



Avaliação dos critérios Eletrocardiográficos para Hipertrofia Ventricular Esquerda em indivíduos sem patologia cardíaca: um estudo comparativo com ecocardiograma

João Rafael Bento Santos

Junho 2026



Politécnico
Castelo Branco
Escola Superior de Saúde
Dr. Lopes Dias

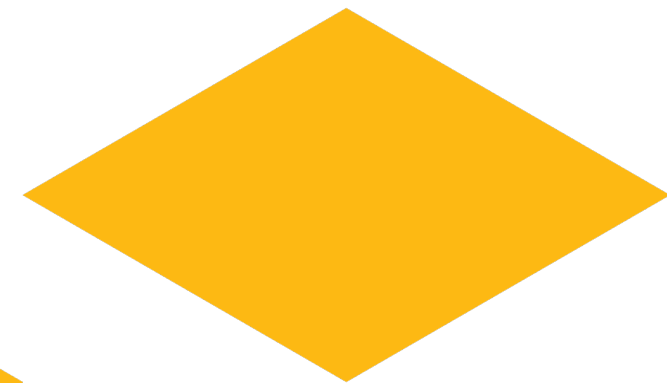
MONOGRAFIA

Avaliação dos Critérios
Eletrocardiográficos para
Hipertrofia Ventricular Esquerda
em indivíduos sem patologia
cardíaca: um estudo
comparativo com
ecocardiograma

João Rafael Bento Santos

Data

Junho 2026





**Politécnico
Castelo Branco**

Escola Superior de Saúde
Dr. Lopes Dias

Avaliação dos Critérios Eletrocardiográficos para Hipertrofia Ventricular Esquerda em indivíduos sem patologia cardíaca: um estudo comparativo com ecocardiograma

João Rafael Bento Santos

Orientador

Mestre António Filipe Pinto Rodrigues

Co-Orientador

Dr. Pedro Henrique Santos Aguiar

Monografia apresentada à Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de licenciado em Fisiologia Clínica, realizada sob a orientação científica do Assistente Convidado Mestre António Filipe Pinto Rodrigues, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Junho de 2026

Composição do júri

Presidente do júri

Doutora, Patrícia Margarida dos Santos Carvalheiro Coelho

Adjunto do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Vogais

Licenciado, Carlos Alcaface Ferreira

Adjunto convidado, Instituto Politécnico de Castelo Branco

Técnico Superior de Diagnóstico e Terapêutica, Unidade Local de Saúde da Guarda

Mestre, António Filipe Pinto Rodrigues

Assistente convidado, Instituto Politécnico de Castelo Branco

Técnico Superior de Diagnóstico e Terapêutica, Unidade Local de Saúde da Cova da Beira

Dr. Pedro Henrique dos Santos Aguilar

Técnico Superior de Diagnóstico e Terapêutica, Unidade Local de Saúde da Cova da Beira

“Se vi mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes”

Isaac Newton

Dedicatória

Aos meus pais, à minha irmã, a toda a minha família e amigos pelo apoio incondicional e pela presença constante.

Agradecimentos

A realização deste trabalho representa o culminar de uma importante etapa do meu percurso académico e pessoal. Embora constitua um esforço individual, a sua concretização só foi possível graças ao apoio, incentivo e colaboração de diversas pessoas, às quais gostaria de expressar o meu sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, ao Professor António Rodrigues, meu orientador, pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho, pela orientação científica, pelos conhecimentos transmitidos, pelas sugestões construtivas e pelo rigor que sempre procurou incutir em cada fase deste projeto. A sua dedicação e acompanhamento foram fundamentais para a concretização deste estudo.

A todos os docentes da licenciatura, pelo contributo para a minha formação académica e profissional, transmitindo conhecimentos e competências que contribuíram para o meu crescimento enquanto futuro profissional de saúde.

À instituição onde foi possível realizar a recolha dos dados utilizados neste estudo, bem como a todos os profissionais que, direta ou indiretamente, colaboraram e facilitaram o acesso à informação necessária para a sua realização.

À minha família, pelo apoio incondicional, compreensão, incentivo e confiança demonstrados ao longo de todo o meu percurso académico. Foram uma fonte constante de motivação nos momentos mais exigentes.

Aos meus amigos e colegas, que partilharam esta caminhada, pelos momentos de entreajuda, companheirismo e incentivo ao longo destes anos.

Por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho e para a conclusão desta etapa académica, deixo o meu profundo agradecimento.

A todos, o meu muito obrigado.

Resumo

Introdução: A hipertrofia ventricular esquerda constitui um importante marcador de risco cardiovascular, estando associada a um aumento da morbidade e mortalidade. O ecocardiograma transtorácico é considerado o método de referência para o seu diagnóstico, permitindo a avaliação direta das alterações estruturais cardíacas. Contudo, o eletrocardiograma continua a ser amplamente utilizado na prática clínica devido à sua acessibilidade, baixo custo e rápida execução. Neste contexto, torna-se relevante avaliar a capacidade dos diferentes critérios eletrocardiográficos na identificação de hipertrofia ventricular esquerda.

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia dos principais critérios eletrocardiográficos na detecção de hipertrofia ventricular esquerda em indivíduos sem patologia cardíaca conhecida, utilizando o ecocardiograma transtorácico como método de referência.

Metodologia: Trata-se de um estudo observacional, transversal, retrospectivo e comparativo, realizado numa amostra de 154 indivíduos com diagnóstico ecocardiográfico de hipertrofia ventricular esquerda. Foram avaliados os critérios eletrocardiográficos de Sokolow-Lyon, Cornell, Romhilt-Estes, Gubner-Ungerleider, Peguero-Lo Presti e Narita. As amplitudes das ondas R e S foram medidas manualmente nos traçados eletrocardiográficos, sendo posteriormente calculados os diferentes critérios de diagnóstico.

Resultados: Os resultados demonstraram uma reduzida capacidade global dos critérios eletrocardiográficos na identificação de hipertrofia ventricular esquerda quando comparados com o ecocardiograma transtorácico. O critério de Narita apresentou a maior taxa de identificação de hipertrofia ventricular esquerda (55,8%), seguido do critério de Cornell (18,2%). Os critérios de Sokolow-Lyon e Gubner-Ungerleider identificaram 8,4% dos casos, enquanto o critério de Peguero-Lo Presti identificou 7,1%. O critério de Romhilt-Estes apresentou a menor taxa de identificação (0,6%). Observou-se ainda que o tipo de hipertrofia ventricular esquerda influenciou significativamente o desempenho de alguns critérios, verificando-se uma melhor capacidade de detecção na hipertrofia concêntrica. O *padrão de strain* foi identificado em apenas 1,9% dos indivíduos avaliados.

Conclusão: Os critérios eletrocardiográficos apresentam uma capacidade limitada na detecção de hipertrofia ventricular esquerda quando comparados com o ecocardiograma transtorácico. Entre os critérios analisados, o critério de Narita demonstrou o melhor desempenho, sugerindo potencial utilidade clínica como ferramenta complementar de rastreio. Contudo, o ecocardiograma transtorácico mantém-se como o método de referência para a confirmação diagnóstica de hipertrofia ventricular esquerda.

Palavras chave

Hipertrofia Ventricular Esquerda [D017379], Eletrocardiograma [D004562], Ecocardiografia Transtorácica [D004452].

Abstract

Introduction: Left ventricular hypertrophy is an important marker of cardiovascular risk and is associated with increased morbidity and mortality. Transthoracic echocardiography is considered the reference method for its diagnosis, allowing direct assessment of structural cardiac alterations. However, the electrocardiogram continues to be widely used in clinical practice due to its accessibility, low cost, and rapid execution. In this context, it is important to evaluate the ability of different electrocardiographic criteria to identify left ventricular hypertrophy.

Objective: This study aimed to evaluate the effectiveness of the main electrocardiographic criteria in the detection of left ventricular hypertrophy in individuals without known cardiac disease, using transthoracic echocardiography as the reference method.

Methodology: This was an observational, cross-sectional, retrospective, and comparative study conducted in a sample of 154 individuals with an echocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy. The electrocardiographic criteria evaluated were Sokolow-Lyon, Cornell, Romhilt-Estes, Gubner-Ungerleider, Peguero-Lo Presti, and Narita. The amplitudes of the R and S waves were measured manually from the electrocardiographic tracings, and the different diagnostic criteria were subsequently calculated.

Results: The results demonstrated an overall limited ability of the electrocardiographic criteria to identify left ventricular hypertrophy when compared with transthoracic echocardiography. The Narita criterion showed the highest identification rate of left ventricular hypertrophy (55.8%), followed by the Cornell criterion (18.2%). The Sokolow-Lyon and Gubner-Ungerleider criteria identified 8.4% of cases, while the Peguero-Lo Presti criterion identified 7.1%. The Romhilt-Estes criterion showed the lowest identification rate (0.6%). The type of left ventricular hypertrophy significantly influenced the performance of some criteria, with a better detection rate observed in concentric hypertrophy. The strain pattern was identified in only 1.9% of the individuals evaluated.

Conclusion: Electrocardiographic criteria showed limited ability to detect left ventricular hypertrophy when compared with transthoracic echocardiography. Among the criteria analysed, the Narita criterion demonstrated the best performance, suggesting potential clinical usefulness as a complementary screening tool. Nevertheless, transthoracic echocardiography remains the reference method for the diagnostic confirmation of left ventricular hypertrophy.

Keywords

Hipertrofia Ventricular Esquerda [D017379], Eletrocardiograma [D004562], Ecocardiografia Transtorácica [D004452].

Índice geral

Índice de figuras.....	X
Índice de tabelas.....	XI
Índice de gráficos.....	XII
Lista de abreviaturas.....	XIV
1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico	3
2.1 Conceito e fisiopatologia da HVE.....	3
2.2 Importância clínica da HVE.....	3
2.3 Meios complementares de diagnóstico.....	4
2.3.1 Ecocardiograma Transtorácico	4
2.3.2 Eletrocardiograma	5
2.4 Critérios Eletrocardiográficos	6
2.4.1 Sokolow-Lyon	6
2.4.2 Cornell	6
2.4.3 Romhilt-Estes	7
2.4.4 Gubner-Ungerleider	9
2.4.5 Peguero-Lo Presti.....	9
2.4.6 Narita	10
2.5 Importância do Cardiopneumologista na aquisição do ECG	11
Contributo da Investigação	12
3. Objetivos.....	12
3.1. Objetivo Principal	12
3.2. Objetivos Secundários	12
4. Materiais e Métodos.....	12
4.1. Dados Demográficos.....	12
4.2. Eletrocardiograma	13
4.3. Ecocardiograma Transtorácico	17
4.4. Análise Estatística	18
4.5. Considerações Éticas.....	18
5. Resultados	19
5.1. Caracterização da Amostra.....	19
5.2. Descrição Geral.....	20

5.2.1. Médias dos Critérios	20
5.2.2. Distribuição do Tipo de Hipertrofia Ventricular Esquerda	21
5.3. Sokolow-Lyon	22
5.3.1 Sexo	22
5.3.2 Idade	22
5.3.3 Tipo de HVE	23
5.4. Cornell	24
5.4.1 Sexo	24
5.4.2 Idade	24
5.4.3 Tipo de HVE	25
5.5. Romhilt-Estes	26
5.5.1 Sexo	26
5.5.2 Idade	26
5.5.3 Tipo de HVE	27
5.6. Gubner-Ungerleider	27
5.6.1 Sexo	27
5.6.2 Idade	28
5.6.3 Tipo de HVE	29
5.7. Peguero – Lo Presti	30
5.7.1 Sexo	30
5.7.2 Idade	30
5.7.3 Tipo de HVE	31
5.8 Narita	32
5.8.1 Sexo	32
5.8.2 Idade	32
5.8.3 Tipo de HVE	33
5.9 Padrão de Strain	34
Discussão	36
Conclusão	40
Referências Bibliográficas	41
Anexos	45

Índice de figuras

Figura 1 - <i>Legenda: critérios eletrocardiográficos para o diagnóstico da HVE</i>	10
Figura 2 - Aplicação do critério de Sokolow-Lyon num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra	14
Figura 3 - Aplicação do critério de Cornell num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra	14
Figura 4 – Aplicação do critério de Peguero-Lo Presti num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra	15
Figura 5 - Aplicação do critério de Narita num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra	15
Figura 6 - Aplicação do critério de Gubner-Ungerleider num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra	15
Figura 7 - Aplicação do critério de Romhilt-Estes num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra	16
Figura 8 - Representação eletrocardiográfica do padrão de strain na derivação V5 de um participante da amostra	16

Índice de tabelas

Tabela 1 - Sistema de pontuação de Romhilt-Estes	8
Tabela 2 - Síntese dos resultados.....	34

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Distribuição dos Indivíduos por Sexo.....	19
Gráfico 2 - Distribuição dos Indivíduos por Idade	19
Gráfico 3 - Comparação da percentagem de identificação de hipertrofia ventricular esquerda entre os diferentes critérios eletrocardiográficos avaliados .	20
Gráfico 4 - Voltagem média ($\pm$ desvio padrão) dos diferentes critérios eletrocardiográficos utilizados na detecção de HVE.	21
Gráfico 5 - Distribuição do tipo de HVE obtida ecocardiograficamente na amostra estudada	21
Gráfico 6 - Distribuição do tipo de hipertrofia ventricular esquerda segundo o sexo ($p=0,710$).....	22
Gráfico 7 - Distribuição da presença de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Sokolow-Lyon por sexo ($p=0,631$).....	22
Gráfico 8 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Sokolow-Lyon por classes etárias ($p=0,046$).....	23
Gráfico 9 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Sokolow-Lyon em função do tipo de hipertrofia ($p=0,011$)	23
Gráfico 10 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Cornell, estratificada por sexo ($p=0,061$).....	24
Gráfico 11 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Cornell por classes etárias ($p=0,023$)...	25
Gráfico 12 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Cornell em função do tipo de hipertrofia ($p<0,001$)	25
Gráfico 13 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Romhilt-Estes, estratificada por sexo.....	26
Gráfico 14 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Romhilt-Estes por classes etárias	27
Gráfico 15 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Romhilt-Estes em função do tipo de hipertrofia ($p=0,130$)	27
Gráfico 16 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Gubner-Ungerleider, estratificada por sexo ($p=0,493$)	28
Gráfico 17 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Gubner-Ungerleider por classes etárias ($p=0,574$).....	29
Gráfico 18 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Gubner-Ungerleider em função do tipo de hipertrofia ($p=0,003$)	29
Gráfico 19 - Distribuição da identificação da hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Peguero-Lo Presti por sexo ($p=0,543$) .	30

Gráfico 20 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Peguero – Lo Presti por classes etárias ($p=0,008$).....	31
Gráfico 21 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Peguero-Lo Presti em função do tipo de hipertrofia ($p=0,004$).....	31
Gráfico 22 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Narita, estratificada por sexo ($p=0,409$).....	32
Gráfico 23 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Narita por classes etárias ($p=0,139$).....	33
Gráfico 24 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Narita em função do tipo de hipertrofia ($p<0,001$)	33
Gráfico 25 - Distribuição da presença do Padrão de Strain	34

Lista de abreviaturas

ECG – Eletrocardiograma

Ecott – Ecocardiograma Transtorácico

HTA – Hipertensão Arterial

HVE – Hipertrofia Ventricular Esquerda

IMC – Índice de Massa Corporal

VE – Ventrículo Esquerdo

1. Introdução

A Hipertrofia Ventricular Esquerda (HVE) caracteriza-se pelo aumento da massa muscular do ventrículo esquerdo (VE) resultante de adaptações estruturais do miocárdio perante condições que impõem sobrecarga de pressão ou volume ao coração. Entre as causas mais frequentes destacam-se a hipertensão arterial (HTA), as valvulopatias e outras sobrecargas ventriculares. Inicialmente, esta adaptação pode representar um mecanismo compensatório, permitindo manter o débito cardíaco adequado, contudo, com o passar do tempo, estas alterações podem levar a remodelação cardíaca, disfunção ventricular e maior risco de eventos cardiovasculares adversos (Bornstein et al., 2023; Park et al., 2022; Yu et al., 2021).

A HVE é um importante marcador de risco cardiovascular, uma vez que indivíduos com esta alteração cardíaca apresentam maior probabilidade de desenvolver insuficiência cardíaca, arritmias, doença coronária e morte súbita. Desta forma, a identificação precoce desta condição assume um papel fundamental na estratificação do risco cardiovascular e na prevenção de complicações futuras (Bombelli et al., 2023; Mathur et al., 2023).

A identificação de HVE pode ser efetuada através de diferentes meios complementares de diagnóstico. O ecocardiograma transtorácico (Ecott) é considerado o método de referência, já que permite a avaliação direta da estrutura cardíaca e a medição precisa da espessura das paredes ventriculares, bem como da massa do VE. Através da utilização de ultrassons, o Ecott possibilita uma análise detalhada da anatomia cardíaca e da função ventricular, permitindo confirmar a presença de remodelação ventricular esquerda (Bornstein et al., 2023; Bult et al., 2024).

Apesar da elevada precisão diagnóstica do Ecott, este exame apresenta algumas limitações relacionadas com o custo, a necessidade de equipamentos específicos, a dependência e variabilidade interoperador para a sua execução e interpretação. Por esse motivo, a sua utilização em larga escala para rastreio da população ou em indivíduos assintomáticos pode ser limitada. Nesse contexto, o eletrocardiograma (ECG) assume um papel importante como exame complementar de triagem, devido à sua ampla disponibilidade, baixo custo e natureza não invasiva (Kothendaraman et al., 2023; Marcato et al., 2022; Wang et al., 2020).

O ECG permite avaliar a atividade elétrica do coração e identificar alterações sugestivas de aumento da massa ventricular esquerda através da análise da amplitude das ondas do complexo QRS em diferentes derivações. Ao longo dos anos foram propostos vários critérios eletrocardiográficos para o diagnóstico de HVE, entre os quais se destacam os critérios de Sokolow-Lyon, Cornell, Peguero-Lo Presti, Narita e Romhilt-Estes. Estes critérios baseiam-se essencialmente na medição de voltagem das ondas R e S no ECG, permitindo estimar indiretamente a presença de HVE (Bayram et al., 2021).

No entanto, apesar da sua utilidade clínica, o ECG apresenta limitações importantes na identificação de HVE. A sensibilidade dos critérios

eletrocardiográficos é geralmente inferior quando comparada com métodos de imagem como o Ecott, o que pode resultar em falsos negativos, particularmente em indivíduos com alterações estruturais discretas. Além disso, diversos fatores podem influenciar a voltagem do complexo QRS, incluindo a idade, o sexo à nascença, entre outros fatores que podem afetar a precisão diagnóstica do ECG (Afify et al., 2020; Pewsner et al., 2007).

Apesar destas limitações, o ECG continua a ser uma ferramenta amplamente utilizada na prática clínica para a identificação inicial de alterações cardíacas, podendo orientar a necessidade de exames complementares, como o Ecott. A comparação entre diferentes critérios eletrocardiográficos e métodos de imagem é, por isso, relevante para compreender a sua eficácia diagnóstica e melhorar as estratégias de triagem cardiovascular (Bult et al., 2024; Marcato et al., 2022; Park et al., 2022).

A maioria dos estudos que avaliou critérios eletrocardiográficos para o diagnóstico de HVE foi conduzida em populações com fatores de risco cardiovascular ou doença cardíaca estabelecida, como HTA ou em populações idosas com maior risco cardiovascular (Bayram et al., 2021; Kharel et al., 2024; Tavares et al., 2021). No entanto, existem ainda poucos estudos que avaliem a capacidade destes critérios em indivíduos sem diagnóstico prévio de patologia cardíaca. A análise destes critérios em populações aparentemente saudáveis pode contribuir para melhorar as estratégias de deteção precoce de alterações estruturais cardíacas (Bombelli et al., 2023; Liu et al., 2023).

Deste modo, o presente estudo pretende analisar a eficácia de diferentes critérios eletrocardiográficos na deteção de HVE em indivíduos sem patologia cardíaca conhecida e com diagnóstico para HVE confirmado por Ecott.

