

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DO FIGADO DE CÃES
COM ACESSO A PESTICIDAS EM CULTIVOS DE SOJA**

Nicolly Cristine Augusto da Silva
Orientadora: Prof.^a. Dr. Ana Paula Araújo Costa

GOIÂNIA -GO
2026



NICOLLY CRISTINE AUGUSTO DA SILVA



AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRAFICA DO FIGADO DE CÃES COM ACESSO A PESTICIDAS EM CULTIVOS 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.

Orientador

Prof.^a Dra. Ana Paula Araújo Costa

GOIÂNIA -GO

2026

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

No dia 25/05/20, às 13:30 horas, o(a) estudante NICOLLY CRISTINE AUGUSTO DA SILVA,

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 ULTRASSONOGRAFICA DO FÍGADO DE
CAES EXPOSTOS A PESTICIDAS EM CULTIVOS DE SOJA

para a Banca de Avaliação composta pelos docentes, ANA PAULA ARAUJO COSTA (Presidente),

JÉSSICA ALVES DA SILVA (Membro 1) e

ESTELA VIEIRA DE SOUZA 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: Jessé Alves do Silveira

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

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês, diz o Senhor, planos de fazê-los prosperar e não de causar dano, planos de dar-lhes esperança e um futuro.”

Jeremias 29:11

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me dado força, sabedoria e persistência ao longo de toda essa caminhada. Em muitos momentos difíceis, foi a fé que me sustentou e me ajudou a seguir em frente, mesmo diante do cansaço, das dúvidas e dos desafios enfrentados durante a graduação e na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, Whendel e Eliene, deixo minha mais profunda gratidão por todo amor, apoio e incentivo ao longo da minha vida. Que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu duvidei da minha própria capacidade, e nunca mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui. Cada conquista minha também são deles, e sou imensamente grata por tudo o que fizeram e continuam fazendo por mim. Além disso, aos meus familiares, agradeço por todo carinho, apoio e compreensão durante essa trajetória. De alguma forma, cada um contribuiu para que esse momento se tornasse possível, seja com palavras de incentivo ou simplesmente estando ao meu lado nos momentos em que mais precisei.

A minha orientadora, Professora Doutora Ana Paula Araújo Costa, agradeço a paciência, dedicação e por todos os ensinamentos compartilhados durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação foi essencial para a construção deste TCC, contribuindo não apenas para o resultado, mas também para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Por fim, aos meus professores, deixo meu sincero agradecimento por todo conhecimento transmitido e por contribuírem de forma significativa para a minha formação. Cada disciplina, cada aula e cada experiência vivida foram fundamentais para a construção da profissional que estou me tornando. Reconheço também o apoio constante recebido ao longo desses anos, que, junto aos desafios enfrentados, me proporcionou inúmeros momentos de aprendizado e crescimento, tornando essa caminhada mais leve e especial.

RESUMO

O uso intensivo de agrotóxicos no cultivo de soja tem sido associado a impactos na saúde animal, especialmente no fígado, órgão responsável pela metabolização de substâncias tóxicas, sendo suscetível a lesões decorrentes da exposição a esses compostos, nesse contexto, a ultrassonografia destaca-se como método diagnóstico não invasivo na avaliação hepática. O presente trabalho teve como objetivo analisar alterações hepáticas em cães expostos a pesticidas em áreas agrícolas, por meio de avaliação ultrassonográfica, em um estudo observacional realizado com onze cães no município de Bela Vista de Goiás (GO). A maioria dos animais apresentou parâmetros dentro da normalidade, contudo foram observadas alterações em parte dos cães, como aumento da ecogenicidade hepática, redução do tamanho hepático e presença de sedimento biliar, ocorrendo de forma isolada e sem padrão uniforme. Esses achados são compatíveis com alterações descritas na literatura em casos de exposição a agentes hepatotóxicos, embora não permitam estabelecer relação causal definitiva com os pesticidas. Conclui-se que a ultrassonografia é uma ferramenta útil na detecção de alterações hepáticas em cães expostos, sendo necessários estudos complementares para melhor compreensão dos efeitos da exposição crônica e para o fortalecimento do papel desses animais como bioindicadores ambientais.

Palavras-chave: ultrassonografia; fígado; cães; agrotóxicos; pesticidas; hepatotoxicidade; bioindicadores ambientais

ABSTRACT

The intensive use of pesticides in soybean cultivation has been associated with impacts on animal health, especially on the liver, an organ responsible for the metabolism of toxic substances and therefore susceptible to lesions resulting from exposure to these compounds. In this context, ultrasonography stands out as a non-invasive diagnostic method for liver evaluation. The present study aimed to analyze hepatic alterations in dogs exposed to pesticides in agricultural areas through ultrasonographic evaluation, in an observational study conducted with eleven dogs in the municipality of Bela Vista de Goiás (GO). Most animals presented parameters within normal ranges; however, alterations were observed in some dogs, such as increased hepatic echogenicity, reduced liver size, and presence of biliary sediment, occurring individually and without a uniform pattern. These findings are consistent with alterations described in the literature in cases of exposure to hepatotoxic agents, although they do not allow establishing a definitive causal relationship with pesticides. It is concluded that ultrasonography is a useful tool for detecting hepatic alterations in exposed dogs, and further studies are required to better understand the effects of chronic exposure and to strengthen the role of these animals as environmental bioindicators.

Key-words: ultrasonography; liver; dogs; agrochemicals; pesticides; hepatotoxicity; environmental bioindicators

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Relação dos dez ingredientes ativos de agrotóxicos químicos mais comercializados no Brasil em 2024, expressos em toneladas de ingrediente ativo (IA). O gráfico evidencia a predominância de compostos amplamente utilizados no controle de plantas daninhas, pragas e doenças agrícolas.....4
- Gráfico 2 - Distribuição das vendas de agrotóxicos químicos no Brasil em 2024, de acordo com as classes de uso, expressa em toneladas de ingrediente ativo (IA) de produto formulado e porcentagem relativa. Observa-se predominância dos herbicidas, seguidos pelos fungicidas e inseticidas.....4
- Gráfico 3 - Distribuição dos casos de intoxicação por agrotóxicos segundo a circunstância da exposição no ano de 2024. Observa-se predominância dos casos relacionados à tentativa de suicídio, seguidos pelas intoxicações ocupacionais e acidentais.....10
- Gráfico 4 - Número de casos de intoxicação por agrotóxicos registrados por mês de ocorrência entre os anos de 2020 e 2024. O gráfico demonstra variações temporais e oscilações sazonais na frequência das intoxicações ao longo do período analisado.....11

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - A vesícula biliar (VB) anecoica. Diafragma (seta) possui margem hiperecoica, e textura hepática (F) isoecoica. A área de reforço acústico (pontas de seta) é hiperecoica em relação ao fígado. Veem-se três pequenos pólipos aderidos à parede da vesícula biliar.....16
- Figura 2 - Equipamento de ultrassonografia não portátil (modelo Aplio 300), utilizado na rotina clínica para obtenção de imagens em tempo real, auxiliando no diagnóstico em pequenos animais.....18
- Figura 3 - Transdutores comumente usados em ultrassom para diagnóstico de pequenos animais. A, Phase Array ou setorial. B, Microconvexo. C, Convexo. D, Linear. E, linear endocavitário.....18
- Figura 4 - A) Desenho esquemático do posicionamento do transdutor no acesso subcostal, para obtenção dos planos sagitais do fígado. B) Desenho esquemático do posicionamento do transdutor no acesso subxifoide, para obtenção dos planos transversais do fígado.....21
- Figura 5 - Abordagem intercostal. Transdutor colocado na parede torácica na área de interesse; essa técnica permite a avaliação de órgãos como coração, pulmão, diafragma e fígado, especialmente sua porção cranial, incluindo lobos em contato com o diafragma.....21
- Figura 6 - Imagens ultrassonográficas com realce das estruturas correspondentes do fígado na imagem ao lado, o ligamento falciforme estrutura hiperecótica triangular com ecotextura grosseira, entre as porções direita e esquerda do fígado. A vesícula biliar (VB) com moderada quantidade de lama biliar (S) em sua porção dependente (decúbito dorsal). A seta aponta para a interface pulmão-diafragma. LL, fígado esquerdo; e RL, fígado direito. 24
- Figura 7 - Imagens ultrassonográficas obtidas do abdômen cranial direito de um cão A) fígado normal. Vista parassagital esquerda, a ponta caudal do fígado (L e pontas de seta) estendendo-se além da última costela. O sombreado acústico (*) é notado nesta estrutura hiperatenuante. B) Hepatomegalia. vista sagital, lobo hepático (setas) caudal ao rim direito (RK) com ponta arredondada consistente com o aumento.24
- Figura 8 - Imagens ultrassonográficas: A) Imagem sagital, fígado (L) está em contato com o baço (S) e é relativamente hipoeecóico e mais granular na ecotextura. B) Imagem sagital, fígado (L) relativamente isoecóico ao córtex do rim direito (RK). O sombreado acústico (seta) é causado por uma das últimas costelas..... 25

- Figura 9 - Imagens ultrassonográficas: A) Vesícula biliar distendida com lama biliar ecogênica (BS), borda interrompida e irregular, hipoeecóica a anecóica, é visível, correspondente a muco. Forma triangular hipoeecóicos (setas), caracterizando o padrão estrelado, relacionado à mucocoele. B) Vesícula biliar anecóica e repleta de líquido (VB) com tecido hepático adjacente (F). Reforço acústico na área posterior à vesícula aparece mais ecogênica (setas).....25
- Figura 10 - Imagens ultrassonográficas do fígado. A) Corte longitudinal, mostrando estruturas hiperecogênicas com sombra acústica (pontas de seta), compatíveis com colelitíase, focos hiperecogênicos com reverberação (seta) podem representar cálculos aderidos ou gás. B) Corte transversal, mostrando estruturas hiperecogênicas lineares (setas curtas), paralelas às veias porta, com sombra acústica (pontas de setas), sugerindo colelitíase em ductos biliares intra-hepáticos, associada à colangiohepatite.....26
- Figura 11- Imagem ultrassonográfica em modo-B demonstrando múltiplas massas no parênquima hepático, algumas hipoeecogênicas (setas longas), outras se apresentam hiperecogênicas (setas medias), e uma na região central (setas curtas), descrita como sinal em alvo.....26
- Figura 12 - Profissional realizando exame ultrassonográfico a campo, conduzindo procedimento em um cão devidamente posicionado em decúbito dorsal sobre a calha de contenção, além de contenção pelos membros pélvicos e apoio nos membros torácicos, em um condomínio de Chácaras do município de Bela Vista – GO.....28
- Figura 13 - Imagens ultrassonográfica do fígado de um dos animais participantes do estudo em corte longitudinal (A) e transversal (B), obtidas durante pesquisa de campo realizada em Bela Vista de Goiás, Goiás, evidenciando aumento difuso da ecogenicidade do parênquima hepático e a presença de discreto a moderado sedimento biliar.....31
- Figura 14 - Imagem ultrassonográfica em modo-B do fígado de um dos animais participantes do estudo, em corte longitudinal, obtidas durante pesquisa de campo realizada em Bela Vista de Goiás, demonstrando a presença de discreto sedimento (seta longa) em vesícula biliar (seta curta), o parênquima hepático (seta grossa), e indicando o ligamento falciforme (ponta de seta)33
- Figura 15 - Imagens ultrassonográficas em modo-B do fígado de um dos animais participantes do estudo, em cortes longitudinal (A) e transversal (B), obtidas durante pesquisa de campo realizada em Bela Vista de Goiás, demonstrando a presença de sedimento moderado a intenso (seta longa) em vesícula biliar (seta curta), o parênquima hepático (seta grossa), e indicando o ligamento falciforme (ponta de seta).....33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Caracterização dos onze cães residentes de um condomínio na cidade de Bela Vista (GO), expostos a pesticidas, quanto à idade, sexo e peso corporal.....	29
Tabela 2 -	Resultado da avaliação ultrassonográfica hepática de onze cães residentes de um condomínio na cidade de Bela Vista (GO), expostos a pesticidas, segundo tamanho, ecogenicidade, ecotextura, presença de lesões, vascularização e dor a compressão.	30
Tabela 3 -	Resultado da avaliação ultrassonográfica da vesícula biliar de onze cães residentes de um condomínio na cidade de Bela Vista (GO), expostos a pesticidas, segundo tamanho e forma, característica da parede, conteúdo, dilatação de ductos biliares e ecogenicidade ao redor da vesícula biliar.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

