

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATOLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA VIDA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA EM CÃES EXPOSTOS A
PESTICIDAS EM ÁREAS DE CULTIVO DE SOJA**

Evellyn Karolayne Teixeira de Arruda

Profa. Dra. Ana Paula Araújo Costa

Goiânia-Goiás

2026



EVELLYN KAROLAYNE TEIXEIRA DE ARRUDA



**AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA EM CÃES EXPOSTOS A
PESTICIDAS EM ÁREAS DE CULTIVO DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária, junto ao curso de Medicina Veterinária, da Escola de Ciências Médicas e Da vida, da Pontifícia Universidade Católica De Goiás.

Orientadora. Profa. Dra. Ana Paula Araújo Costa.

Goiânia-Goiás

2026

FOLHA DA ATA DE APROVAÇÃO

ANEXO 3

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia 25/05/2026, às 14:30 horas, o(a) estudante EVELLYN KAROLAYNE TEIXEIRA DE ARRUDA, do curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, expôs, em Sessão Pública de Apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso, o trabalho intitulado AValiação ECOCARDIOGRÁFICA EM CAES EXPOSTOS A PESTICIDAS EM CULTIVOS DE SOJA para a Banca de Avaliação composta pelos docentes, ANA PAULA ARAÚJO COSTA (Presidente), JESSICA ALVES DA SILVA (Membro 1) e ESTELA VIEIRA DAS SILVA (Membro 2). O trabalho da Banca de Avaliação foi conduzido pelo (a) docente Presidente que, inicialmente, após apresentar os docentes integrantes da Comissão, concedeu 20+5 minutos ao (a) aluno (a) para que este (a) expusesse o trabalho. Após a exposição, o (a) docente Presidente concedeu a palavra a cada membro convidado da Comissão para que estes arguissem o (a) aluno. Após o encerramento das arguições, a Banca de Avaliação, reunida isoladamente, avaliou o trabalho desenvolvido e o desempenho do (a) aluno na exposição, considerada a trajetória deste (a) no desenvolvimento do TCC. Como resultado da avaliação, a Banca de Avaliação deliberou pela:

☒ Aprovação;

() Aprovação, condicionado às correções recomendadas pelos membros da banca;

() Reprovação.

Aprovação condicionada às correções recomendadas pelos membros da banca:

A Banca de Avaliação conclui que o(a) aluno está APROVADO(A) condicionado às correções de forma e/ou conteúdo recomendados. As correções deverão ser indicadas no formulário de Avaliação Final de Trabalho de Conclusão de Curso. O(A) aluno terá o prazo de 10 dias para os ajustes e entrega da versão final ao professor (a) orientador (a), contado a partir da data da sessão de apresentação pública do TCC.

Reprovação.

A Banca de Avaliação conclui que o trabalho apresentado não satisfaz as condições mínimas e o estudante está REPROVADO(A).

A Banca Avaliadora:

Membro Presidente da Banca Avaliadora: Anna Paula Araújo Costa

Membro Convidado da Banca Avaliadora: José Alves do Silveira

Membro Convidado da Banca Avaliadora: Estela Z. S. Silva

Dedico este trabalho à minha cachorrinha Mel, que, mesmo em sua simplicidade, despertou em mim o amor e o cuidado pelos animais. Foi através dela que nasceu em meu coração o desejo de seguir a Medicina Veterinária e dedicar minha vida ao bem-estar animal.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo de toda essa caminhada, permitindo que eu superasse os desafios e chegasse até aqui. Aos meus pais, deixo minha profunda gratidão por todo o amor, apoio e incentivo ao longo da minha vida, por sempre acreditarem em mim e me motivarem a seguir em frente em busca dos meus sonhos. Agradeço também à minha orientadora, pela dedicação, paciência e pelos valiosos ensinamentos compartilhados durante a elaboração deste trabalho, que foram essenciais para o seu desenvolvimento e para o meu crescimento acadêmico. Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado durante essa trajetória, oferecendo apoio, incentivo e compreensão nos momentos mais difíceis, tornando essa caminhada mais leve e significativa. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e para a construção desta etapa tão importante da minha vida.

RESUMO

Em decorrência da intensificação do agronegócio, a utilização em massa dos defensivos agrícolas vem sendo cada vez mais empregado. Este trabalho visa fornecer informações das possíveis alterações cardiotoxícas de cães (*Canis lupus familiaris*), em convivência com lavouras. Contudo, ainda desconhece todas as possíveis alterações e efeitos sobre o organismo animal. Visto, sua grande importância essa pesquisa procurou, correlacionar alterações ecocardiográficas em cães que estão ativamente próximos a esse tipo de ambiente e se a exposição pode de alguma maneira alterar a estrutura e fisiologia do coração em um curto espaço de tempo. Este estudo caso foi realizado em propriedades rurais de Bela Vista de Goiás, com 11 cães expostos aos cultivos agrícolas e ao uso de pesticidas. Os animais passaram por exames ecocardiográficos sem sedação para avaliação da função cardíaca. A coleta de dados foi realizada com apoio da PUC Goiás, priorizando o bem-estar animal. Os resultados foram analisados conforme critérios da ecocardiografia veterinária e comparados aos valores de referência da espécie. De modo geral os resultados não apresentaram alterações significativas nos parâmetros avaliados, contudo o parâmetro de $V_{\text{máx AO}}$ e $V_{\text{máx P}}$, demonstraram valores abaixo da referência. Contudo essa alteração pode ser decorrente a diversos fatores desde alterações fisiológicas individuais e ao ambiente em que a pesquisa aconteceu. Diante dos resultados obtidos, sugerem que os cães avaliados, mesmo potencialmente expostos não apresentaram alterações cardíacas detectáveis. Dessa forma, esta pesquisa contribuiu para o avanço do conhecimento sobre os efeitos dos agrotóxicos no sistema cardiovascular de animais, ressaltando a necessidade de novos estudos mais abrangentes e controlados, a fim de elucidar com maior precisão os riscos associados à exposição crônica a essas substâncias.

Palavras-Chave: Pesticidas; Cardiotoxicidade; Cães.

ABSTRACT

Due to the intensification of agribusiness, the mass use of agricultural pesticides has been increasingly employed. This work aims to provide information on possible cardiotoxic alterations in dogs (*Canis lupus familiaris*) living near crop fields. However, all possible changes and effects on the animal organism are still unknown. Given its great importance, this research sought to correlate echocardiographic alterations in dogs that are actively close to this type of environment and whether exposure may in some way alter the structure and physiology of the heart in a short period of time. This case study was conducted on rural properties in Bela Vista de Goiás, with 11 dogs exposed to agricultural crops and pesticide use. The animals underwent echocardiographic examinations without sedation to evaluate cardiac function. Data collection was carried out with the support of PUC Goiás, prioritizing animal welfare. The results were analyzed according to veterinary echocardiography criteria and compared to the species' reference values. In general, the results did not show significant changes in the evaluated parameters; however, the Vmax AO and Vmax P parameters showed values below the reference. This alteration may be due to several factors, ranging from individual physiological variations to the environment in which the research took place. Based on the results obtained, it is suggested that the evaluated dogs, even though potentially exposed, did not present detectable cardiac alterations. Thus, this research contributed to advancing knowledge about the effects of pesticides on the cardiovascular system of animals, highlighting the need for further, broader, and more controlled studies to more accurately elucidate the risks associated with chronic exposure to these substances.

Keywords: Pesticides; Cardiotoxicity; Dogs.

LISTA DE GRAFICOS E FIGURAS

- Figura 1- Distribuição percentual dos principais ingredientes ativos de agrotóxicos mais comercializados e utilizados no Brasil no ano de 2024, destacando a predominância do glifosato e seus sais em relação aos demais compostos químicos empregados na produção agrícola nacional. 6
- Figura 2- Equipamento utilizado para a realização do exame de ecocardiografia na Clínica Escola da PUC Goiás. (A) Aparelho de ultrassonografia empregado para a obtenção das imagens cardíacas. (B) Transdutor ultrassônico, setorial, responsável pela emissão e captação das ondas sonoras que possibilitam a formação das imagens do coração. 13
- Figura 3- (A) Esquema do corte ecocardiográfico em modo M. (B) Corte ecocardiográfico em modo M (M-mode), utilizado para avaliação do movimento e das dimensões das estruturas cardíacas durante o ciclo cardíaco, auxiliando na análise da função sistólica. RVW- parede livre do ventrículo direito. RVIDd- diâmetro interno do ventrículo direito em diástole. IVSd – septo interventricular em diástole. LVIDd- diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole. LVWd – parede livre do ventrículo direito em diástole. RVIDs- diâmetro interno do ventrículo direito em sístole, LVIDs – diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole. LVWs – parede livre do ventrículo direito em sístole..... 14
- Figura 4- Posicionamento do paciente para o exame ecocardiográfico, evidenciando a região de acesso ao tórax para obtenção das janelas ecocardiográficas, fundamentais para a avaliação morfológica e funcional das estruturas cardíacas. A e B – decúbito lateral direito, para obtenção das janelas em eixo longo e curto. C e D – decúbito lateral esquerdo, para obtenção das janelas apicais. 16
- Figura 5- Imagens de eixo longo do tórax direito (Figura A – Corte ecocardiográfico e Figura-B – Desenho esquemático). A imagem de eixo longo de 4 câmeras demonstra o Átrio direito (RA) e o Ventrículo Direito (RV) no campo próximo e o AE – átrio esquerdo e o VE- ventrículo esquerdo, no campo distante. Os septos atrial e ventricular são aproximadamente perpendiculares ao feixe central de ultrassom. A anatomia das válvulas mitral e tricúspide pode ser avaliada neste plano com imagens de plano fino. MV – Válvula mitra, TV – Válvula tricúspide, CH – Cordas tendíneas. 17
- Figura 6- Imagens do eixo curto do tórax direito (Figura A – Corte ecocardiográfico e Figura-B – Desenho esquemático). Figura A corresponde ao corte B do desenho esquemático, níveis do músculo papilar (B), sendo possível avaliar o ventrículo direito (RV), septo interventricular (IVS), ventrículo esquerdo e parede livre do ventrículo esquerdo (LVW). Esse corte é utilizado para obtenção do modo-M e mensuração das frações de ejeção e encurtamento. 17

- Figura 7- Imagens do eixo curto do tórax direito (Figura -A – Desenho esquemático e Figura B – Corte ecocardiográfico correspondente ao corte E do desenho esquemático). Figura B corresponde ao corte E do desenho esquemático, nível do átrio esquerdo e via de saída do ventrículo direito (B), sendo possível avaliar o ventrículo direito (RV), Ao- aorta, RA – átrio direito, LA – átrio esquerdo, Auc – aurícula esquerda, TV – válvula tricúspide ventrículo. Este corte é utilizado para obtenção da razão átrio esquerdo/aorta e fluxo pulmonar..... 18
- Figura 8 -Imagem representativa do corte das quatro câmaras cardíacas. (Figura A – Desenho esquemático e Figura B – Corte ecocardiográfico). Figura A: desenho esquemático ilustrando as estruturas cardíacas visualizadas nesse plano. Figura B: imagem ecocardiográfica correspondente, demonstrando as quatro câmaras do coração (RA: átrio direito, LA: átrio esquerdo, RV: ventrículo direito e LV: ventrículo esquerdo) utilizadas para avaliação da anatomia, função cardíaca e obtenção dos fluxos transvalvares..... 18
- Figura 9- Imagem em modo M (A) e Modo-B (B), de um cão do estudo, avaliado em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, exposto a pesticidas utilizados em cultivo de soja. Imagem (A): SIVd - septo interventricular em diástole. DVEd - diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole. PPVEd - parede de ventrículo esquerdo em diástole. VE% Fração de encurtamento. DVEs - diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole. PPVEs - parede de ventrículo esquerdo em sístole. SIVs – septo interventricular em sístole. Imagem (B): Ao: aorta; AE: átrio esquerdo; AE/Ao: relação átrio esquerdo/aorta. 25
- Figura 10- Imagem (A) - fluxo aórtico (B) -fluxo pulmonar, de um cão do estudo, avaliado em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, exposto a pesticidas utilizados em cultivo de soja. Imagem A e B: GPmáx - gradiente de Pressão Máximo. V - velocidade do fluxo medida. 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de registros de intoxicação causados por aditivos químicos, envolvidos na intoxicação ocupacional (envenenamento ou danos à saúde causado pela exposição a agentes químicos, físicos ou biológicos no ambiente de trabalho) em 2024.	8
Tabela 2- Número de registros dos motivos e circunstâncias de intoxicação por defensivos químicos em 2024.	9

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Agrotóxicos mais vendidos no Brasil no ano de 2024.....	7
Quadro 2- Número total de cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja, diferenciando a quantidade de fêmeas e machos.....	23
Quadro 3- Prevalência das idades cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja, com número de animais e valor relativo.	23
Quadro 4 - Número relativo e absoluto da prevalência de raças de cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.....	23
Quadro 5 - Peso corporal (kg) e média geral dos cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.	24
Quadro 6- Variáveis de Doppler Pulsado com média e desvio padrão dos cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.....	26
Quadro 7- Variáveis de medidas ao Modo-M e ao Modo-B dos cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.....	27

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ECO- Ecocardiograma

EUA- Estados Unidos da América

URSS- União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

ONU- Organização das Nações unidas

OIT- Organização Internacional do Trabalho

AChE- Acetilcolinesterase

IVS- Septo intraventricular

LV- Ventrículo esquerdo

D- Diástole

S- Sístole

MHz- Megahertz

RA- Átrio direito

RV- Ventrículo direito

AE- Átrio esquerdo

VE- Ventrículo esquerdo

MV- Valva mitral

TV- Valva tricúspide

CH- Cordas tendíneas

LVW- Parede livre do ventrículo esquerdo

LA- Átrio esquerdo

AO- Aorta

AUC- Aurícula esquerda

PW -Doppler pulsado

CW- Doppler contínuo

CF- Fluxo em cores

DT- Doppler Tecidual

V_{máx}- Velocidade de onda máxima aórtica

V_{máx p}- Velocidade máxima pulmonar

TDE- Tempo de desaceleração da onda E

TRIV- Tempo de relaxamento isovolumétrico

E' - Velocidade diastólica precoce

A' - Velocidade diastólica tardia

E/A- Relação E/A

SRD- Sem raça definida

GRAD AO- Gradiente aórtico

GRAD P- Gradiente pulmonar

SIVEd N – Septo interventricular em diástole (normalizado)