2. Enquadramento teórico

2.1 Conceito e fisiopatologia da HVE

A HVE é caracterizada pelo aumento da massa muscular do VE, resultante de uma resposta adaptativa do miocárdio a condições que impõem sobrecarga de pressão e/ou volume, como a HTA. Este processo permite ao coração gerar pressões mais elevadas, mantendo o débito cardíaco adequado face ao aumento da resistência vascular (Bornstein et al., 2023; Yu et al., 2021).

Apesar de inicialmente assumir um papel compensatório, a persistência desta adaptação conduz a alterações estruturais e funcionais do miocárdio. Estas incluem o crescimento dos sarcómeros (as principais unidades contráteis do músculo cardíaco), a remodelação da matriz extracelular e o aumento da deposição de colagénio, favorecendo o desenvolvimento da fibrose miocárdica assim como o aumento da rigidez ventricular (Weber et al., 1993). Consequentemente, ocorre comprometimento da função diastólica e, em fases mais avançadas, da função sistólica, aumentando o risco de insuficiência cardíaca e arritmias (Bornstein et al., 2023; Park et al., 2022).

Para além dos fatores hemodinâmicos, a HVE pode ser influenciada por fatores genéticos e outras condições cardiovasculares, como as valvulopatias, que contribuem para a progressão da remodelação cardíaca (Morrison et al., 2007). Importa ainda distinguir a HVE patológica da fisiológica observada em atletas, por exemplo, uma vez que esta última representa uma adaptação reversível ao exercício físico intenso e não está associada a aumento do risco cardiovascular (Morrison et al., 2007).

2.2 Importância clínica da HVE

A HVE constitui um importante marcador de risco cardiovascular, estando associada a um aumento significativo da morbilidade e mortalidade. A sua presença reflete alterações estruturais e funcionais do miocárdio que predis põem ao desenvolvimento de diversas complicações, mesmo em indivíduos assintomáticos (Bombelli et al., 2023; Mathur et al., 2023; Park et al., 2022).

Estudos demonstram que a HVE está associada a um maior risco de insuficiência cardíaca, arritmias, doença coronária e morte súbita. Este aumento do risco resulta no espessamento ventricular e alterações na condução elétrica, devido à presença de fibrose miocárdica, que favorecem a instabilidade elétrica cardíaca (Bombelli et al., 2023; Bornstein et al., 2023).

A HVE está também associada a disfunção diastólica, resultante do aumento da rigidez ventricular, podendo evoluir para insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada (Lang et al., 2015).

Para além disso, a presença de HVE tem sido identificada como um preditor independente de eventos cardiovasculares, mesmo após um ajuste para outros fatores de risco, como a HTA (Bombelli et al., 2023). Assim, a sua deteção precoce assume um papel fundamental na estratificação do risco cardiovascular e na

implementação de estratégias terapêuticas adequadas (Bornstein et al., 2023; Park et al., 2022).

2.3 Meios complementares de diagnóstico

A identificação da HVE pode ser realizada através de diferentes métodos diagnósticos, sendo os mais utilizados o ECG e o Ecott. Estes métodos diferem significativamente na sua capacidade de deteção, aplicabilidade clínica e precisão diagnóstica (Bult et al., 2024; Lang et al., 2015; Marcato et al., 2022).

O ECG é uma ferramenta de baixo custo, fácil acesso e não invasiva, sendo frequentemente utilizado como método de triagem inicial na avaliação de HVE. A deteção de HVE por ECG baseia-se essencialmente na análise da voltagem do complexo QRS, refletindo indiretamente o aumento da massa ventricular esquerda. Diversos critérios eletrocardiográficos foram desenvolvidos para este fim, incluindo os critérios de Sokolow-Lyon, Cornell, Romhilt-Estes, Gubner-Ungerleider, Peguero-Lo Presti e Narita (Bornstein et al., 2023; Bult et al., 2024; Kothendaraman et al., 2023; Marcato et al., 2022).

Apesar das suas vantagens, o ECG apresenta limitações importantes, nomeadamente uma baixa sensibilidade na deteção de HVE, especialmente em populações assintomáticas. No entanto, apresenta uma elevada especificidade, sendo útil na confirmação de casos mais evidentes. Estas limitações devem-se ao facto de o ECG refletir a atividade elétrica do coração e não fornecer uma avaliação direta da estrutura cardíaca (Marcato et al., 2022; Pewsner et al., 2007).

Por outro lado, o Ecott possibilita ainda a classificação dos diferentes padrões de HVE, como a HVE concêntrica e excêntrica, bem como a avaliação da função sistólica e diastólica (Lang et al., 2015).

Adicionalmente, o Ecott permite a deteção de alterações estruturais precoces e a identificação de outras patologias cardíacas associadas, como valvulopatias ou alterações segmentares da contratilidade, aumentando a sua utilidade clínica (Lang et al., 2015).

A comparação entre estes métodos evidencia que, embora o ECG seja útil como ferramenta de rastreio, o Ecott apresenta maior sensibilidade e precisão diagnóstica, sendo essencial para a confirmação do diagnóstico de HVE. Assim, na prática clínica, o ECG é frequentemente utilizado como exame inicial, sendo complementado pelo Ecott sempre que existe suspeita de HVE ou necessidade de avaliação mais detalhada (Bult et al., 2024; Marcato et al., 2022; Park et al., 2022).

2.3.1 Ecocardiograma Transtorácico

O diagnóstico ecocardiográfico da HVE é realizado com o paciente em decúbito lateral esquerdo, utilizando um transdutor para obtenção de imagens do VE em diferentes planos. Durante o exame, são registadas, no final da diástole, as medidas da espessura do septo interventricular, o diâmetro interno do VE e a espessura da parede posterior (Lang et al., 2015).

O modo M é uma ferramenta importante na avaliação ecocardiográfica, permitindo a medição precisa das dimensões cardíacas em tempo real. Este

método é útil na quantificação das estruturas cardíacas e na avaliação da presença de HVE (Lang et al., 2015).

Para além disso, a massa ventricular esquerda pode ser calculada através de fórmulas específicas baseadas nas medições ecocardiográficas, permitindo a indexação à superfície corporal, o que aumenta a precisão diagnóstica da HVE (Lang et al., 2015).

O Ecott apresenta uma elevada sensibilidade na deteção de HVE, sendo particularmente útil em indivíduos nos quais as alterações estruturais não se traduzem em alterações eletrocardiográficas. No entanto, a sua utilização pode ser limitada pelo custo, necessidade de equipamento especializado e dependência do operador, o que pode restringir a sua aplicação em determinados contextos clínicos (Bult et al., 2024; Marcato et al., 2022).

2.3.2 Eletrocardiograma

O ECG é um exame fundamental no diagnóstico da HVE, uma vez que avalia a atividade elétrica cardíaca. A identificação de HVE por ECG baseia-se em critérios de voltagem, como os critérios de *Sokolow-Lyon*, *Cornell* e *Peguero-Lo Presti*, que utilizam combinações específicas da amplitude do complexo QRS em diferentes derivações eletrocardiográficas para estimar o aumento da massa ventricular esquerda (Kligfield et al., 2007).

Apesar de ser um método amplamente disponível, de baixo custo e não invasivo, o ECG apresenta limitações importantes, nomeadamente uma baixa sensibilidade na deteção de HVE, particularmente em populações assintomáticas. No entanto, apresenta elevada especificidade, sendo útil na identificação de casos mais evidentes (Marcato et al., 2022; Wang et al., 2020).

O critério de *Sokolow-Lyon* apresenta, de forma geral, alta especificidade, mas baixa sensibilidade, sendo mais útil na confirmação de HVE do que na sua deteção precoce. Por outro lado, o critério de *Peguero-Lo Presti*, baseado na soma da maior onda S em qualquer derivação com a onda S em V4, mostrando uma maior sensibilidade na identificação de HVE, especialmente em mulheres e idosos (Bayram et al., 2021; Peguero et al., 2017).

A utilização do ECG como ferramenta de triagem inicial, seguida de confirmação por ecocardiograma em casos suspeitos, constitui uma estratégia eficaz na prática clínica, especialmente em contextos com recursos limitados, permitindo um equilíbrio entre acessibilidade e precisão diagnóstica (Bhatia et al., 2017; Bult et al., 2024).

A voltagem do complexo QRS pode ser influenciada por vários fatores clínicos e demográficos, como o índice de massa corporal (IMC), a idade e o sexo à nascença do indivíduo. A obesidade pode atenuar as voltagens do ECG devido ao aumento da distância entre o coração e os elétrodos, podendo reduzir a sensibilidade dos critérios eletrocardiográficos (Afify et al., 2020). A idade também influencia os achados eletrocardiográficos, uma vez que o envelhecimento está associado a alterações estruturais e funcionais do miocárdio que podem modificar a amplitude do complexo QRS. Adicionalmente, existem diferenças entre sexos nos

valores de referência dos critérios eletrocardiográficos, refletindo variações na anatomia e na massa ventricular esquerda (Gardin et al., 1995).

Estas variáveis devem ser consideradas na interpretação do ECG, uma vez que podem influenciar a precisão diagnóstica e, conseqüentemente, impactar a identificação da HVE na prática clínica (Afify et al., 2020; Gardin et al., 1995).

2.4 Critérios Eletrocardiográficos

2.4.1 Sokolow-Lyon

O critério de *Sokolow-Lyon* é amplamente utilizado para a identificação de HVE através do ECG. Este critério baseia-se na soma da amplitude da onda S na derivação V1 com a onda R na derivação V5 ou V6 (a que apresentar maior amplitude), sendo valores superiores a 35 mm sugestivos de HVE (Bayram et al., 2021; Marcato et al., 2022).

O critério de Sokolow-Lyon apresenta, de forma geral, elevada especificidade, mas baixa sensibilidade, o que significa que é mais eficaz na confirmação de HVE do que na sua detecção precoce. Esta baixa sensibilidade traduz-se numa maior probabilidade de falsos negativos, especialmente em indivíduos com formas iniciais de hipertrofia ou em determinadas populações, como indivíduos obesos ou idosos (Bayram et al., 2021; Wang et al., 2020).

Por outro lado, este critério pode apresentar resultados falsamente positivos em indivíduos jovens, magros ou com elevada massa muscular, devido a voltagens naturalmente elevadas no ECG. Neste contexto, a sua aplicabilidade em indivíduos com idade inferior a 35 anos pode ser limitada, uma vez que a menor especificidade diagnóstica nesta faixa etária aumenta a probabilidade de sobrediagnóstico de HVE (Gardin et al., 1995; Kligfield et al., 2007).

A limitação na capacidade de detecção precoce da HVE tem particular relevância em indivíduos com HTA, nos quais a presença de HVE está associada a um aumento do risco de eventos cardiovasculares. Assim, a utilização isolada deste critério pode conduzir a uma subestimação da prevalência de HVE, sendo frequentemente necessária a utilização de métodos complementares, como o ecocardiograma, para uma avaliação mais precisa (Marcato et al., 2022).

2.4.2 Cornell

O critério de Cornell é amplamente utilizado na identificação de HVE através do ECG, sendo baseado na soma da amplitude da onda R na derivação aVL com a onda S na derivação V3. Os valores de referência diferem consoante o sexo, sendo geralmente considerados sugestivos de HVE valores superiores a 28 mm nos homens e 20 mm nas mulheres (Kligfield et al., 2007).

O critério de Cornell apresenta, de forma geral, uma sensibilidade superior ao critério de Sokolow-Lyon, particularmente em mulheres e indivíduos idosos, permitindo uma melhor detecção de HVE menos evidente (Marcato et al., 2022; Tavares et al., 2021).

A utilização de limiares específicos por sexo constitui uma vantagem deste critério, permitindo uma adaptação às diferenças fisiológicas na massa ventricular

e na expressão eletrocardiográfica entre homens e mulheres, o que contribui para uma maior precisão diagnóstica (Tavares et al., 2021).

Apesar da sua utilidade clínica, o critério de Cornell apresenta limitações semelhantes a outros critérios eletrocardiográficos, nomeadamente a sua dependência de fatores como a constituição corporal e a presença de outras alterações eletrocardiográficas. Assim, tal como outros critérios baseados em ECG, os seus resultados devem ser interpretados com cautela e, sempre que possível, confirmados através de métodos de imagem, como o Ecott (Marcato et al., 2022).

2.4.3 Romhilt-Estes

O critério de Romhilt-Estes consiste num sistema de pontuação desenvolvido em 1968, com o objetivo de melhorar a capacidade de diagnóstico da HVE através do ECG, numa época anterior à ampla utilização de métodos de imagem. Este sistema integra múltiplos parâmetros eletrocardiográficos, incluindo critérios de voltagem, alterações do segmento ST e da onda T, desvio do eixo elétrico e alterações na onda P, permitindo uma avaliação mais abrangente da presença de HVE (Hamed et al., 2022; Kligfield et al., 2007).

O sistema de pontuação atribui valores a diferentes critérios eletrocardiográficos. Os critérios de voltagem, como a presença de ondas R ou S com amplitudes elevadas nas derivações dos membros ou precordiais, contribuem significativamente para a pontuação total. Para além disso, alterações da repolarização ventricular (padrão de strain), desvio do eixo elétrico para a esquerda, aumento da duração da onda P e prolongamento do complexo QRS são também considerados na avaliação global (Hamed et al., 2022).

Tabela 1 - Sistema de pontuação de Romhilt-Estes

CrITÉRIOS de Pontuação de Romhilt-Estes	Pontos
1. CrITÉRIOS de voltagem (qualquer um presente)	
Onda R ou S nas derivações dos membros ≥ 20 mm	3
Onda S em V1 ou V2 ≥ 30 mm	
Onda R em V5 ou V6 ≥ 30 mm	
2. Anormalidades de ST-T	
Vetor ST-T oposto ao QRS (avaliado em V5–V6)	
Sem digitalis	3
Com digitalis	1
Vetor ST-T normal	0
3. Anomalias da onda P	
Onda P negativa em V1 ≥ 1 mm de profundidade ou ≥ 0.40 s de duração	3
4. Outros crITÉRIOS	
Desvio esquerdo do eixo $\geq -30^\circ$	2
Deflexão intrínseca atrasada em V5 ou V6 (> 0.05 s)	1
Diagnóstico: ≥ 5 pontos = HVE definitiva · 4 pontos = HVE provável · ≤ 3 = inespecífico	

Legenda: HVE – Hipertrofia Ventricular Esquerda; mm – milímetros; s – segundos;

Fonte: Retirada do artigo (10) data 3/12/2025

Uma pontuação igual ou superior a 5 pontos é considerada diagnóstica de HVE, enquanto uma pontuação de 4 pontos é considerada sugestiva, e valores iguais ou inferiores a 3 pontos tornam o diagnóstico improvável (Bayram et al., 2021; Kligfield et al., 2007).

O critério de Romhilt-Estes apresenta limitações significativas, nomeadamente uma baixa sensibilidade na deteção de HVE, o que reduz a sua utilidade como ferramenta de rastreio. Estudos demonstram que, apesar de integrar múltiplos parâmetros, a sua capacidade diagnóstica permanece limitada quando comparada com métodos de imagem, podendo subestimar a presença de HVE (Bayram et al., 2021; de la Garza-Salazar et al., 2020; Estes et al., 2015).

Apesar destas limitações, o critério de Romhilt-Estes mantém relevância clínica, especialmente em contextos onde o ECG é utilizado como método inicial de avaliação, podendo fornecer informação adicional sobre alterações estruturais e funcionais do miocárdio, particularmente em doentes com HTA (de la Garza-Salazar et al., 2020; Estes et al., 2015; Hamed et al., 2022).

2.4.4 Gubner-Ungerleider

O critério de Gubner-Ungerleider foi desenvolvido como um dos primeiros métodos eletrocardiográficos para a identificação de HVE, baseando-se na amplitude das ondas do complexo QRS. Este critério considera a soma da onda R na derivação DI com a onda S na derivação DIII, sendo valores superiores a 25 mm sugestivos de HVE (Kligfield et al., 2007).

Este critério foi inicialmente proposto como uma abordagem simples para a detecção de HVE, particularmente em contextos clínicos com recursos limitados. No entanto, a sua aplicabilidade clínica é atualmente reduzida, em grande parte devido ao seu desempenho inferior quando comparado com critérios mais recentes (Bombelli et al., 2023).

Em termos de desempenho diagnóstico, o critério de Gubner-Ungerleider apresenta, de forma geral, uma sensibilidade reduzida e uma especificidade moderada, demonstrando desempenho inferior face a outros critérios eletrocardiográficos na identificação de HVE, o que limita a sua utilidade como ferramenta de rastreio clínico (Truong et al., 2010).

Desta forma, embora este critério possa ser útil na confirmação de casos mais evidentes de HVE, a sua baixa sensibilidade torna-o inadequado para a detecção precoce da condição, especialmente em indivíduos assintomáticos. Esta limitação é particularmente relevante, tendo em conta que a HVE constitui um importante marcador de risco cardiovascular, mesmo na ausência de sintomas (Bombelli et al., 2023).

2.4.5 Peguero-Lo Presti

O critério de Peguero-Lo Presti baseia-se na soma da maior onda S em qualquer derivação do ECG com a onda R na derivação V4, sendo considerado sugestivo de HVE quando os valores excedem os limiares definidos para o sexo. Este critério foi desenvolvido com o objetivo de melhorar a sensibilidade na detecção de HVE, particularmente em casos em que as alterações estruturais são discretas e não são identificadas pelos critérios eletrocardiográficos tradicionais (Peguero et al., 2017).

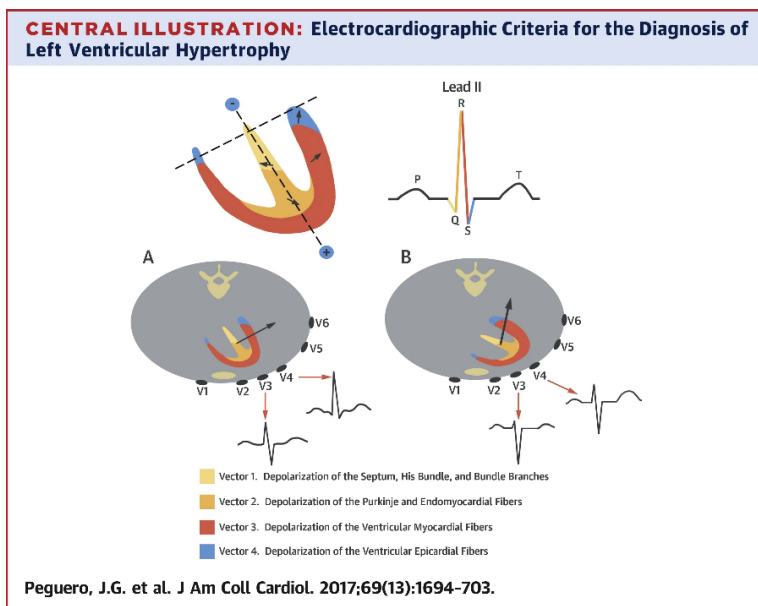
Comparativamente a critérios clássicos, como Sokolow-Lyon e Cornell, o critério de Peguero-Lo Presti tem demonstrado uma maior sensibilidade na identificação de HVE, mantendo simultaneamente uma especificidade elevada. Estudos indicam que este critério pode apresentar valores de especificidade superiores a 90%, tornando-o uma ferramenta promissora na avaliação eletrocardiográfica da HVE (Peguero et al., 2017; Yu et al., 2021).

No entanto, o desempenho deste critério pode ser influenciado por fatores demográficos e clínicos, como a idade, o sexo e a etnia, o que pode condicionar a sua aplicabilidade em diferentes populações e justificar variações na sua sensibilidade e especificidade (Yu et al., 2021).

Apesar das suas vantagens, o critério de Peguero-Lo Presti, à semelhança de outros critérios eletrocardiográficos, deve ser interpretado no contexto clínico do doente e, sempre que necessário, complementado por métodos de imagem, como

o Ecott, para uma avaliação mais precisa da presença de HVE (Bornstein et al., 2023; Marcato et al., 2022).