TCC	Trabalho de conclusão de curso
MAPA	Ministerio da agricultura e pecuaria
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
ChEs	Colinesterase
AchE	Acetilcolinesterase
ALP	Fosfatase Alcalina
AST	Aspartato Aminotransferase
ALT	Alanina Aminotransferase
GGT	Gama-Glutamiltransferase
LDL	Low-Density Lipoprotein
MT	Mato Grosso
MS	Mato Grosso do Sul
PR	Paraná
RS	Rio Grande do Sul
GO	Goiás
DHGNA	doença hepáticas gordurosa não alcoólica
DHGAM	doença hepática gordurosa associada ao metabolismo
EHNA	esteatose hepatite não alcoólica

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetos específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Uso de pesticidas na agricultura	3
2.1.1 Expansão do uso de pesticidas.....	3
2.1.2 Culturas que mais utilizam pesticidas	5
2.1.3 Pesticidas no cultivo de soja	5
2.2. Impactos dos pesticidas na saúde humana e animal	7
2.2.1 Toxicocinética dos pesticidas	7
2.2.2 Toxicidade aguda	7
2.2.3 Toxicidade Crônica	8
2.2.4 Vias de exposição aos pesticidas	9
2.2.5 Alterações hepáticas associadas a pesticidas	12
2.3 Cães como animais sentinelas de contaminação ambiental.....	12
2.3.1 Conceito de animais sentinelas	12
2.3.2 Cães como bioindicadores ambientais.....	13
2.3.3 Exposição de cães a pesticidas	14
2.4. Ultrassonografia na medicina veterinária	15
2.4.1 Princípios da ultrassonografia	15
2.4.2 Equipamento de ultrassonografia	17
2.4.3 Aplicações da ultrassonografia em medicina veterinária	19
2.5 Ultrassonografia abdominal em cães	19
2.5.1 Preparação do animal para o exame	19
2.5.2 Técnica do exame ultrassonográfico	20

2.6 Avaliação ultrassonográfica do fígado.....	22
2.6.1 Aspectos anatômicos e ultrassonográficos do fígado e vesícula biliar.....	22
2.6.2 Principais alterações ultrassonográficas hepáticas	22
3. MATERIAIS E METODOS	27
3. RESULTADOS.....	30
4. DISCUSSÃO	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	40

1. INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos na agricultura não surgiu de forma repentina, o avanço no desenvolvimento industrial, a migração da população rural para os centros urbanos e a pressão da indústria química no período bélico no século XX incentivaram a evolução e o uso dos fertilizantes sintéticos na agricultura, com o passar dos anos, esse processo trouxe diversos benefícios à produção agrícola, entretanto também levantou preocupações sobre seus impactos na saúde. Após a Segunda Guerra Mundial (1939–1945), viu-se a necessidade da criação de um projeto que impulsionasse a produção agrícola, conhecido como Revolução Verde, um movimento que consistia em um conjunto de pacotes biotecnológicos que permitiram a implementação de maquinários modernos, sementes melhoradas e defensivos agrícolas, que com o tempo foram tomando parte do mercado agrícola, sendo esse processo conhecido como modernização da agricultura. Porém, com o aumento do agronegócio, o uso e, consequentemente, os desafios acompanhados dessas tecnologias cresceram no país, resultando no cenário que o Brasil se encontra atualmente (Losgh et al., 2022; Silva; Santos, 2023).

Diante desse cenário, estudos indicam uma correlação entre a exposição prolongada a agrotóxicos e o surgimento de alterações no fígado, e sugerem que essas substâncias tóxicas podem impactar diretamente a função do fígado, favorecendo o surgimento de doenças. O fígado é comumente afetado devido tanto à sua localização anatômica, que proporciona contato primário com as substâncias ingeridas por via oral, quanto pelo seu papel na metabolização e eliminação de xenobióticos e pesticidas. Desse modo, a hepatotoxicidade causada pode se manifestar de diferentes formas no tecido hepático, como hipertrofia decorrente da indução enzimática, acúmulo de gordura nos hepatócitos, morte celular, colestase, entre outros. Assim, esses efeitos são capazes de causar perda ou diminuição da função hepática, comprometer a homeostase do organismo, funções metabólicas e de desintoxicação (Castoldi et al., 2025).

Nesse contexto, a ultrassonografia surge como uma das formas de diagnóstico por imagem mais utilizadas na medicina veterinária, um exame no qual uma onda sonora é enviada ao corpo e retorna em forma de ecos, que ao refletir nos diferentes tecidos, permite a obtenção dos dados que serão utilizados para formar as imagens, com a finalidade de auxiliar no diagnóstico e possibilitar a avaliação em tempo real. Ademais, auxilia no diagnóstico precoce, não exige necessariamente uma infraestrutura específica, e não causa efeitos biológicos nocivos. Além disso, outra vantagem notória é que pode ser repetida diversas vezes e ser

aplicada em diferentes áreas de atuação dentro da medicina veterinária (Sales, Braga e Filho, 2019).

A princípio, por permitir visualizar estruturas internas do paciente, a ultrassonografia é uma ferramenta diagnóstica eficaz na avaliação de alterações hepáticas em cães intoxicados, sendo possível identificar anormalidades na textura, tamanho e forma do fígado, e visualizar massas e anomalias vasculares. Além de auxiliar na detecção de lesões hepáticas em cães intoxicados, esse método de diagnóstico pode influenciar na escolha de tratamentos adequados e individualizados. De forma importante, o fígado é um órgão responsável por metabolizar substâncias químicas e agentes tóxicos presentes no organismo, sendo encarregado da eliminação dessas substâncias, por isso, em situações de intoxicação pode sofrer lesões e danos dado sua centralidade na metabolização (Nascimento et al., 2017; Silva; Santos, 2023).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar as alterações hepáticas em cães que possivelmente foram expostos a agrotóxicos em áreas em que há cultivo de soja, por meio da avaliação ultrassonográfica, a fim de identificar os possíveis impactos destes à saúde. Assim, com os resultados obtidos neste estudo, será possível ampliar os conhecimentos acerca dos efeitos dos pesticidas no funcionamento do organismo animal, além de fornecer informações para a criação de práticas e estratégias de manejo mais seguras.

1.1.2 Objetos específicos

Os objetivos específicos deste estudo consistem em analisar as modificações hepáticas identificadas nos exames ultrassonográficos de cães residentes em áreas de cultivo de soja com utilização de agrotóxicos, bem como descrever os padrões de alterações no fígado que permitam compreender as consequências da exposição a pesticidas no organismo animal. Além disso, buscou-se caracterizar o perfil dos cães avaliados, considerando idade, raça, peso e sexo, com o intuito de descrever a população estudada. Por fim, pretendeu-se caracterizar as alterações observadas, descrevendo sua localização anatômica, tamanho e aparência conforme os achados ultrassonográficos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso de pesticidas na agricultura

2.1.1 Expansão do uso de pesticidas

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiu a necessidade do aumento produtivo do setor agroindustrial. Como alternativa, a partir da década de 1960, houve a criação de um pacote de tecnologias pelos governos militares, conhecida como Revolução verde. Dessa forma, a Revolução Verde consistiu-se na implementação de tecnologias baseadas na utilização de linhagens geneticamente melhoradas, fertilizantes químicos, defensivos agrícolas e maquinários agrícolas (Campagnolla; Macêdo, 2022; Silva; Santos, 2023).

Com o surgimento do agronegócio, a partir da década de 1990, esse padrão de produção foi, pouco a pouco se espalhando por todo o país, fazendo com que o Brasil se tornasse um dos maiores consumidores de agrotóxicos no mundo, como resultado desse processo de modernização. Embora tenha surgido como uma proposta para aumentar a produção de alimentos, e erradicar a fome agravada pela guerra, esse modelo gerou ganhos produtivos, mas também graves impactos ambientais e a saúde (Campagnolla; Macêdo, 2022; Silva; Santos, 2023).

Assim, por se tratar de um modelo voltado a produção em grande escala, a adição dessas novas tecnologias fez com que a produtividade média praticamente dobrasse em 30 anos. Entretanto, os efeitos nocivos logo se tornaram de conhecimento público ao serem divulgados pela mídia e por publicações científicas, fazendo com que a utilização de fertilizantes e agrotóxicos fosse duramente criticada, devido às consequências da intoxicação humana, animal e ambiental. Dessa forma, esse cenário passou a levantar discussões sobre onde estariam os limites desse modelo produtivo, colocando em questionamento seus efeitos e evidenciando a necessidade de mudanças (Albergon; Pelaez, 2007).

Diante desse contexto, o Brasil atualmente é indicado como um dos maiores consumidores mundiais de agrotóxicos, com vendas totais superiores a 825 mil toneladas de ingrediente ativo. Em relação a isso, os dados (Gráfico 1) mostram que os herbicidas representaram mais da metade do volume comercializado (52,1%), seguidos pelos fungicidas (17,4%) e inseticidas (12%). Além disso, quando analisados os dez ingredientes ativos mais comercializados (Gráfico 2), observa-se que o glifosato e seus sais ocuparam a primeira posição, com 231,9 mil toneladas, seguido pelo mancozebe e pelo 2,4-D. Adicionalmente,

produtos como o glufosinato - sal de amônio e o cletodim passaram a pertencer aos grupos dos mais comercializados, evidenciando a intensificação do uso de substâncias químicas no setor agroindustrial brasileiro (IBAMA, 2024).

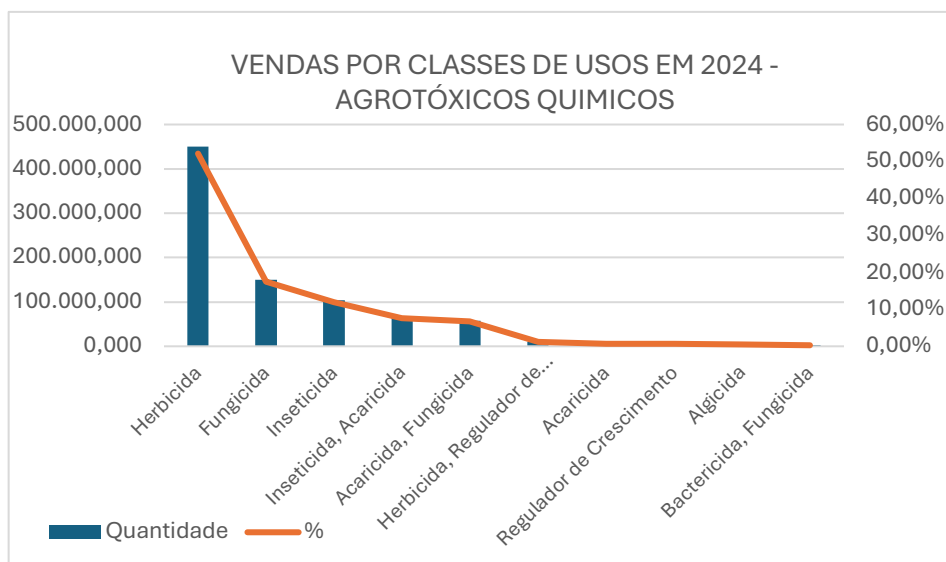


Gráfico 1 - Relação dos dez ingredientes ativos de agrotóxicos químicos mais comercializados no Brasil em 2024, expressos em toneladas de ingrediente ativo (IA). O gráfico evidencia a predominância de compostos amplamente utilizados no controle de plantas daninhas, pragas e doenças agrícolas. Fonte: adaptado de IBAMA (2024).