DIVEd N – Diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole (normalizado)

PLVEd N – Parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (normalizado)

DIVEds N – Diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole (normalizado)

FE – Fração de ejeção

FS – Fração de encurtamento

AE/Ao – Relação átrio esquerdo/aorta

CK – Creatina quinase (enzima associada à lesão muscular, incluindo músculo cardíaco e esquelético)

NT-proBNP – Peptídeo natriurético tipo B N-terminal (biomarcador liberado pelo miocárdio em resposta à distensão/estresse cardíaco, usado para avaliação de insuficiência cardíaca)

SUMÁRIO

LISTA DE GRAFICOS E FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE QUADROS	XII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES	XIII
1.INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Modernização da agricultura mundial	2
2.1.1. Produção agrícola, poder e ideologia: a Revolução Verde na Guerra Fria	2
2.1.2. Expansão da agricultura no Brasil.....	3
2.2 Uso de pesticidas na agricultura.....	4
2.2.1 Histórico e intensificação do uso de pesticidas na agricultura	4
2.2.2 Importância econômica da cultura da soja no Brasil	5
2.2.3 Principais defensivos agrícolas utilizados em lavouras	5
2.2.4 Riscos para saúde humana e animal	7
2.2.5 Formas de exposição	8
2.2.6 Principais efeitos à saúde	8
2.3 Exposição de animais domésticos a pesticidas	9
2.4. Efeitos dos pesticidas no sistema cardiovascular	10
2.4.1. Toxicidade cardiovascular de pesticidas.....	10
2.4.2. Alterações fisiopatológica.....	10
2.5 Ecocardiografia na detecção de cardiotoxicidade	11
2.6 Ecocardiografia na medicina veterinária	12
2.6.1 Princípios da ecocardiografia.	12
2.6.2 Modos ecocardiográficos (B, M, Doppler)	13
2.6.3 Aplicações na avaliação cardíaca de cães.	14
2.6.4 Janelas utilizadas	16
2.6.5 Vantagens e limitações do método.....	19
2.6.6 Importância do monitoramento cardíaco em animais expostos a pesticidas.	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Delineamento de estudo.....	20
3.2 População e amostra.....	20
3.3 Variáveis analisadas	20
3.4. Coleta de dados	21
3.4 Análise de dados	22
3.5 Limitação do estudo	22
4. RESULTADOS	22

5. DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO	31
7. REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial decorrente do boom tecnológico nos últimos 60 anos, a necessidade por alimento aumentou, e a produção familiar de pequenos produtores não foi suficiente para atender a demanda, seja, mundial ou nacional, com isso em mente métodos para maximizar a produção foram geradas, sejam elas a produção em larga escala e a utilização de agrotóxicos (Belchior et al. 2017). O uso de agrotóxicos na agricultura é a principal estratégia no controle de doenças e pragas na lavoura. Além disso, esses produtos podem atingir vários organismos como plantas, animais (domésticos e silvestres) e humanos (Losch et al., 2022.). O aumento dessa exposição levanta preocupação sobre os riscos potenciais à saúde dos cães, incluído efeitos fisiológicos sobre a funcionalidade cardíaca, frente a convivência crônica com agrotóxicos (Tavella et al., 2011; Gilson et al., 2020; Lennon et al., 2015; Soares; Faria; Rosa, 2017).

Esse tipo de comprometimento é causado, principalmente, em virtude do fator de bioacumulação que acontece em organismos superiores, sejam eles pelo aumento da exposição ou biomagnificação, evento no qual substâncias se acumulam nos tecidos dos organismos e aumentam de concentração à medida que a cadeia alimentar acontece. Alguns desses efeitos podem ocorrer na primeira geração, mas também pode se materializar nas alterações teratogênicas e de desenvolvimento embrionário, transformando em algo multigeracional (Losch et al., 2022.).

O ecocardiograma (ECO) é um exame de ultrassonografia cardíaca que avalia a estrutura e função do coração de animais, onde é possível diagnosticar doenças cardíacas em estágio inicial. Trata-se de uma técnica não invasiva que, por meio de ondas sonoras e ecos, podem gerar imagens internas do miocárdio e áreas adjacentes, sua realização é simples, prática e de baixo custo. Contribuindo para o diagnóstico de várias doenças cardíacas, através da avaliação de algumas características do órgão, como as morfológicas – tamanho, aparência, espessura, formato, capacidade de funcionamento e fluxo sanguíneo (Canna; Scarfò, 2020).

Pacientes expostos a substâncias cardiotoxícas podem apresentar uma ampla variedade de alterações estruturais, funcionais e bioquímicas no sistema cardiovascular. Entre as principais manifestações, estão alterações do ritmo cardíaco, alteração no fluxo sanguíneo, presença de arritmias, alterações na condução do fluxo QT do coração, função mecânica

diminuída, além de alterações estruturais importantes (em câmaras, paredes, septos e valvas) (Ichihara, 2013).

O monitoramento ambiental e a análise contínua são cruciais para entender melhor as interações de exposição a pesticidas a consequência na saúde animal, humana e ambiental. Estudos de longo prazo que verificam as alterações na biodiversidade e na saúde da diversidade biológica, em resposta às práticas agrícolas podem obter informações importantes para o desenvolvimento de políticas e métodos, mas sustentáveis (Andrade et al., 2021; Freitas; Uchôa; Magalhães, 2020; Tomaz; Ferri; Boschini Filho, 2016).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar e avaliar cães alocados em propriedades de plantio de soja, quanto aos efeitos da exposição a pesticidas, verificando possíveis ações mutagênicas, cardiotoxícas e agravos à saúde do animal com ênfase na análise dos achados ecocardiográficos.

1.1.2 Objetivos específicos

A) Avaliação ecocardiográfica de cães expostos a pesticidas em áreas de cultivo de soja, analisando parâmetros qualitativos e quantitativos da função cardíaca;

B) Investigar a relação entre a exposição a pesticidas e possíveis disfunções cardiovasculares por meio da análise de parâmetros como fração de ejeção, fração de encurtamento, espessura da parede do ventrículo esquerdo e septo interventricular;

C) Contribuir para o conhecimento sobre os efeitos cardiovasculares da exposição a pesticidas em cães, fornecendo dados que possam embasar futuras pesquisas e medidas de proteção para animais em áreas agrícolas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Modernização da agricultura mundial

2.1.1. Produção agrícola, poder e ideologia: a Revolução Verde na Guerra Fria

A produção de gêneros agrícolas se constitui um dos modelos desenvolvimento do país que mais tem ganhado destaque nas últimas décadas. A ideia desse protótipo foi constituída a partir do que conhecemos como revolução verde. Tal modelo econômico teve seu início em um período histórico em que o mundo estava dividido em duas grandes potências, Estados Unidos da América (EUA) e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Esse período, é também conhecido como guerra fria ou como ‘Era da cortina de ferro’, pois não houve confronto militar propriamente dito, e sim uma disputa ideológica e econômica (Pereira, 2024).

Em meio a tantos conflitos e devido a uma ineficiência nos sistemas de produção agrícola, junto a sequelas de uma guerra ainda recente, a fome foi utilizada como ferramenta de poder político no meio socialista. Com o intuito de conter o avanço comunista e a influência soviética, os Estados Unidos e seus aliados fomentaram a ideia combate ao comunismo pela barriga cheia. A escassez de alimentos foi um catalisador para que técnicas de produção de alimentos em larga escala fosse desenvolvida, de maneira que a supremacia do que chamamos de capitalismo fosse disseminada como algo bom e melhor no cenário mundial, mas principalmente para os países de terceiro mundo (Nehring, 2022).

Nesse contexto, o Brasil passou a integrar o projeto de modernização agrícola a partir de 1950 e foi utilizado por grandes empresas internacionais, como a Fundação Rockefeller, para promover a diminuição da fome e ampliar capitais. A partir desse momento, as ideias da Revolução Verde, que consistiam no uso de agrotóxicos, sementes híbridas, fertilizantes e mecanização das lavouras, foram incorporados à agricultura e perduram até os dias atuais. Muitos países sofreram com a fome em larga escala, e a discussão acerca da crise alimentar assumia papel central em debates internacionais, com essas medidas sendo imediatamente aceitas e apoiadas pela Organização das Nações Unidas (Nehring, 2022).

Entretanto, embora a Revolução Verde tenha promovido um expressivo aumento da produção agrícola, ela não se limita somente a aspectos positivos. Com o passar dos anos, o uso indiscriminado de agrotóxicos e outros insumos químicos provocou transformações ambientais, impactos sociais e econômicos. Além disso, esse uso indiscriminado de agentes tóxicos trouxe preocupação quanto à contaminação do solo e dos rios, bem como aos riscos à saúde humana e animal (Nehring, 2022).

2.1.2. Expansão da agricultura no Brasil

Nas últimas décadas, a agricultura passou por um processo de intensa modernização, que culminou na expansão territorial da agricultura, tornando-se um dos setores mais desenvolvidos do país, e um dos departamentos mais importantes para economia nacional. Hoje o agronegócio além de abastecer o mercado interno é um dos maiores exportadores de alimento e matéria prima para o exterior, participando de maneira direta da geração de empregos e renda para população (EMBRAPA, 2023).

Esse crescimento foi impulsionado por políticas públicas importantes, que apoiaram pequenos e médios produtores a alavancar suas produções, especialmente por instituições como a Embrapa, impedido que essa terra perca sua função social, e passe a ser considerada ociosa (termo utilizado para propriedades rurais que não estão cumprindo sua função social, ou seja não produzem alimento, gado ou qualquer atividade econômica que atinja os índices mínimos do INCRA), (Gonçalves, 2022).

2.2 Uso de pesticidas na agricultura

2.2.1 Histórico e intensificação do uso de pesticidas na agricultura

Em decorrência do aumento da população, a demanda global total por alimentos deverá aumentar de 35% a 56% entre 2010 e 2050, enquanto a população em risco de fome deverá variar de -91% a +8% no mesmo período (Van Dijk et al. 2021). Nesse contexto, a expansão da produção agrícola passou a depender de estratégias que elevem a produtividade, entre elas o uso de pesticidas, amplamente utilizados para reduzir perdas nas lavouras e garantir o abastecimento alimentar da população. Obter o necessário aumento de produção por simples expansão da área agrícola teria custado caro para o planeta Terra, seja pela perda de biodiversidade, desmatamento tropical, destruição de ecossistemas e pelo aumento das emissões de CO₂.

Desse modo, as ideias que surgiram para a intensificação da produção agrícola, através do aumento da produtividade por hectare, que não colocava em risco a conversão de terras florestais em lavouras, foram bem aceitas. A intensificação agrícola do passado possibilitou a permanência de ecossistemas inteiros e a continuidade de processos ecológicos que são de extrema importância para a manutenção da vida na Terra. De fato, se o caminho escolhido lá atrás fosse diferente, talvez não tivéssemos mais ecossistemas tão completos e fundamentais para a produção científica (Basso, 2024).

Contudo, nem todos os efeitos tiveram consequências positivas. A agricultura do passado, que perdura até os dias de hoje, foi baseada no uso crescente de insumos industriais, tais como adubos químicos e pesticidas, utilizados para tornar o meio mais favorável à agricultura e aumentar a produtividade da terra. Tais técnicas requerem agroecossistemas mais artificializados do que os tradicionais. Ao perceber que a produção por hectare teve um aumento expressivo, o uso e a criação de agentes químicos aumentaram drasticamente, de modo que toda a produção agrícola passou a depender desses produtos (Rodrigues; Féres, 2022).

Os agrotóxicos têm o intuito de prevenir que as lavouras fossem arrasadas por qualquer tipo de pragas e garantir maior produtividade. Entre esses pesticidas, destacam-se os organofosforados, que passaram a ser amplamente utilizados devido à sua alta eficácia no controle de insetos que atacam culturas agrícolas como soja, milho e algodão (Dutra; Sousa, 2017).

2.2.2 Importância econômica da cultura da soja no Brasil

Entre diversas culturas agrícolas, a soja se destaca como um dos commodities de maior interesse econômico, devido sua grande versatilidade. O grão é amplamente utilizado na produção de óleo vegetal, ração animal, combustível e uso industriais, além de possuir grande importância no comércio internacional (Vieira Filho, 2024).

Atualmente o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores dessa matéria prima, consolidando essa cultura como um dos pilares do agronegócio. Esse crescimento, está amplamente relacionado a grande demanda externa por proteínas de origem animal, e a utilização do farelo de soja como matéria prima para formulações de ração para esses animais e como base alimentar de diversos países (EMBRAPA, 2023).

2.2.3 Principais defensivos agrícolas utilizados em lavouras

Os agrotóxicos são compostos químicos aplicados em ambientes rurais e urbanos para o controle de organismos capazes de interferir no equilíbrio do meio onde estão inseridos (Brasil, 2002). Entre os principais tipos empregados na agricultura, destacam-se os herbicidas, inseticidas, fungicidas, nematicidas e acaricidas, cada qual com funções específicas, sendo sua aplicação determinada conforme a necessidade do produtor (Costa et al., 2024). Dentre os compostos mais utilizados no mercado, destacam-se: organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides. Esses produtos são amplamente empregados devido sua eficiência no

controle de pragas e ao aumento da produtividade agrícola, especialmente em culturas de larga escala, como soja e milho (Lima et al., 2023).