Figura 1 - Legenda: critérios eletrocardiográficos para o diagnóstico da HVE



Fonte: retirada do artigo (18) data 3/12/2025

2.4.6 Narita

O critério de Narita é um método eletrocardiográfico utilizado para a identificação de HVE, condição frequentemente associada à HTA e a um aumento do risco de eventos cardiovasculares. Este critério foi desenvolvido com o objetivo de melhorar a capacidade diagnóstica do ECG na detecção de HVE, tendo vindo a ganhar relevância na prática clínica e na investigação científica (Pova et al., 2021).

O critério baseia-se na soma da amplitude da onda R na derivação DI com a onda S na derivação V4, sendo considerados valores sugestivos de HVE quando: nos homens, $R_{DI} + S_{V4} \geq 16$ mm; e nas mulheres, $R_{DI} + S_{V4} \geq 14$ mm (Narita et al., 2019).

Estes limiares foram definidos com base em estudos que correlacionaram parâmetros eletrocardiográficos com a presença de HVE confirmada por ecocardiografia, demonstrando uma boa capacidade de detecção, particularmente em fases iniciais da doença (Narita et al., 2019).

O desempenho deste critério pode, no entanto, ser influenciado por fatores técnicos e clínicos, como a qualidade do registo eletrocardiográfico e a presença de alterações da condução cardíaca. Em doentes com bloqueios de ramo ou outras alterações do ritmo cardíaco, a interpretação dos critérios pode ser dificultada, aumentando o risco de erro diagnóstico (Muresan et al., 2019).

Estudos realizados em diferentes populações demonstraram que o critério de Narita apresenta uma sensibilidade e especificidade superiores quando comparado com alguns critérios eletrocardiográficos tradicionais, sugerindo a sua utilidade tanto em populações de risco como na população geral. Em particular, estudos realizados na população japonesa evidenciaram um desempenho diagnóstico

favorável, reforçando a sua aplicabilidade em diferentes contextos clínicos (Kothendaraman et al., 2023; Narita et al., 2019; Wang et al., 2020).

O critério revela-se especialmente útil em grupos de maior risco cardiovascular, como indivíduos idosos, contribuindo para uma deteção mais precoce da HVE e permitindo uma melhor orientação do tratamento e controlo da HTA (Povoa et al., 2021).

2.5 Importância do Cardiopneumologista na aquisição do ECG

O técnico de Cardiopneumologia desempenha um papel fundamental na aquisição do ECG, sendo responsável pela correta preparação do doente, colocação dos elétrodos e obtenção de um registo de qualidade. A precisão do ECG depende diretamente da execução técnica do exame, sendo essencial garantir condições adequadas para evitar artefactos e distorções no traçado (Kligfield et al., 2007).

A correta colocação dos elétrodos é um dos fatores mais críticos, uma vez que pequenas variações no posicionamento podem alterar significativamente a morfologia das ondas e a amplitude dos complexos, influenciando a interpretação dos critérios eletrocardiográficos utilizados na deteção de HVE. Erros na colocação dos elétrodos podem levar a diagnósticos incorretos, incluindo falsos positivos ou falsos negativos (Rajaganeshan et al., 2007).

Para além disso, a preparação adequada do doente, incluindo a limpeza da pele e a correta fixação dos elétrodos, é essencial para garantir uma boa condução elétrica e minimizar interferências no sinal (Kligfield et al., 2007).

Outro aspeto relevante prende-se com a capacidade do técnico em identificar e corrigir artefactos durante o exame, como interferências musculares, movimentos do doente ou má conexão dos elétrodos, assegurando a qualidade do registo obtido. A deteção precoce destes erros permite a sua correção imediata, evitando a necessidade de repetição do exame e melhorando a fiabilidade dos resultados (Rajaganeshan et al., 2007).

Adicionalmente, o conhecimento técnico e a experiência do profissional influenciam diretamente a qualidade do ECG, sendo fundamentais para a correta aquisição e para a interpretação inicial do traçado (Kligfield et al., 2007).

Deste modo, o papel do Cardiopneumologista é essencial na garantia da qualidade do ECG, contribuindo para a fiabilidade do diagnóstico e para a correta aplicação dos critérios eletrocardiográficos. Uma aquisição inadequada pode comprometer a interpretação clínica, reforçando a importância da formação e padronização dos procedimentos na realização deste exame (Kligfield et al., 2007; Rajaganeshan et al., 2007).

Contributo da Investigação

3. Objetivos

3.1. Objetivo Principal

Avaliar a eficácia dos principais critérios eletrocardiográficos na deteção de HVE em indivíduos sem patologia cardíaca conhecida, mas com diagnóstico de HVE por Ecott.

3.2. Objetivos Secundários

- Determinar a capacidade de deteção de diferentes critérios eletrocardiográficos no diagnóstico de HVE.
- Analisar o impacto da idade e do sexo na precisão dos critérios eletrocardiográficos na identificação de HVE.
- Avaliar a influência do padrão de *strain* na precisão dos critérios eletrocardiográficos para deteção de HVE.

4. Materiais e Métodos

4.1. Dados Demográficos

Trata-se de um estudo observacional, transversal, retrospectivo e comparativo, tendo sido utilizada uma técnica de amostragem não probabilística por conveniência. A amostra é constituída por indivíduos que realizaram ECG e Ecott na clínica Cardiolog – Centro de Cardiologia, localizada na cidade da Covilhã. A recolha de dados decorreu entre setembro de 2025 e Abril de 2026.

Durante o processo de seleção da amostra, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão com o objetivo de garantir a homogeneidade da amostra e a qualidade dos dados analisados.

Relativamente aos critérios de inclusão, foram considerados elegíveis para o estudo indivíduos de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 18 e os 65 anos. Foram incluídos participantes que realizaram, simultaneamente, um ECG e um Ecott na clínica Cardiolog – Centro de Cardiologia, sem diagnóstico prévio de patologia cardíaca, de acordo com a informação registada no motivo de realização do exame. Adicionalmente, apenas foram considerados os indivíduos cujos registos se encontravam completos e acessíveis para análise. Por fim, foram incluídos exclusivamente exames realizados em ritmo sinusal.

No que respeita aos critérios de exclusão, foram excluídos indivíduos com idade inferior a 18 anos ou superior a 65 anos, bem como aqueles cujos ECG's apresentavam artefactos técnicos suscetíveis de comprometer a correta análise dos critérios eletrocardiográficos. Foram igualmente excluídos os casos com exames incompletos ou com ausência de dados considerados essenciais para a análise estatística.

Após a obtenção do parecer favorável da Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Castelo Branco e da autorização da instituição onde decorreu o

estudo, a equipa de investigação deslocou-se à clínica para proceder à recolha de dados.

Para a caracterização da amostra, foram analisadas variáveis nominais, ordinais e numéricas. Entre as variáveis nominais, foi considerado o sexo à nascença (masculino ou feminino). Relativamente às variáveis numéricas, foi considerada a idade, expressa em anos.

4.2. Eletrocardiograma

O ECG foi efetuado em repouso, com os indivíduos em posição de decúbito dorsal, para a colocação dos elétrodos e realização de um ECG de 12 derivações. Os exames foram realizados com recurso a um eletrocardiógrafo GE MAC800. Foram colocados quatro elétrodos nos membros superiores e inferiores, correspondentes às derivações do plano frontal (DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF). As derivações do plano frontal foram obtidas a partir dos elétrodos colocados nos membros, sendo que a derivação DI corresponde à diferença de potencial entre o membro superior esquerdo e o membro superior direito, a derivação DII entre o membro inferior esquerdo e o membro superior direito e a derivação DIII entre o membro inferior esquerdo e o membro superior esquerdo. As derivações aumentadas aVR, aVL e aVF correspondem, respetivamente, às derivações unipolares aumentadas do membro superior direito, membro superior esquerdo e membro inferior esquerdo (Kligfield et al., 2007; Rajaganeshan et al., 2007).

Bem como elétrodos nas derivações precordiais V1, V2, V3, V4, V5 e V6, colocados do seguinte modo:

- **V1:** quarto espaço intercostal direito, junto ao bordo esternal
- **V2:** quarto espaço intercostal esquerdo, junto ao bordo esternal
- **V3:** entre V2 e V4
- **V4:** quinto espaço intercostal, na linha médio-clavicular
- **V5:** linha axilar anterior esquerda, ao nível de V4
- **V6:** linha média axilar esquerda, ao nível de V4

O registo foi efetuado com velocidade de papel de 25 mm/s e calibração de 10 mm/mV.

A partir do ECG de 12 derivações foram aplicados todos os critérios eletrocardiográficos selecionados pela equipa de investigação para avaliar o diagnóstico de HVE.

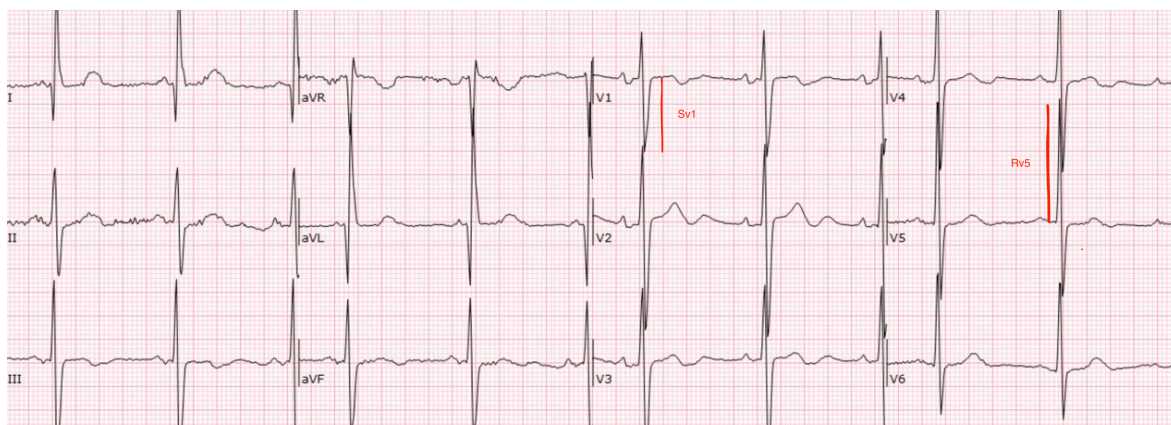
As amplitudes das ondas R e S necessárias para a aplicação dos diferentes critérios eletrocardiográficos foram medidas manualmente pelo investigador principal, através da análise dos traçados de ECG de 12 derivações. De forma a garantir a fiabilidade dos dados obtidos, as medições e os cálculos realizados foram posteriormente verificados e confirmados pelo orientador do estudo.

As variáveis nominais incluem a presença ou ausência dos diferentes critérios eletrocardiográficos de HVE, nomeadamente Sokolow-Lyon, Cornell, Peguero-Lo Presti, Narita, Gubner-Ungerleider e Romhilt-Estes, sendo posteriormente classificados como presença ou ausência de HVE. Foi registada a presença do Padrão de Strain (sim ou não), bem como a presença de Bradicardia (frequência

cardíaca inferior a 60 bpm) ou Taquicardia (frequência cardíaca superior a 100 bpm) (Bornstein et al., 2023; Kligfield et al., 2007).

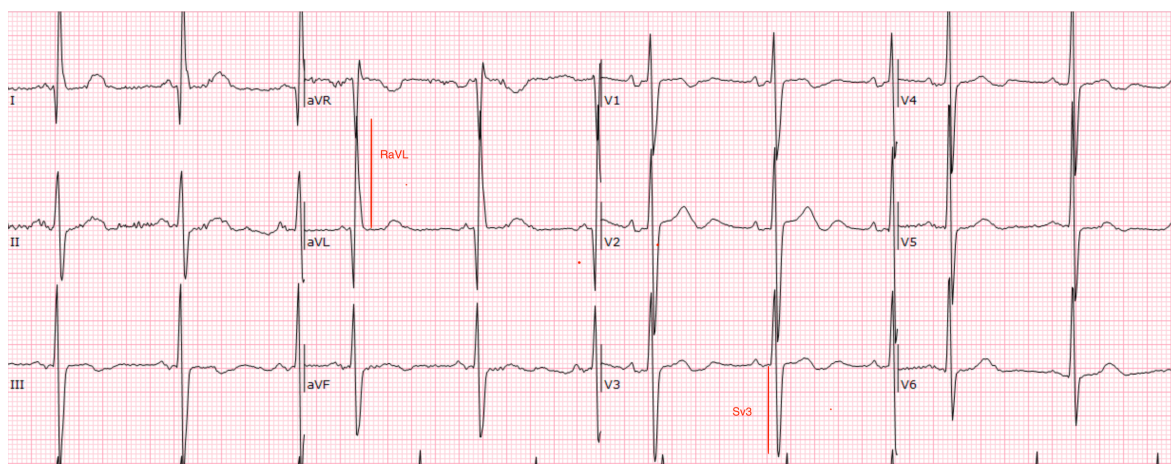
O critério de **Sokolow-Lyon** foi calculado através da soma da amplitude da onda S na derivação V1 com a amplitude da onda R na derivação V5 ou V6 (considerando a de maior valor), sendo considerado indicativo de HVE quando superior a 35 milímetros (Bayram et al., 2021).

Figura 2 - Aplicação do critério de Sokolow-Lyon num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra



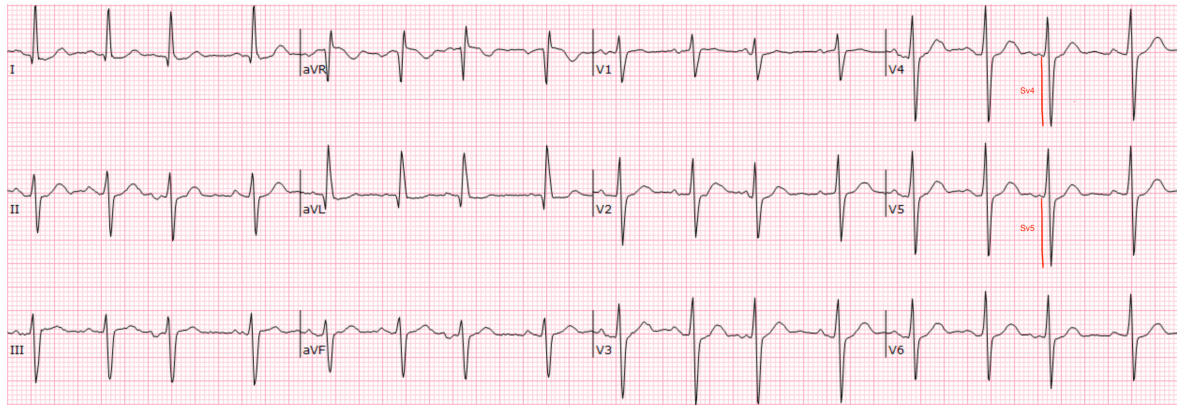
Por sua vez, o critério de **Cornell** foi obtido pela soma da amplitude da onda R na derivação aVL com a amplitude da onda S na derivação V3, considerando-se valores superiores a 28 milímetros no sexo masculino e superiores a 20 milímetros no sexo feminino como sugestivos de HVE (Bayram et al., 2021).

Figura 3 - Aplicação do critério de Cornell num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra



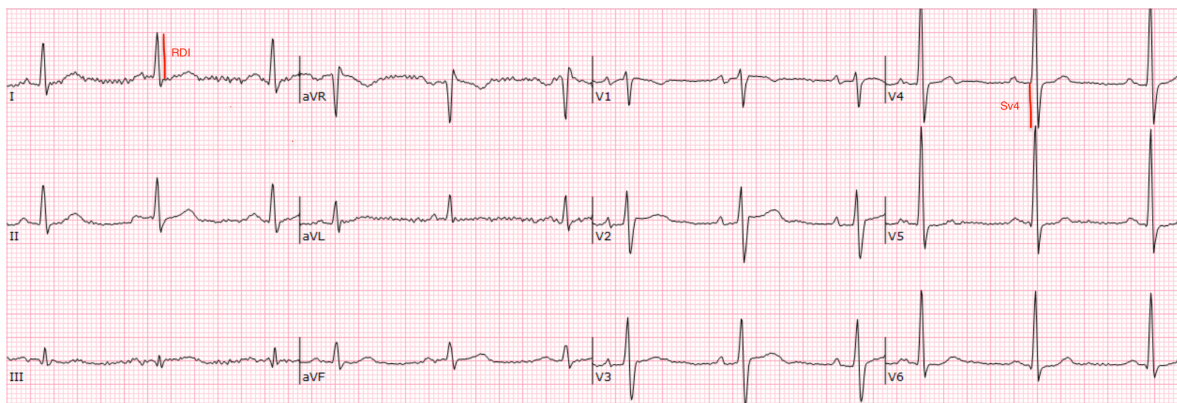
O critério de **Peguero-Lo Presti** foi determinado pela soma da onda S na derivação V4 com a soma da onda S de maior amplitude em qualquer derivação, sendo considerados valores superiores a 28 milímetros no sexo masculino e superiores a 23 milímetros no sexo feminino como indicativos de HVE (Peguero et al., 2017).

Figura 4 – Aplicação do critério de Peguero-Lo Presti num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra



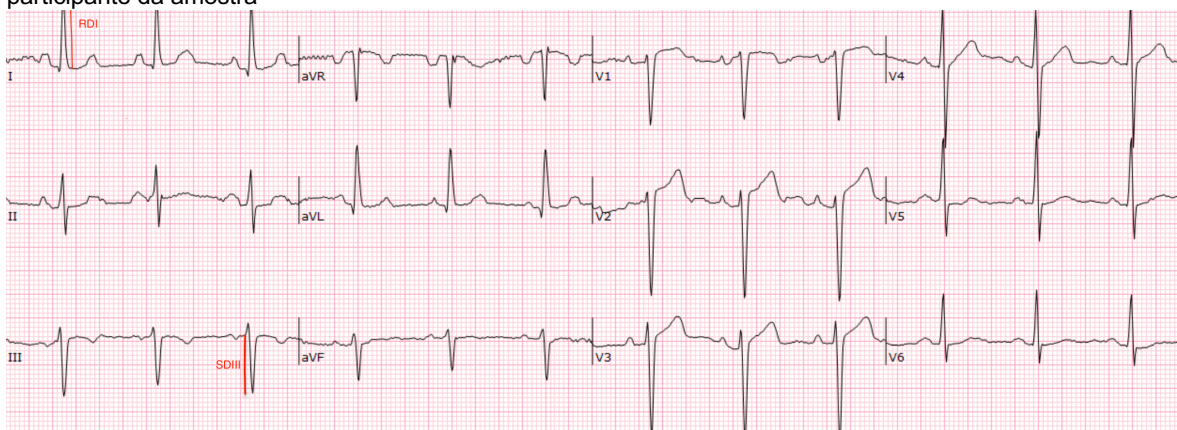
Já o critério de **Narita** foi calculado através da soma da amplitude da onda R na derivação DI com a amplitude da onda S na derivação V4, considerando-se valores iguais ou superiores a 16 milímetros no sexo masculino e iguais ou superiores a 14 milímetros no sexo feminino como sugestivos de HVE (Narita et al., 2019).

Figura 5 - Aplicação do critério de Narita num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra



Relativamente ao critério de **Gubner-Ungerleider** foi obtido através da soma da amplitude da onda R na derivação DI com a amplitude da onda S na derivação DIII, sendo considerado sugestivo de HVE quando o valor é superior a 25 milímetros (GUBNER, 1943).