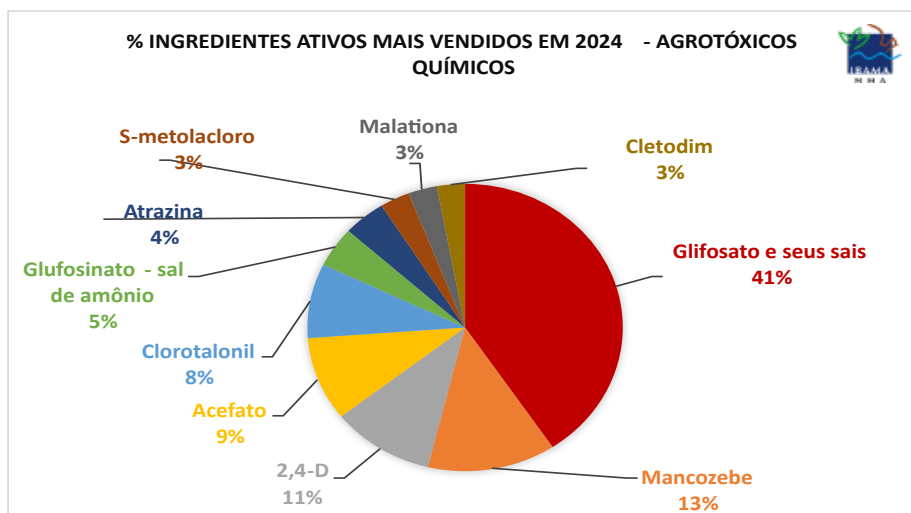


Gráfico 2 - Distribuição das vendas de agrotóxicos químicos no Brasil em 2024, de acordo com as classes de uso, expressa em toneladas de ingrediente ativo (IA) de produto formulado e porcentagem relativa. Observa-se predominância dos herbicidas, seguidos pelos fungicidas e inseticidas. Fonte: IBAMA (2024).

2.1.2 Culturas que mais utilizam pesticidas

Em 2023, o Brasil foi considerado o maior consumidor mundial, com aproximadamente 801 mil toneladas de pesticidas destinados ao uso agrícola, seguido dos Estados Unidos com 430 mil toneladas. Esse consumo intensivo está associado às grandes monoculturas, como soja milho, algodão e arroz, que necessitam significativamente mais utilização desses produtos, devido a sua grande escala de produção, precisam de proteção contra pragas doenças e ervas daninhas (Fao, 2025).

Dessa maneira, entende-se que o nível de utilização está diretamente relacionado com o tipo de lavoura, uma vez que algumas culturas apresentam maior participação no uso desses produtos do que outras. Destacando-se a soja como um dos principais cultivos, com participação de cerca de 15,2%, ficando atrás apenas do milho, que corresponde a aproximadamente 17,3%. Outros cultivos também apresentam participação relevante nesse contexto, como as uvas e vinhas, com 13,4% e o algodão, com 3,9%, que, apesar de possuir uma participação menor, ainda apresentam contribuição relevante (Cotton incorporated, 2024).

Diante desse cenário, esses dados evidenciam que as diferentes formas de cultivo apresentam demandas distintas, relacionadas às necessidades de manejo e ao tipo de alimento produzido, uma vez que cada cultura apresenta suscetibilidade a diferentes pragas e doenças, fazendo com que algumas necessitem de maior uso desses produtos do que outras. Do mesmo modo, a literatura evidencia que o uso irregular e indiscriminado de agrotóxicos, também influencia na resistência de pragas e microrganismos, sendo necessário doses sempre maiores ou a criação de compostos mais fortes. Esse ciclo de dependência tecnológica induz o setor agrícola a manter um modelo produtivo cada vez mais intensivo, dificultando a transição para práticas mais equilibradas e menos agressivas para o meio ambiente (Lopes; Albuquerque, 2018).

2.1.3 Pesticidas no cultivo de soja

Atualmente, o Brasil é considerado o maior produtor de soja do mundo, com produção média de 154,6 milhões de toneladas por ano. Muitos estados brasileiros estão envolvidos na produção de soja, dentre eles cinco se sobressaem: Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e Goiás (GO), que, somados, representam 70,4 % de toda a produção brasileira. Nas últimas décadas, houve um aumento expressivo na produção

de soja no país, evoluindo de aproximadamente 19,4 milhões de toneladas em 1991 para cerca de 154,6 milhões de toneladas no ano de 2022 (Filho, 2024).

No cenário nacional, o estado do Mato Grosso é considerado atualmente o maior produtor, representando sozinho cerca de 31,5 % da produção brasileira, o que acompanha um elevado consumo de agrotóxicos, especialmente herbicidas, fungicidas e inseticidas. Entre os anos de 2005 e 2007, o consumo dos produtos considerados de menor toxicidade aumentou, porém, os considerados mais perigosos não tiveram seu consumo reduzido, o que evidencia que os riscos continuam presentes (Belo et al., 2012; Filho, 2024).

Dentre defensivos agrícolas que mais são utilizados nas grandes monoculturas atualmente no Brasil, destacam-se os herbicidas Glifosato e Carfentrazona, os fungicidas Difenconazol, possivelmente carcinogênicos, Alade e o Mitrion, sem potenciais carcinogênicos, classificados como de classes IV e V, considerados pouco tóxicos e improváveis de causar dano agudo e o inseticida Acetato classificado como de classe III considerado medialmente tóxico e possivelmente carcinogênico. Observa-se que, apesar de a maioria dos pesticidas possuir classificação toxicológica considerada mais adequadas, sendo elas as classes IV e V, o uso desregulado e em excesso ainda pode gerar efeitos nocivos significativos (Costa; Coimbra; Mota, 2024).

Na cidade de Lucas do Rio Verde, foram encontrados resíduos de glifosato, piretróides e organoclorados na população que residia próxima as lavouras, além de compostos como melationa e metil paration na água da chuva, evidenciando que a contaminação atinge tanto os moradores quanto o ambiente que residem (Belo et al., 2012).

Em vista disso, os modelos de produção atual, baseados em grandes lavouras com cultivo quase totalmente mecanizado, que utilizam da pulverização como forma de aplicação dos agrotóxicos, intensifica a dispersão dessas substâncias no ambiente, eleva o nível de contaminação para além das áreas de lavoura. Esta técnica favorece a distribuição dos produtos químicos, que podem até atingir comunidades vizinhas, fontes de água e até mesmo a atmosfera, o que intensifica ainda mais o risco da população (Freitas; Bonfatti; Vasconcelos, 2022).

Desse modo, intensificado por essas condições há risco à saúde humana, animal e ambiental, uma vez que algumas dessas substâncias podem permanecer no ambiente e gerar efeitos adversos perceptíveis mesmo após anos de sua exposição, que podem ser irreversíveis. Dessa forma, fica evidente a necessidade de vigilância e monitoramento ambiental (Belo et al., 2012; Freitas; Bonfatti; Vasconcelos, 2022).

2.2. Impactos dos pesticidas na saúde humana e animal

2.2.1 Toxicocinética dos pesticidas

A toxicocinética dos praguicidas envolve cinco etapas principais: absorção, distribuição, armazenamento, biotransformação e eliminação. No que diz respeito à absorção, esta depende principalmente das propriedades físico-químicas do agente, da dose, da via de exposição e da duração do contato. A pele é considerada uma das principais portas de entrada, embora as vias respiratória e oral também tenham grande relevância (Righi et al., 2020).

Assim, uma vez que alcança a corrente sanguínea, a distribuição do composto no organismo passa a depender não apenas das suas características químicas, mas também da quantidade que foi absorvida. Em condições habituais, o organismo dispõe de enzimas capazes de metabolizar um grande número de substâncias, desempenhando papel fundamental na desintoxicação. No entanto, quando esses mecanismos falham, como ocorre na intoxicação, a eliminação torna-se extremamente lenta. Além disso, alguns agentes como os organofosforados e carbamatos, devido sua propriedade lipofílica tendem a se acumular no tecido adiposo, retardando sua eliminação e prolongando a manifestação dos sinais clínicos (Costa; Teixeira, 2012; Spinosa, 2020).

Adicionalmente, a biotransformação desses compostos envolve um amplo conjunto de reações metabólicas, que podem sofrer alterações em situações de múltiplas exposições, aumentando o potencial nocivo desses compostos. Por fim, o processo de eliminação que ocorre por diferentes rotas, como fezes, ar exalado, leite materno, suor e saliva, sendo a urina considerada a via de excreção mais importante tanto do composto original quanto para seus metabólicos (Costa; Teixeira, 2012).

2.2.2 Toxicidade aguda

Toxicidade aguda refere-se a qualquer efeito que gere deficiências funcionais precoces em órgãos, lesões bioquímicas ou altere o funcionamento do organismo. É caracterizada por apresentar um início súbito de sinais clínicos e evolução rápida, após uma exposição única ou de curto prazo a uma substância toxica, geralmente em um intervalo de algumas horas ou dias. Dessa forma, é classificada como uma emergência clínica, necessitando de identificação imediata e avaliação adequada a fim de reduzir os riscos de óbito (Chinedu; Arome; Ameh, 2013; Pant, 2024).

Outro ponto importante, é que dentre os praguicidas, os organofosforados e os carbamatos estão entre os principais causadores de intoxicação aguda em animais domésticos, devido à alta toxicidade de alguns desses compostos e a facilidade ao se adquirir esses produtos em casas agrícolas. Nestes casos, podem ser observados alguns sinais clínicos como por exemplo: salivação, sudorese, miose intensa, redução do nível de consciência e insuficiência respiratória. Entretanto, é importante destacar que a manifestação clínica varia conforme o tipo de substância, a dose absorvida e a susceptibilidade do organismo, de modo que nem todos os praguicidas desencadeiam os mesmos sinais. A intoxicação aguda pode ser ainda assintomática se ocorrer em baixas doses ou em substâncias que possuem efeito menos tóxico, podendo levar a efeitos a longo prazo como redução das atividades neuropsicológicas como em uma exposição crônica, porém presença de lesões na pele pode aumentar a absorção, intensificando os sintomas desencadeando casos mais graves. (Xavier; Righi; Spinosa, 2007; Poirier et al., 2021; Sckrotk; Ferreira; Horvath, 2024).

2.2.3 Toxicidade Crônica

Contrariamente à intoxicação aguda, que envolve altas doses e rápida exposição resultando em sinais precoces, a intoxicação crônica pode evoluir de forma assintomática e progressiva o que a torna um obstáculo na medicina veterinária e humana. Ela é definida como os efeitos negativos que se manifestam depois de uma exposição recorrente ou constante a baixas concentrações de alguma substância tóxica durante períodos prolongados, que se acumulam no organismo com o passar do tempo, gerando alterações clínicas que nem sempre são percebidas de imediato, como disfunções metabólicas, neurológicas e reprodutivas, podendo ser de difícil diagnóstico inicial (Silva, 2025).

Além disso, a exposição crônica está relacionada a sinais clínicos envolvendo distúrbios neurológicos como alterações de memória, coordenação e funções executivas, disfunções endócrinas e metabólicas como obesidade, alterações na tireoide e metabolismo de aminoácidos, efeitos reprodutivos como redução da qualidade do sêmen em coelhos, somando a isso compromete a resposta imunológica, diminuindo parâmetros hematológicos como a contagem de glóbulos vermelhos e a concentração de hemoglobina, bem como a redução da atividade enzimática fagocítica e antioxidante (Poirier et al., 2021).

2.2.4 Vias de exposição aos pesticidas

Entender as vias de exposição aos pesticidas é essencial para compreender a intensidade os efeitos vão reagir no organismo, por possuir alta lipossolubilidade grande parte desses compostos podem facilmente ser absorvidos pelas vias digestiva, cutânea e respiratória, mesmo cada uma possuindo característica distintas. Logo a forma de absorção é fundamental para determinar a velocidade com que os sinais clínicos se manifestam, já que a inalação pode gerar sinais clínicos quase imediatos e rapidamente levar a morte. Em contrapartida, a exposição dérmica ou ingestão oral ocasiona efeitos mais tardios (Vinhal; Soares, 2018; Poirier et al., 2021).