A comercialização expressiva de agrotóxicos no Brasil evidencia a forte dependência do modelo agrícola intensivo em relação aos defensivos químicos. Conforme apresentado no quadro 1, o glifosato lidera o ranking dos ingredientes ativos mais vendidos no país em 2024, com aproximadamente 231 mil toneladas comercializadas, correspondendo a 41% das vendas nacionais, valor significativamente superior ao dos demais compostos. Em seguida, destacam-se o mancozebe, com cerca de 75 mil toneladas e participação de 13% no mercado, e o 2,4-D, com aproximadamente 60 mil toneladas vendidas em território brasileiro, representando 11% do total comercializado (Figura 1). Esse cenário reflete a crescente intensificação da produção agrícola e a busca contínua por aumento da produtividade, ao mesmo tempo que amplia discussões acerca dos impactos e potenciais efeitos tóxicos associado ao uso indiscriminado dessas substâncias (Ferreira et al., 2022).

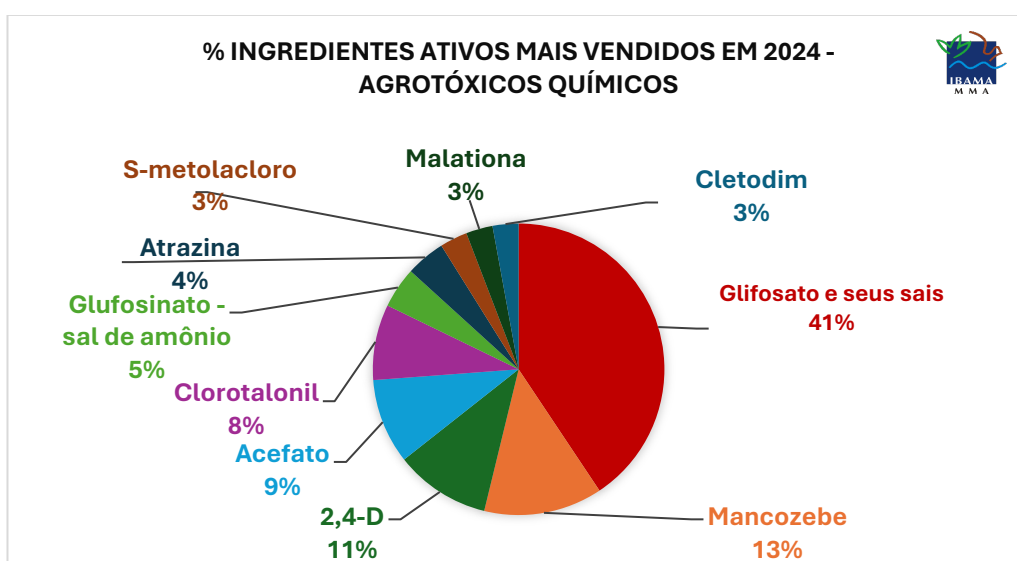


Figura 1- Distribuição percentual dos principais ingredientes ativos de agrotóxicos mais comercializados e utilizados no Brasil no ano de 2024, destacando a predominância do glifosato e seus sais em relação aos demais compostos químicos empregados na produção. Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Quadro 1- Agrotóxicos mais vendidos no Brasil no ano de 2024.

OS 10 INGREDIENTES ATIVOS MAIS VENDIDOS - AGROTÓXICOS QUÍMICOS*		
2024		
<i>Unidade de medida: tonelada de Ingrediente Ativo (IA) de Produto Formulado</i>		
Ingrediente Ativo	Quantidade	Posição
Glifosato e seus sais	231.888,21	1º
Mancozebe	75.086,48	2º
2,4-D	60.339,62	3º
Acefato	53.879,03	4º
Clorotalonil	47.865,96	5º
Glufosinato - sal de amônio	25.902,72	6º
Atrazina	24.909,22	7º
S-metolacoloro	17.441,45	8º
Malationa	16.886,01	9º
Cletodim	16.394,20	10º

Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

2.2.4 Riscos para saúde humana e animal

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) afirma que os agrotóxicos são responsáveis por cerca de 70 mil casos anuais de intoxicações agudas e crônicas que evoluem para óbito em países em desenvolvimento (Carneiro et al., 2015). A exposição a essas substâncias pode desencadear diversas doenças, dependendo do produto que foi utilizado, do tempo de exposição e da quantidade absorvida pelo organismo. Ademais, toda população que está presente em áreas de risco ou se alimenta de produtos e água contaminada é suscetível a exposições múltiplas a agrotóxicos. Determinados grupos populacionais, como idosos, crianças e adolescentes, são considerados mais vulneráveis devido às alterações metabólicas, imunológicas e hormonais características dessas fases da vida (Sarpa, 2010).

2.2.5 Formas de exposição

A maioria das exposições que acometem os seres humanos inicia-se no trabalho, quando, por inalação, contato dérmico, aplicação, preparo do aditivo químico ou ingestão durante a manipulação, as pessoas passam entrar em contato diariamente com essas substâncias (CDCP, 2009). Destacam-se as intoxicações ocupacional entre os trabalhadores da agricultura, pecuária e de empresas dedetizadoras (Tabela 1 e 2). Ademais, a contaminação ambiental também representa um importante fator de risco, uma vez que as pulverizações agrícolas promovem a dispersão dessas substâncias no meio ambiente, contaminando diferentes áreas e expondo a população aos seus efeitos. Outra forma de exposição ocorre pelo contato com fômites, como roupas de trabalho e equipamentos de proteção individual, que podem carregar resíduos e favorecer a contaminação do trabalhador, de sua família e animais que ocupam o mesmo ambiente (Londres, 2012).

Tabela 1- Número de registros de intoxicação causados por aditivos químicos, envolvidos na intoxicação ocupacional (envenenamento ou danos à saúde causado pela exposição a agentes químicos, físicos ou biológicos no ambiente de trabalho) em 2024.

SUBSTÂNCIAS/ PRINCÍPIO ATIVO ENVOLVIDO NA INTOXICAÇÃO OCUPACIONAL, 2024	
GLIFOSATO	14
METOMIL	9
AGROTOXICO NÃO DETERMINADO	7
PICLORAM	6
2,4-D	5
ATRAZINA	3
CLORPIRIFOS	2

Fonte: SCORPION- Indicadores de Saúde da Secretária de Estado da Saúde de Goiás (SES-GO/2024).

2.2.6 Principais efeitos à saúde

Os efeitos decorrentes da exposição aos agrotóxicos podem manifestar-se de diferentes maneiras, dependendo do produto utilizado e do tempo de exposição. Na intoxicação aguda, os sintomas costumam surgir rapidamente e variam conforme a via de contato. Na exposição dérmica, podem ocorrer irritação na pele, ardência, desidratação e alergias. Na exposição inalatória, são comuns sintomas como ardência no nariz e na boca, tosse, coriza, dor no peito e dificuldade respiratória. Já na exposição oral, podem surgir irritação da boca e garganta, dor de

estômago, náuseas, vômitos e diarreia. Os efeitos crônicos, por sua vez, aparecem após exposições repetidas a pequenas quantidades de agrotóxicos. Entre os principais efeitos estão dificuldade para dormir, esquecimento, aborto, impotência, depressão, problemas respiratórios graves, alterações no funcionamento do fígado e dos rins, alterações hormonais relacionadas à tireoide, aos ovários e à próstata, infertilidade, malformações e prejuízos ao desenvolvimento intelectual e físico das crianças. Além disso, estudos apontam determinados grupos de agrotóxicos como prováveis ou possíveis carcinogênicos, representando um importante risco à saúde pública (Instituto Nacional de Câncer, 2023).

Tabela 2- Número de registros dos motivos e circunstâncias de intoxicação por defensivos químicos em 2024.

CIRCUNSTÂNCIAS DA INTOXICAÇÃO POR AGROTOXICO, 2024.	
IGNORADA	1
AMBIENTAL	1
VIOLENCIA/ MAUS TRATOS/ HOMICIDIO	1
ABUSO	1
NÃO PREENCHIDO	1
OUTRA	2
USO INDEVIDO	2
ACIDENTAL	61
OCUPACIONAL	70
TENTATIVA DE SUÍCIDIO	82

Fonte: SCORPION- Indicadores de Saúde da Secretária de Estado da Saúde de Goiás (SES-GO/2024).

2.3 Exposição de animais domésticos a pesticidas

Animais de companhia são frequentemente utilizados como modelos de estudo para problemas que também afetam os seres humanos, sendo usualmente denominados cães sentinelas. Nessa abordagem, os animais são utilizados como indicadores de risco à saúde humana e contaminantes presentes no meio ambiente, uma vez que podem desenvolver doenças relacionadas a poluição e compostos químicos antes dos humanos, atuando como um aviso prévio. Além disso, animais de companhia tem expectativa de vida menor que humanos, resultando em manifestações precoces de câncer ou intoxicação (De Biase et al., 2023).

Animais são mais sensíveis e apresentam sintomas mais fáceis e mais rápido que os humanos, e os altos níveis de contaminação de um ecossistema pode gerar resíduos nos mais

variáveis âmbitos, seja na água, solo, no ar, e alimentos. Estudos recentes demonstram que animais expostos podem acumular esses compostos em seus tecidos, servindo como indicadores confiáveis da qualidade ambiental. Em um estudo publicado na revista Scientific Reports, mostram o caso de três araras-azuis (*Anodorhynchus hyacinthinus*), que foram encontradas em uma fazenda remota no Pantanal do Rio Negro, Mato Grosso do Sul, uma morta e outras duas com vida. Este espécime em particular apresentava extravasamento de fluido corporal na cavidade oral e no nariz. Os outros dois indivíduos foram encontrados vivos, mas apresentavam sintomas neurológicos e logo morreram da mesma forma, após necropsia, a análise indicou intoxicação hepática por organofosforado, antes do óbito foi relatado ainda que elas apresentavam, tremores, convulsões, paralisia e descoordenação motora. Como os cães e as aves compartilham do mesmo espaço, podem ser expostos da mesma maneira e apresentar biomarcadores semelhantes de intoxicação (Vicente; Guedes,2021).

Com a crescente substituição de pastagens por plantações, impulsionada pelo arrendamento de terras, o uso de agrotóxicos tem seu expressivo aumento, havendo uma necessidade de avaliar os impactos dessa mudança, especialmente em cães que vivem em áreas rurais. Esses animais estão frequentemente expostos a pesticidas, servindo como indicadores biológicos dos efeitos deletérios a agricultura. Ou seja, a correlação entre a exposição a pesticidas e a incidência de distúrbios nos animais de companhia podem mostrar de maneira mais ampla os impactos sobre a biodiversidade local e a saúde dos ecossistemas (Losch et al.,2022).

2.4. Efeitos dos pesticidas no sistema cardiovascular

2.4.1. Toxicidade cardiovascular de pesticidas.

Pesticidas podem exercer efeitos tóxicos diretos e indiretos sobre o sistema cardiovascular, afetando a estrutura e a função do miocárdio, bem como a integridade dos vasos sanguíneos. A exposição pode ser aguda ou crônica, sendo capaz de desencadear alterações elétricas, estruturais e metabólicas. Os produtos agroquímicos estão associados ao desenvolvimento de infarto do miocárdio, insuficiência cardíaca congestiva, acidente vascular cerebral, arritmia e morte súbita (Georgiadis et al., 2018).

2.4.2. Alterações fisiopatológica

As alterações fisiopatológicas cardíacas estão associadas à ação de pesticidas que promovem a inibição de hidrolases de ésteres carboxílicos, especialmente da acetilcolinesterase

(AChE). Entre os principais efeitos adversos relacionados a esse mecanismo destaca-se a indução de estresse oxidativo no tecido miocárdico. Outros efeitos observados devido à exposição a pesticidas que alteram a função dos canais de sódio dependentes de voltagem, está associada ao desenvolvimento de distúrbios elétricos cardíacos, disfunção miocárdica, correspondente a aproximadamente 15% das alterações observadas, a doença arterial coronariana, responsável por cerca de 8% dos casos relatados. Tais alterações apresentam distribuição universal entre os variados mecanismos de ação dos defensivos agrícolas. As manifestações cardíacas a longo prazo incluem prolongamento do intervalo QT, com ou sem aumento simultâneo da troponina (proteína essencial para contração dos músculos, incluindo o coração) e em muitos casos sem anormalidades anatômicas ou histopatológicas evidentes (Georgiadis et al., 2018).

2.5 Ecocardiografia na detecção de cardiotoxicidade

As manifestações clínicas da cardiotoxicidade podem variar de agudos até quadros de insuficiência cardíaca congestiva. Entre os sinais habituais o paciente pode apresentar miopericardite, arritmias, hipertensão arterial, insuficiência cardíaca congestiva e doença isquêmica. Dentre os principais métodos de diagnóstico para a avaliação cardíaca se encontra o ecocardiograma, o qual tem sido amplamente utilizado pelo seu caráter não invasivo e de baixo custo. O ecocardiograma possibilita a avaliação não apenas da função cardíaca, mas também de estruturas como valvas, pericárdio e outros parâmetros anatômicos e funcionais. Contudo, este método não é tão sensível e depende de alguns fatores como pré-carga cardíaca, qualidade da imagem e experiência do examinador. Ademais o exame também permite detectar alterações precoces antes de possíveis alterações clínicas, auxiliando em um possível prognóstico antecipado (Piveta; Fischer, 2017).