Figura 6 - Aplicação do critério de Gubner-Ungerleider num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra



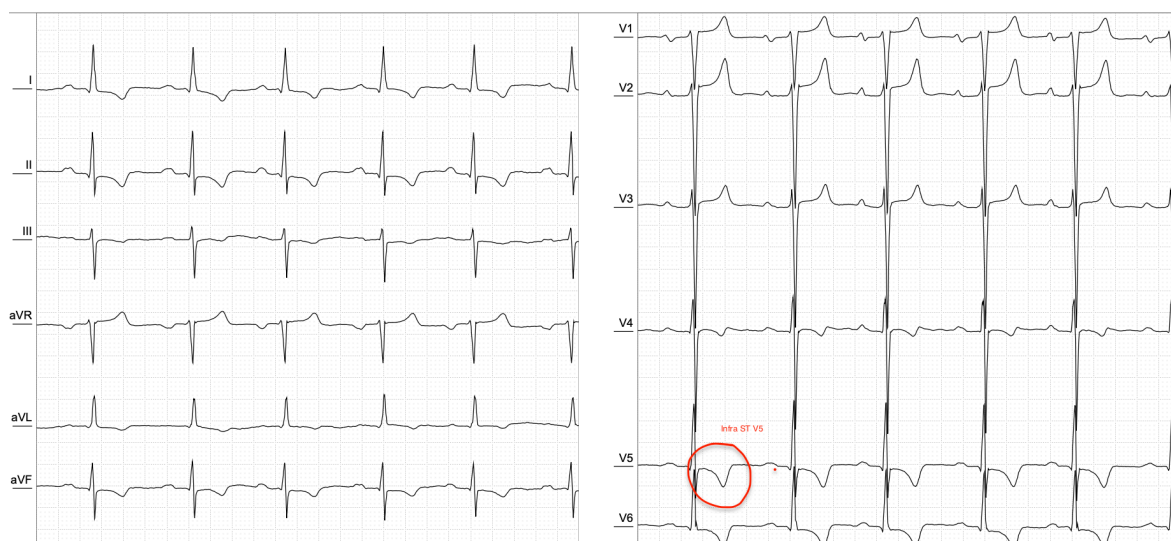
Por fim, o critério de **Romhilt-Estes**, foi avaliado com base num sistema de pontuação que integra diferentes alterações eletrocardiográficas associadas à HVE, inclui critérios de voltagem, alterações do segmento ST e da onda T, duração do complexo QRS e desvio do eixo elétrico. Foi considerado diagnóstico de HVE quando a pontuação obtida foi igual ou superior a 5 pontos (Estes et al., 2015).

Figura 7 - Aplicação do critério de Romhilt-Estes num Eletrocardiograma de 12 derivações de um participante da amostra



A presença do **Padrão de Strain** foi definida pela existência de infra desnivelamento do segmento ST associado à inversão da onda T nas derivações laterais do ECG (DI, aVL, V5 e V6) (Bornstein et al., 2023).

Figura 8 - Representação eletrocardiográfica do padrão de strain na derivação V5 de um participante da amostra



Relativamente às variáveis numéricas, foram consideradas a frequência cardíaca (em batimentos por minuto) e os valores quantitativos obtidos para cada um dos critérios eletrocardiográficos expressos em milímetros.

A variável ordinal considerada foi o critério de Romhilt-Estes, avaliado através da escala de pontuação do ECG (0 a ≥ 5 pontos, com ponto de corte diagnóstico ≥ 5).

4.3. Ecocardiograma Transtorácico

Relativamente ao Ecott, estes foram realizados com recurso a dois equipamentos de ecocardiografia, nomeadamente um TOSHIBA iSTYLE e um Canon Aplio A, utilizando uma sonda setorial PST-30BT com frequência de 3MHz. Os indivíduos foram posicionados em decúbito lateral esquerdo, permitindo a obtenção de imagens em diferentes planos.

Durante o exame foram obtidas medições estruturais cardíacas, nomeadamente a espessura do septo interventricular, o diâmetro interno do VE e a espessura da parede posterior do VE, através da janela paraesternal esquerda, no plano paraesternal longitudinal, utilizando o modo bidimensional e o modo M. Estas medições foram registadas no final da diástole, de acordo com as recomendações internacionais para quantificação das cavidades cardíacas propostas pela American Society of Echocardiography (ASE) e pela European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) (Lang et al., 2015). O diagnóstico ecocardiográfico de HVE foi estabelecido com base, nas medidas da estrutura cardíaca, informação presente nos relatórios ecocardiográficos validados pelo médico cardiologista responsável do exame. Para a caracterização estrutural da HVE foram consideradas as medições da espessura do septo interventricular, do diâmetro interno do VE e da espessura da parede posterior do VE. O valor de 11 mm foi considerado como referência por corresponder ao limite superior da normalidade habitualmente descrito para a espessura do septo interventricular e da parede posterior do VE em adultos (Lang et al., 2015). Adicionalmente, não foi efetuado o cálculo da massa ventricular esquerda nem do respetivo índice de massa ventricular, não tendo a equipa de investigação acesso às imagens ecocardiográficas originais.

Relativamente às variáveis numéricas, foram consideradas as medições ecocardiográficas estruturais, incluindo a espessura do septo interventricular, o diâmetro interno do VE e a espessura da parede posterior do VE, todas expressas em milímetros.

Foi igualmente considerada a classificação do tipo de HVE constante na conclusão do relatório ecocardiográfico emitido pelo médico cardiologista responsável pela interpretação do exame. Os indivíduos foram posteriormente classificados como apresentando HVE do tipo concêntrica ou septal, de acordo com a descrição presente no respetivo relatório. A hipertrofia concêntrica caracteriza-se por um aumento homogêneo da espessura das paredes do VE, envolvendo tanto o septo interventricular como a parede posterior, sem dilatação significativa da cavidade ventricular. Por sua vez, a hipertrofia septal caracteriza-se por um aumento predominante da espessura do septo interventricular relativamente à parede posterior do VE (Park et al., 2022).

4.4. Análise Estatística

Para organização dos dados foi criada, pela equipa de investigação, uma base de dados no Microsoft Excel ®. Posteriormente, para a análise estatística, foi utilizado o software IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences* ®) versão 25.

Foi efetuada uma análise descritiva quantitativa com o cálculo da média, desvio padrão, valores mínimos e máximos e dados absolutos. A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*. De acordo com os resultados obtidos, foram aplicados teste paramétricos (distribuição normal da amostra) e não paramétricos (distribuição anormal da amostra), com intervalo de confiança de 95% e um *p-value* $\leq 0,05$.

4.5. Considerações Éticas

A equipa de investigação declara não haver conflitos de interesse e compromete-se a proteger os participantes neste projeto de investigação.

Após a autorização da comissão de ética do IPCB com o parecer positivo de n.º 217/CE-IPCB/2025 (Anexo B), todos os dados recolhidos durante a recolha da amostra serão anónimos e confidenciais, sendo a sua posterior análise através de códigos de números ou letras, de acordo com a Declaração de Helsínquia.

Todas as informações recolhidas foram utilizadas unicamente com um propósito académico e científico, não estando direcionada para qualquer outro fim, como comercial ou lucrativo.

5. Resultados

5.1. Caracterização da Amostra

A amostra do estudo é constituída por 154 indivíduos, dos quais 55,2% (n=85) são do sexo masculino e 44,8% (n=69) são do sexo feminino (gráfico 1).

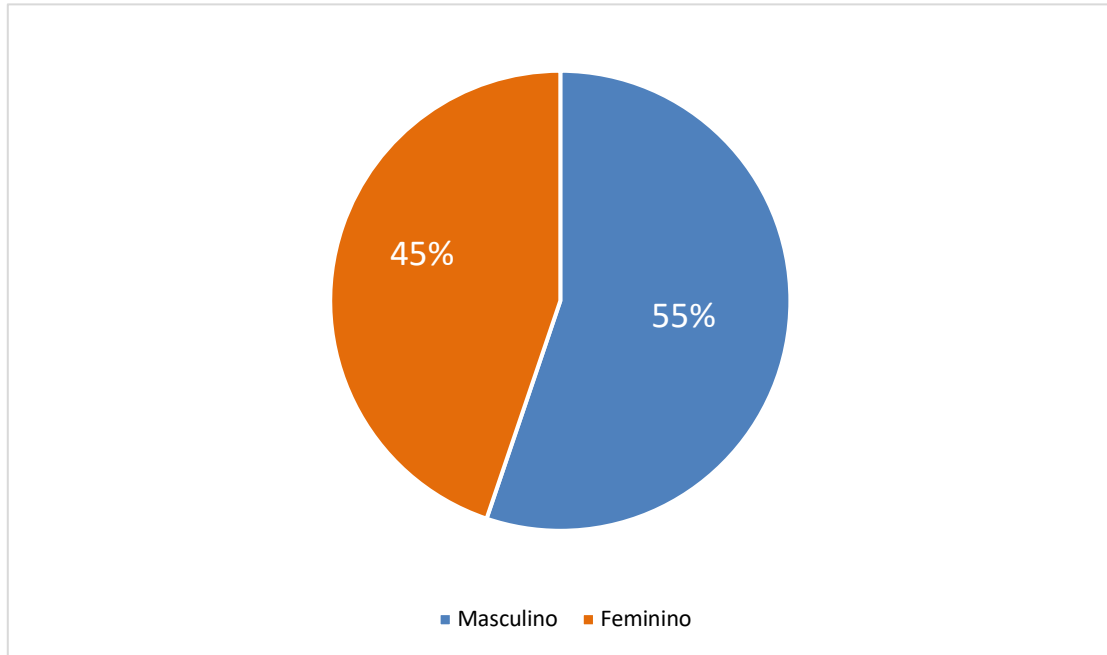


Gráfico 1 - Distribuição dos Indivíduos por Sexo

Relativamente à faixa etária dos participantes, a média da amostra é de 60,77 anos, com um desvio padrão de $\pm 4,131$ anos. A idade mínima é de 43 anos, sendo a idade máxima de 65 anos (gráfico 2).

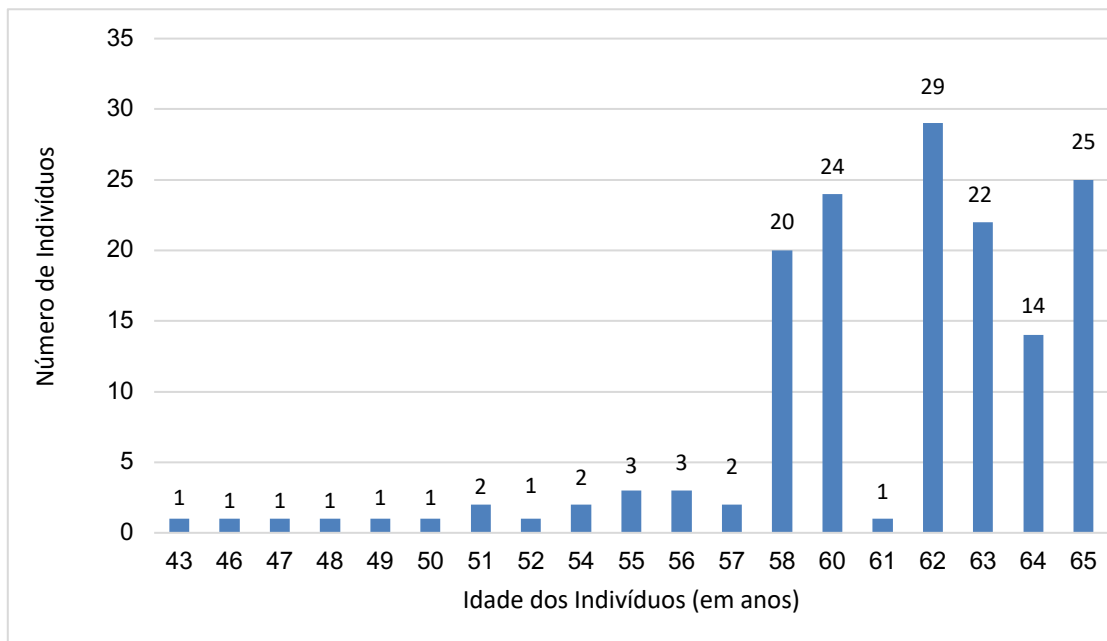


Gráfico 2 - Distribuição dos Indivíduos por Idade

5.2. Descrição Geral

Do ponto de vista geral, a análise comparativa dos diferentes critérios eletrocardiográficos revelou uma capacidade limitada de deteção de HVE quando comparados com o Ecott. Verificou-se que os critérios de Sokolow-Lyon e Gubner-Ungerleider identificaram 8,4% (n=13) dos casos, enquanto o critério de Cornell identificou 18,2% (n=28). O critério de Peguero-Lo Presti identificou 7,1% (n=11), e o critério de Romhilt-Estes revelou a menor capacidade de deteção, com apenas 0,6% (n=1) dos casos. Por sua vez, o critério de Narita apresentou a maior percentagem de identificação de HVE, com 55,8% (n=86), conforme ilustrado no gráfico 3.

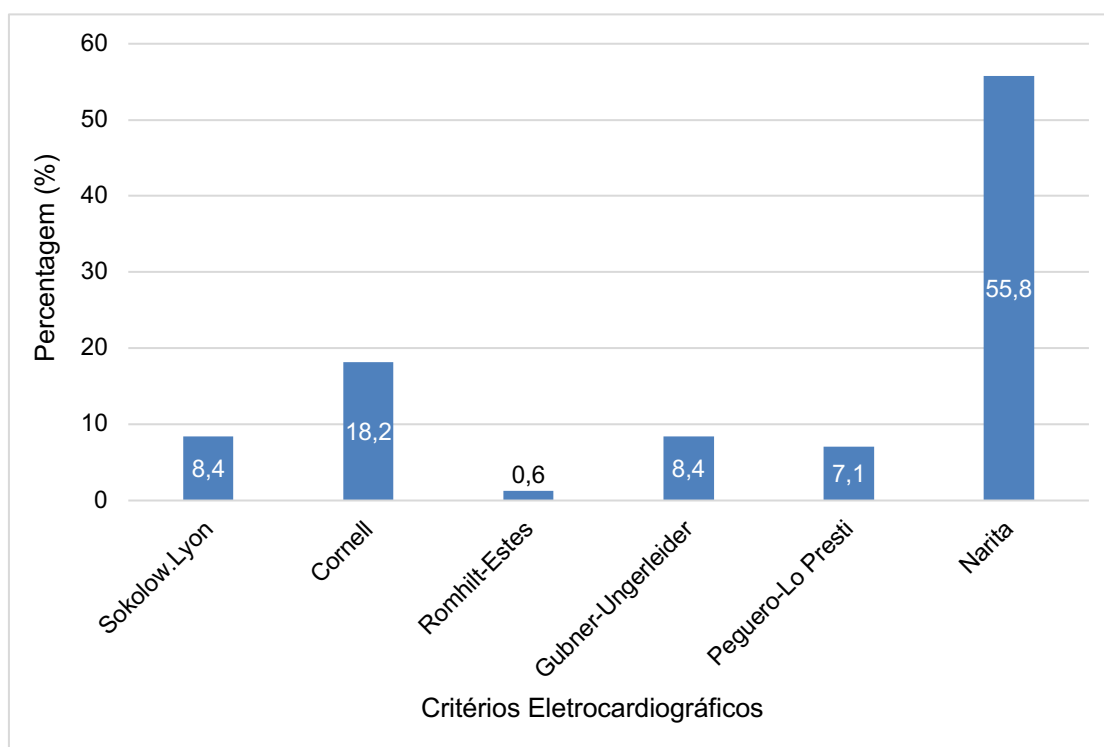


Gráfico 3 - Comparação da percentagem de identificação de hipertrofia ventricular esquerda entre os diferentes critérios eletrocardiográficos avaliados

5.2.1. Médias dos Critérios

A análise das médias dos diferentes critérios eletrocardiográficos revelou diferenças nos valores obtidos entre os diferentes métodos. O critério de Sokolow-Lyon apresentou a média mais elevada ($21,48 \pm 8,85$ mm), seguido do critério de Cornell ($17,43 \pm 8,37$ mm), do critério de Narita ($16,43 \pm 6,30$ mm) e do critério de Gubner-Ungerleider $16,06 \pm 7,44$ mm. O critério de Peguero – Lo Presti apresentou uma média inferior, de $10,69 \pm 8,61$ mm (gráfico 4).

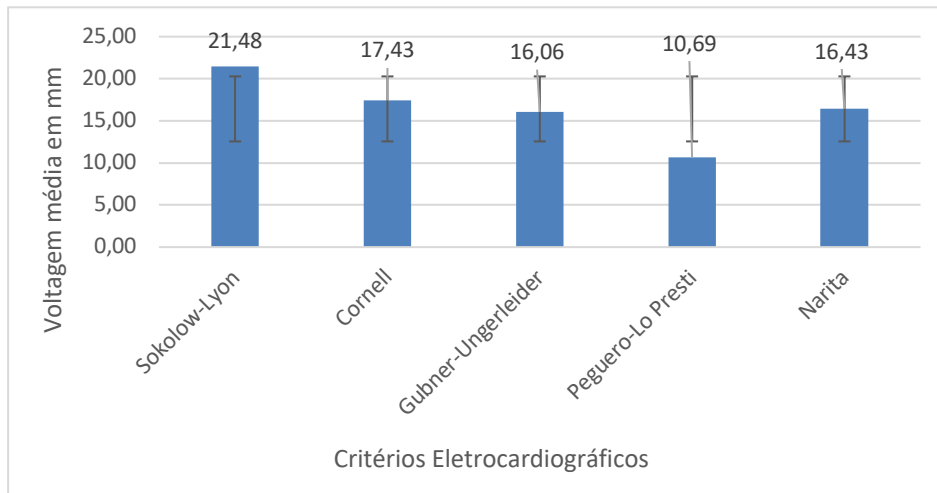


Gráfico 4 - Voltagem média ($\pm$ desvio padrão) dos diferentes critérios eletrocardiográficos utilizados na detecção de HVE.

5.2.2. Distribuição do Tipo de Hipertrofia Ventricular Esquerda

A avaliação ecocardiográfica revelou que 69,5% (n=107) dos indivíduos apresentavam HVE do tipo septal, enquanto 30,5% (n=47) apresentavam HVE concêntrica, evidenciando uma maior predominância do padrão septal na amostra estudada, conforme ilustrado no gráfico 5.

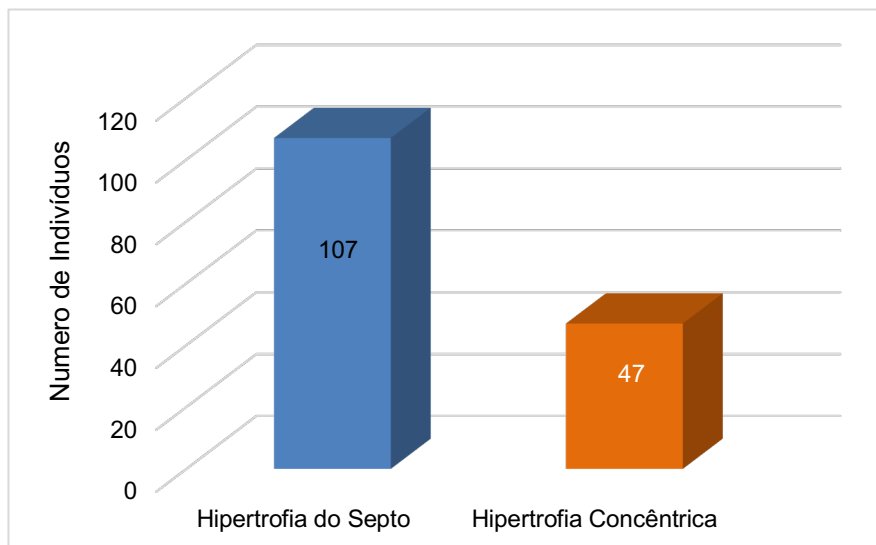


Gráfico 5 - Distribuição do tipo de HVE obtida ecocardiograficamente na amostra estudada

No que diz respeito à distribuição do tipo de HVE segundo o sexo, não se observaram diferenças relevantes entre os grupos. No sexo masculino, 68,2% (n=58) dos indivíduos apresentaram hipertrofia septal e 31,8% (n=27) hipertrofia concêntrica, enquanto no sexo feminino 71,0% (n=49) apresentaram hipertrofia septal e 29,0% (n=20) hipertrofia concêntrica, conforme apresentado no gráfico 6. A análise estatística não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre o sexo e o tipo de HVE ($p=0,710$), de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson.