Sob essa perspectiva, a via respiratória é considerada de maior gravidade, pois no processo de pulverização e manipulação, as partículas ficam suspensas no ar e podem ser aspiradas com facilidade. Dessa forma, a via respiratória é extremamente nociva, visto que a extensa área de contato dos pulmões, acelera o tempo com que essas substâncias alcançam a circulação sanguínea, em função disso os sinais surgem quase imediatamente, o que faz com que os casos de acidentes respiratórios os mais graves e de desenvolvimento mais agressivo (Vinhal; Soares, 2018; Freitas; Bonfatti; Vasconcelos, 2022).

Em contrapartida, a via digestiva ocorre mais em casos de ingestão não intencional, por meio da contaminação dos alimentos e da água onde há o consumo direto dos agentes tóxicos. Embora nesses casos, os efeitos tendem a aparecer mais tardiamente principalmente se comparados a inalação, essa via ainda possibilita que altas concentrações do composto tenham contato com o organismo concomitantemente, o que provoca reações severas mesmo com o atraso dos sinais clínicos que pode agir justamente como um empecilho no diagnóstico imediato aumentando assim a gravidade do quadro (Vinhal; Soares, 2018; Tudi et al., 2022; Valentim et al., 2023).

Por fim, a via cutânea, que embora seja menos frequente entre os animais, não deve ser subestimada. O contato dérmico direto com os agrotóxicos ou com fômites contaminados pelos trabalhadores tanto durante o preparo das caldas quanto no uso dos equipamentos ou até mesmo no momento do descarte dos

resíduos e embalagens vazias, pode levar a uma absorção contínua. Nesse processo, esses trabalhadores podem atuar como fatores de contaminação cruzada, transportando esses resíduos para casa nas roupas, calçados ou objetos/materiais de trabalho, expondo sem proteção adequada, animais e familiares ao risco. Nestas situações, os efeitos tendem a surgir de forma mais lenta e gradual, com riscos igualmente preocupantes, levando em conta que em ambientes familiares a vulnerabilidade é maior (Vínhal; Soares, 2018; Tudi et al., 2022).

No contexto brasileiro atual, as intoxicações por agrotóxicos estão fortemente associadas às circunstâncias ocupacionais e acidentais, que se configuram entre as principais formas de ocorrência, ficando atrás apenas dos casos intencionais. Em relação a isso, dados recentes evidenciam a elevada representatividade dessas categorias (Gráfico 3), reforçando a importância da exposição não intencional no cenário atual. Além disso, a distribuição dos casos ao longo dos anos demonstra variações importantes (Gráfico 4), indicando períodos de maior incidência podendo estar relacionados à intensificação do uso desses produtos. Assim, observa-se que a exposição ocupacional e acidental apresenta relevância significativa, refletindo a influência direta das diferentes vias de absorção dos agrotóxicos na ocorrência das intoxicações (CIATOX, 2024).

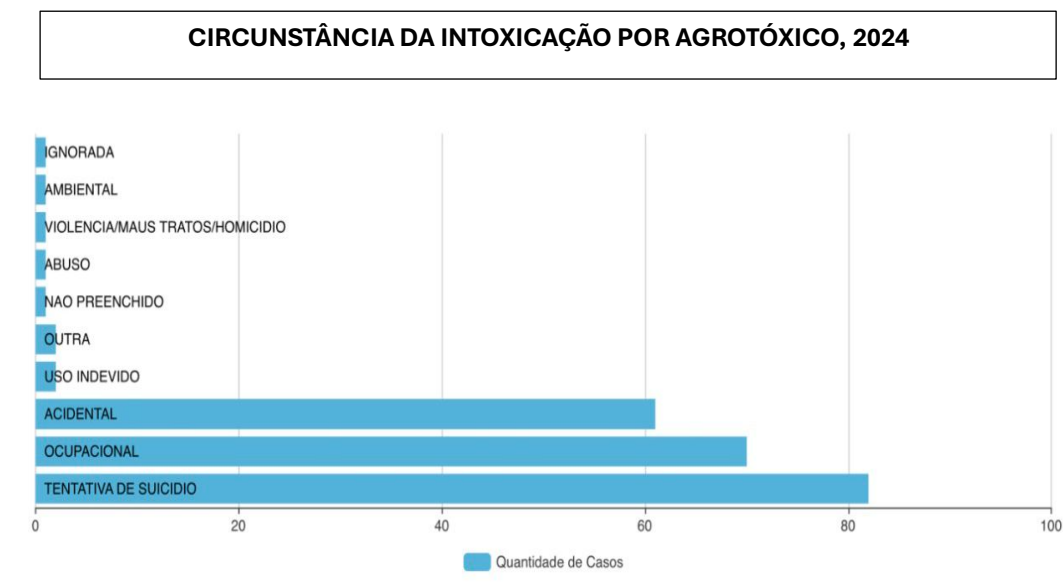


Gráfico 3 - Distribuição dos casos de intoxicação por agrotóxicos segundo a circunstância da exposição no ano de 2024. Observa-se predominância dos casos relacionados à tentativa de suicídio, seguidos pelas intoxicações ocupacionais e acidentais

Fonte: Goiás. Secretaria de Estado da Saúde. CIATOX – Centro de Informação e Assistência Toxicológica

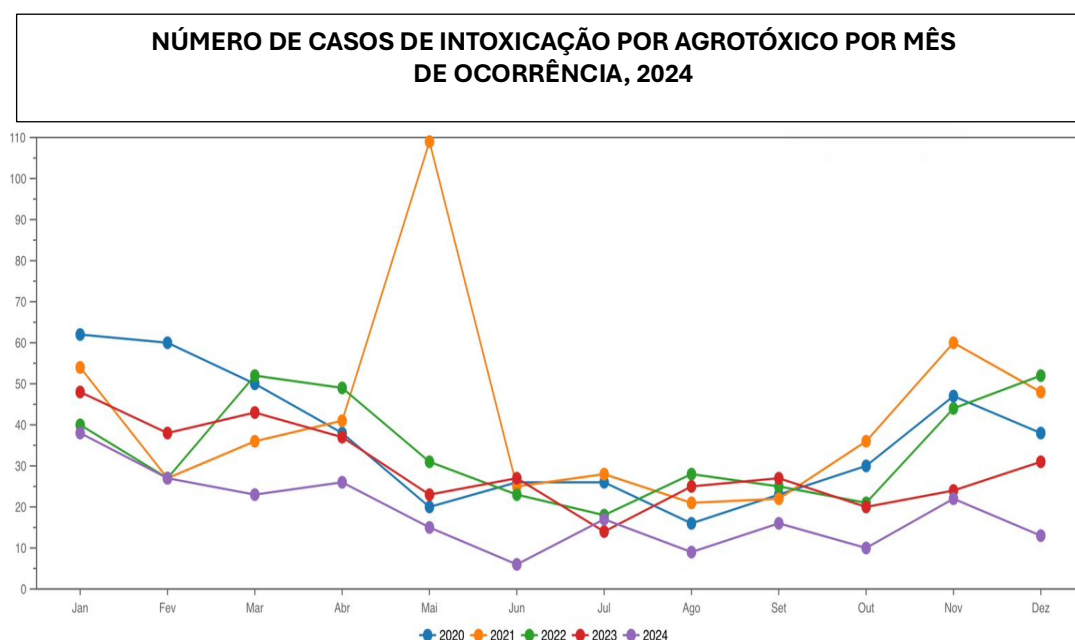


Gráfico 4 - Número de casos de intoxicação por agrotóxicos registrados por mês de ocorrência entre os anos de 2020 e 2024. O gráfico demonstra variações temporais e oscilações sazonais na frequência das intoxicações ao longo do período analisado.

Fonte: Secretaria de Estado da Saúde de Goiás. CIATOX – Centro de Informação e Assistência Toxicológica.

2.2.5 Alterações hepáticas associadas a pesticidas

Por mais que a hepatotoxicidade induzida por pesticidas seja pouco compreendida, pesquisas evidenciam que a exposição a herbicidas, inseticidas e fungicidas, estão diretamente relacionados com o aparecimento de lesões como a doença hepáticas gordurosa não alcoólica (DHGNA), doença hepática gordurosa associada ao metabolismo (DHGAM), esteatose hepatite não alcoólica (EHNA), hepatite e carcinoma hepatocelular. Ademais, os estudos realizados por Sarkar, tanto *in vivo* quanto *in vitro*, demonstram que a exposição a pesticidas acarreta mudanças significativas na morfologia e nas funções dos hepatócitos, além de aumentar a atividade enzimática, inflamação tecidual, estresse oxidativo e acúmulo de lipídios e leucócitos. Também foi descrito que a contaminação por pesticidas pode alterar o funcionamento do eixo intestino-fígado, diminuindo a microbiota intestinal intensificando o quadro de lesão hepática (Sarkar et al., 2025).

O fígado é considerado um órgão particularmente sensível a lesões induzidas por substâncias tóxicas, devido tanto a sua localização anatômica, que o torna, após a absorção intestinal pela via oral, um dos primeiros locais em contato com o agente, quanto a sua participação na metabolização e eliminação de substâncias estranhas, em relação a vesícula biliar, raramente e descrita como um órgão alvo de intoxicação. Estudos indicam que as alterações mais comuns encontradas no fígado após uma única exposição são degeneração e morte celular, já após exposição contínua ao longo de um período, pode ocorrer hipertrofia devido a indução enzimática, esteatose e fosfolipidose hepática, porfiria hepatocelular e de ducto biliar, coletasse hepática e ducto biliar, alterações pré-neoplásicas e neoplásicas hepatocelulares e alterações neoplásicas do ducto biliar. Efeitos descritos em vesícula biliar incluem erosão ou ulceração, formação de cálculos e alterações neoplásicas. Todos os efeitos estão diretamente relacionados com o nível de intoxicação e o tempo de exposição (Castoldi et al., 2025).

2.3 Cães como animais sentinelas de contaminação ambiental

2.3.1 Conceito de animais sentinelas

Animais sentinelas são aqueles que atuam como indicadores precoces de alterações em um determinado ambiente, funcionando como marcadores da saúde do ambiente, que alertam para a presença de contaminantes, patógenos ou mudanças ambientais prejudiciais à

saúde humana e animal. Isso ocorre porque, devido aos seus comportamentos naturais, hábitos alimentares e características biológicas, os animais tendem a entrar em contato com poluentes mais rapidamente e, muitas vezes, em concentrações mais elevadas do que humanos expostos aos mesmos ambientes (Backer; Miller, 2016; Neves, 2019; Moraes, 2020).

O uso de animais como sentinelas não é recente, sendo observado historicamente em diferentes contextos como o uso de canários e camundongos nas minas de carvão para alertar os mineradores sobre o aumento potencialmente arriscado do nível de monóxido de carbono. O primeiro relato publicado do uso de animais domésticos como sentinelas foi descrito por Francis em 1878, ao relatar episódios de intoxicação em cavalos, ovelhas, cães e porcos, que consumiram água contaminada por florações algais, evidenciando precocemente riscos ambientais que também poderiam afetar a saúde humana (Backer; Miller., 2016).

Além disso, esses animais são importantes pois permitem a detecção da circulação de um agente antes mesmo do surgimento de surtos em humanos, auxiliando na vigilância e na compreensão da dinâmica de dispersão desses compostos em áreas urbanas ou periurbanas. Dessa maneira, são essenciais para o monitoramento contínuo e para a prevenção de emergências em saúde pública, o que reforça a necessidade de vigilância integrada e diversificada. Nesse sentido, podem atuar como hospedeiros naturais de um patógeno, evidenciar a exposição a poluentes ambientais ou apenas indicar sua presença numa determinada região (Santos et al., 2025).