Na ecocardiografia as alterações identificadas vão depender da doença cardíaca presente. O exame vai avaliar a estrutura, função, fluxo sanguíneo, e a presença de líquidos ao redor do coração. Contudo as principais anormalidades observadas vão ser: alteração de tamanho das câmaras cardíacas (dilatação dos átrios e ventrículos/ hipertrofia ventricular), alteração da função cardíaca (redução da função sistólica do ventrículo/ alteração da função diastólica), alteração valvares (espessamento das válvulas/ prolapso valvar/ regurgitação valvar/ estenose valvar) e alteração no fluxo sanguíneo (turbulência do fluxo no Doppler/ aumento da velocidade do fluxo em estenoses/ presença de shunts cardíacos), (Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

Como já citado anteriormente, a miopericardite e a insuficiência cardíaca congestiva são manifestações esperadas em quadros de cardiotoxicidade, elas podem se apresentar de variadas maneiras ao ecocardiograma. A miopericardite envolve inflamação simultânea do miocárdio e do pericárdio. No exame ecocardiográfico, podem ser observados espessamento do pericárdio, dilatação ventricular, redução da função sistólica e hipocinesia miocárdica (contração diminuída). Paciente intoxicados também podem manifestar Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC), relacionada ou não a miopericardite, que quando avaliada apresenta alterações estruturais (dilatação do átrio esquerdo/ dilatação ventricular e cardiomegalia), alterações funcionais (diminuição da contratilidade/ redução da fração de ejeção), sinais indiretos de congestão como derrame pericárdico e dilatação da veia cava caudal, além de alterações que são vistas no Doppler como regurgitação mitral e alterações no fluxo pulmonar (Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

2.6 Ecocardiografia na medicina veterinária

2.6.1. Princípios da ecocardiografia.

O ecocardiograma se baseia no uso do ultrassom para avaliar estruturas e a função do coração em tempo real. A técnica utiliza ondas sonoras de alta frequência, transmitidas por um transdutor, que serão refletidas pelo órgão em forma de eco e é convertida em imagens em um monitor (Figura 2) (Penninck; D'Anjou, 2025).

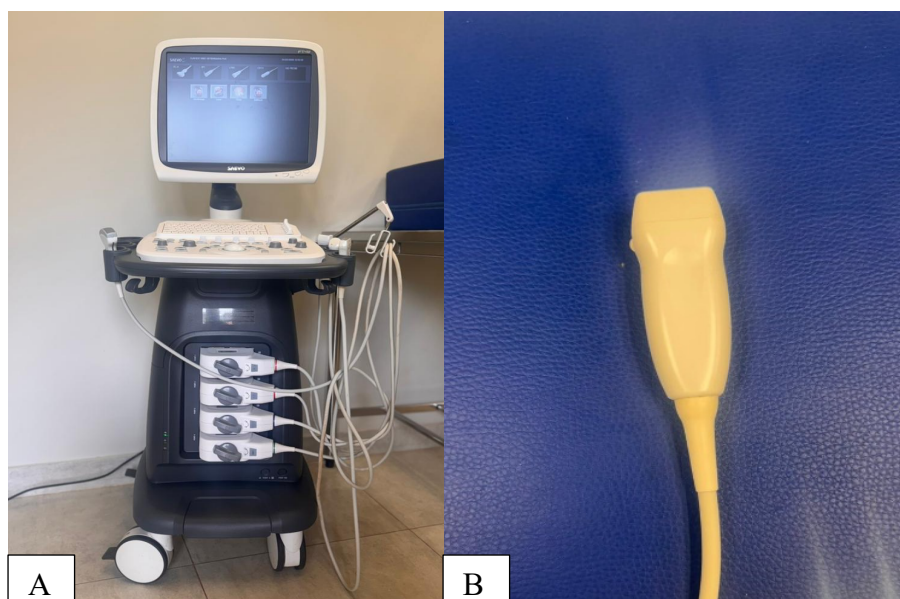


Figura 2- Equipamento utilizado para a realização do exame de ecocardiografia na Clínica Escola da PUC Goiás. (A) Aparelho de ultrassonografia empregado para a obtenção das imagens cardíacas. (B) Transdutor ultrassônico, setorial, responsável pela emissão e captação das ondas sonoras que possibilitam a formação das imagens do coração.

Fonte: Acervo pessoal (2026).

2.6.2 Modos ecocardiográficos (B, M, Doppler)

O ecocardiograma funciona através de modos de visualização, o mais utilizados nas clínicas são o modo B, M e Doppler, cada um possui funcionalidades capazes de fornecer informações distintas do coração. O modo B fornece imagens em tempo real do coração, obtidas por meio de planos de corte em duas dimensões, na qual é prescindível para a avaliação e visualização morfológica da estrutura. O modo M apresenta um gráfico com diferentes ecogenicidades, que se alteram de acordo com a profundidade e o tipo de tecido (Figura 3). Esse tipo de avaliação permite ao médico veterinário a mensuração precisa de dimensões das cavidades cardíacas, espessura da parede, dinâmica das valvas e dos vasos sanguíneos, além de possibilitar a realização de cálculos que identifiquem alterações nas funções cardíacas (Boon, 2011; Cardoso et al., 2016; Chetboul et al., 2012).

O modo doppler é o encarregado por detectar o deslocamento do sangue, no qual as hemácias funcionam como refletores das ondas ultrassônicas, quando entram em contato. Esta técnica se subdivide em Doppler contínuo e pulsado. O doppler contínuo produz um sinal

integrado, representando a variação da velocidade de todas as estruturas móveis ao longo do feixe ultrassônico, contudo sem possibilitar a localização precisa da profundidade do fluxo. Tendo isso em mente, foi desenvolvido o doppler pulsado, que permite uma avaliação direcionada do fluxo sanguíneo em um ponto específico, com base na recorrência de repetições de pulso, propiciando a detecção de alterações hemodinâmicas, como a regurgitação das valvas atrioventriculares (Penninck; D'Anjou, 2025).

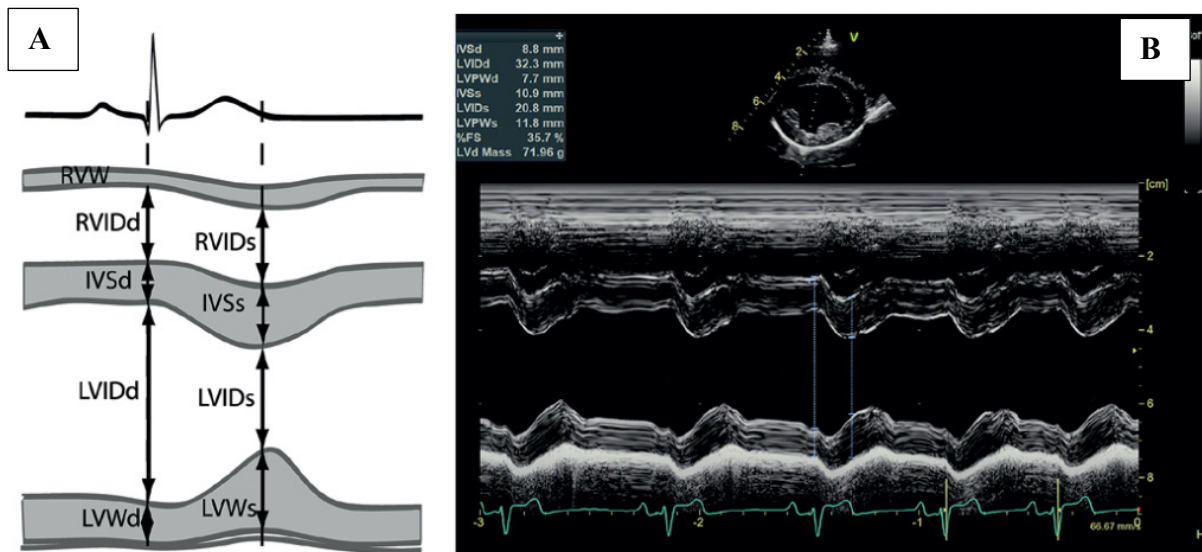


Figura 3- (A) Esquema do corte ecocardiográfico em modo M. (B) Corte ecocardiográfico em modo M (M-mode), utilizado para avaliação do movimento e das dimensões das estruturas cardíacas durante o ciclo cardíaco, auxiliando na análise da função sistólica. RVW- parede livre do ventrículo direito. RVIDd- diâmetro interno do ventrículo direito em diástole. IVSd – septo interventricular em diástole. LVIDd- diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole. LVWd – parede livre do ventrículo direito em diástole. RVIDs- diâmetro interno do ventrículo direito em sístole, LVIDs – diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole. LVWs – parede livre do ventrículo direito em sístole.

Fonte: Penninck; D'Anjou, 2025.

2.6.3 Aplicações na avaliação cardíaca de cães.

Os transdutores usados para estudos veterinários devem fornecer imagens adequadas em uma ampla gama de profundidades, considerando a variação no tamanho e conformação do paciente. Os transdutores modernos são multifrequenciais e permitem que o ecocardiografista altere a frequência durante o exame sem precisar trocar constantemente de transdutor. Pacientes maiores requerem o uso de frequências baixas, enquanto animais menores necessitam de frequências altas. Isso ocorre porque, em corpos menores, as ondas ultrassônicas não precisam

atravessar grande profundidade tecidual, permitindo a utilização de frequências mais altas, que proporcionam maior resolução e melhor detalhamento das estruturas. Em contrapartida, em animais de maior porte, a distância que a onda precisa percorrer é maior. Dessa forma, torna-se necessário utilizar frequências mais baixas, que apresentam maior capacidade de penetração para que o feixe consiga chegar até as estruturas mais profundas. A escolha do transdutor é um fator que terá grande impacto no resultado do exame, e depende principalmente de três fatores: o formato do transdutor, frequência e tamanho do paciente. De modo geral, felinos e cães da raça Toy geralmente exigem transdutores com frequência entre 7 e 12 MHz, enquanto cães de grande porte requerem transdutores de menor frequência, na faixa de 3 a 5 MHz (Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

Um ecocardiograma é melhor realizado em uma sala escura e em um ambiente calmo. A maioria dos pacientes pode ser examinada sem sedação, sob contenção suave. Se a sedação for necessária, a preferência é usar sedativos leves que podem ser administrados em casa antes do exame como gabapentina (especialmente útil em gatos) e/ou trazodona. O exame é realizado com o animal em decúbito lateral, começando pelo lado direito. Geralmente, utiliza-se uma mesa com um recorte na borda, outros auxiliares costumam segurar o animal, e os membros anteriores são puxados ligeiramente para a frente (Figura 4). A janela acústica é identificada pela palpação do impulso apical. Um pequeno quadrado de pelo é então cortado, ou o pelo pode ser separado usando álcool isopropílico, e uma quantidade generosa de gel de ultrassom é usada para a transmissão acústica (Penninck; D'Anjou, 2025).

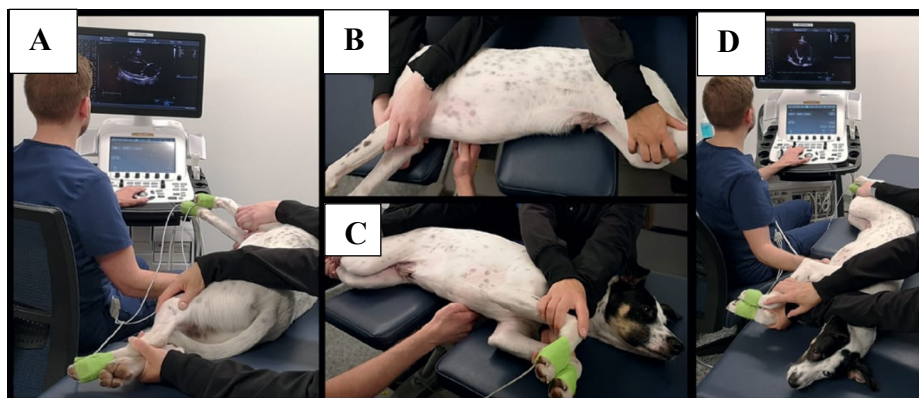


Figura 4- Posicionamento do paciente para o exame ecocardiográfico, evidenciando a região de acesso ao tórax para obtenção das janelas ecocardiográficas, fundamentais para a avaliação morfológica e funcional das estruturas cardíacas. A e B – decúbito lateral direito, para obtenção das janelas em eixo longo e curto. C e D – decúbito lateral esquerdo, para obtenção das janelas apicais.

Fonte: Penninck; D'Anjou, 2025

2.6.4 Janelas utilizadas

A ecocardiografia utiliza diferentes planos de imagem para permitir a avaliação completa das estruturas cardíacas. Esses planos são obtidos principalmente a partir das janelas paraesternais direita e esquerda, localizados nos espaços intercostais. A partir da janela paraesternal direita, são obtidas imagens em eixo longo (Figura 5), que possibilitam ver as quatro câmaras cardíacas, valvas atrioventriculares e a saída do ventrículo esquerdo (onde o sangue oxigenado passa antes de ser bombeado para o corpo através da valva aórtica), e imagens de eixo curto, que avalia diferentes planos do coração, como músculo papilares, cordas tendíneas, válvula mitral, relação átrio esquerdo/aorta, válvula aórtica e artéria pulmonar (Figura 6 e 7). Já a janela paraesternal esquerda permite a obtenção de imagens apicais, observando as câmaras quatro, cinco, três e duas, no qual facilitam a análise da câmara cardíaca, da aorta e das veias de grande calibre, além de imagens craniais voltadas para o trato de saída do ventrículo esquerdo, artéria pulmonar e átrio direito (Figura 8). Esses diferentes planos ajudam em uma avaliação detalhada da anatomia e função do coração, e detecção de possíveis patologias (Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

Cada corte ecocardiográfico permite a avaliação de fluxos específicos. No corte apical quatro câmaras avaliam-se os fluxos transmitral e tricúspide; no corte apical cinco câmaras é

observado a via de saída do ventrículo esquerdo o fluxo aórtico; e no eixo curto paraesternal direito avalia-se a via de saída do ventrículo direito e o fluxo pulmonar (Figura 4), (Penninck; D'Anjou, 2025).