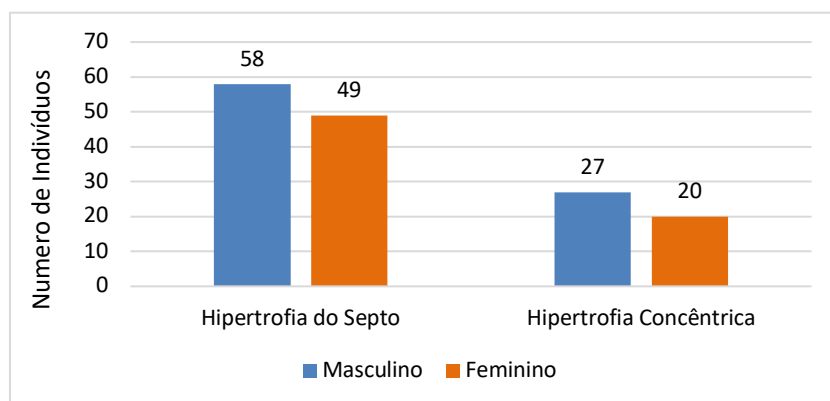


Gráfico 6 - Distribuição do tipo de hipertrofia ventricular esquerda segundo o sexo ($p=0,710$)

5.3. Sokolow-Lyon

5.3.1 Sexo

Relativamente ao critério de Sokolow-Lyon, a identificação de HVE foi de 9,4% ($n=8$) no sexo masculino e 7,2% ($n=5$) no sexo feminino. Não se verificou associação estatisticamente significativa entre as variáveis, de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson com $p=0,631$ (gráfico 7).

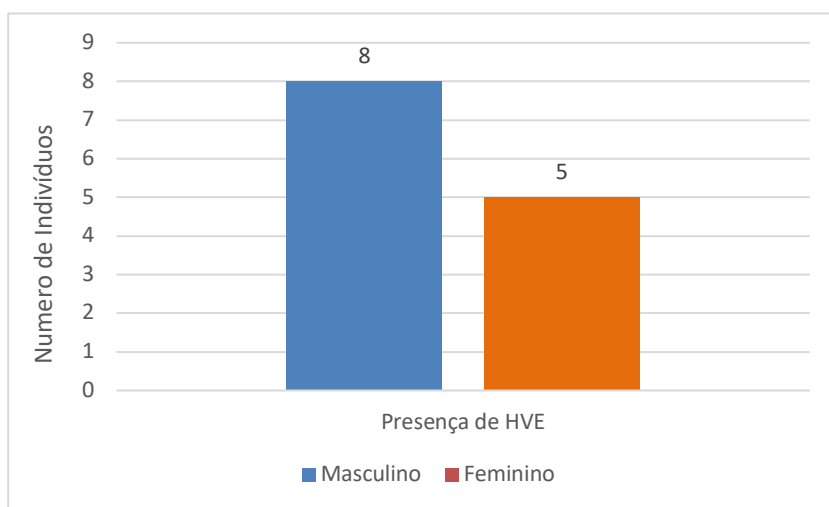


Gráfico 7 - Distribuição da presença de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Sokolow-Lyon por sexo ($p=0,631$)

5.3.2 Idade

A análise da distribuição da identificação de HVE segundo o critério de Sokolow-Lyon por classes etárias, observou-se variabilidade na proporção de casos positivos entre os diferentes grupos de idade. Verificou-se positividade em 50,0% ($n=2$) dos indivíduos com 45–49 anos, ausência de casos positivos na classe dos 50–54 anos e proporções de 7,1% ($n=2$) e 7,8% ($n=9$) nos grupos de 55–59 anos e superior a 60 anos, respetivamente, conforme ilustrado no gráfico 8. A análise estatística revelou associação estatisticamente significativa entre a idade e a identificação de HVE por este critério eletrocardiográfico ($p=0,046$), segundo o teste do Qui-quadrado de Pearson.

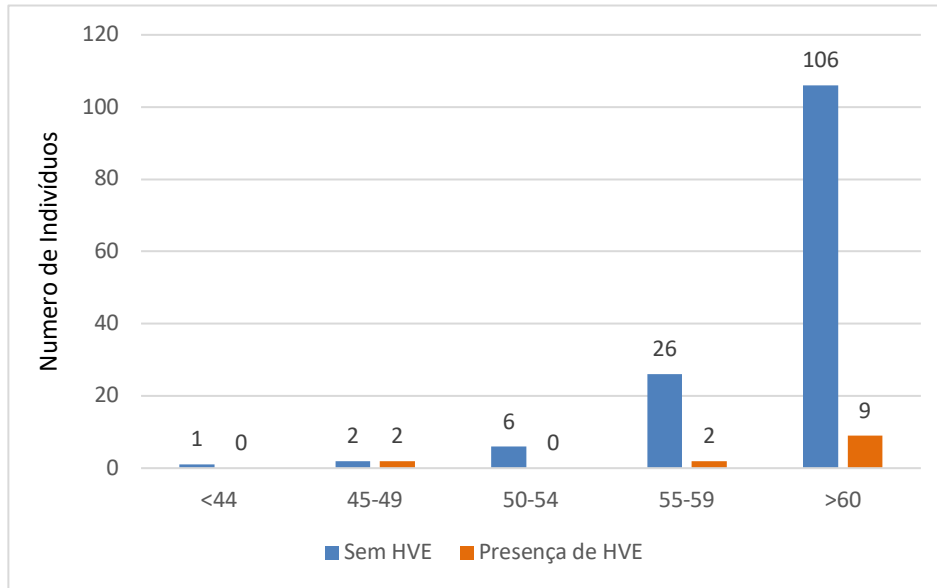


Gráfico 8 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Sokolow-Lyon por classes etárias ($p=0,046$)

5.3.3 Tipo de HVE

Segundo o tipo de hipertrofia, o critério de Sokolow-Lyon foi positivo para HVE em 17,0% ($n=8$) dos indivíduos com hipertrofia concêntrica e em 4,7% ($n=5$) dos indivíduos com hipertrofia septal, conforme representado no gráfico 9. Verificou-se associação estatisticamente significativa entre o tipo de HVE e a identificação de HVE por este critério eletrocardiográfico ($p=0,011$), segundo o teste do Qui-quadrado de Pearson.

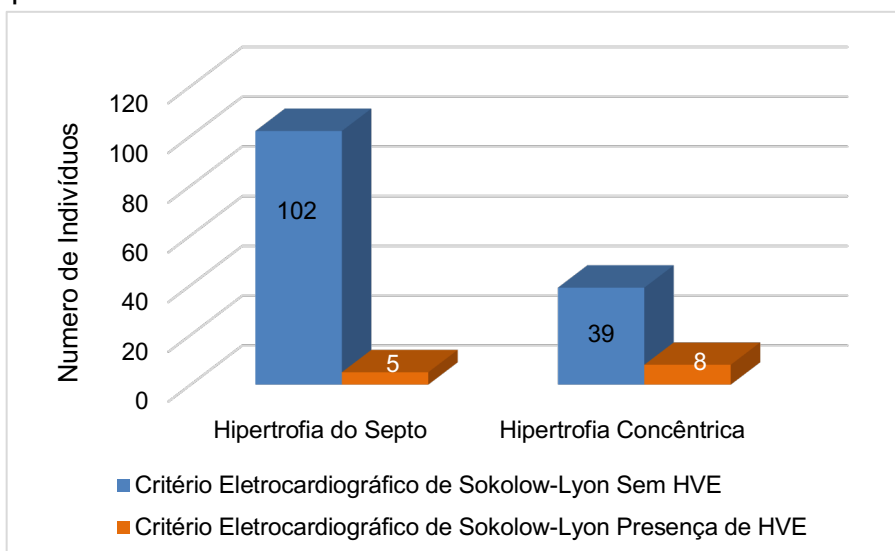


Gráfico 9 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Sokolow-Lyon em função do tipo de hipertrofia ($p=0,011$)

5.4. Cornell

5.4.1 Sexo

O critério de Cornell apresentou uma maior percentagem de identificação de HVE no sexo feminino, com 24,6% (n=17), comparativamente ao sexo masculino, com 12,9% (n=11). No entanto, não se verificou associação estatisticamente significativa entre as variáveis, de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson com $p=0,061$, conforme ilustrado no gráfico 10.

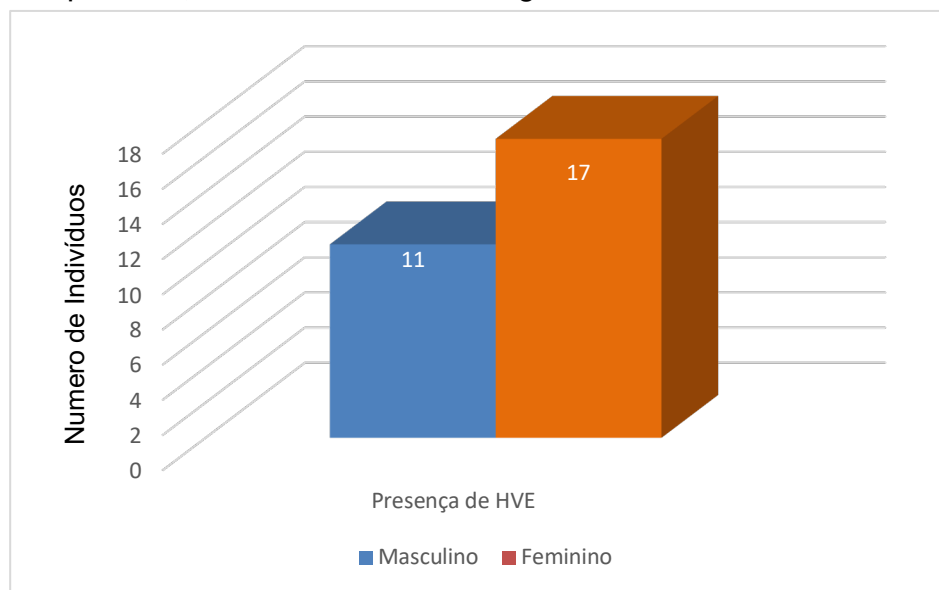


Gráfico 10 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Cornell, estratificada por sexo ($p=0,061$)

5.4.2 Idade

A avaliação da distribuição etária da positividade do critério de Cornell demonstrou variações entre os diferentes grupos de idade. A maior proporção de indivíduos com critérios positivos foi observada na faixa etária dos 45–49 anos, com 75,0% (n=3), seguindo-se o grupo com idade superior a 60 anos, no qual 19,1% (n=22) apresentaram identificação de HVE. No grupo dos 55–59 anos, a proporção de casos positivos foi de 10,7% (n=3), não se tendo registado casos positivos na classe dos 50–54 anos, de acordo com os dados apresentados no gráfico 11. Estas diferenças revelaram associação estatisticamente significativa entre a idade e a identificação de HVE segundo o critério de Cornell ($p=0,023$), de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson.

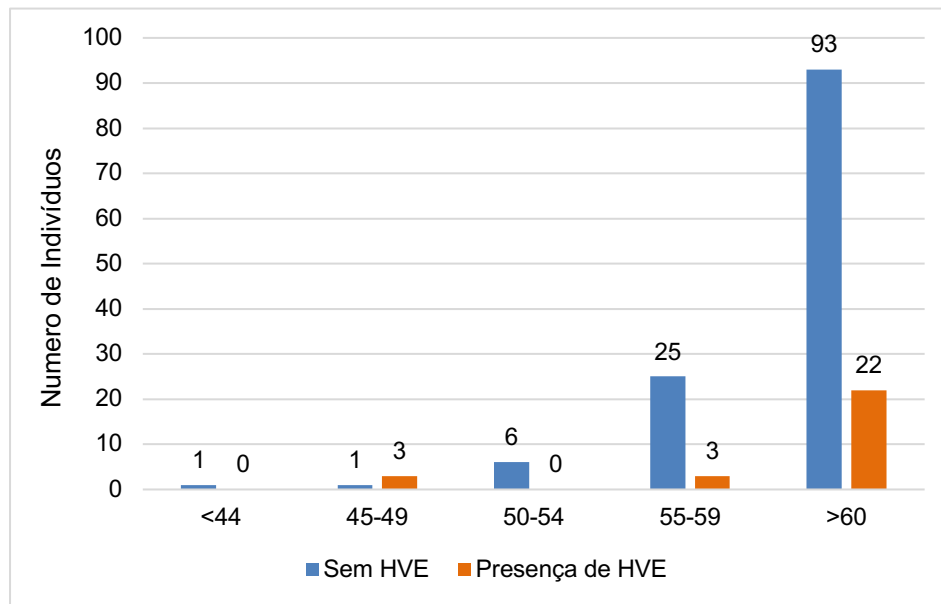


Gráfico 11 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Cornell por classes etárias ($p=0,023$)

5.4.3 Tipo de HVE

Relativamente ao tipo de HVE, o critério de Cornell evidenciou maior capacidade de identificação de HVE nos indivíduos com hipertrofia concêntrica, nos quais 42,6% ($n=20$) apresentaram critérios positivos. Em contraste, apenas 7,5% ($n=8$) dos indivíduos com hipertrofia septal foram identificados como positivos por este critério. Verificou-se associação estatisticamente significativa entre o tipo de HVE e a identificação de HVE segundo o critério de Cornell ($p<0,001$), de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson, conforme ilustrado no gráfico 12.

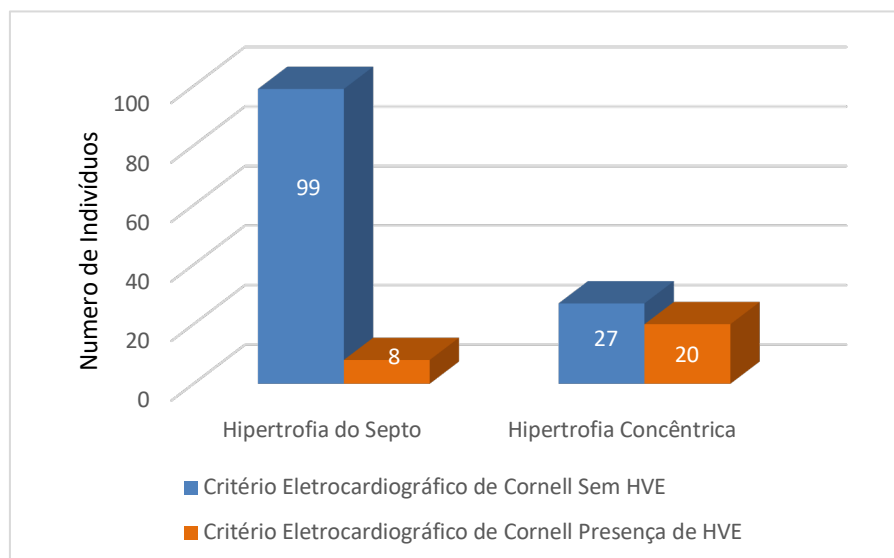


Gráfico 12 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Cornell em função do tipo de hipertrofia ($p<0,001$)

5.5. Romhilt-Estes

5.5.1 Sexo

A aplicação do critério de Romhilt-Estes revelou uma identificação praticamente inexistente de HVE, tendo sido identificado apenas um caso na amostra estudada, correspondente a 0,6% (n=1) no sexo feminino. Não foram observados casos positivos no sexo masculino conforme representado no gráfico 13.

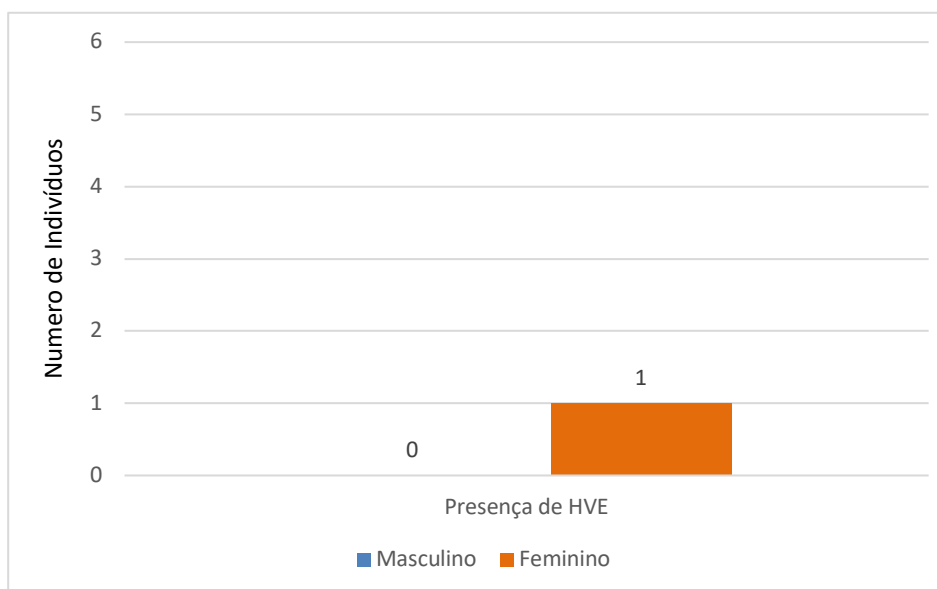


Gráfico 13 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Romhilt-Estes, estratificada por sexo

5.5.2 Idade

A análise da distribuição da positividade do critério de Romhilt-Estes pelas diferentes classes etárias demonstrou uma identificação extremamente reduzida de casos positivos na amostra estudada. Apenas um indivíduo apresentou critérios compatíveis com HVE segundo este método, correspondendo a 25,0% (n=1) da classe etária dos 45–49 anos, não se tendo registado casos positivos nos restantes grupos etários, conforme ilustrado no gráfico 14.

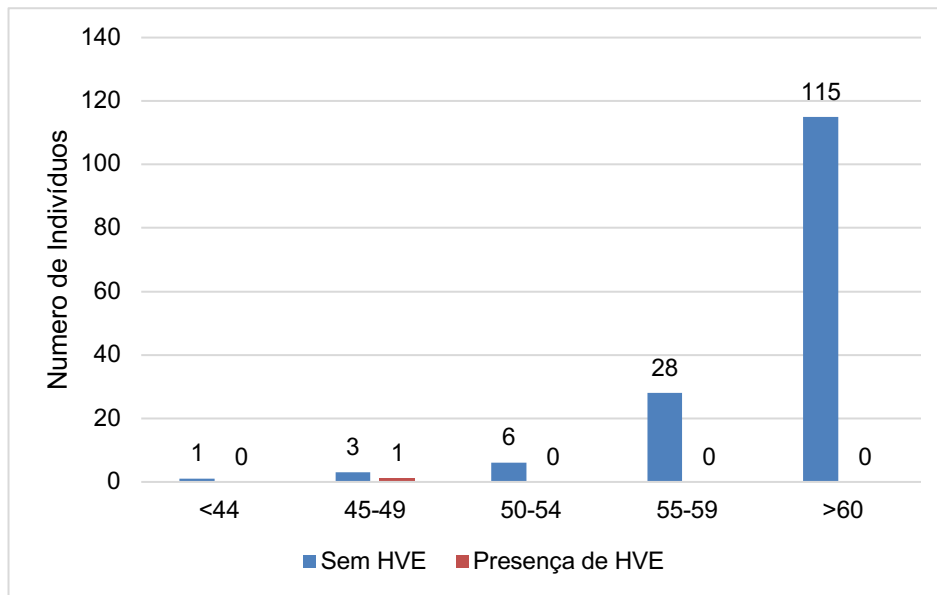


Gráfico 14 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Romhilt-Estes por classes etárias

5.5.3 Tipo de HVE

No que respeita ao tipo de HVE, o critério de Romhilt-Estes identificou apenas um caso positivo de HVE em toda a amostra, correspondente a um indivíduo com hipertrofia concêntrica 2,1% (n=1), não se tendo registado casos positivos entre os indivíduos com hipertrofia septal, conforme representado no gráfico 15.