2.3.2 Cães como bioindicadores ambientais

De forma geral, são denominados bioindicadores qualquer organismo vivo, que possua potencial de refletir os impactos ambientais dentro de um ecossistema. Esses organismos são usados para avaliar os efeitos de algum agente ou poluente tanto no ambiente quanto na saúde. Por meios de suas respostas biológicas, tornam-se capazes de indicar áreas que necessitam de medidas mais específicas de controle ou investigação, o que contribui diretamente para o processo de planejamento estratégico e para adequada alocação de atenção e recursos, promovendo o estabelecimento de medidas que diminuam esses impactos ambientais (Petroli et al., 2022).

A partir dessa perspectiva, devido a presença significativa dos cães nas regiões rurais, mantendo contato constante com as pessoas e seu ambiente de trabalho, o monitoramento contínuo desses animais pode ser crucial para o controle dos efeitos do uso dos pesticidas tanto

na saúde animal quanto na saúde da comunidade, servindo como bioindicadores perfeitos dos efeitos prejudiciais do uso dos agrotóxicos. Somado a isso, os cães, por compartilharem ambientes e hábitos fisiológicos com os seres humanos, podem ser expostos aos mesmos agentes, podendo antecipar a presença de contaminantes que ofereçam risco à saúde humana e ambiental (Melo; Oliveira; Lago, 2002; Neves, 2019).

2.3.3 Exposição de cães a pesticidas

Atualmente, os cães podem ser considerados um dos animais domésticos mais vulneráveis à contaminação por pesticidas, devido ao seu comportamento exploratório e ao contato frequente com superfícies contaminadas. Ademais, a morte súbita desses animais, pode representar um dos primeiros indícios visíveis de um evento tóxico, já que, ao entrarem em ambientes contaminados, tendem a lamben os pelos como forma de higiene. Portanto, esse hábito aumenta as possibilidades de ingestão oral ou absorção cutânea, sobretudo em locais onde há a aplicação de pesticidas, como em zonas rurais, áreas urbanas e quintais, estabelecendo um elo entre as fontes contaminadas e o desenvolvimento de quadros agudos e crônicos (Backer; Miller, 2016).

Nesta perspectiva, a exposição a pesticidas em cães geralmente desencadeia quadros compatíveis com intoxicação, associados a alterações bioquímicas que demonstram o impacto hepático desses compostos. Assim como no caso relatado por Yusuf, a intoxicação acidental após aplicação de um produto à base de organofosforado, levou ao aumento significativo das enzimas ALP (Fosfatase Alcalina), ALT (Alanina Aminotransferase) e AST (Aspartato Aminotransferase), característicos de lesão hepatocelular aguda, a diminuição progressiva dos valores de ALP e ALT após o tratamento indicou um dano reversível, enquanto a permanência da AST elevada sugeriu um possível acometimento extra-hepático. Dessa maneira, esses achados sugerem que mesmo quando os sinais são predominantemente neurológicos, o fígado ainda é um dos primeiros órgãos a apresentar alterações decorrentes da exposição (Yusuf et al., 2025).

Da mesma forma, estudos com cães expostos a organofosforados reforçam a relevância da avaliação hepática. Em uma pesquisa realizada com 24 animais que foram submetidos à exposição aguda ao composto organofosforado coumaphos, observou-se que as enzimas ALP (Fosfatase Alcalina), ALT (Alanina Aminotransferase) e AST (Aspartato Aminotransferase) e GGT (Gama-Glutamiltransferase), apresentaram elevação discreta, alterações compatíveis com

dano hepatocelular. Bem como, a redução significativa da albumina indicou comprometimento da síntese hepática, enquanto a diminuição de LDL (Low-Density Lipoprotein) e colesterol total sugeriu comprometimento no metabolismo lipídico. Somado a isso, achados histopatológicos também revelaram necrose hepatocelular focal, congestão difusa, esteatose microvesicular e infiltrado inflamatório. Em síntese, esses achados confirmam o entendimento de que o fígado é um dos órgãos mais afetados em quadros de intoxicações acumulando lesões ao decorrer da exposição (Ola-davies et al., 2018).

Por fim, a análise de achados necroscópicos em cães intoxicados revela padrões consistentes com danos hepáticos graves, entre as mais descritas estão a congestão intensa do fígado e a presença de áreas amareladas compatíveis com degeneração. Esses achados aparecem associados a alterações sistêmicas, como edema pulmonar, sangue coagulado nas câmaras cardíacas, esplenomegalia e hemorragias equimóticas ao longo de todo o intestino, condizentes com um quadro sistêmico severo. Complementarmente, observa-se que, nem todos os animais evoluem para o óbito, pois o desfecho está diretamente ligado ao tempo que levou para receberem o suporte necessário, animais que recebem tratamento imediato apresentam maior chance de sobrevivência em comparação aqueles que são atendidos mais tardiamente. Esses aspectos, são condizentes com quadros graves, no qual o fígado desempenha papel fundamental na metabolização, o que a torna altamente susceptível aos efeitos tóxicos (Vimalraj; Bhuvaneswari; Arulkumar, 2022; Mavromati; Prifti, 2024).

2.4. Ultrassonografia na medicina veterinária

2.4.1 Princípios da ultrassonografia

A ultrassonografia é um exame de imagem que utiliza ondas sonoras de alta frequência, inaudíveis ao ouvido humano, direcionadas ao interior do corpo. Essas ondas atravessam os tecidos até atingir superfícies capazes de refletir o sinal como, tecidos moles, sólidos e fluidos, retornando em forma de ecos ao transdutor que atua simultaneamente como emissor e receptor. Os ecos captados são enviados ao computador, que processa as interações das ondas com os diferentes tecidos de acordo com sua impedância acústica, mais lenta em tecidos moles e mais rápida em tecidos densos. Dessa forma, as informações são processadas e transformadas em imagens de alta resolução capazes de revelar de órgãos, tecidos e fluxo sanguíneo (Kealy et al., 2012; Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

A imagem formada é representada em escalas de cinza, composta por tons de preto, branco e diferentes intensidades de cinza. A tonalidade atribuída a cada estrutura está relacionada a suas características físicas como a densidade, que influencia na velocidade que o som se propaga e é refletido em seu interior, dessa relação surge a impedância acústica. Dessa maneira, por cada estruturas possuir impedâncias acústicas distintas, e refletir o feixe de ultrassom em níveis variados, com ecos distintos, resulta nos diferentes tons de cinza observados na imagem. Considerando esse princípio, tecidos que não produzem eco como os líquidos, são denominados anecóicos, apresentados na imagem em preto, enquanto estruturas que refletem menos ondas como os tecidos moles, são classificadas como hipoecóicas, apresentando tons de cinza escuro. Já os tecidos que refletem grandes quantidades de ondas, como cápsulas de órgãos e estruturas mineralizadas, produzem ecos de maior amplitude e são denominados hiperecóicos, visualizados na imagem em tons de branco e cinza claro (Figura 1) (Papaléo; Souza, 2019; Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

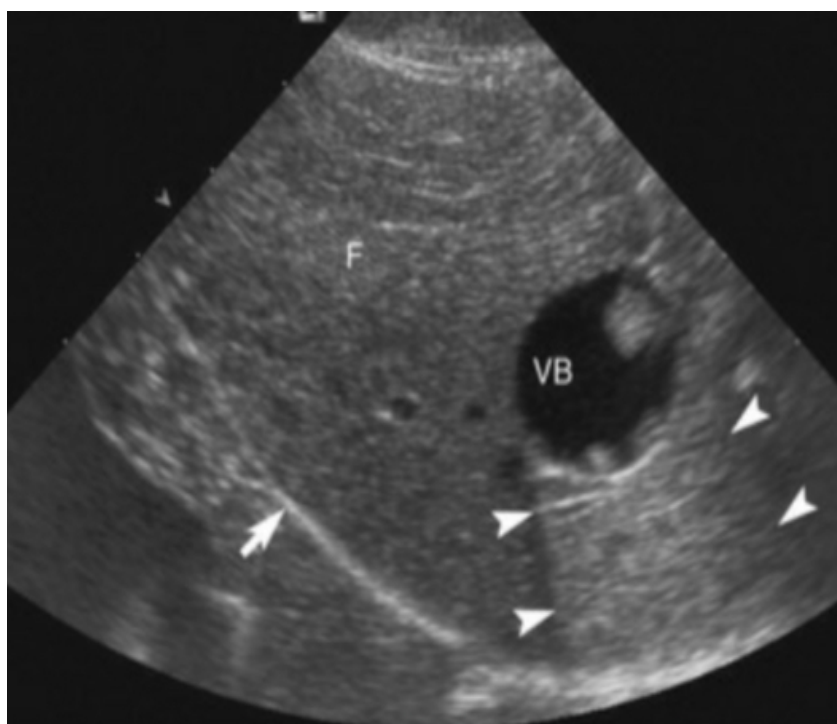


Figura 1: A vesícula biliar (VB) anecoica. Diafragma (seta) possui margem hiperecóica, e textura hepática (F) isoecóica. A área de reforço acústico (pontas de seta) é hiperecóica em relação ao fígado. Veem-se três pequenos pólipos aderidos à parede da vesícula biliar. Fonte: Kealy; McAllister; Graham, 2012.

2.4.2 Equipamento de ultrassonografia

O equipamento de ultrassonografia que é utilizado na clínica veterinária, opera com altas frequências inaudíveis ao ouvido humano, variando entre 300 KHz e 20 MHz. A frequência corresponde ao número de vezes que uma onda é repetida em um segundo, quanto mais curta e a onda, maior será a frequência, o que resulta em melhor resolução na imagem. Existe, portanto, uma relação inversamente proporcional, entre comprimento de onda e frequência. Essa variação é essencial, pois a profundidade das estruturas avaliadas, influencia diretamente na escolha da frequência e da intensidade adequadas (Santos, 2009; Sales; Braga; Filho, 2019; Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

Quanto a sua estrutura, o aparelho é composto por diferentes componentes: um responsável pela geração e emissão dos sinais, outra pela recaptção e amplificação dos ecos, e uma terceira que supervisiona todo o processo, também possui uma unidade destinada a exibição das imagens. Além destes, existe também o transdutor, componente que utiliza um cristal piezoelétrico, capaz de transformar em energia elétrica as vibrações sonoras que posteriormente serão traduzidas pelo computador (Sales; Braga; Filho, 2019; Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

Existem três tipos de transdutores utilizados na prática veterinária, os lineares, convexos e microconvexos. Os lineares (Figura 3), são aqueles de superfície retilínea, que operam em frequências entre 8 e 16MHz indicados para a avaliação de estruturas superficiais, proporcionando feixes sonoros em linhas paralelas, dando origem imagens retangulares mais nítidas. Já os convexos e microconvexos (Figura 3) possuem superfície curva, que atuam em menores frequências, de 2 a 8MHz, e dão origem a feixes sonoros divergentes de cunha, sendo recomendados para visualizar estruturas mais profundas e, embora proporcionem maior amplitude de imagens, produzem resultados com menor nível de detalhamento (Peixoto et al., 2010; Feliciano; Assis; Vicente, 2019; Mattoon; Sellon; Berry, 2021).

O aparelho de ultrassonografia também utiliza diferentes modos para fornecer informações sobre ecotextura e ecogenicidade (Figura 2). No modo A, ou modo amplitude, os ecos são representados em uma linha unidimensional, relacionando profundidade e intensidade. Já o modo B, ou modo brilho, transforma os ecos em pontos de luz em escalas de cinza, para formar imagens bidimensionais dinâmicas ou em tempo real. Por fim, o modo M, ou modo movimento, registra graficamente o movimento das estruturas, o que permite avaliar de forma

precisa paredes e câmaras cardíacas ao realizar exames de ecocardiografia (Peixoto et al., 2010; Feliciano; Assis; Vicente, 2019; Mattoon; Sellon; Berry, 2021).



Figura 2: Equipamento de ultrassonografia não portátil (modelo Aplio 300), utilizado na rotina clínica para obtenção de imagens em tempo real, auxiliando no diagnóstico em pequenos animais.