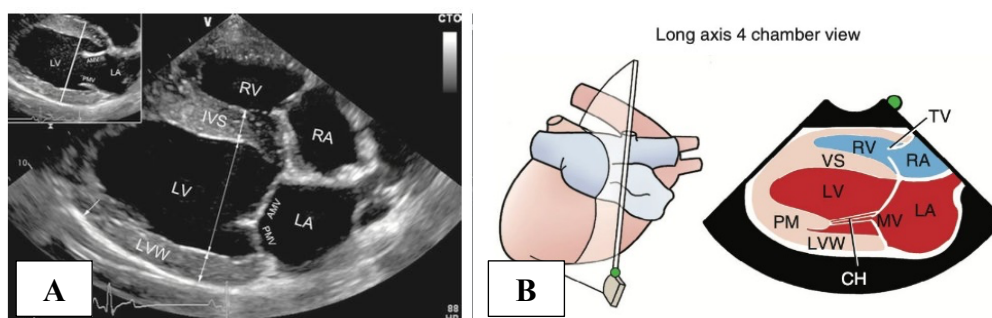


Figura 5- Imagens de eixo longo do tórax direito (Figura A – Corte ecocardiográfico e Figura-B – Desenho esquemático). A imagem de eixo longo de 4 câmeras demonstra o Átrio direito (RA) e o Ventrículo Direito (RV) no campo próximo e o AE – átrio esquerdo e o VE- ventrículo esquerdo, no campo distante. Os septos atrial e ventricular são aproximadamente perpendiculares ao feixe central de ultrassom. A anatomia das válvulas mitral e tricúspide pode ser avaliada neste plano com imagens de plano fino. MV – Válvula mitral, TV – Válvula tricúspide, CH – Cordas tendíneas.

Fonte: Penninck; D'Anjou, 2025.

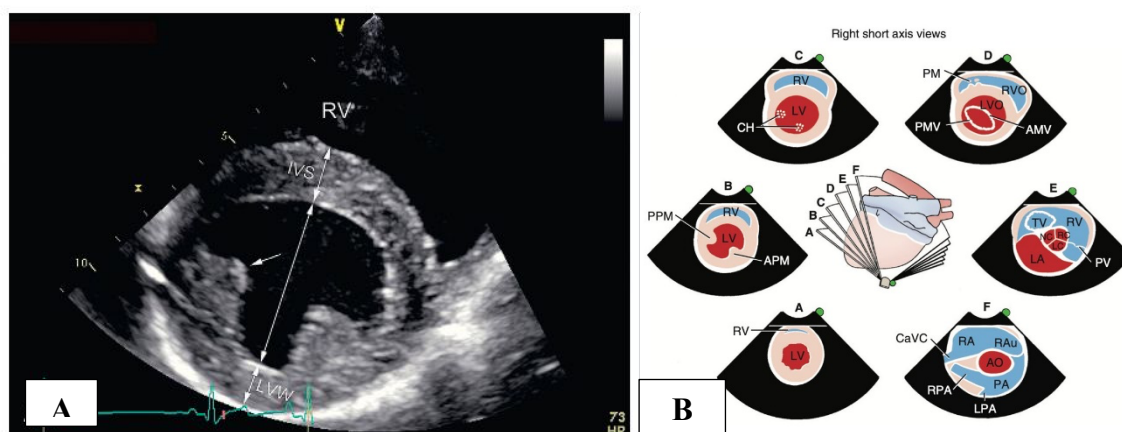


Figura 6- Imagens do eixo curto do tórax direito (Figura A – Corte ecocardiográfico e Figura-B – Desenho esquemático). Figura A corresponde ao corte B do desenho esquemático, níveis do músculo papilar (B), sendo possível avaliar o ventrículo direito (RV), septo interventricular (IVS), ventrículo esquerdo e parede livre do ventrículo esquerdo (LVW). Esse corte é utilizado para obtenção do modo-M e mensuração das frações de ejeção e encurtamento.

Fonte: Penninck; D'Anjou, 2015.

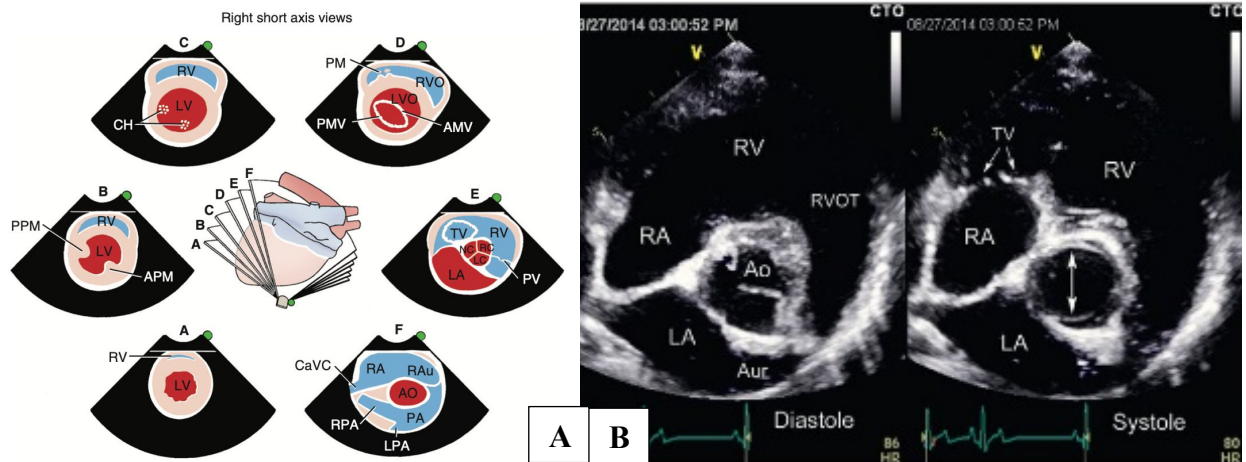


Figura 7- Imagens do eixo curto do tórax direito (Figura -A – Desenho esquemático e Figura B – Corte ecocardiográfico correspondente ao corte E do desenho esquemático). Figura B corresponde ao corte E do desenho esquemático, nível do átrio esquerdo e via de saída do ventrículo direito (B), sendo possível avaliar o ventrículo direito (RV), Ao-aorta, RA – átrio direito, LA – átrio esquerdo, Auc – aurícula esquerda, TV – válvula tricúspide ventrículo. Este corte é utilizado para obtenção da razão átrio esquerdo/aorta e fluxo pulmonar.

Fonte: Penninck; D’Anjou, 2015.

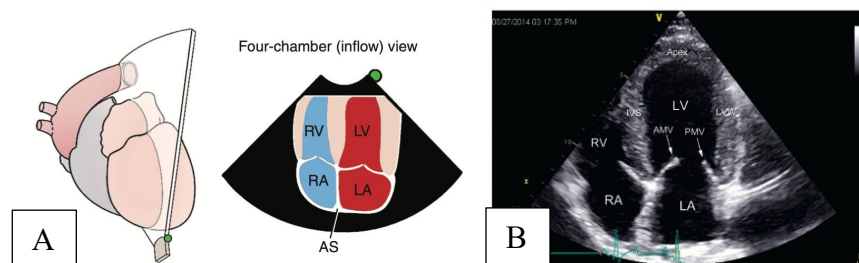


Figura 8 -Imagem representativa do corte das quatro câmaras cardíacas. (Figura A – Desenho esquemático e Figura B – Corte ecocardiográfico). Figura A: desenho esquemático ilustrando as estruturas cardíacas visualizadas nesse plano. Figura B: imagem ecocardiográfica correspondente, demonstrando as quatro câmaras do coração (RA: átrio direito, LA: átrio esquerdo, RV: ventrículo direito e LV: ventrículo esquerdo) utilizadas para avaliação da anatomia, função cardíaca e obtenção dos fluxos transvalvares.

Fonte: Penninck; D’Anjou, 2025.

2.6.5 Vantagens e limitações do método.

Com base no livro *Atlas of Small Animal Ultrasonography*, de Dominique Penninck e Marc-André d'Anjou, a ecocardiografia apresenta algumas vantagens e limitações importantes. Esse tipo de exame é um método não invasivo que permite visualização em tempo real das estruturas cardíacas, avalia de maneira sucinta a morfologia e as estruturas do coração (câmera, válvulas e fluxo sanguíneo), pode ser repetido várias vezes para monitoramento e progressão da doença, baixo custo de realização e não utiliza radiação ionizante. Contudo, limitações existem, o ecocardiograma ainda necessita de um operador, janela acústica limitada em alguns pacientes (costelas, ar no pulmão e obesidade). O exame permite avaliar de forma eficiente a estrutura e a função cardíaca, porém não substitui exames complementares, como o eletrocardiograma e a radiografia. Além disso, a qualidade das imagens obtidas pode variar de acordo com o equipamento utilizado e com o posicionamento do animal durante o procedimento (Penninck; D'Anjou, 2025).

2.6.6 Importância do monitoramento cardíaco em animais expostos a pesticidas.

Poucos são os estudos que fornecem informações sobre a extensão dos efeitos nocivos em animais expostos aos agrotóxicos, a maioria dos dados que são estipulados aos animais são de pesquisas feitas em humanos. Hoje toda família tem pelo menos um animal de estimação e consequentemente eles têm os mesmos acessos por onde os tutores passam, muitas vezes as patologias coincide, mas devido a fisiologia diferenciada os efeitos de um agrotóxico na saúde animal pode ser mais severo e ter efeitos distintos em comparação aos humanos (Garud et al., 2024; Evalen et al., 2024).

Com o estreitamento da fronteira urbana-agrícola, cada vez mais os animais estão tendo o contato com os pesticidas. Diante disso, o monitoramento cardíaco é fundamental para identificar precocemente alterações cardiovasculares, pois o coração está entre os órgãos que podem ser afetados pela exposição crônica a essas substâncias, permitindo a detecção de danos antes que evoluam para casos mais graves ou até mesmo para o óbito, e ter tais biomarcadores são essenciais na avaliação da toxicidade nos animais. Além de auxiliar no diagnóstico, o ecodopplercardiograma permite monitorar a evolução das doenças e avaliar a resposta ao tratamento, sendo um exame seguro, não invasivo e repetível. Sua sensibilidade e especificidade na avaliação da função sistólica e diastólica, dos fluxos intracardíacos e das pressões intracavitárias, proporcionam um entendimento aprofundado da hemodinâmica do paciente, auxiliando na determinação do prognóstico (Penninck; D'Anjou, 2025). Ter tais dados

são extremamente relevantes para saúde animal e para a sociedade que consegue através de pesquisas ter um panorama da extensão dos danos que o uso desregulado dos pesticidas pode causar (Peritore et al., 2023; Zago et al., 2022).

A exposição dos animais aos contaminantes não representa apenas um problema veterinário, mas também um importante indicador de risco ambiental, dentro da perspectiva de Saúde Única, abordagem que reconhece a interdependência entre a saúde humana, a saúde animal e a saúde ambiental. Dessa forma, compreende-se que não é possível promover e proteger adequadamente a saúde das pessoas sem considerar também a saúde dos animais e a qualidade do ambiente em que todos vivem (Garud et al., 2024; Toniasso et al., 2025).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Delineamento de estudo

Este é um estudo observacional, transversal e descritivo. No qual as avaliações clínicas e coletas de dados serão realizadas nas propriedades participantes do estudo. A coleta de amostras foi realizada nos municípios de Bela Vista de Goiás. Essa escolha é justificada pelo avanço do arrendamento de terras para o plantio de soja nessas regiões, em substituição das atividades pecuárias (Governo de Goiás, 2023).

3.2. População e amostra

Este estudo incluirá grupo de cães de ambos os sexos, todos com idades entre 2 e 9 anos completos. Foi formado por 11 cães que residem em propriedades rurais associadas ao cultivo de soja, onde há uso regular de pesticidas. Este grupo visa investigar a exposição direta e os possíveis efeitos adversos da prática agrícola moderna e uso de pesticidas na saúde dos cães.

3.3. Variáveis analisadas

Os animais foram submetidos a exames ecocardiográficos e as variáveis analisadas foram as seguintes: avaliação qualitativa e quantitativa em modo-B e M, mesurando as câmaras e avaliando a função sistólica, Doppler pulsado e Doppler colorido dos fluxos transvalvares

com obtenção a avaliação qualitativas e quantitativa do padrão de velocidade e avaliação em Doppler tecidual para análise do padrão de relaxamento (função diastólica).

3.4. Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada com total apoio entre professores e alunos de iniciação científica da PUC Goiás. Na qual agiram de forma a fornecer total bem-estar aos animais, que participaram do projeto, de modo a mitigar o máximo possível alterações devido ao estresse. Neste presente estudo os dados foram obtidos através de um aparelho de ultrassonografia portátil.

Foi utilizado o aparelho ultrassonográfico Samsung MySono U6, um sistema de ultrassom portátil, para a realização do ecocardiograma com os seguintes transdutores: Setorial Adulto PN2-4 e Setorial Pediátrico SP3-8 – Samsung, que foi selecionado de acordo com o peso do animal (adulto ou pediátrico).

Para a realização dos ecodoppler cardiogramas, os animais não foram submetidos à prévia sedação, sendo posicionados em decúbitos lateral, direito e esquerdo, para obtenção das imagens em uma mesa específica para ecocardiografia, seguindo-se a aplicação de gel acústico para uma melhor condução das ondas, após prévia tricotomia do tórax. Utilizando transdutor multifrequencial phased array de 2,0/8,0MHz e posicionando-o nas janelas paraesternal direita e esquerda, as imagens serão analisadas de acordo com o preconizado por De Madron et al. (2015) e Boon (2011).

Foram utilizados os modos bidimensionais, Doppler pulsado (PW), Doppler contínuo (CW), fluxo em cores (CF). A avaliação qualitativa do coração será obtida pelo modo bidimensional, fornecendo informações quanto ao movimento, anatomia cardíaca e relação espacial, bem como servindo de orientação para as imagens de modo-M, por meio do qual será realizada análise quantitativa, em sístole e diástole, das dimensões das câmaras cardíacas, espessura da parede livre do ventrículo esquerdo e do septo interventricular e avaliação dos movimentos valvares, permitindo, assim, cálculos de índices funcionais como a fração de encurtamento, fração de ejeção, índice cardíaco e débito cardíaco (Boon, 2011).

Por meio da ecocardiografia Doppler (pulsado, contínuo e de fluxo em cores), será identificado o fluxo sanguíneo transmitral no coração, quantificado quanto à direção, velocidade e turbulência, estabelecendo a presença ou ausência de insuficiência valvar decorrente de regurgitações. O Doppler de fluxo em cores será empregado nas imagens apicais

quatro e cinco câmeras que permitem uma melhor e mais adequada identificação e avaliação direta do fluxo sanguíneo, bem como para auxiliar o posicionamento do cursor para a mensuração da velocidade do mesmo por meio de Doppler pulsado.