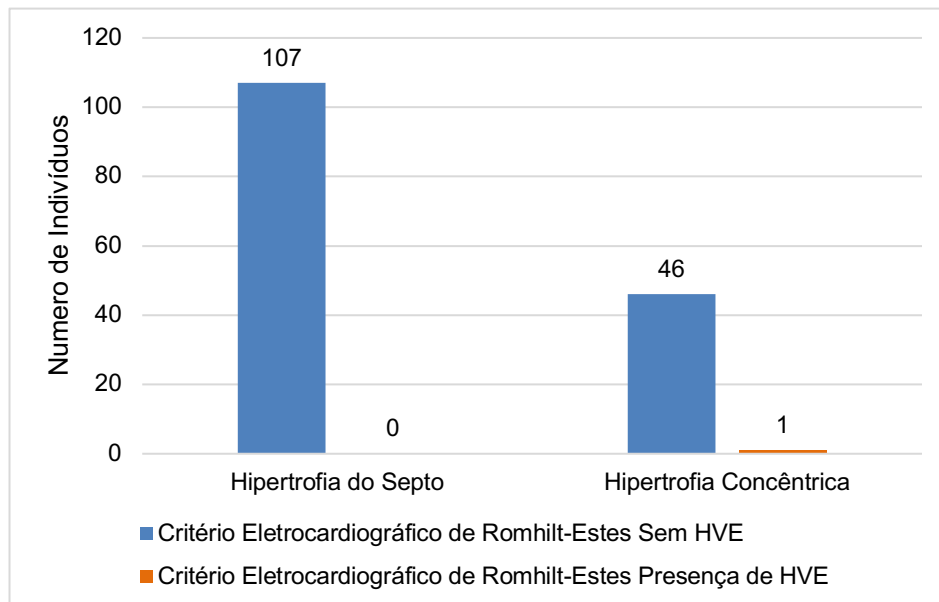


Gráfico 15 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Romhilt-Estes em função do tipo de hipertrofia (p=0,130)

5.6. Gubner-Ungerleider

5.6.1 Sexo

A avaliação da distribuição da HVE segundo o critério de Gubner-Ungerleider evidenciou uma proporção semelhante de casos positivos entre os sexos, com

10,1% (n=7) no sexo feminino e 7,1% (n=6) no sexo masculino. Estes resultados demonstram uma distribuição relativamente homogênea da identificação de HVE entre homens e mulheres (gráfico 16). A análise estatística, realizada através do teste do Qui-quadrado de Pearson, não revelou associação estatisticamente significativa entre o sexo e este critério eletrocardiográfico ($p=0,493$).

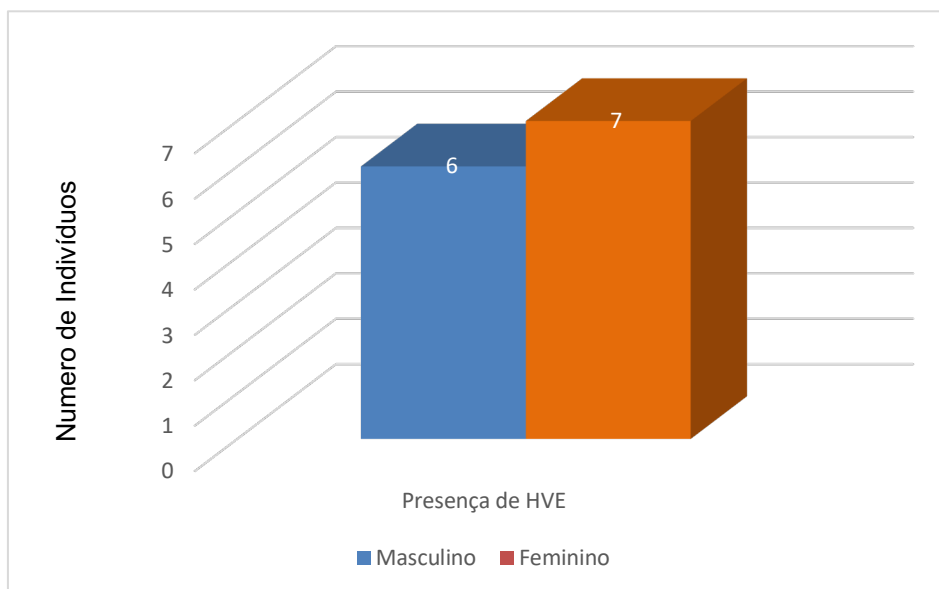


Gráfico 16 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Gubner-Ungerleider, estratificada por sexo ($p=0,493$)

5.6.2 Idade

As maiores proporções de casos positivos foram observadas no grupo dos 45–49 anos, com 25,0% (n=1), e na classe dos 50–54 anos, com 16,7% (n=1), enquanto os indivíduos com idade superior a 60 anos apresentaram uma positividade de 8,7% (n=10). No grupo dos 55–59 anos, a proporção de casos positivos foi de 3,6% (n=1), não se tendo registado casos positivos nos indivíduos com idade inferior a 44 anos. A análise estatística não demonstrou associação significativa entre a idade e a identificação de HVE segundo este critério eletrocardiográfico ($p=0,574$), tal como demonstrado no gráfico 17.

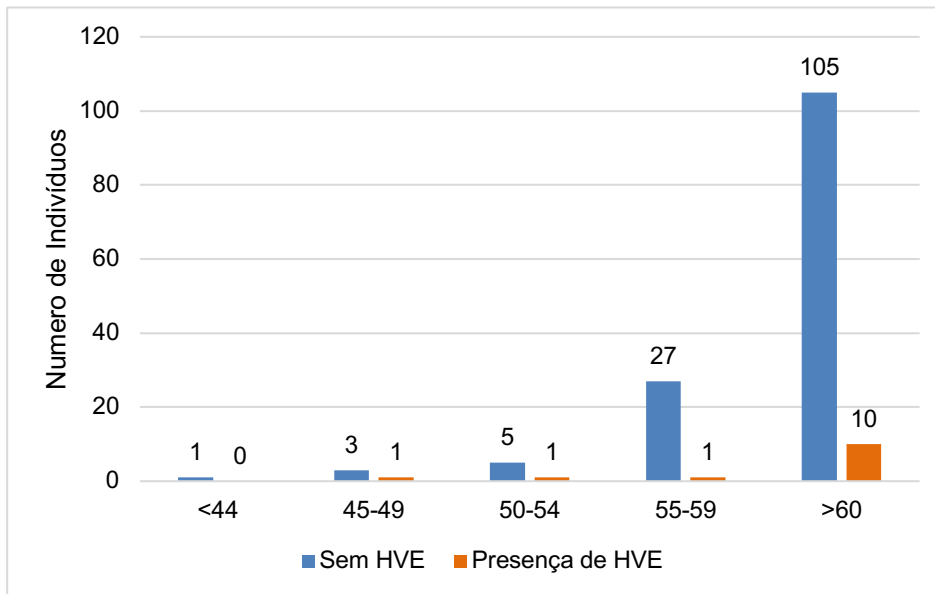


Gráfico 17 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Gubner-Ungerleider por classes etárias ($p=0,574$)

5.6.3 Tipo de HVE

O critério de Gubner-Ungerleider demonstrou maior frequência de identificação de HVE nos indivíduos com hipertrofia concêntrica, nos quais 19,1% ($n=9$) apresentaram critérios positivos. Em contraste, apenas 3,7% ($n=4$) dos indivíduos com hipertrofia septal foram classificados como positivos por este critério. Verificou-se associação estatisticamente significativa entre o tipo de HVE e a positividade do critério de Gubner-Ungerleider ($p=0,003$), de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson/Fisher, conforme ilustrado no gráfico 18.

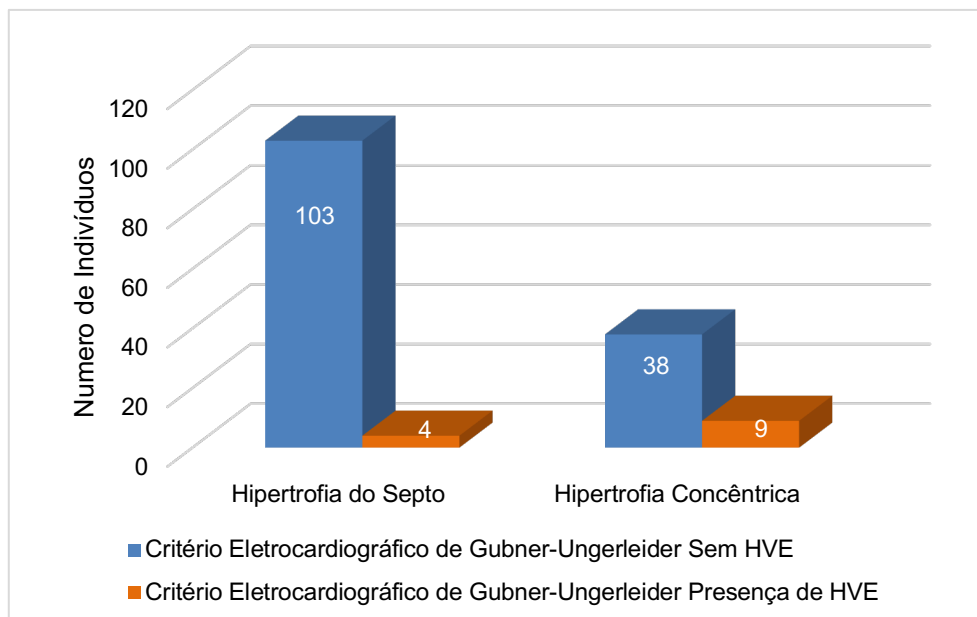


Gráfico 18 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Gubner-Ungerleider em função do tipo de hipertrofia ($p=0,003$)

5.7. Peguero – Lo Presti

5.7.1 Sexo

A análise da relação entre o sexo e o critério de Peguero-Lo Presti demonstrou que 8,7% (n=6) das mulheres apresentaram critérios compatíveis com HVE no ECG, enquanto 5,9% (n=5) dos homens apresentaram critérios positivos. Estes resultados sugerem uma maior capacidade de deteção do critério de Peguero-Lo Presti na população feminina da amostra analisada (gráfico 19). Na análise estatística desta relação através do teste exato de Fisher, verificou-se que não existe associação estatisticamente significativa entre as variáveis, com $p=0,543$.

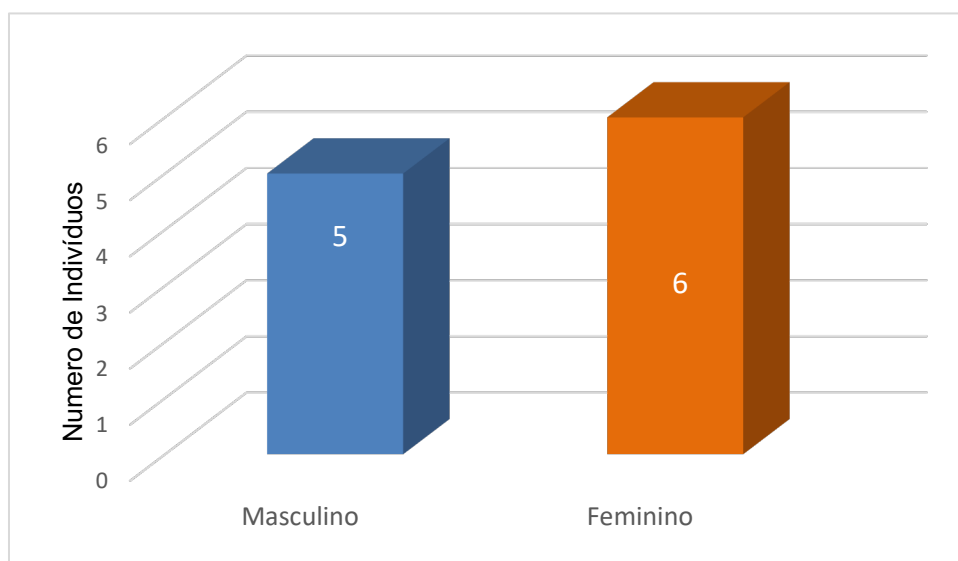


Gráfico 19 - Distribuição da identificação da hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Peguero-Lo Presti por sexo ($p=0,543$)

5.7.2 Idade

A maior proporção de identificação de HVE foi observada no grupo dos 45–49 anos, no qual 50,0% (n=2) dos indivíduos apresentaram critérios positivos. Nos indivíduos com idade superior a 60 anos, a positividade foi de 7,8% (n=9), não se tendo registado casos positivos nas restantes classes etárias. Verificou-se associação estatisticamente significativa entre a idade e a identificação de HVE por este critério eletrocardiográfico ($p=0,008$), segundo o teste do Qui-quadrado de Pearson, conforme apresentado no gráfico 20.

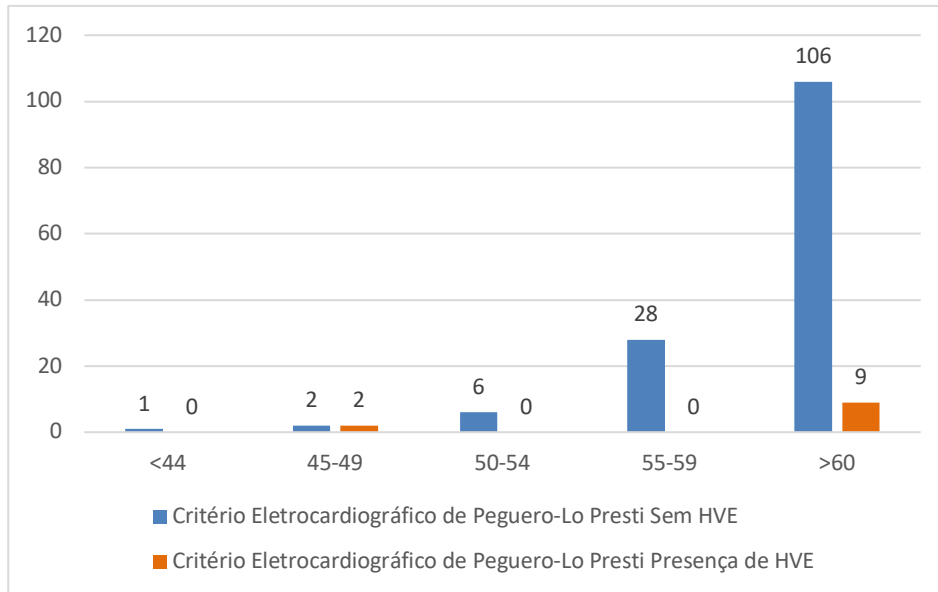


Gráfico 20 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Peguero – Lo Presti por classes etárias ($p=0,008$)

5.7.3 Tipo de HVE

Relativamente ao tipo de HVE, o critério de Peguero-Lo Presti apresentou maior taxa de identificação de HVE nos indivíduos com hipertrofia concêntrica, dos quais 17,0% ($n=8$) preencheram critérios positivos. Nos indivíduos com hipertrofia septal, a positividade observada foi substancialmente inferior, correspondendo a 2,8% ($n=3$). Esta distribuição revelou associação estatisticamente significativa entre o tipo de HVE e a identificação de HVE por este critério eletrocardiográfico ($p=0,004$), de acordo com o teste exato de Fisher, conforme ilustrado no gráfico 21.

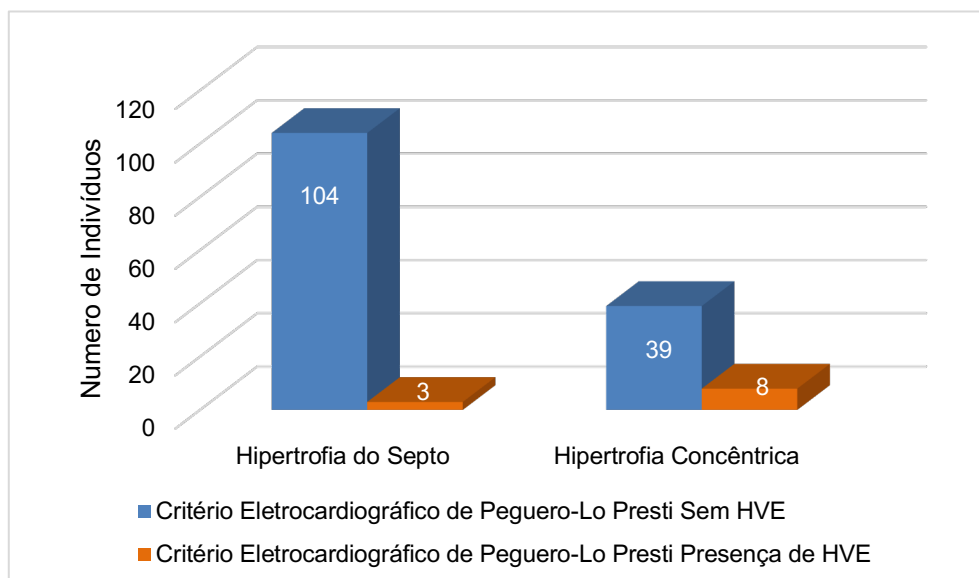


Gráfico 21 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Peguero-Lo Presti em função do tipo de hipertrofia ($p=0,004$)

5.8 Narita

5.8.1 Sexo

Relativamente ao critério de Narita, verificou-se uma elevada identificação de HVE em ambos os sexos, com 58,8% (n=50) no sexo masculino e 52,2% (n=36) no sexo feminino. Ainda assim, esta diferença não atingiu significância estatística através do teste do Qui-quadrado de Pearson com $p=0,409$ (gráfico 22).

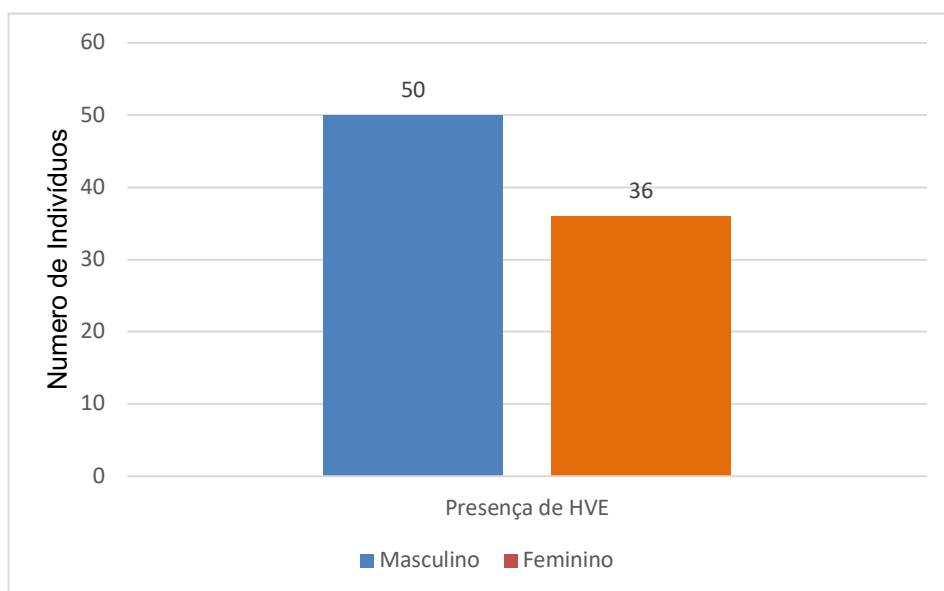


Gráfico 22 - Distribuição do número de indivíduos com e sem hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Narita, estratificada por sexo ($p=0,409$)

5.8.2 Idade

A distribuição da positividade do critério de Narita evidenciou tendência para aumento progressivo da identificação de HVE com o avançar da idade. Observou-se positividade em 33,3% (n=2) dos indivíduos com 50–54 anos, 46,4% (n=13) no grupo dos 55–59 anos e 58,3% (n=67) nos indivíduos com idade superior a 60 anos. No grupo etário dos 45–49 anos, todos os indivíduos avaliados apresentaram critérios positivos (100,0%; n=4), tal como demonstrado no gráfico 23. Apesar desta tendência crescente, não se verificou associação estatisticamente significativa entre a idade e a identificação de HVE segundo o critério de Narita ($p=0,139$), de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson.