Fonte: <https://ultramedbrasil.com.br/produto/aplio-300-platinum/>.



Figura 3: Transdutores comumente usados em ultrassom para diagnóstico de pequenos animais. A, Phase Array ou setorial. B, Microconvexo. C, Convexo. D, Linear. E, linear endocavitário.

Fonte: Mattoon; Sellon; Berry, 2021.

2.4.3 Aplicações da ultrassonografia em medicina veterinária

A utilização da ultrassonografia na medicina veterinária possibilita avaliar em tempo real diversas estruturas do organismo, incluindo a arquitetura vascular e aspectos hemodinâmicos, aplicáveis em várias áreas como cardiologia, neurologia e ginecologia. Dessa maneira, possibilita detalhar desde a anatomia até as principais alterações, como as do trato gastrointestinal, urinário e reprodutivo, bem como permitir análise do abdômen, tórax, coração, tendões e outros órgãos (Seoane; Garcia; Froes, 2011; Sales, Braga; Filho, 2019).

Outro ponto relevante é sua praticidade, já que o exame pode ser realizado em qualquer ambiente, sem a necessidade de medidas específicas de segurança. Ademais, trata-se de uma técnica segura, que não gera efeitos biológicos nocivos nem ao animal, nem ao profissional que está realizando o exame. Por esse motivo, pode ser repetida quantas vezes forem necessárias, sem a exigência de intervalo entre um exame e outro (Sales; Braga; Filho, 2019).

2.5 Ultrassonografia abdominal em cães

2.5.1 Preparação do animal para o exame

Geralmente para realização do exame de ultrassom é necessário realizar a tricotomia do abdômen, com exceção apenas de animais com pelagem curta ou fina, desde que esta possa ser devidamente umedecidos. Esse processo pode ser realizado com lâmina de barbear ou com máquina de tricotomia, abrangendo o abdômen crânio ventral, desde o arco costal até a região inguinal. Em seguida, aplica-se o gel condutor sobre toda a superfície abdominal, que garante a transmissão acústica entre o tradutor e o paciente seja adequada. Além disso, recomenda-se que o animal esteja em jejum de oito a doze horas para cães e quatro a seis horas para gatos, pois evita que o estômago fique distendido por gases ou conteúdo alimentar e interfira visualização (Feliciano, Assis e Vicente, 2019; Lobato et al., 2022).

No que se refere ao posicionamento, o paciente deve ser colocado em decúbito dorsal e contido suavemente pelos membros torácicos e pélvicos, sobre uma almofada de espuma em formato de “V”, que auxilia tanto na contenção quanto na estabilidade, proporcionando maior conforto e segurança. A sedação geralmente não é necessária, porém, em alguns casos pode ser utilizada para garantir a segurança e o bem-estar do animal. Nessas situações, evita-se o uso de morfina e seus derivados, pois podem comprometer a respiração e gerar um quadro de

aerofagia, que aumenta o acúmulo de gás no estômago. Do mesmo modo, não se recomenda o uso de xilazina, visto que, pode induzir a atonia gástrica, que também favorece o acúmulo de gases, diminuindo a qualidade das imagens (Lobato et al., 2022).

2.5.2 Técnica do exame ultrassonográfico

Na ultrassonografia o animal pode ser posicionado de diferentes formas de acordo com o órgão que se deseja observar. Os posicionamentos mais comuns são o decúbito dorsal e o decúbito lateral esquerdo ou direito, existe também, a técnica de realizar o exame com o animal em estação, que pode ser empregada em animais de grande porte. Porém, para avaliar adequadamente os órgãos abdominais em cães, o decúbito dorsal é mais recomendado (Feliciano; Assis; Vicente, 2019; Kealy; McAllister; Graham, 2012).

No que diz respeito à realização da ultrassonografia hepática, deve-se realizar previamente a tricotomia desde o 10º espaço intercostal até a região ventral. O transdutor é posicionado na linha média da cartilagem xifoide, e para se obter uma imagem sagital ou longitudinal inclina-se o transdutor na direção cranial, mantendo o plano do transdutor paralelo ao eixo mais longo do animal. A partir desse ajuste, ao inclinar para direita ou para a esquerda, é possível observar diferentes regiões ao longo do fígado. Quando necessário, pode-se girar o tradutor em 90º, permitindo um corte transversal, e ao angular de forma íngreme da direção crânio-dorsal para crânio-ventral, torna-se possível visualizar o fígado em sua totalidade (Feliciano; Assis; Vicente, 2019; Kealy; McAllister; Graham, 2012).

Complementando essa técnica, utiliza-se a técnica de varredura, na qual a janela acústica pode ser subcostal (Figura 4) ou intercostal (Figura 5). A abordagem subcostal é a mais utilizada na avaliação hepatobiliar em cães e gatos, no entanto a intercostal pode ser necessária em animais de grande porte, com tórax profundo ou em casos de distensão gástrica, onde a visualização adequada pelos meios convencionais não é possível. Nessa técnica, o tradutor é utilizado em frequências entre 5 e 7,5 MHz. A avaliação tridimensional do fígado é realizada utilizando os planos transversal e longitudinal, que permitem a análise completa das estruturas hepáticas, com isso, obtém-se dados mais fidedignos (Lobato et al., 2022).

Convém destacar que, em alguns cães, o posicionamento do pulmão e do estômago pode gerar a falsa impressão de diminuição do tamanho hepático. Em situações como presença de gás no estômago, em animais de pequeno porte, quando há necessidade de avaliação com

mais detalhe os lobos hepáticos ou realização de biópsia e aspiração por agulha fina, pode ser indispensável a abordagem intercostal (Kealy; McAllister; Graham, 2012).

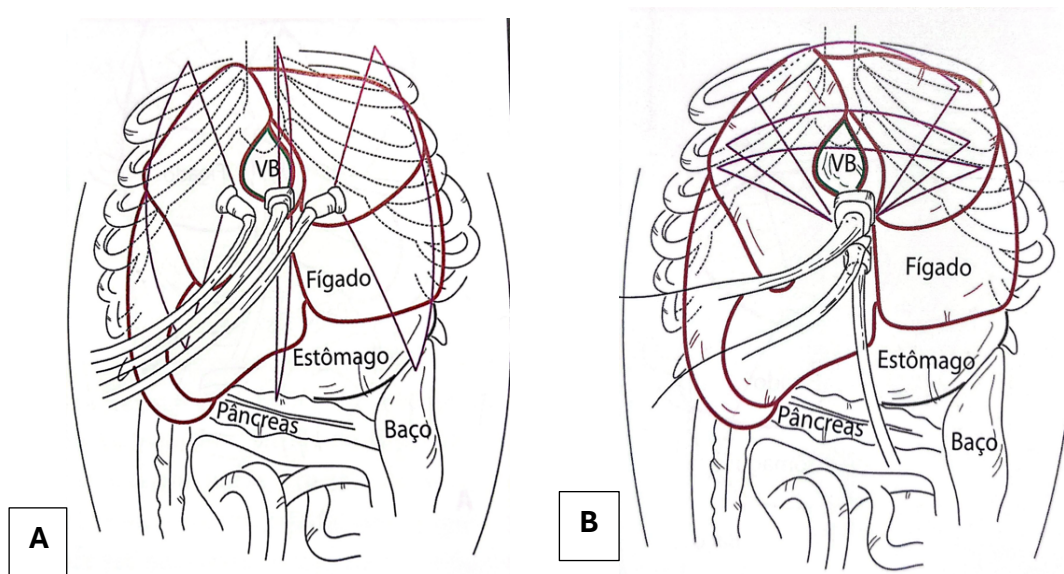


Figura 4: A) Desenho esquemático do posicionamento do transdutor no acesso subcostal, para obtenção dos planos sagitais do fígado. B) Desenho esquemático do posicionamento do transdutor no acesso subxifoide, para obtenção dos planos transversais do fígado.
Fonte: Feliciano; Assis; Vicente, 2019.

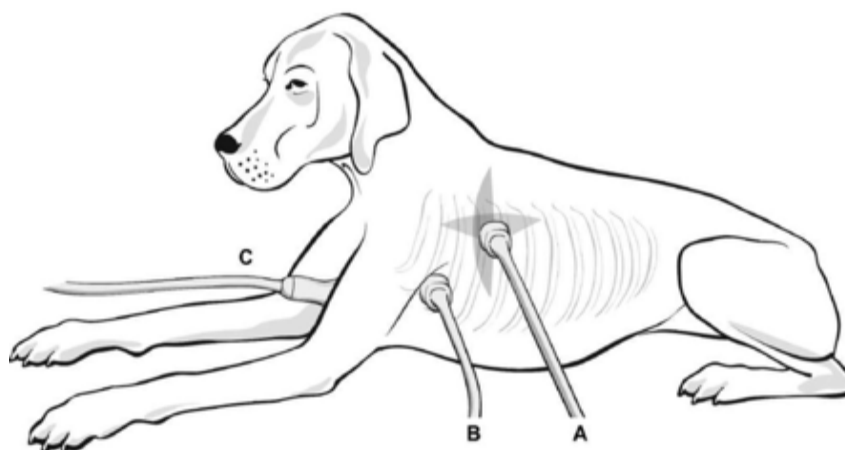


Figura 5: Abordagem intercostal. Transdutor colocado na parede torácica na área de interesse; essa técnica permite a avaliação de órgãos como coração, pulmão, diafragma e fígado, especialmente sua porção cranial, incluindo lobos em contato com o diafragma.
Fonte: Penninck; d'Anjou, 2025.

2.6 Avaliação ultrassonográfica do fígado

2.6.1 Aspectos anatômicos e ultrassonográficos do fígado e vesícula biliar

Para adequada avaliação ultrassonográfica, é fundamental compreender o posicionamento e a disposição do fígado dentro da cavidade abdominal. O fígado é subdividido em seis lobos: medial esquerdo, lateral esquerdo, medial direito, lateral direito, o quadrado e o lobo caudado. Somado a isso, se encontra cranialmente em contato direto com o diafragma, e caudalmente, encontra-se com o rim direito na fossa renal, com a flexura cranial do duodeno e com o estômago (Feliciano; Assis; Vicente, 2019; Kealy; McAllister; Graham, 2012).

Cabe destacar que, a vesícula biliar, por sua vez deve ser incluída na avaliação, ela está posicionada no abdômen cranioventral direito, adjacente ao fígado, apresenta formato de pera, com conteúdo normalmente anecoico, as alterações podem se manifestar como reforço acústico, artefatos, sombreamentos ou variações no tamanho e na espessura da parede (Kealy, McAllister e Graham, 2012; Penninck et al., 2025).

Deste modo, para avaliar a ecogenicidade hepática recomenda-se compará-lo aos órgãos adjacentes. O fígado deve ser menos ecogênico que o baço, porém, permanecer com ecogenicidade semelhante ou discretamente maior que a do córtex renal. Entretanto, é necessário realizar essa avaliação com cautela, pois alterações concomitantes em diferentes órgãos podem comprometer a avaliação (Kealy; McAllister; Graham, 2012; Lobato et al., 2022).

2.6.2 Principais alterações ultrassonográficas hepáticas

Entre as principais alterações ultrassonográficas hepáticas, destaca-se inicialmente a avaliação do tamanho do fígado, cuja mensuração é considerada técnica subjetiva. A hepatomegalia (Figura 7), pode ser identificada pelo aumento da distância entre o diafragma e o estômago, além do deslocamento caudal ventral do rim direito, nos casos graves, observa-se o arredondamento das extremidades dos lobos hepáticos, que podem se projetar para além do rim direito ou até mesmo alcançar o rim esquerdo. Em contrapartida, a micro-hepatia é caracterizada pela diminuição da distância entre o estômago e o diafragma ou pelo deslocamento cranial do rim direito. Contudo, é necessário ter cautela na interpretação em cães que possuem tórax profundo, pois esses animais apresentam naturalmente o fígado em posição

mais cranial em relação ao arco intercostal (Feliciano; Assis; Vicente, 2019; Lobato et al., 2022).