O Doppler pulsado permitirá mensurar a função diastólica dos cães por meio da avaliação do fluxo transmitral obtendo-se os valores de velocidade máxima da onda E (Vmáx. E), velocidade máxima da onda A (Vmáx. A), relação E/A (E/A) e tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV).

Os ecodopplercardiogramas serão realizados e analisados de acordo com os critérios da Sociedade Americana de Ecocardiografia e do Comitê de Ecocardiografia do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária (Boon, 2011; De Madron et al., 2015). Os valores obtidos serão comparados com os já publicados para a espécie (De Madron et al., 2015; Boon, 2011).

3.4 Análise de dados

Os dados obtidos na coleta, foram estritamente avaliados por profissionais qualificados seja durante o exame e na hora da criação dos laudos. Pacientes que possuírem qualquer tipo de patologia cardíaca adquira como degeneração de valva mitral, ou congênita, foram excluídos do estudo.

3.5 Limitação do estudo

A limitação do estudo se dá pela não colaboração do animal na hora do exame, seja pelo estresse causado pela síndrome do jaleco branco, ou outros fatores externos que podem gerar alterações biológicas como: excitação, taquicardia e alterações respiratórias que podem agir diretamente nos parâmetros ecocardiográficos e dificultando a padronização de resultados.

4. RESULTADOS

No presente estudo, foram avaliados 11 indivíduos da espécie canina (*Canis lupus familiaris*). Entretanto, um animal foi excluído da amostra por apresentar doença cardíaca adquirida, totalizando 10 indivíduos incluídos nas análises. Os animais avaliados apresentaram peso médio de 8,1 kg, (Quadro 5), sendo 5 machos e 5 fêmeas (Quadro 2), com idade variando

entre 2 e 9 anos (Quadro 3). Observou-se predominância de animais sem raça definida (SRD) (Quadro 4).

Quadro 2- Número total de cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja, diferenciando a quantidade de fêmeas e machos.

TOTAL DE PACIENTES	FÊMEA	MACHO
10	5	5

Quadro 3- Prevalência das idades de cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja, com número de animais e valor relativo.

IDADE PREVALENTE		
IDADES	Nº DE ANIMAIS	Nº RELATIVO
2 ANOS	2	20%
3 ANOS	1	10%
4 ANOS	2	20%
5 ANOS	1	10%
6 ANOS	1	10%
7 ANOS	2	20%
9 ANOS	1	10%

Quadro 4 - Número relativo e absoluto da prevalência de raças de cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.

PREVALENCIA DE RAÇAS		
RAÇAS	NÚMERO ABSOLUTO	VALOR RELATIVO
SRD	6	60%
CHIHUAHUA	1	10%
PINCHER	1	10%
YORKSHIRE	1	10%
GOLDEN	1	10%

Quadro 5 - Peso corporal (kg) e média geral dos cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.

PREVALÊNCIA DE PESO CORPORAL		
PESO CORPORAL (Kg)		DESVIO PADÃO
PACIENTE 1	3,6 kg	12,35kg
PACIENTE 2	3,6 kg	
PACIENTE 3	1,9 kg	
PACIENTE 4	9,1 kg	
PACIENTE 5	4,7 kg	
PACIENTE 6	10,4 kg	
PACIENTE 7	26,4 kg	
PACIENTE 8	40,8 kg	
PACIENTE 9	7,100 kg	
PACIENTE 10	14,1 kg	

O exame ecocardiográfico compreendeu a avaliação morfométrica do coração, analisando-se o septo ventricular, a parede livre e o diâmetro das cavidades do ventrículo esquerdo (tanto em sístole quanto em diástole). Adicionalmente, foram mensurados os índices de função sistólica, como a fração de ejeção e a fração de encurtamento, além dos parâmetros de função diastólica, incluindo o TRIV e a relação E/A. Por fim, avaliou-se a hemodinâmica por meio dos fluxos mitral, tricúspide, aórtico e pulmonar, com a respectiva determinação dos gradientes de pressão. A partir desses parâmetros foram elaboradas tabelas de Variáveis de Doppler Pulsado com média e desvio padrão e Variáveis de medidas ao modo-M e modo-B.

As variáveis obtidas por meio do Doppler pulsado encontram-se descritas no Quadro 5, apresentando os valores de média e desvio padrão das mensurações realizadas. A relação E/A apresentou média de $1,265 \pm 0,17$. O TRIV apresentou média de $50,25 \pm 3,16$ ms. A velocidade máxima do fluxo aórtico ($V_{\text{máx AO}}$) apresentou média de $64,80 \pm 10,67$ cm/s, abaixo do valor de referência 106 cm/s, enquanto o gradiente aórtico (Grad AO) apresentou média de $1,68 \pm 0,58$ mmHg. Para o fluxo pulmonar, a velocidade máxima pulmonar ($V_{\text{máx P}}$) apresentou média de $70,08 \pm 14,96$ cm/s, abaixo dos padrões fisiológicos de 84 cm/s e o gradiente pulmonar (Grad P)

apresentou média de $2,06 \pm 0,84$ mmHg (Figura 10). De modo geral, apesar de pequenas variações individuais observadas em alguns pacientes, os valores médios e os respectivos desvios padrão permaneceram dentro dos intervalos de referência descritos na literatura (Quadro 6 e Figura 9).

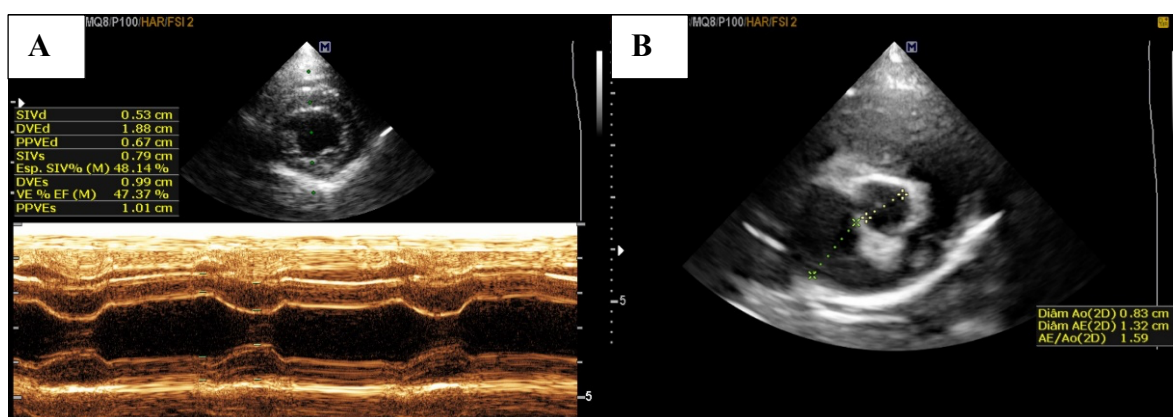


Figura 9- Imagem em modo M (A) e Modo-B (B), de um cão do estudo, avaliado em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, exposto a pesticidas utilizados em cultivo de soja. Imagem (A): SIVd - septo interventricular em diástole. DVED - diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole. PPVED - parede de ventrículo esquerdo em diástole. VE% Fração de encurtamento. DVEs - diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole. PPVEs - parede de ventrículo esquerdo em sístole. SIVs – septo interventricular em sístole. Imagem (B): Ao: aorta; AE: átrio esquerdo; AE/Ao: relação átrio esquerdo/aorta.

Fonte: Acervo pessoal (2026).

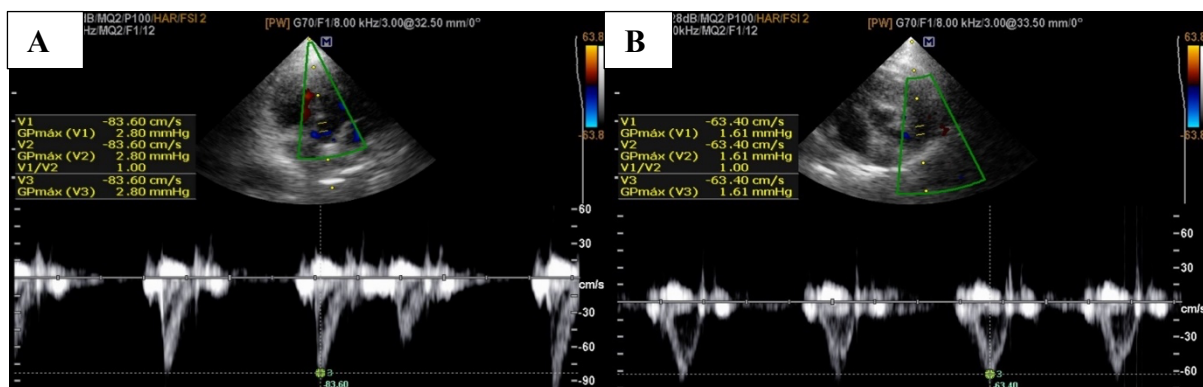


Figura 10- Imagem (A) - fluxo aórtico (B) -fluxo pulmonar, de um cão do estudo, avaliado em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, exposto a pesticidas utilizados em cultivo de soja. Imagem A e B: GPmáx - gradiente de Pressão Máximo. V - velocidade do fluxo medida.

Fonte: Acervo pessoal (2026).

Quadro 6- Variáveis de Doppler Pulsado com média e desvio padrão dos cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.

VARIÁVEIS DE DOPPLER PULSADO COM MÉDIA E DESVIO PADRÃO				
PARÂMETRO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	REFERÊNCIAS	REFERÊNCIA
E/A	1,265	0,17	1,63 (>1<2)	0,47
TRIV ms	50,25	3,16	41-73	**
Vmáx AO cm/s	64,80	10,67	106,0	21,0
Grad AO mmHg	1,68	0,58	**	**
Vmáx P cm/s	70,08	14,96	84,0	17,0
Grad P mmHg	2,06	0,84	**	**

As variáveis obtidas por meio das mensurações ecocardiográficas em modo-M e modo-B estão apresentadas na Quadro 6, com seus respectivos valores de média e desvio padrão. O SIVEd N apresentou média de $0,38 \pm 0,05$ cm, enquanto o DIVEd N apresentou média de $1,27 \pm 0,15$ cm. A espessura da parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVEd N) apresentou média de $0,4 \pm 0,07$ cm. Já o diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole (DIVEs N) apresentou média de $0,73 \pm 0,13$ cm. Em relação aos índices de função sistólica, a fração de ejeção (FE) apresentou média de $75,87 \pm 8,36\%$, enquanto a fração de encurtamento (FS) apresentou média de $43,26 \pm 7,11\%$. A relação átrio esquerdo/aorta (AE/Ao) apresentou média de $1,41 \pm 0,11$. De modo geral, os valores obtidos permaneceram dentro dos intervalos de referência descritos na literatura, indicando parâmetros ecocardiográficos compatíveis com normalidade nos animais avaliados (Quadro 7).

Quadro 7- Variáveis de medidas ao Modo-M e ao Modo-B dos cães avaliados em um condomínio de Chácaras no município de Bela Vista - GO, expostos a pesticidas utilizados em cultivo de soja.

VARIÁVEIS DE MEDIDAS AO MODO-M E MODO-B			
	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	REFERÊNCIA
SIVEd N cm	0,38	0,05	0,29-0,59
DIVEd N cm	1,27	0,15	1,27-1,85
PLVEd N cm	0,4	0,07	0,29-0,60
DIVEs N cm	0,73	0,13	0,71-1,26
FE %	75,87	8,36	> 45%
FS %	43,26	7,11	> 25%
AE/Ao	1,41	0,11	< 1,6

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstraram que, sob as condições de exposição avaliadas, os cães residentes em áreas próximas a lavouras de soja não apresentaram alterações significativas nos parâmetros ecocardiográficos. Além disso, não foi possível confirmar a exposição a agrotóxicos específicos, tampouco verificar a ocorrência de aplicação de pesticidas nas áreas residenciais ou em suas proximidades. Embora a literatura descreva amplamente a cardiotoxicidade associada à exposição a defensivos agrícolas, a ausência de tais achados nesse estudo pode ser atribuída a limitação no delineamento experimental (Georgiadis et al., 2018). É possível que o tempo de exposição e a carga dose-dependente não foi suficiente para atingir o limiar de remodelamento cardíaco, e manifestar danos detectáveis nos parâmetros analisados. Portanto, as variações nos resultados sugerem uma influência multifatorial, que inclui o estilo de vida do animal, condições de manejo, alimentação e intensidade do exercício físico (Shave et al., 2017).

As variáveis obtidas por meio do Doppler pulsado apresentaram valores médios compatíveis com os intervalos de referência descritos na literatura para a espécie. A relação E/A, utilizada como importante indicador da função diastólica ventricular, apresentou média de 1,265, sugerindo padrão de enchimento ventricular dentro da normalidade. De forma semelhante, o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), com média de 50,2ms, manteve-se dentro dos valores esperados, indicando adequada fase de relaxamento ventricular. Os

parâmetros hemodinâmicos avaliados por meio dos fluxos aórtico e pulmonar demonstraram alterações relevantes, uma vez que as velocidades máximas e os gradientes de pressão observados estão abaixo dos limites considerados fisiológicos (Boon, 2011; De Madron et al., 2015). A velocidade máxima do fluxo aórtico ($V_{\text{máx AO}}$) e pulmonar ($V_{\text{máx P}}$), avaliada por ecocardiografia Doppler nos cães, reflete de forma integrada a interação entre contratilidade miocárdica, pré-carga, pós-carga, frequência cardíaca e condições sistêmicas. Em cães clinicamente saudáveis, os valores médios situam-se entre 106 cm/s, podendo variar de acordo com o porte do animal, metodologia, e ou uso de sedação (Boon, 2011; Brown et al., 1991).