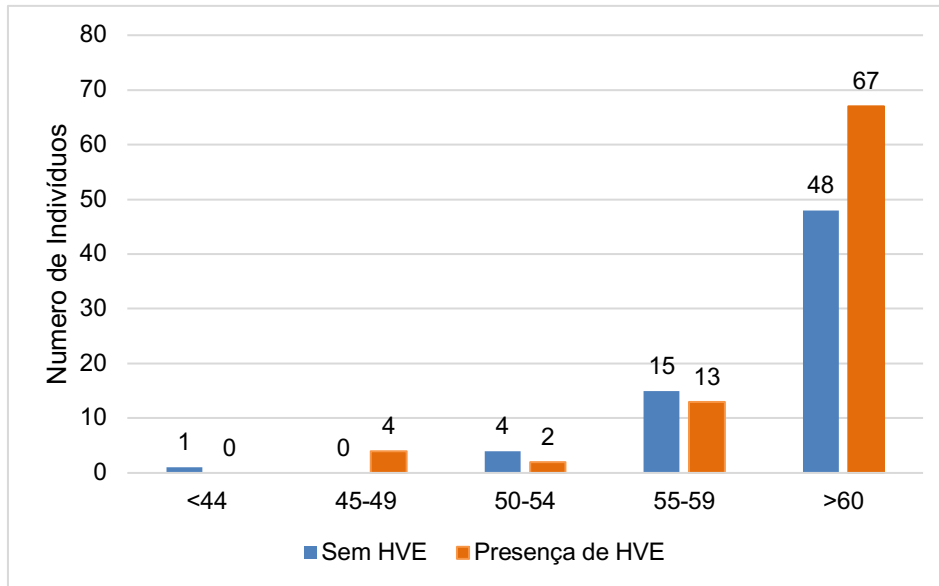


Gráfico 23 - Distribuição da identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério eletrocardiográfico de Narita por classes etárias ($p=0,139$)

5.8.3 Tipo de HVE

No que concerne ao tipo de HVE, o critério de Narita demonstrou maior capacidade de identificação de HVE nos indivíduos com hipertrofia concêntrica, nos quais 83,0% ($n=39$) apresentaram critérios positivos. Entre os indivíduos com hipertrofia septal, a positividade observada foi de 43,9% ($n=47$). Verificou-se associação estatisticamente significativa entre o tipo de HVE e a identificação de HVE segundo o critério de Narita ($p<0,001$), de acordo com o teste do Qui-quadrado de Pearson, conforme ilustrado no gráfico 24.

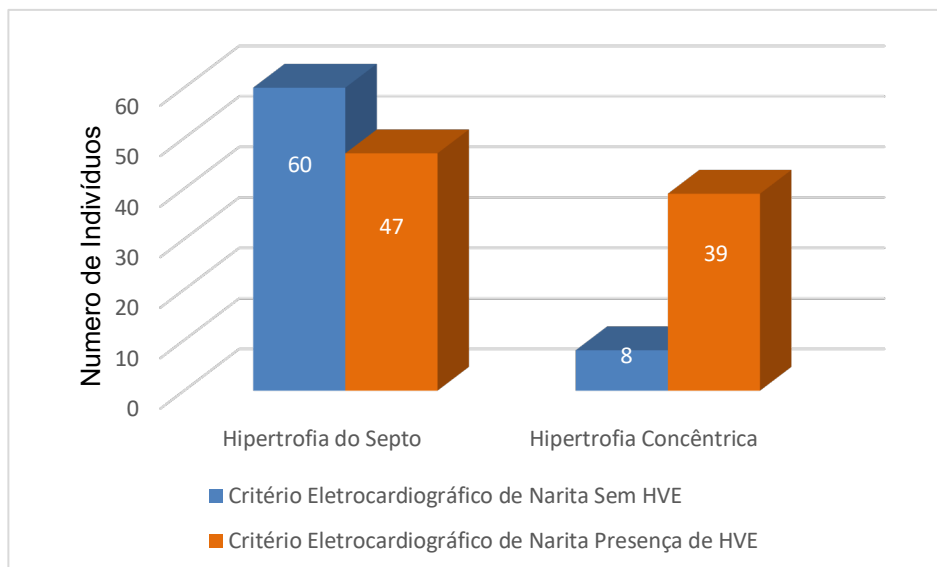


Gráfico 24 - Identificação de hipertrofia ventricular esquerda segundo o critério de Narita em função do tipo de hipertrofia ($p<0,001$)

5.9 Padrão de Strain

Relativamente ao padrão de strain, verificou-se a sua presença em apenas 3 indivíduos da amostra (1,9%), enquanto 151 indivíduos (98,1%) não apresentavam este padrão eletrocardiográfico, conforme ilustrado no gráfico 25.

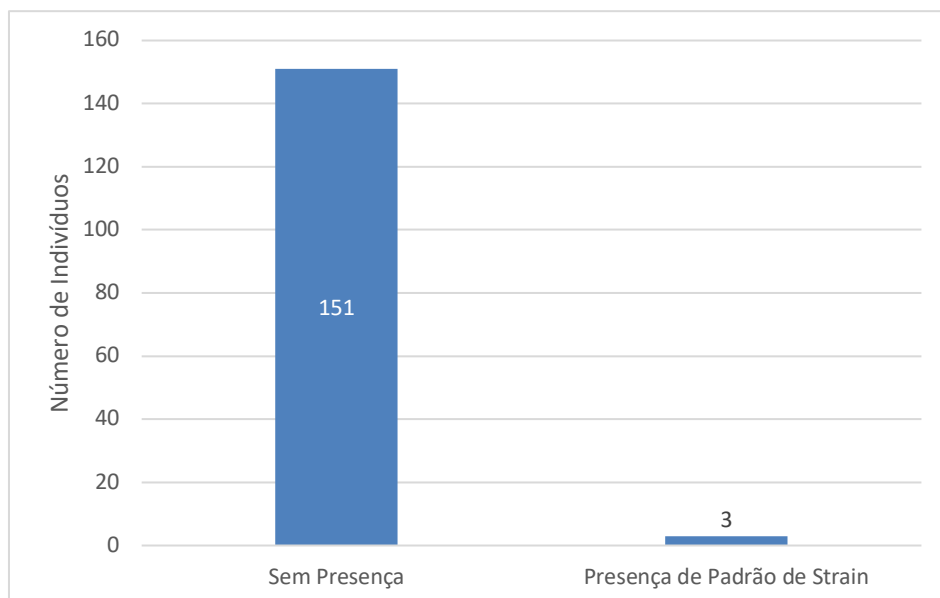


Gráfico 25 - Distribuição da presença do Padrão de *Strain*

A Tabela 2 apresenta uma síntese dos resultados obtidos para os diferentes critérios eletrocardiográficos na identificação de HVE, incluindo a distribuição por sexo, tipo de hipertrofia e respetivos valores de significância estatística.

De forma global, o critério de Narita evidenciou o melhor desempenho, apresentando a maior percentagem de identificação de HVE (55,8%), seguido do critério de Cornell (18,2%). Os restantes critérios apresentaram valores inferiores, nomeadamente Sokolow-Lyon e Gubner-Ungerleider (8,4%), Peguero-Lo Presti (7,1%) e Romhilt-Estes (0,6%).

Relativamente à distribuição por sexo, não se observaram diferenças estatisticamente significativas na identificação de HVE para nenhum dos critérios analisados, apesar de ligeiras variações nas percentagens entre homens e mulheres, com destaque para o critério de Cornell, que apresentou maior percentagem no sexo feminino, embora sem significância estatística ($p=0,061$).

No que diz respeito ao tipo de HVE, verificou-se uma associação estatisticamente significativa para a maioria dos critérios, com maior capacidade de identificação de HVE nos indivíduos com hipertrofia concêntrica em comparação com a hipertrofia septal. Esta diferença foi particularmente evidente nos critérios de Cornell e Narita, que apresentaram as maiores discrepâncias entre os dois padrões de hipertrofia.

De forma geral, os resultados evidenciam uma variabilidade no desempenho dos critérios eletrocardiográficos, sendo o tipo de HVE o principal fator associado à identificação de HVE na amostra estudada.

Tabela 2 - Síntese dos resultados

Critério	Feminino (%)	Masculino (%)	p-value (Sexo)	Septal (%)	Concêntrica (%)	p-value (Tipo HVE)
Narita	52,2% (n=36)	58,8% (n=50)	0,409	43,9% (n=47)	83,0% (n=39)	<0,001
Cornell	24,6% (n=17)	12,9% (n=11)	0,061	7,5% (n=8)	42,6% (n=20)	<0,001
Sokolow-Lyon	7,2% (n=5)	9,4% (n=8)	0,631	4,7% (n=5)	17,0% (n=8)	0,011
Gubner-Ungerleider	10,1% (n=7)	7,1% (n=6)	0,493	3,7% (n=4)	19,1% (n=9)	0,003
Peguero-Lo Presti	8,7% (n=6)	5,9% (n=5)	0,543	2,8% (n=3)	17,0% (n=8)	0,004
Romhilt-Estes	0,6% (n=1)	0,0% (n=0)	—	0,0% (n=0)	2,1% (n=1)	—

Discussão

Os resultados do presente estudo evidenciam uma reduzida capacidade global dos critérios eletrocardiográficos na deteção de HVE quando comparados com o Ecott, comprovando o papel limitado do ECG como ferramenta diagnóstica nesta patologia. Verificou-se que a maioria dos critérios clássicos, nomeadamente Sokolow-Lyon, Gubner-Ungerleider e Romhilt-Estes, apresentaram uma baixa taxa de identificação de HVE, enquanto o critério de Cornell demonstrou um desempenho moderadamente superior. Por outro lado, o critério de Narita destacou-se por apresentar a maior percentagem de identificação de HVE na amostra estudada. Estes achados encontram-se em concordância com a literatura, que descreve consistentemente uma elevada especificidade, mas baixa sensibilidade dos critérios eletrocardiográficos na deteção de HVE, particularmente em populações sem patologia cardíaca previamente diagnosticada (Bayram et al., 2021; Marcato et al., 2022). Bayram et al. (2021), numa população de indivíduos com diagnóstico ecocardiográfico de HVE, observaram igualmente uma elevada especificidade e reduzida sensibilidade dos critérios eletrocardiográficos de Cornell, Sokolow-Lyon e Romhilt-Estes. Os autores reportaram sensibilidades de 3,9% para o critério de Cornell, 1,9% para o critério de Sokolow-Lyon e 10,0% para o critério de Romhilt-Estes. De forma semelhante, Marcato et al. (2022), numa população adulta submetida a avaliação cardíaca, verificaram que a maioria dos critérios de Sokolow-Lyon, Cornell e Romhilt-Estes apresentavam baixa sensibilidade na identificação de HVE quando comparados com o Ecott, corroborando as limitações observadas no presente estudo. Esta limitação deve-se ao facto de o ECG refletir apenas a atividade elétrica cardíaca, não permitindo uma avaliação direta das alterações estruturais do VE, ao contrário do Ecott, que constitui o método de referência para o diagnóstico de HVE (Bult et al., 2024; Lang et al., 2015).

Também o critério de Sokolow-Lyon, apesar de amplamente utilizado, demonstrou baixa sensibilidade, sendo mais eficaz na confirmação de casos mais evidentes de HVE, conforme descrito em estudos prévios (Bayram et al., 2021; Wang et al., 2020). De forma semelhante, o critério de Romhilt-Estes apresentou um desempenho reduzido, o que pode ser explicado pela sua complexidade e pela necessidade de múltiplos parâmetros eletrocardiográficos, que nem sempre estão presentes em fases iniciais da hipertrofia (Estes et al., 2015). O critério de Gubner-Ungerleider, por sua vez, revelou um desempenho inferior, corroborando a evidência de que critérios mais antigos apresentam menor aplicabilidade clínica na atualidade (Bombelli et al., 2023; de la Garza-Salazar et al., 2020).

A presença do padrão de *strain* foi observada em apenas 1,9% dos indivíduos da amostra. Apesar de todos os participantes apresentarem HVE confirmada por Ecott, a grande maioria não evidenciava alterações da repolarização compatíveis com este padrão eletrocardiográfico. Este resultado está de acordo com a literatura, que descreve o padrão de *strain* como um marcador associado a formas mais avançadas de HVE e o maior grau de remodelação miocárdica, apresentando elevada especificidade, mas reduzida sensibilidade para a deteção de HVE. A reduzida presença observada neste estudo reforça ainda as limitações do ECG na

identificação de alterações estruturais cardíacas, mesmo em indivíduos com HVE confirmada por métodos imagiológicos (Bayram et al., 2021; Bornstein et al., 2023).

Por outro lado, o critério de Cornell demonstrou uma capacidade de detecção superior em determinados subgrupos, o que está de acordo com estudos que apontam para uma maior sensibilidade deste critério, particularmente em mulheres e indivíduos idosos (Kothendaraman et al., 2023; Marcato et al., 2022; Tavares et al., 2021). Esta vantagem poderá estar relacionada com a utilização de limiares ajustados ao sexo, permitindo uma melhor adaptação às diferenças fisiológicas na massa ventricular esquerda (Tavares et al., 2021). Em populações idosas, alguns autores verificaram igualmente que o critério de Cornell apresenta um desempenho superior ao de Sokolow-Lyon, provavelmente devido às alterações anatómicas e elétricas associadas ao envelhecimento, reforçando a utilidade deste critério em grupos etários mais avançados (Kothendaraman et al., 2023; Tavares et al., 2021).

Um dos achados mais relevantes deste estudo foi o desempenho do critério de Narita, que apresentou a maior taxa de identificação de HVE entre todos os critérios analisados. Este resultado é consistente com os achados descritos por Narita et al. (2019), que desenvolveram o critério numa população japonesa e observaram uma sensibilidade superior relativamente aos critérios clássicos de Sokolow-Lyon e Cornell. Resultados semelhantes foram posteriormente reportados por Povia et al. (2021), que verificaram uma melhor capacidade de detecção de HVE em indivíduos submetidos a avaliação cardiovascular. A superioridade observada poderá estar relacionada com a combinação das amplitudes da onda R em DI e da onda S em V4, permitindo uma melhor representação das alterações elétricas associadas ao aumento da massa ventricular esquerda. No entanto, a ausência de um grupo controlo constituído por indivíduos sem HVE impossibilitou a avaliação completa do desempenho diagnóstico deste critério, nomeadamente no que respeita à determinação da especificidade, dos valores preditivos e da acuidade diagnóstica global (Narita et al., 2019). Adicionalmente, estudos recentes demonstraram que a correlação entre parâmetros eletrocardiográficos e ecocardiográficos pode variar significativamente entre diferentes populações, reforçando a necessidade de validação deste critério em diferentes contextos clínicos (Djurovic et al., 2023; Wang et al., 2020).

Quando comparados com os critérios eletrocardiográficos clássicos, os critérios mais recentes, nomeadamente Narita e Peguero-Lo Presti, parecem apresentar uma maior capacidade de identificação de HVE. Esta tendência tem sido descrita na literatura recente, que sugere que os novos critérios foram desenvolvidos com o objetivo de ultrapassar algumas das limitações associadas aos métodos tradicionais, particularmente a sua reduzida sensibilidade. Enquanto critérios como Sokolow-Lyon e Gubner-Ungerleider continuam a apresentar elevada especificidade, os critérios mais recentes parecem oferecer uma melhor capacidade de detecção de alterações estruturais ventriculares, podendo constituir alternativas úteis na prática clínica atual. No entanto, apesar dos resultados promissores, a sua utilização permanece menos disseminada na rotina clínica, sendo necessários estudos adicionais que validem o seu desempenho em

diferentes populações e contextos assistenciais antes da sua adoção generalizada (Marcato et al., 2022; Narita et al., 2019; Peguero et al., 2017).

No que diz respeito à influência das variáveis analisadas, verificou-se que o tipo de HVE teve um impacto significativo na capacidade de deteção dos critérios eletrocardiográficos. De forma geral, os critérios apresentaram melhor desempenho na identificação de hipertrofia concêntrica, o que pode ser explicado pelo maior aumento da massa ventricular e consequente elevação das voltagens do complexo QRS, facilitando a sua deteção no ECG (Gardin et al., 1995; Wang et al., 2020). Em contraste, a hipertrofia septal, frequentemente associada a alterações estruturais menos homogêneas, poderá não se traduzir em alterações eletrocardiográficas suficientemente expressivas, dificultando a sua identificação (Wang et al., 2020).

Relativamente à idade, os resultados sugerem a existência de alguma variabilidade na capacidade de deteção dos critérios, o que poderá estar relacionado com alterações estruturais e funcionais associadas ao envelhecimento, que influenciam a atividade elétrica cardíaca e, consequentemente os critérios eletrocardiográficos (Gardin et al., 1995). No entanto, esta relação não foi consistente em todos os critérios analisados, o que poderá refletir a complexidade da interação entre idade e alterações eletrocardiográficas.

No que concerne ao sexo, embora se tenham observado algumas diferenças na identificação de HVE entre homens e mulheres, estas não foram, na maioria dos casos, estatisticamente significativas. Ainda assim, é reconhecido que existem diferenças fisiológicas na massa ventricular e na expressão eletrocardiográfica entre sexos, o que pode influenciar a aplicação e interpretação dos critérios, justificando a utilização de limiares específicos em alguns métodos, como o critério de Cornell (Tavares et al., 2021).

No contexto do presente estudo, a utilização do ECG apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados obtidos. Uma das principais limitações prende-se com a variabilidade associada à realização e interpretação dos exames, uma vez que os ECG's foram realizados por diferentes profissionais de saúde. Esta variabilidade pode influenciar a qualidade do registo e a precisão das medições, nomeadamente no que diz respeito à identificação das amplitudes das ondas R e S utilizadas nos critérios de diagnóstico de HVE, uma vez que pequenas diferenças na colocação dos elétrodos podem alterar significativamente as amplitudes registadas no ECG, podendo influenciar a aplicação dos critérios eletrocardiográficos e, consequentemente, a identificação de HVE. Esta variabilidade técnica constitui uma limitação relevante, sobretudo em estudos retrospectivos baseados em registos previamente existentes. Outro aspeto importante refere-se à variabilidade na interpretação dos traçados eletrocardiográficos, particularmente na aplicação de critérios que envolvem medições manuais, podendo introduzir alguma subjetividade na análise (Kligfield et al., 2007).

Para além disso, o ECG apresenta limitações intrínsecas relacionadas com a sua menor sensibilidade na deteção de HVE, o que pode conduzir a uma

subestimação da sua prevalência na amostra estudada, especialmente em indivíduos com alterações estruturais ou em fases iniciais da patologia (Marcato et al., 2022).

Uma limitação metodológica particularmente relevante prende-se com a ausência de um grupo controlo constituído por indivíduos sem HVE confirmada por Ecott. Esta característica impossibilitou o cálculo de parâmetros diagnósticos fundamentais, nomeadamente a especificidade, os valores preditivos positivo e negativo e a acuidade diagnóstica global dos diferentes critérios eletrocardiográficos. Consequentemente, os resultados obtidos permitem avaliar essencialmente a capacidade de identificação de HVE nos indivíduos estudados, não sendo possível determinar de forma completa o desempenho diagnóstico dos critérios analisados.

Importa ainda referir que os exames ecocardiográficos utilizados como método de referência foram realizados por diferentes técnicos. Apesar de o Ecott ser considerado o método de referência para o diagnóstico da HVE, trata-se de uma técnica dependente do operador, estando sujeita a variabilidade interobservador e intraobservador na aquisição das imagens e na realização das medições ecocardiográficas. Diferenças na obtenção dos planos ecográficos, bem como na medição das dimensões e espessuras ventriculares, poderão ter influenciado a classificação dos participantes quanto à presença e ao tipo de HVE. Esta variabilidade constitui uma potencial fonte de enviesamento dos resultados e deve ser considerada na interpretação dos achados do presente estudo.

Acresce ainda a ausência de informação relativa ao historial clínico dos participantes, nomeadamente a presença de fatores de risco cardiovascular, como HTA, bem como a ausência de dados relativos ao IMC. Estas variáveis são reconhecidas por influenciar significativamente os parâmetros eletrocardiográficos, podendo condicionar a amplitude do complexo QRS e, consequentemente, a aplicação dos critérios de diagnóstico de HVE (Afify et al., 2020). A não inclusão destas variáveis limita a capacidade de controlo de fatores de confusão, podendo introduzir enviesamentos nos resultados obtidos.