Além do tamanho, a ecogenicidade constitui parâmetro essencial na análise ultrassonográfica do fígado. Essa análise é realizada comparando o parênquima hepático ao ligamento falciforme (Figura 6) e ao córtex renal direito, quando o parênquima se apresenta isoecogênico ou hiperecogênico em relação a essas estruturas, considera-se aumento da ecogenicidade (Figura 8). Já quando as paredes dos vasos portais se tornam mais evidentes, observa-se um padrão conhecido como “céu estrelado”, caracterizado como hipoecogenicidade. Outra alteração comum de se observar na avaliação hepática é a presença de nódulos (Figura 11). Essas lesões podem ser difusas, focais, multifocais, hipoecogênicas, hiperecogênicas mistas ou até císticas, ao se utilizar a técnica do Doppler, diferentes padrões vasculares podem ser identificados, contribuindo na caracterização dessas alterações (Kealy; McAllister; Graham, 2012; Feliciano; Assis; Vicente, 2019; Lobato et al., 2022; Penninck; D’Anjou, 2025).

No que se refere a vesícula biliar, as alterações mais encontradas incluem o espessamento da parede acima de 1 mm, a presença de lama biliar, substância viscosa observada como um sedimento de baixa ecogenicidade, e a mucocèle (Figura 9), forma mais organizada da lama biliar, centralizada independente da força gravitacional. Acrescenta-se que, outras alterações da parede também podem ser identificadas, como irregularidade, hiperecogenicidade, hipoecogenicidade e até mesmo ruptura. Além disso, a vesícula pode apresentar colelitíase (Figura 10), caracterizada pela presença de cálculos em seu interior e obstruções das vias biliares onde o trajeto dos dutos pode estar dilatado, tortuoso ou obstruído pela presença de conteúdo, indicando alterações significativas no sistema biliar (Kealy; McAllister; Graham, 2012; Lobato et al., 2022; Penninck; D’Anjou, 2025).

Em síntese, a ultrassonografia hepática e da vesícula biliar permite identificar diversas alterações que evidenciam processos de hepatotoxicidade nos animais, incluindo variações de tamanho, mudanças de ecogenicidade, presença de nódulos e alterações estruturais da vesícula biliar, como espessamento de parede, mucocèle e colelitíase. Esses achados complementam as alterações descritas em estudos toxicológicos, tais como hipertrofia, degeneração celular, esteatose, colestase e neoplasias, evidenciando que tanto os achados ultrassonográficos quanto os histopatológicos demonstram claramente a gravidade da exposição dos animais a substâncias hepatotóxicas (Lobato et al., 2022; Castoldi et al., 2025).

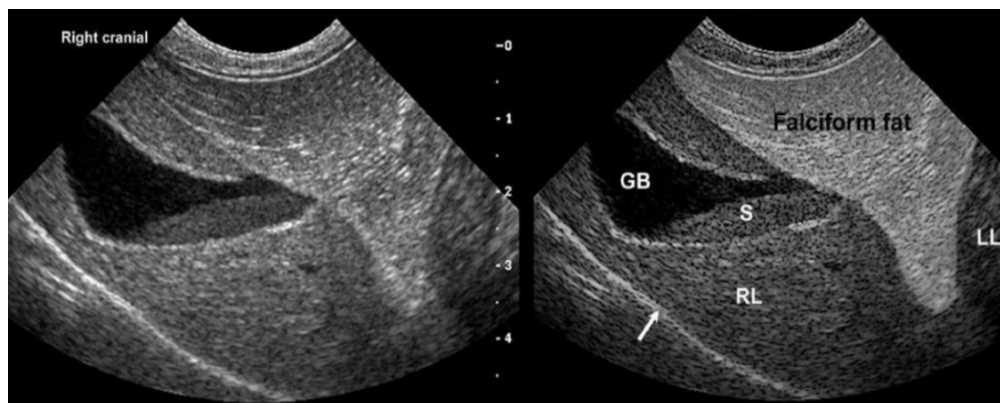


Figura 6: Imagens ultrassonográficas com realce das estruturas correspondentes do fígado na imagem ao lado, o ligamento falciforme estrutura hiperecótica triangular com ecotextura grosseira, entre as porções direita e esquerda do fígado. A vesícula biliar (VB) com moderada quantidade de lama biliar (S) em sua porção dependente (decúbito dorsal). A seta aponta para a interface pulmão-diafragma. LL, fígado esquerdo; e RL, fígado direito.

Fonte: Penninck; D'Anjou, 2025.

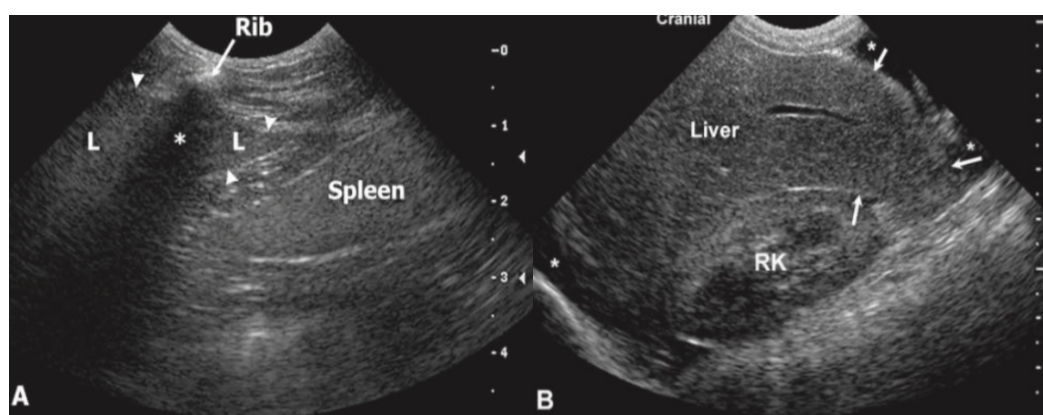


Figura 7: Imagens ultrassonográficas obtidas do abdômen cranial direito de um cão A) fígado normal. Vista parassagital esquerda, a ponta caudal do fígado (L e pontas de seta) estendendo-se além da última costela. O sombreamento acústico (*) é notado nesta estrutura hiperatenuante. B) Hepatomegalia. vista sagital, lobo hepático (setas) caudal ao rim direito (RK) com ponta arredondada consistente com o aumento.

Fonte: Penninck; D'Anjou, 2025.

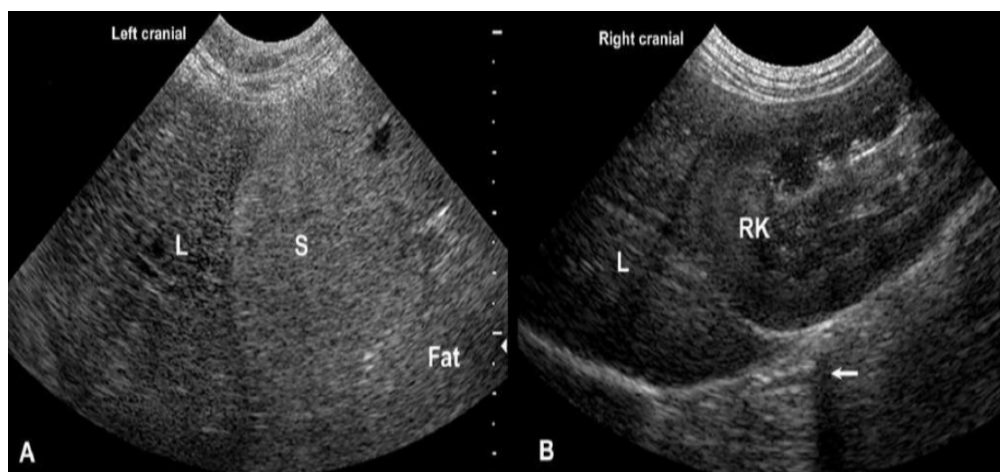


Figura 8: Imagens ultrassonográficas: A) Imagem sagital, fígado (L) está em contato com o baço (S) e é relativamente hipoeecóico e mais granular na ecotextura. B) Imagem sagital, fígado (L) relativamente isoeecóico ao córtex do rim direito (RK). O sombreamento acústico (seta) é causado por uma das últimas costelas.

Fonte: Penninck; d’Anjou, 2025.

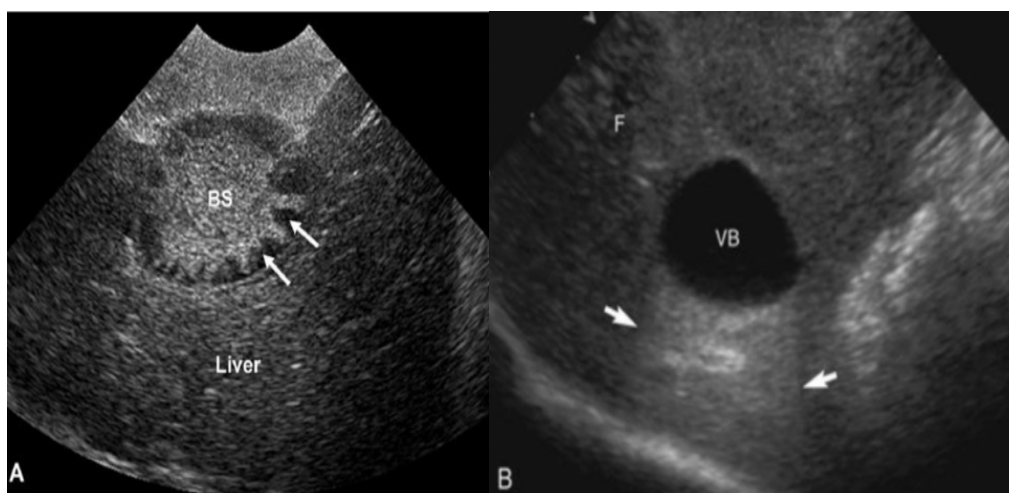


Figura 9: Imagens ultrassonográficas: A) Vesícula biliar distendida com lama biliar ecogênica (BS), borda interrompida e irregular, hipoeecóica a anecóica, é visível, correspondente a muco. Forma triangular hipoeecóicos (setas), caracterizando o padrão estrelado, relacionado à mucocoele. B) Vesícula biliar anecóica e repleta de líquido (VB) com tecido hepático adjacente (F). Reforço acústico na área posterior à vesícula aparece mais ecogênica (setas).

Fonte: Kealy, McAllister e Graham, 2012; Penninck, D’Anjou, 2025.

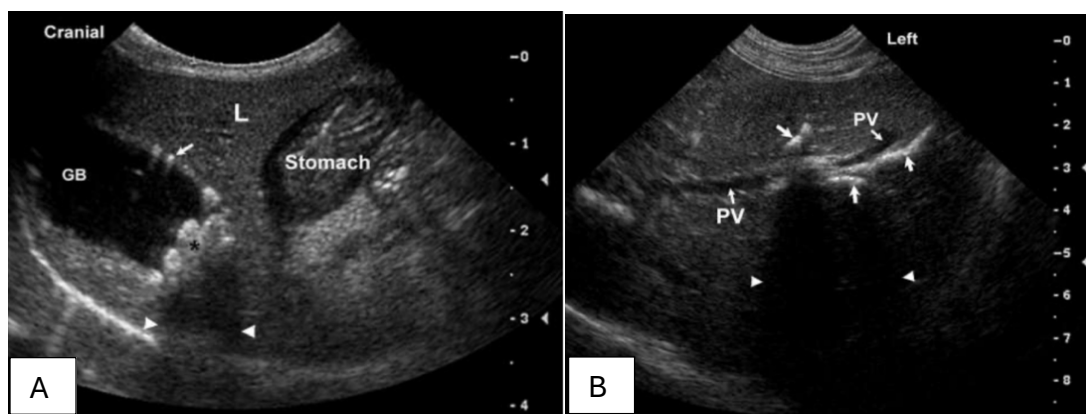


Figura 10: Imagens ultrassonográficas do fígado. A) Corte longitudinal, mostrando estruturas hiperecogênicas com sombra acústica (pontas de seta), compatíveis com colelitíase, focos hiperecogênicos com reverberação (seta) podem representar cálculos aderidos ou gás. B) Corte transversal, mostrando estruturas hiperecogênicas lineares (setas curtas), paralelas às veias porta, com sombra acústica (pontas de setas), sugerindo colelitíase em ductos biliares intra-hepáticos, associada à colangiohepatite

Fonte: Penninck; d'Anjou, 2025.