Reduções da contratilidade (por miocardiopatias subclínicas, depressão miocárdica tóxica ou metabólica), diminuição do volume circulante (retorno venoso) ou aumento da resistência vascular sistêmica (aumento da tenacidade/força), estão vinculados a diminuição da velocidade do fluxo aórtico, mesmo na falta de alterações estruturais do coração (Boon, 2011). Adicionalmente, a frequência cardíaca exerce influência sobre os parâmetros ecocardiográficos avaliados, e o uso de fármacos sedativos ou anestésicos podem promover vasodilatação e depressão do sistema nervoso e consequentemente diminuir o volume de sangue ejetado ao coração, resultando em valores reduzidos de $V_{\text{máx AO}}$ e $V_{\text{máx P}}$ (Fernández et al., 2023).

No contexto do estudo, os valores médios abaixo da referência observados em cães com possível exposição a pesticida pode estar relacionados a alterações cardiovasculares funcionais subclínicas, como estresse oxidativos, desequilíbrio eletrolítico, disfunção miocárdica discreta e erros nas condições de coleta de dados, não sendo uma condição adequada e ideal para experimentação, mecanismos capazes de alterar e reduzir o fluxo sanguíneo e consequentemente diminuir o débito cardíaco sem manifestar alterações estruturais marcantes (Gupta, 2011). Assim, a redução da velocidade do fluxo aórtico e pulmonar pode representar um marcador sensível de comprometimento cardiovascular funcional, devendo ser interpretada de forma integrada com outros parâmetros. Contudo, apesar das velocidades máximas estarem abaixo do valor de referência, não houve comprometimento de função sistólica aos outros parâmetros estudados como a fração de ejeção e encurtamento.

Outros parâmetros avaliados, foram referentes ao tamanho cardíaco, as mensurações obtidas por meio dos modos M e B, no entanto, não demonstraram evidências de remodelamento cardíaco ou comprometimento da função sistólica. As dimensões normalizadas do septo interventricular em diástole (SIVED N), do diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole (DIVED N) e da parede livre do ventrículo esquerdo em diástole (PLVED N) apresentaram médias compatíveis com os valores descritos para cães clinicamente saudáveis.

Além disso, o diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole (DIVEs N) manteve-se dentro da faixa de normalidade, sugerindo preservação da dinâmica contrátil ventricular (Boon, 2011; De Madron et al., 2015). Em pacientes com miocardiopatia, alteração que pode ser secundária a exposição à pesticidas, espera-se que ocorra aumento desses diâmetros, o que está associado ao remodelamento cardíaco secundário à disfunção miocárdica, podendo indicar dilatação das câmaras e comprometimento da função cardíaca (Feitosa, 2020).

Os índices de função sistólica também permaneceram preservados, uma vez que a fração de ejeção e a fração de encurtamento apresentaram médias de 75,87% e 43,26%, respectivamente, valores que indicam adequada capacidade contrátil do miocárdio. De maneira semelhante, a relação átrio esquerdo/aorta (AE/Ao) apresentou média de 1,41, não evidenciando sinais de dilatação atrial esquerda ou alterações associadas à sobrecarga volumétrica. Porém, a ecocardiografia detecta alterações macroscópicas. Em situações onde ocorre danos celular (bioquímico), pode não ocorrer alteração na fração de encurtamento ou diâmetro valvares (Ho *et al.*, 2013). Contudo, a exposição constante de animais a presença de pesticidas, correlacionado a uma dieta e estilo de vida podem mitigar o estresse oxidativo dos agrotóxicos (Anetor et al., 2022). Validando tal perspectiva, Martins et al. (2019), aponta que o intenso esforço físico de cães de pastoreio no campo promove modificações cardiovasculares adaptativas específicas em resposta ao maior esforço físico. Esse fenômeno é denominado síndrome do coração de atleta, que consiste em um conjunto de alterações morfofuncionais cardíacas decorrentes do exercício físico crônico e do estilo de vida, resultando em uma adaptação do órgão ao tipo de esforço realizado.

Ao analisar os resultados deste estudo, é imperativo considerar a interação entre o meio ambiente e a farmacocinética dos defensivos agrícolas. Fatores como a meia-vida dos compostos da soja e a adsorção ao solo reduzem a pressão tóxica sobre os animais. Somado a isso, a distância física das habitações em relação às áreas de aplicação favorece a dispersão dos compostos, resultando em uma exposição crônica de baixa dosagem (Raffa et al., 2021; El-Aswad et al., 2024). Portanto, a estabilidade dos índices ecocardiográficos (como fração de ejeção e encurtamento) pode refletir a capacidade dos cães de metabolizar essas baixas concentrações sem que ocorra o remodelamento cardíaco estrutural, mantendo os parâmetros dentro da normalidade para a espécie.

Em um estudo feito para se descobrir se o Fipronil um inseticida fenilpirazol amplamente utilizado na Medicina Veterinária, na agricultura e domesticamente para o controle de pragas, verificou se a exposição afeta a pressão arterial sistólica e biomarcadores

relacionados. O Fipronil aumentou significativamente a pressão arterial sistólica (158 ± 13 mmHg), em relação ao grupo controle (127 ± 3 mmHg), o grupo exposto apresentou ganho de peso menor, aumento das concentrações de endotelina-1, a redução da capacidade antioxidante e níveis menores de metaloproteinase de matriz 2 (MMP-2) e Nitrito/Nitrato em relação ao grupo controle. Esse tipo de estudo mostra que pesticidas podem causar alterações sistêmicas sem necessariamente causar lesões estruturais imediatas, assim como não foram observadas alterações estruturais no presente estudo. Isso pode explicar por que em alguns levantamentos não aparecem alterações ecocardiográficas, mas ainda assim podem existir efeitos fisiológicos ou moleculares (Chaguri, 2016).

Estudos experimentais têm demonstrado que pesticidas podem exercer efeitos cardiotoxicos mesmo em doses consideradas seguras. Nesse contexto, pesquisas conduzidas com o fungicida Carbendazim, evidenciaram alterações funcionais cardíacas após exposição crônica. Em modelo experimental com ratos Wistar, submetidos à administração oral de carbendazim, na dose correspondente à ingestão diária aceitável por 28 dias, observou-se preservação da função sistólica e da histologia cardíaca, porém com presença de disfunção diastólica e atraso na repolarização do potencial de ação ventricular. Além disso, os animais expostos apresentaram maior vulnerabilidade a eventos de estresse cardíaco, demonstrando pior recuperação funcional e maior área de necrose após protocolo de isquemia e reperfusão. Esses achados sugerem que, embora alterações estruturais evidentes possam não ser observadas, assim como não observamos nesse estudo, a exposição crônica a pesticidas pode induzir cardiotoxicidade funcional e elétrica subclínica, comprometendo a reserva fisiológica do miocárdio (Marques, 2026).

Nesse contexto, os resultados desta pesquisa não evidenciaram alterações estruturais nos cães avaliados. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade de lesões em nível celular, uma vez que a ecocardiografia possui sua aplicação voltada principalmente para a detecção de alterações macroscópicas. Todavia, outros exames poderiam ter sido realizados para um diagnóstico mais preciso e específico, como a avaliação de marcadores de lesão cardíaca, CK e NT-ProBnt (Peritore et al., 2023; Velmurugan et al., 2013). Esses biomarcadores, auxiliam na identificação de lesões celulares, e favorecem um diagnóstico mais fidedigno da presença de alterações no tecido cardíaco, as quais poderiam futuramente evoluir para comprometimentos funcionais e estruturais. Dessa forma, tais resultados reforçam a importância da avaliação cuidadosa dos efeitos cardiovasculares decorrentes da exposição a pesticidas, mesmo quando

não são detectadas alterações evidentes em exames convencionais, pois tudo vai depender da dose, tempo de exposição e características intrínsecas do animal.

6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos neste estudo, foi possível avaliar a dinâmica pesticida-animal, em cães nas áreas próximas a cultivos de lavouras de soja, permitindo analisar possíveis alterações estruturais e funcionais do coração. O objetivo proposto pelo estudo fora alcançado, os achados ecocardiográficos obtidos sugerem que os cães avaliados, mesmo potencialmente expostos não apresentaram alterações cardíacas detectáveis por meio da ecocardiografia. Os resultados podem indicar que nas condições analisadas, o tipo de exposição, a dose não foi suficiente para promover alterações significativas e visíveis no exame, ou ainda que tais alterações possam ocorrer apenas em exposições mais prolongadas ou em níveis mais elevados de contato com essas substâncias. Contudo, as velocidades máximas dos fluxos pulmonar e aórtico, apresentaram-se abaixo dos valores de referência, o que poderia estar relacionado a disfunção sistólica; mas não foi observado qualquer deturpação nas frações de encurtamento, ejeção ou demais parâmetros avaliados, sendo assim tais valores podem estar relacionados a outras variáveis como fatores ambientais, intensidade de ruído, alta movimentação de pessoas e animais, além do estresse decorrente de um ambiente potencialmente inadequado.

A principal limitação do estudo consistiu na impossibilidade de confirmação da utilização dos pesticidas pelos produtores da região, no qual dificulta a correlação dos achados com a literatura. Além da falta de um grupo controle que impede a comparação com um animal fora do âmbito de exposição. O número reduzido de animais incluídos no estudo constitui uma limitação importante, uma vez que o tamanho amostral reduzido pode não representar adequadamente a população estudada e diminuir o poder estatístico para detectar possíveis associações entre a exposição aos pesticidas e alterações ecocardiográficas. Para futuras pesquisas e continuidade do estudo será relevante associar um número maior do grupo experimental, e acrescentar um grupo controle além de incluir outros exames para detectar melhor a presença de agrotóxicos nos animais como urinálise e pesquisa de outros componentes como acetilcolinesterase eritrocitária e biomarcadores cardíacos, para uma melhor avaliação da magnitude e dos efeitos que os agrotóxicos podem causar.

7. REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório de atividades de 2011 e 2012. Brasília: ANVISA, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/relatorio-2011-2012>. Acesso em: 09 abr. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório de atividades de 2011 e 2012. Brasília: ANVISA, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/relatorio-2011-2012>

ANETOR, G.; NWABI, N. L.; IGHARO, G. O.; SONUGA, O.O.; ANETOR, J. I. Environmental pollutants and oxidative stress in terrestrial and aquatic organisms: examination of the total picture and implications for human health. *Frontiers in Physiology*, v.13, p.931386, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.931386>.

ANDRADE, C. S.; MORAES, W. R. A.; MONTEIRO, L. H. F.; MELO E SILVA, S. H. S.; DA SILVA, P. I. C.; CHAVES, L. O.; NORMANDO, V. M. F. Análise de micronúcleo como indicador de genotoxicidade em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica submetidos à reabilitação pulmonar. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, [S. l.], v. 25, n. 1, 2021. DOI: 10.22478/ufpb.2317-6032.2021v25n1.55356.

BASSO, M. F.; NEVES, M. F.; GROSSI-DE-SÁ, M. F. Agriculture evolution, sustainability and trends, focusing on Brazilian agribusiness: a review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 7, p. 1296337, 2024. DOI: 10.3389/fsufs.2023.1296337.

BELCHIOR, Diana Cléssia Vieira; SARAIVA, Althiéris de Souza; LÓPEZ, Ana Maria Córdova; SCHEIDT, Gessiel Newton. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 34, n. 1, p. 1-20, 2017. DOI: <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2017.v34.26296>

BIASE, D.; BALDASSARRE, V.; PIEGARI, G.; ROSATO, G.; CAPUTO, V.; POMPAMEO, M.; SARNELLI, P.; RUSSO, V.; D'ANGELO, D.; PAPPARELLA, S.; PACIELLO, O. Animal sentinels and cancer registries: state of the art and new perspectives. *Annals of Research in Oncology*, v. 3, n. 1, p. 14–23, 2023. DOI: 10.48286/aro.2023.61

BOCCOLINI, P. M. M.; BUCCOLINI, C.S.; CHRISMAN, J.R. et al. Non-Hodgkin lymphoma among Brazilian agricultural workers: A death certificate case-control study. *Archives of environmental & occupational health* vol. 72,3, p.139-144, 2017. DOI: 10.1080/19338244.2016.1179167

BOON, J. A. *Doppler Echocardiography for the Small Animal Practitioner*: Wiley, 2023. 1p

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Casa Civil da Presidência da República, Brasília (11 de julho de 1989).

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos. Brasília, DF: Presidência da República, 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. [Acesso em: 05 mar. 2026].

BROWN, S.; ATKINS, C.; BAGLEY, R.; CARR, A.; COWGILL, L.; DAVIDSON, M.; EGNER, B.; ELLIOTT, J.; HENIK, R.; LABATO, M.; LITTMAN, M.; POLZIN, D.; ROSS, L.; SNYDER, P.; STEPIEN, R. Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of veterinary internal medicine*, Lakewood, v.21, p.542-558, 2007

CARNEIRO, F. F. et al. Segurança Alimentar e nutricional e saúde. Parte 1. In CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. (org.) Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: Acesso: 12 mar. 2026.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDCP). Fourth national report on human exposure to environmental chemicals. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 2009.

CHAGURI, J. L. Efeitos da exposição ao pesticida fipronil nas alterações pressóricas em ratos acordados. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2016. [Acesso em: 28 abr. 2026]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/137936>.

CHETBOUL, V.; GOUNI, V.; SAMPEDRANO, C. C.; TISSIER, R.; SERRES, F.; POUCHELON, J. Assessment of regional systolic and diastolic myocardial function using tissue Doppler and strain imaging in dogs with dilated cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Melbourne, v. 21, p. 719-730, 2007.

COSTA, L. N.; COIMBRA, A. H. T.; MOTA, G. S. Avaliação da toxicidade de defensivos agrícolas usados nas lavouras de Grajaú-MA e seus efeitos ao meio ambiente. *Revista Sociedade Científica*, v.7, n.1, p.5267-5278, 2024. DOI: <https://doi.org/10.61411/rsc202481417>

DE MADRON, E.; CHETBOUL, V.; BUSSADORI, C. *Clinical Echocardiography of the Dog and Cat*. St. Louis: Elsevier, 2015. ISBN 978-0323316507.