Importa ainda referir que a amostra utilizada foi obtida através de uma técnica de amostragem não probabilística por conveniência, sendo proveniente de uma única instituição de saúde. Esta característica poderá limitar a representatividade da população estudada e condicionar a extrapolação dos resultados para outras populações com diferentes características demográficas ou perfis de risco cardiovascular. Adicionalmente, a média etária relativamente elevada da amostra poderá ter influenciado o comportamento de alguns critérios eletrocardiográficos, uma vez que o envelhecimento está associado a alterações estruturais e elétricas cardíacas que podem modificar a expressão dos critérios de HVE.

Apesar destas limitações, os resultados do presente estudo reforçam a utilidade do ECG como ferramenta de triagem inicial na avaliação de HVE, sobretudo pela sua acessibilidade e baixo custo. No entanto, evidenciam também a necessidade de utilização de métodos de imagem, como o Ecott, para confirmação diagnóstica.

Conclusão

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar a capacidade de identificação de diferentes critérios eletrocardiográficos na detecção de HVE em indivíduos sem patologia cardíaca conhecida, utilizando o Ecott como método de referência diagnóstica. Os resultados demonstraram uma reduzida capacidade global dos critérios eletrocardiográficos na identificação de HVE quando comparados com o Ecott, reforçando as limitações do ECG na detecção de alterações estruturais cardíacas.

Entre os critérios analisados, o critério de Narita apresentou a maior percentagem de identificação de HVE, sugerindo um desempenho superior relativamente aos restantes métodos avaliados. Por outro lado, critérios clássicos como Sokolow-Lyon, Gubner-Ungerleider e Romhilt-Estes revelaram baixa capacidade de detecção nesta população.

Verificou-se ainda que o tipo de HVE influenciou o desempenho de alguns critérios eletrocardiográficos, verificando observando-se, de forma geral uma melhor capacidade de identificação nos casos de hipertrofia concêntrica. A amostra estudada apresentou uma predominância de hipertrofia septal.

Apesar das limitações identificadas, o ECG mantém um papel relevante como ferramenta complementar de triagem cardiovascular, devido à sua acessibilidade, rapidez e ampla disponibilidade. Os resultados reforçam igualmente a importância do ecocardiograma como método de referência na confirmação diagnóstica da HVE. Importa ainda salientar o papel do Cardiopneumologista na correta aquisição do ECG, uma vez que a qualidade técnica do exame influencia diretamente a interpretação dos critérios eletrocardiográficos e a fiabilidade diagnóstica.

Futuramente, será importante desenvolver estudos com amostras mais amplas e diversificadas, incluindo indivíduos com e sem HVE (grupo de controlo), de forma a permitir uma avaliação mais completa da aplicabilidade dos diferentes critérios eletrocardiográficos na prática clínica. Adicionalmente, novas abordagens baseadas em inteligência artificial e *machine learning* poderão contribuir para melhorar a precisão diagnóstica do ECG na identificação de alterações estruturais cardíacas.

Referências Bibliográficas

- Afify, H., Lee, H. L., Soliman, E. Z., & Singleton, M. J. (2020). Prognostic significance of body mass index-adjusted criteria for left ventricular hypertrophy. *Journal of Clinical Hypertension*, 22(8), 1476–1483. <https://doi.org/10.1111/jch.13973>
- Rapolu, V., Sekar, A. G., Rengaraj, G., & Jayasingh, K. (2025). Diagnostic Accuracy of the Electrocardiography Criteria for Left Ventricular Hypertrophy in Comparison with Echocardiography in Hypertensives. *Journal of Chemical Health Risks*, 15(3), 1203-1209.
- Bayram, N., Akoğlu, H., Sanrı, E., Karacabey, S., Efeoğlu, M., Onur, O., & Denizbasi, A. (2021). Diagnostic Accuracy of the Electrocardiography Criteria for Left Ventricular Hypertrophy (Cornell Voltage Criteria, Sokolow-Lyon Index, Romhilt-Estes, and Peguero-Lo Presti Criteria) Compared to Transthoracic Echocardiography. *Cureus*, 13(3), e13883. <https://doi.org/10.7759/cureus.13883>
- Bhatia, R. S., Bouck, Z., Ivers, N. M., Mecredy, G., Singh, J., Pendrith, C., Ko, D. T., Martin, D., Wijeyesundera, H. C., Tu, J. V., Wilson, L., Wintemute, K., Dorian, P., Tepper, J., Austin, P. C., Glazier, R. H., & Levinson, W. (2017). Electrocardiograms in low-risk patients undergoing an annual health examination. *JAMA Internal Medicine*, 177(9), 1326–1333. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2017.2649>
- Bombelli, M., Vanoli, J., Cuspidi, C., Dell’Oro, R., Facchetti, R., Mancia, G., & Grassi, G. (2023). Comparison of electrocardiographic versus echocardiographic detection of left ventricular mass changes over time and evaluation of new onset left ventricular hypertrophy. *Journal of Clinical Hypertension*, 25(4), 343–349. <https://doi.org/10.1111/jch.14631>
- Bornstein, A. B., Rao, S. S., Komal, ;, & Affiliations, M. (2023). *Left Ventricular Hypertrophy*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557534/?report=printable>
- Bult, M. M., van de Ree, T. F., Wind, A. M., Hurley, K. M., & van de Ree, M. A. (2024). The use of echocardiography compared to electrocardiogram when screening for left ventricular hypertrophy in hypertensive patients: A cross-sectional study. *Journal of Clinical Hypertension*, 26(8), 977–985. <https://doi.org/10.1111/jch.14867>
- de la Garza-Salazar, F., Romero-Ibarguengoitia, M. E., Rodriguez-Diaz, E. A., Azpiri-Lopez, J. R., & González-Cantu, A. (2020). Improvement of electrocardiographic diagnostic accuracy of left ventricular hypertrophy using a Machine Learning approach. *PLoS ONE*, 15(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232657>
- Djurovic, V., Vulin, A., Petrovic, M., & Popovic, M. (2023). Correlation between electrocardiographic and echocardiographic parameters in the diagnosis of left ventricular hypertrophy in hypertensive patients. *Medicinski Pregled*, 76(5–6), 156–161. <https://doi.org/10.2298/mpns2306156d>

- Estes, E. H., Zhang, Z. M., Li, Y., Tereschenko, L. G., & Soliman, E. Z. (2015). The Romhilt-Estes left ventricular hypertrophy score and its components predict all-cause mortality in the general population. *American Heart Journal*, 170(1), 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2015.04.004>
- Gardin, J. M., Siscovick, D., Anton-Culver, H., Lynch, J. C., Smith, V. E., Klopfenstein, H. S., Bommer, W. J., Fried, L., O'Leary, D., & Manolio, T. A. (1995). Sex, age, and disease affect echocardiographic left ventricular mass and systolic function in the free-living elderly: The cardiovascular health study. *Circulation*, 91(6), 1739–1748. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.91.6.1739>
- Gubner, R., & Ungerleider, H. E. (1943). Eletrocardiographic criteria of left ventricular hypertrophy. *Archives of Internal Medicine*, 72(2), 196–209. <https://doi.org/10.1001/archinte.1943.00210080052005>
- Hamed, M., Dasari, G., Casale, J. A., Kaur, N., & Karl, M. (2022). The Use of Romhilt-Estes Criteria in the Presumptive Electrocardiographic Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy in Comparison to Voltage-Based Criteria. *Cureus*, 14(8), e28003. <https://doi.org/10.7759/cureus.28003>
- Kharel, S., Kadel, A., Acharya, A., Neupane, K. R., Kunwar, N., KC, S. S., Singh, S. K., Prajapati, D., Adhikari, C. M., Rajbhandari, S., Rajbhandari, R., Koirala, U., & Tamrakar, R. (2024). Accuracy of Electrocardiography Criteria for Left Ventricular Hypertrophy in Hypertensive Patients at Shahid Gangalal National Heart Centre. *Nepalese Heart Journal*, 21(1), 43–48. <https://doi.org/10.3126/nhj.v21i1.65968>
- Kligfield, P., Gettes, L. S., Bailey, J. J., Childers, R., Deal, B. J., Hancock, E. W., Van Herpen, G., Kors, J. A., Macfarlane, P., Mirvis, D. M., Pahlm, O., Rautaharju, P., & Wagner, G. S. (2007). Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: Part I: The electrocardiogram and its technology: A scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. In *Circulation* (Vol. 115, Number 10, pp. 1306–1324). <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.180200>
- Kothendaraman, B., Serane V, T., & Balasubramanian, K. (2023). Are Electrocardiographic Criteria Reliable for Left Ventricular Hypertrophy Detection in Indian Adults? *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.40306>
- Lang, R. M., Badano, L. P., Victor, M. A., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., Flachskampf, F. A., Foster, E., Goldstein, S. A., Kuznetsova, T., Lancellotti, P., Muraru, D., Picard, M. H., Retzschel, E. R., Rudski, L., Spencer, K. T., Tsang, W., & Voigt, J. U. (2015). Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of*

- Echocardiography*, 28(1), 1-39.e14.
<https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
- Liu, C. W., Wu, F. H., Hu, Y. L., Pan, R. H., Lin, C. H., Chen, Y. F., Tseng, G. S., Chan, Y. K., & Wang, C. L. (2023). Left ventricular hypertrophy detection using electrocardiographic signal. *Scientific Reports*, 13(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-28325-5>
- Marcato, J. P., Senra Santos, F., Gama Palone, A., & Lenci Marques, G. (2022). Evaluation of Different Criteria in the Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy by Electrocardiogram in Comparison With Echocardiogram. *Cureus*, 14(6), e26376. <https://doi.org/10.7759/cureus.26376>
- Mathur, R., Pawan Sarda, Anil Baroopal, Pankaj Kumar, & Abhishek Sakwaria. (2023). Comparison of electrocardiogram diagnostic criteria in diagnosis of left ventricular hypertrophy using 3D echocardiography as standard. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 11(3), 857–862.
<https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20230308>
- Morrison, I., Clark, E., & Macfarlane, P. W. (2007). *Evaluation of the electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy*. *Anatolian Journal of Cardiology*, 7 (Suppl. 1), 159-163
- Muresan, L., Cismaru, G., Martins, R. P., Bataglia, A., Rosu, R., Puiu, M., Gusetu, G., Mada, R. O., Muresan, C., Ispas, D. R., Le Bouar, R., Diene, L. L., Rugina, E., Levy, J., Klein, C., Sellal, J. M., Poull, I. M., Laurent, G., & de Chillou, C. (2019). Recommendations for the use of electrophysiological study: Update 2018. In *Hellenic Journal of Cardiology* (Vol. 60, Number 2, pp. 82–100). Hellenic Cardiological Society.
<https://doi.org/10.1016/j.hjc.2018.09.002>
- Narita, M., Yamada, M., Tsushima, M., Kudo, N., Kato, T., Yokono, Y., Toyama, Y., Senoo, M., Yonekura, M., Narita, N., Kimura, Y., Sawada, K., Tokuda, I., & Tomita, H. (2019). Novel electrocardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy in the Japanese general population. *International Heart Journal*, 60(3), 679–687. <https://doi.org/10.1536/ihj.18-511>
- Park, B. E., Lee, J. H., Jang, S. Y., Lee, H. Y., Lee, J. Y., Shin, H. G., Park, K. I., Lee, S. P., Lee, H. S., Kim, K. I., Kang, S. H., Lee, J. H., Kim, K. H., Cho, J. Y., Park, J. H., Park, S. K., Bak, J. K., & Lee, J. Y. (2022). Comparison of the efficiency between electrocardiogram and echocardiogram for left ventricular hypertrophy evaluation in patients with hypertension: Insight from the Korean Hypertension Cohort Study. *Journal of Clinical Hypertension*, 24(11), 1451–1460. <https://doi.org/10.1111/jch.14583>
- Peguero, J. G., Presti, S. Lo, Perez, J., Issa, O., Brenes, J. C., & Tolentino, A. (2017). *Electrocardiographic Criteria for the Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy*.
- Pewsnar, D., Jüni, P., Egger, M., Battaglia, M., Sundström, J., & Bachmann, L. M. (2007). Accuracy of electrocardiography in diagnosis of left ventricular hypertrophy in arterial hypertension: Systematic review. In *British Medical*

- Journal* (Vol. 335, Number 7622, pp. 711–714).
<https://doi.org/10.1136/bmj.39276.636354.AE>
- Povoa, F. F., Filho, B. L., Bianco, H. T., Amodeo, C., Povoa, R., Bombig, M. T. N., Miranda, R. D., Fischer, S. M., Izar, M. C. O., & Fonseca, F. A. H. (2021). Performance of the electrocardiogram in the diagnosis of left ventricular hypertrophy in older and very older hypertensive patients. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 117(5), 924–931.
<https://doi.org/10.36660/abc.20200600>
- Rajaganeshan, R., Ludlam, C. L., Francis, D. P., Parasramka, S. V., & Sutton, R. (2007). Accuracy in ECG lead placement among technicians, nurses, general physicians and cardiologists. *International Journal of Clinical Practice*, 62(1), 65–70. <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2007.01390.x>
- Tavares, C. de A. M., Samesima, N., Hajjar, L. A., Godoy, L. C., Padrão, E. M. H., Lazar Neto, F., Facin, M., Jacob-Filho, W., Farkouh, M. E., & Pastore, C. A. (2021). Clinical applicability and diagnostic performance of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy diagnosis in older adults. *Scientific Reports*, 11(1), 11516.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-91083-9>
- Truong, Q. A., Ptaszek, L. M., Charipar, E. M., Taylor, C., Fontes, J. D., Kriegel, M., Irlbeck, T., Toepker, M., Schlett, C. L., Bamberg, F., Blankstein, R., Brady, T. J., Nagurney, J. T., & Hoffmann, U. (2010). Performance of electrocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy as compared with cardiac computed tomography: from the Rule Out Myocardial Infarction Using Computer Assisted Tomography trial. *Journal of Hypertension*, 28(9), 1959–1967.
<https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32833b49cb>
- Wang, D., Xu, J. Z., Zhang, W., Chen, Y., Li, J., An, Y., Bian, R., & Wang, J. G. (2020). Performance of electrocardiographic criteria for echocardiographically diagnosed left ventricular hypertrophy in Chinese hypertensive patients. *American Journal of Hypertension*, 33(9), 831–836.
<https://doi.org/10.1093/ajh/hpaa083>
- Weber, K. T., Brilla, C. G., & Janicki, J. S. (1993). Masterclass Myocardial fibrosis: functional significance and regulatory factors. In *Cardiovascular Research* (Vol. 27).
- Yu, Z., Song, J., Cheng, L., Li, S., Lu, Q., Zhang, Y., Lin, X., & Liu, D. (2021). Peguero-Lo Presti criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 16(1 January).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246305>

Anexos



DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Pela presente declaração, a **CARDIOLOG – Centro de Cardiologia, Lda.**, com sede na Rua Pedro Álvares Cabral, 88 r/c, 6300-745 Guarda, e com o NIPC 510 369 073, autoriza João Rafael Bento Santos, estudante de Fisiologia Clínica na Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias – Castelo Branco, no âmbito do Projeto Científico intitulado "**Avaliação dos critérios eletrocardiográficos para Hipertrofia Ventricular Esquerda em indivíduos sem patologia cardíaca: um estudo comparativo com ecocardiograma**", a recolher e utilizar dados sensíveis, nomeadamente dados de saúde e dados demográficos:

- Dados pré-existentis de indivíduos que realizaram, em simultâneo, exames de eletrocardiograma (ECG) e ecocardiograma transtorácico (Ecott) na CARDIOLOG:

- i) Indivíduos com idades entre 18 e 65 anos, sem diagnóstico prévio de patologias cardíacas;
- ii) Registos completos de ECG e Ecott realizados num período próximo (diferença inferior a um mês).

Esta autorização é concedida sob as seguintes condições:

- a) Finalidade: Os dados serão utilizados exclusivamente para fins académicos e de investigação científica no âmbito do projeto supramencionado.
- b) Confidencialidade: A Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias – Castelo Branco e os envolvidos comprometem-se a assegurar a confidencialidade dos dados em conformidade com a legislação aplicável, nomeadamente o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD).
- c) Anonimização: Os dados devem ser anonimizados de forma a impedir a identificação direta ou indireta dos titulares.
- d) Acesso Restrito: O acesso aos dados será limitado apenas aos investigadores diretamente envolvidos no projeto e previamente autorizados.
- e) Prazo de Utilização: Os dados só poderão ser utilizados durante o período de vigência do projeto, devendo ser eliminados ou devolvidos após este período.
- f) Direito de Revogação: A presente autorização poderá ser revogada pela CARDIOLOG a qualquer momento, mediante comunicação escrita, sem prejuízo das utilizações já realizadas em conformidade com as condições estabelecidas.



Esta autorização entra em vigor a partir da data de assinatura e é válida apenas para o projeto indicado, não podendo os dados ser utilizados para outros fins ou partilhados com terceiros sem consentimento prévio e por escrito.

Por ser verdade e para os devidos efeitos, assina-se a presente declaração.

Guarda, 16 de janeiro de 2025

CARDIOLOG, Lda.
NIPC: 510 369 073
Rua Pedro Álvares Cabral, 88 - R/ch
6300-675 GUARDA

A Direção



PARECER N.º 217 CE-IPCB/2025

PARECER

Título do projeto:	Avaliação dos critérios Eletrocardiográficos para Hipertrofia Ventricular Esquerda em indivíduos sem patologia cardíaca: um estudo comparativo com ecocardiograma
Área científica:	Fisiologia Clínica
Investigador principal	João Rafael Bento Santos
Equipe de investigação	-
Orientador	António Filipe Pinto Rodrigues
Local do estudo	Cardiolog – Centro de Cardiologia
Tipo de estudo	Clínico sem intervenção
Submissão completa	10/02/2025
Reunião e/ou reuniões de avaliação	N.º 3, 13/03/2025
Relatores	– Carlos Costa Gomes – Maria Teresa Pita Pegado Gonçalves Rodrigues Coelho

RELATÓRIO

Elaborado nos termos do nº 7 do artigo 11º do [Reg.IPCB.CE.01.02 – Regulamento da Comissão de Ética do IPCB](#).

No decorrer da avaliação deste projeto, foram solicitados esclarecimentos à investigadora responsável, de modo a garantir a conformidade com os requisitos éticos exigidos. As respostas foram fornecidas atempadamente e de forma completa, o que contribuiu para uma análise mais detalhada e precisa do estudo. Dessa forma, consideramos que todos os aspetos relevantes foram devidamente esclarecidos, permitindo a emissão de um parecer positivo.

DELIBERAÇÃO

Parecer: Positivo*

* Assim que o projeto esteja concluído, o investigador deverá enviar o estudo final para arquivo na pasta do projeto existente nesta Comissão.



PARECER N.º 217 CE-IPCB/2025

Data de deliberação em reunião n.º 3: Castelo Branco, 13 de março de 2025

Membros presentes: Alexandre José Marques Pereira, António Júlio Apóstolo Pereira Coutinho (online), Arnandina Maria Abrantes de Loureiro, Isabel Maria de Sousa Lourenço, Maria João da Silva Guardado Moreira, Maria Luísa Faria de Sousa Cerqueira Correia Castilho (online), Maria Teresa Pita Pegado Gonçalves Rodrigues Coelho, Sara Margarida Araújo Ferreira (online).



Assinado por: Carlos Manuel
Costa Gomes
Identificação: 8106950306
Data: 2025-03-26 às 11:37:13

Relator

Relator

Assinado por: **Maria Teresa Pita Pegado
Gonçalves Rodrigues Coelho**
Num. de Identificação: 08114994
Data: 2025.03.19 11:43:09+00'00'



Presidente da Comissão de Ética

Assinado por: **ISABEL MARIA DE SOUSA
LOURENÇO**
Num. de Identificação: 04242187
Data: 2025.03.27 16:13:54+00'00'