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. Cerrado, Revolução Verde e evolução do consumo de agrotóxicos. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 473-488, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3213/321355044008/html/>
Acesso em: 8 mar. 2026.

EL-ASWAD, A. F.; MOHAMED, A. E.; FOUAD, M. R. Investigation of dissipation kinetics and half-lives of fipronil and thiamethoxam in soil under various conditions using experimental modeling design by Minitab software. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 5717, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-56083-5

EMBRAPA. Brasil lidera e é referência no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para produção de soja. Brasília: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/busca-de-noticias/-/noticia/81613580/brasil-e-referencia-no-desenvolvimento-de-tecnologias-sustentaveis-para-producao-de-soja>.
Acesso em: 5 mar. 2026.

EMBRAPA. Soja – Agro em Dados. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa/agro-em-dados/agricultura/soja>.
Acesso em: 5 mar. 2026.

EVALEN, G. et al. Toxicity of glyphosate to animals: a meta-analytical approach. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2024. DOI: 10.1016/j.envpol.2024.123669

FREITAS, F. A. P. S., UCHÔA, I. S., MAGALHÃES, M. do A. V. Importância do teste de micronúcleos como instrumento preventivo em saúde geral e ambiental. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 68530-68542, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-337>

FERNÁNDEZ, C. J.; QUIRÓS, C. S.; MARTÍNEZ, B. C.; MORGAZ, R. J.; NAVARRETE, C. R.; GRANADOS M. M. M. Qualidade da sedação e efeitos cardiorrespiratórios, ecocardiográficos, radiográficos e eletrocardiográficos da alfaxalona e do butorfanol administrados por via intramuscular em cães da raça Galgo Espanhol. *Animals*, v. 13, n. 18, p. 2937, 2023. DOI: 10.3390/ani13182937.

FERREIRA, M. L.; MALESKI, A. L.; LIMA, L. B. *et al.* Impacto dos pesticidas na saúde humana nos últimos anos no Brasil. *Journal of Environmental Research and Public Health*; 19(6):3198, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19063198>.

FEITOSA, F. L. F. *Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico*. 5. ed. Barueri: GEN Guanabara Koogan, 2025.

GARUD, A. et al. A scientific review of pesticides: classification, toxicity, health effects, sustainability, and environmental impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2024. Doi: 10.7759/cureus.67945

GEORDIAS, N.; TSAROUHAS, K.; TSITSIMPIKOU, C., ET al. Pesticides and cardiotoxicity: where do we stand? *Toxicology and Applied Pharmacology*, v.353, p.1–14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2018.06.004>

GILSON, I. K., ROCHA, L. G., DA SILVA, M. R. V., WAMMES, S. W., DOS SANTOS LEITE, G., WELTER, T., CABRERA, L. C. Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: Uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica. *Brazilian Journal of Development*, v.6, pág.49468–49479, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-553>

GONÇEIAÇÃO, J. L. S., ORTIZ, M. A. L. Intoxicação domiciliar de cães e gatos. *Uningá Review*, v. 24, n. 2, p.59-62, 2015. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/download/1692/1303>. [Acesso em: 29 mar. 2025] *

GONÇALVES, E.; G. Crescimento e intensificação da produção agrícola brasileira. *Plataforma Visão de Futuro do Agro (EMBRAPA)*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/intensificacao-tecnologica-e-concentracao-da-producao/sinal-e-tendencia/crescimento-e-intensificacao-da-producao-agricola-brasileira>. Acesso em: 26 mar. 2026.

GUPTA, R. C. *Reproductive and developmental toxicology*. San Diego: Academic Press, 2011. DOI: 10.1016/C2009-0-62417-X.

Governo de Goiás. Produção agrícola goiana deve superar 114 milhões de toneladas em 2023. Disponível em: <https://goias.gov.br/producao-agricola-goiana-deve-superar-114-milhoes-de-toneladas-em-2023/>. Acesso em: 13 mai. 2025.

HO. E.; GALOUGAHI, K. K.; BHINDI, C. L. R.; FIGTREE, G. A. Biological markers of oxidative stress: applications to cardiovascular research and practice. *Redox Biology*, v. 1, n. 1, p. 483–491, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2013.07.006>

ICHIHARA, S. The pathological roles of environmental and redox stresses in cardiovascular diseases. *Environmental Health and Preventive Medicine* 18, 177–184, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12199-012-0326-2>.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Relatórios de comercialização de agrotóxicos. Brasília, DF: IBAMA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 1 maio 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). Agrotóxico. Rio de Janeiro: INCA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>. Acesso em: 12 mar. 2026.

LA CANNA, G.; SCARFÒ, I. New and old echographic parameters in heart failure. *European Heart Journal Supplements*, v. 22, Suppl L, p. L86-L92, 18 nov. 2020. DOI:10.1093/eurheartj/suaa142.

LAI, Yuankai. The health impacts of soybean expansion and pesticide exposure in Brazil. Minnesota: University of Minnesota – AgeconSearch, 2023. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/341324>. Acesso em: 5 mar. 2026.

LENNON, J., CONCEIÇÃO, D. S., APARECIDA, M., & ORTIZ, L. Intoxicação domiciliar de cães e gatos. *Uningá Review*, v. 24, n. 2, p.59-62, 2015. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/download/1692/1303>. [Acesso em: 29 mar. 2025]

LIMA, A. A. L.; OLIVEIRA, B. S.; SILVA, S. C. B.; MACEDO, R. G. Z.; HOLANDA, J. R. C. Análise epidemiológica das intoxicações exógenas por agrotóxicos agrícolas nas regiões brasileiras no período de 2014 a 2023. *Revista de Medicina*, São Paulo, v. 104, n. 2, p. e-229290, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v104i2e-2292901>

LIMA, H. E.; OLIVEIRA, B. A.; GOULART, A. C.; GOULART, S.M. Classificação química dos agrotóxicos: uma revisão sobre os principais grupos. *Transformações agrárias: Pesquisas e tecnologias para o desenvolvimento sustentável*, Volume 1, Cap.6, p.74-83, 2023. DOI 10.47402/ed.ep.c23156296

LONDRES, F. Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida. 2. ed. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Justiça Ambiental; Articulação Nacional de Agroecologia, 2012 [Acesso em 5 nov 2025]. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/agrotoxicos-no-brasil-mobile.pdf>

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde em Debate*, v. 42, n. 117, p. 518–534, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>

LOSCH, E. L., ZANATTA, C. B., BARROS, G. P. D., GAIA, M. C. D. M., BRICARELLO, P. A. Os agrotóxicos no contexto da Saúde Única. *Saúde em Debate*, 46, p.438-454, 2022. DOI: 10.1590/0103-11042022E229

LOSCH, E. L., ZANATTA, C. B., BARROS, G. P. D., GAIA, M. C. D. M., BRICARELLO, P. A. Os agrotóxicos no contexto da Saúde Única. *Saúde em Debate*, 46, p.438-454, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042022E229>

MARQUES, I. L. S. Efeito da administração de carbendazim nas propriedades eletrocontráteis em ratos Wistar machos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2026. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/cb510572-2335-45c4-b508-f70ba168edc4/content>. [Acesso em: 28 abr. 2026].

MATTOON, J. S.; SELLON, R. K.; BERRY, C. R. *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2021.

MELO, M. M.; DE OLIVEIRA, N. J. F.; LAGO, L. A. Intoxicações causadas por pesticidas em cães e gatos. Parte I: Organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides. *Revista*

de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, v. 5, n. 2, p. 188-195, 1 jul. 2002. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v5i2.3273>

NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL HEALTH (U.S.). Fourth national report on human exposure to environmental chemicals Division of Laboratory Sciences.; National Health and Nutrition Examination Survey (U.S.). p. 519, 2009. Disponível em: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/21813>

NEHRING, R. The Brazilian Green Revolution. *Political Geography*, v. 95, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102574>

OLIVEIRA, B. M. M. S.; FURTADO, I. M.; VARANDAS, P. F. Repercussões Clínicas e Terapêuticas da Intoxicação por Organofosforados em Caninos: do Diagnóstico ao Tratamento. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade UNIBH, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <https://repositorioapi.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/0fe5fb7c-5762-4471-8fe3-2df25ce60342/content>. Acesso em: 27 mar. 2025.

PENNINCK, Dominique; D'ANJOU, Marc-André (eds.). *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. 3. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2023.

PEREIRA, J. M. M. Guerra Fria, modernização da agricultura e revolução verde: o Banco Mundial e o Grupo Consultivo de Pesquisa Agrícola Internacional. *Anos 90*, Porto Alegre, RS, v. 31, p. e2024205, 2024. DOI: 10.22456/1983-201X.138906.

PERITORE, A. F. et al. Effect of pesticide vinclozolin toxicity exposure on cardiac oxidative stress and myocardial damage. *Toxics*, v. 11, n. 6, p. 473, 2023. DOI: 10.3390/toxics11060473. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics11060473>.

PIVETA, R. B.; et al. Diagnóstico por imagem da cardiotoxicidade. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*, São Paulo, p.14-19, v.22, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Piveta/publication/322342581_DIAGNOSTICO_POR_IMAGEM_DA_CARDIOTOXICIDADE_IMAGING_DIAGNOSIS_OF_CARDIOTOXICITY/links/5a550abf45851547b1bd5a71/DIAGNOSTICO-POR-IMAGEM-DA-CARDIOTOXICIDADE-IMAGING-DIAGNOSIS-OF-CARDIOTOXICITY.pdf.

RAFFA, C. M.; CHIAMPO, F. Bioremediation of agricultural soils polluted with pesticides: A Review. *Bioengineering (Basel)*, v.8, n.7, p.92, 2021. DOI: 10.3390/bioengenharia8070092

REIS, A. C.; OLIVEIRA, E. et al. Effects of subchronic inhalation exposure to an organophosphorus insecticide compound containing dichlorvos on Wistar rats' otoacoustic emissions. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 88, n. 1, p. 28–35, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2020.04.005>

RODRIGUES, L. C. C.; FÉRES, J. G. A relação entre intensificação no uso de agrotóxicos e intoxicações nos estabelecimentos agropecuários do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.60, e244491, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.244491>.

SARPA, M.; LOPES, C. M. T.; DELGADO, I. F.; PAUMGARTTEN, F.J.R. Postnatal development and fertility of offspring from mice exposed to Triphenyltin (Fentin) Hydroxide during pregnancy and lactation. *Journal of Toxicology and Environmental Health: part A*, v. 73, n. 13/14, p. 965-971, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287391003751752>

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE GOIÁS (SES-GO). Scorpion – Indicadores de Saúde de Goiás. Goiânia: SES-GO, [s.d.]. Disponível em: <https://indicadores.saude.go.gov.br/public/scorpion.html>. Acesso em: 11 maio 2026.

SHAVE, R.; HOWATSON, G.; DICKSON, D.; YOUNG, L. Exercise-induced cardiac remodeling: lessons from humans, horses, and dogs. *Veterinary Sciences*, v. 4, n. 1, p. 9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci4010009>.

SOARES, D. F., FARIA, A. M., ROSA, A. H. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. *Engenharia sanitária e ambiental*, v. 22, p. 277-284, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016139118>

TAVELLA, L. B.; SILVA, I.N.; FONTES, L. O., DIAS, J. R. M., SILVA, M. I. L. O uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, UFCG – Patos, 2011. Disponível em: www.cstr.ufcg.edu.br/acsaehhttp://150.165.111.246/ojs-atos/index.php/ACSA/index. Acesso em: 27 mar. 2025.

TOMAZ, B. C. A., FERRI, R. N.S., BOSCHINI FILHO, J. Frequência de micronucleação e outras alterações nucleares em células da mucosa bucal de pacientes anêmicos. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, v. 18, n. 4, p. 214-220, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z1984-4840201626811>

TONIASSO, T. et al. Association between exposure to pesticides and toxicity in humans. *Toxicology Reports Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2025. DOI: 10.26355/eurrev_202501_37055

VAN DIJK, M.; MORLEY, T.; RAU, M. L.; et al. A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010-2050. *Nature Food*, v. 2, p. 494–501, 2021. DOI: 10.1038/s43016-021-00322-9.

VELMURUGAN, G. et al. Prolonged monocrotophos intake induces cardiac oxidative stress and myocardial damage in rats. *Toxicology*, v. 307, p. 103–108, 2013. DOI: 10.1016/j.tox.2012.11.022

VICENTE, E. C.; GUEDES, N. M. R. Organophosphate poisoning of Hyacinth Macaws in the Southern Pantanal, Brazil. *Scientific Reports*, v. 11, art. 5602, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84228-3>

VIEIRA, J. E. R. F. A produção de soja e sua importância na economia brasileira. *Revista de Política Agrícola*, v. 33, 2024. DOI: 10.35977/2317-224X.rpa2024.v33.01962. Disponível em: <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/1962> . Acesso em: 26 mar. 2026.

ZAGO, V. et al. Pesticide exposure and risk of cardiovascular disease: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022. DOI: 10.1080/17441692.2020.1808693

ANEXO 1

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO
ACADÊMICA

O(A) estudante Evellyn Karolayne Teixeira de Cerruda
do curso de Medicina Veterinária, matrícula 20222013001305,
telefone: (62)994-611510, e-mail evellynkarolayne2021@hotmail.com
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei no 9.610/98 (Lei
dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)
a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Avaliação ecocardiográfica em cães expostos
a pesticidas em áreas de cultivo de soja.

gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme
permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no
formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG,
AIFF, SNS); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de
leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada
nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 02 de março de 2026.

Assinatura do(s) autor(es): Evellyn Karolayne T. de Cerruda

Nome completo do autor: Evellyn Karolayne Teixeira de Cerruda

Assinatura do professor- orientador: Profa Paula Cristina Costa

Nome completo do professor-orientador: Profa Paula Cristina Costa