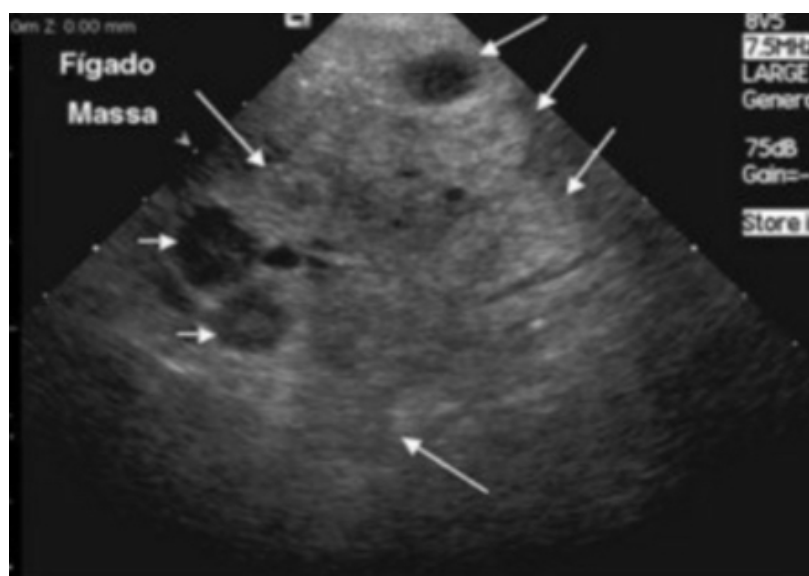


Figura 11: Imagem ultrassonográfica em modo-B demonstrando múltiplas massas no parênquima hepático, algumas hipoeecogênicas (setas longas), outras se apresentam hiperrecogênicas (setas medias), e uma na região central (setas curtas), descrita como sinal em alvo.

Fonte: Kealy; McAllister; Graham, 2012.

3. MATERIAIS E METODOS

Neste estudo, foi utilizado o método de estudo observacional, transversal e descritivo. As avaliações foram realizadas nas propriedades em que os animais presentes no estudo residem. Utilizando um grupo de onze cães residentes da cidade de Bela Vista no estado de Goiás, em propriedades próximas a áreas de cultivo de soja que utilizam pesticidas. Observando a relação entre o contato direto e as possíveis consequências negativas do hábito de utilizar pesticidas na saúde dos cães expostos. Este projeto integra um estudo mais amplo, no qual foram realizados outros exames complementares, como eletrocardiograma, hemograma e urinálise, além da ultrassonografia, permitindo uma avaliação mais abrangente das condições clínicas e dos possíveis efeitos da exposição aos pesticidas.

O exame foi realizado utilizando o aparelho ultrassonográfico Logic V2 da GE (*General Eletronics®*), um sistema de ultrassom portátil, com os seguintes transdutores: Transdutor Multi-frequencial: Microconvexo – modelo C3-8, Transdutor Multi-frequencial: Linear – modelo LN5-12.

Durante o procedimento ultrassonográfico, os cães foram posicionados em decúbito dorsal, contidos em calha acolchoada, com a tricotomia da área e a aplicação do gel condutor para otimizar a transmissão das ondas sonoras (Figura 12). As frequências utilizadas foram de 3,0MHz a 8,0MHz variando de acordo com o porte do animal. Sendo realizados vários cortes longitudinais e transversais para examinar todos os lobos hepáticos de forma completa.

Para obtenção das imagens, posicionou-se o transdutor sobre a linha média ventral, caudal ao processo xifoide, com o sinal indicador do transdutor voltado sentido cranial, orientando o feixe de ultrassom no plano sagital, ajustando a imagem de forma que a região cranial ficou à esquerda e a caudal à direita, obtendo uma visão sagital da linha média do fígado. Rotacionando o transdutor para obter visualização da secção transversal. O plano intercostal direito permitiu uma visualização detalhada da veia cava caudal, das veias hepáticas, da veia porta, do ducto biliar comum e dos linfonodos (Ribeiro, 2012).

Os parâmetros avaliados na avaliação hepáticas incluem, ecogenicidade, ecotextura, tamanho e formato, além da presença ou ausência de lesões focais ou difusas, os limites hepáticos e a relação que o fígado possui com as estruturas adjacentes como: rim, baço e o ligamento falciforme. Na vesícula biliar, foram analisados parâmetros como tamanho, forma, diâmetro, espessura da parede, conteúdo, presença de mucocele, cálculos ou lama biliar, além de alterações de ecogenicidade ao redor da parede. O exame permitiu identificar alterações

hepáticas, utilizando como base o contraste de ecogenicidade entre o fígado e o rim direito, se o parênquima está homogêneo, de acordo com as descrições já publicadas para a espécie e a vesícula biliar, embasando-se a características normalmente esperadas conforme a literatura. (Mattoon; Sellon; Berry, 2021; Penninck; D'Anjou, 2025).

A avaliação ultrassonográfica hepática foi realizada de forma semiquantitativa, considerando a ausência de padronização para mensuração do tamanho hepático. Dessa forma, a classificação do fígado quanto ao tamanho como reduzido, normal ou aumentado e à ecogenicidade como hipoecoico, isoecoico ou hiperecoico foi baseada em critérios descritos na literatura, por meio da comparação com estruturas de referência, sendo elas a cortical renal, o baço e a gordura do ligamento falciforme. A ecogenicidade hepática foi considerada normal quando semelhante à cortical renal e inferior à do baço, sendo classificada como aumentada ou reduzida quando diferente dessas referências (Mattoon; Sellon; Berry, 2021; Penninck; D'Anjou, 2025).

A vesícula biliar, por sua vez, foi avaliada por meio de mensurações biométricas diretas, incluindo seus eixos principais, permitindo estimativa volumétrica pelo método do elipsoide. A espessura da parede da vesícula biliar foi considerada dentro da normalidade quando igual ou inferior a 1,3 mm (0,13 cm), conforme parâmetros descritos em literatura (Mattoon; Sellon; Berry, 2021; Penninck; D'Anjou, 2025).



Figura 12: Profissional realizando exame ultrassonográfico a campo, conduzindo procedimento em um cão devidamente posicionado em decúbito dorsal sobre a calha de contenção, além de contenção pelos membros pélvicos e apoio nos membros torácicos, em um condomínio de Chácaras do município de Bela Vista – GO. Fonte: Arquivo pessoal (2025).

3. RESULTADOS

Todos os animais deste estudo foram submetidos, ao exame físico, coleta de amostras de sangue, avaliação cardiológica e a avaliação ultrassonográfica abdominal, onde foi analisado as características morfológicas e ecográficas do fígado.

Conforme apresentado na tabela um, dos onze cães avaliados, seis eram machos e cinco eram fêmeas. Com idades entre dois e nove anos, com média aproximada de cinco anos. O peso corporal variou entre 1,9 kg e 40,1 kg, com média de 11,18 kg.

Tabela 1 – Caracterização dos onze cães residentes de um condomínio na cidade de Bela Vista (GO), expostos a pesticidas, quanto à idade, sexo e peso corporal.

Animal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IDADE	2	5	3	7	9	6	7	6	4	2	4
SEXO	F	M	M	M	M	F	F	F	M	F	M
PESO KG	1,9	9,1	4,7	10,4	11,9	7,1	14,1	26,5	40,1	3,6	3,6

Fonte: Arquivo pessoal (2026).

De acordo com os achados descritos na tabela dois, durante a avaliação ultrassonográfica hepática, foram analisadas características relacionadas a ecogenicidade, ecotextura, contornos, tamanho do órgão, vascularização e presença de lesões ou dor a compressão. No geral, a maioria dos animais não apresentou alterações ultrassonográficas, com tamanho normal, contorno regulares, ecogenicidade preservada e ecotextura homogênea, além da ausência de lesões focais e vascularização preservada com veias porta e hepática preservadas, entre os avaliados até o momento, cinco evidenciaram alterações na ultrassonografia, a cadela número oito demonstrou redução do tamanho hepático, não sendo observados outras alterações associadas, os cães um, cinco, seis e nove apresentaram aumento difuso da ecogenicidade (Figura 13), mantendo os demais parâmetros dentro da normalidade.

Tabela 2- Resultado da avaliação ultrassonográfica hepática de onze cães residentes de um condomínio na cidade de Bela Vista (GO), expostos a pesticidas, segundo tamanho, ecogenicidade, ecotextura, presença de lesões, vascularização e dor a compressão.

Animal	Tamanho	Ecogenicidade	Ecotextura	Lesões	Vascularização	Dor
1	Normal	Hiperecólico difuso	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
2	Normal	Normal	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
3	Normal	Normal	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
4	Normal	Normal	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
5	Normal	Hiperecólico difuso	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
6	Normal	Hiperecólico difuso	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
7	Normal	Normal	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
8	Reduzido	Normal	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
9	Normal	Hiperecólico difuso	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
10	Normal	Normal	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente
11	Normal	Normal	Homogênea	Ausente	Preservada	Ausente

Fonte: Arquivo pessoal (2026).

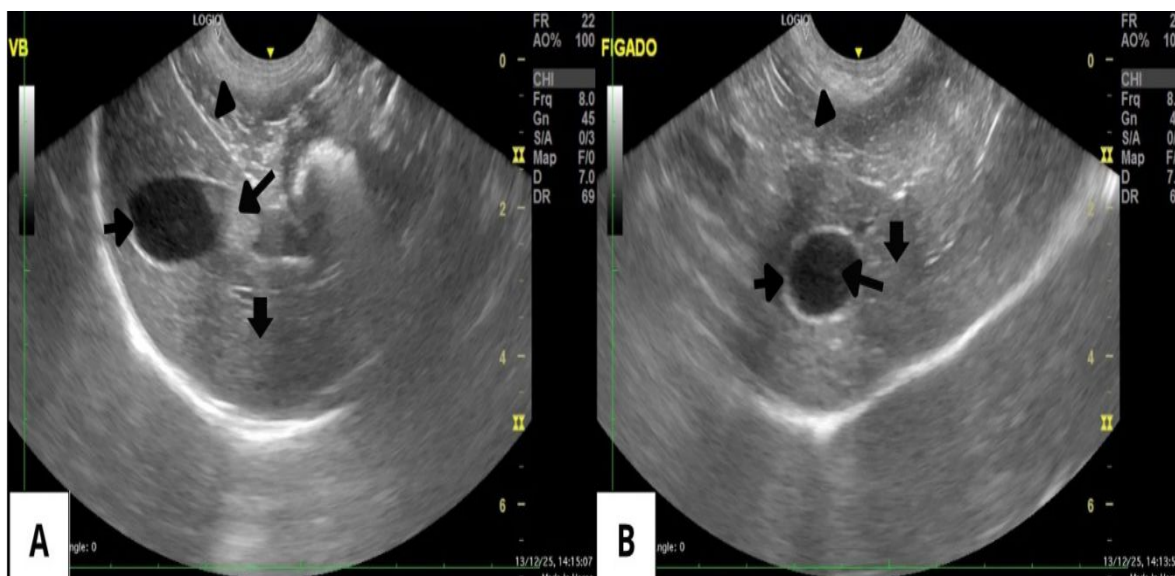


Figura 13: Imagens ultrassonográficas do fígado de um dos animais participantes do estudo em corte longitudinal (A) e transversal (B), obtidas durante pesquisa de campo realizada em Bela Vista de Goiás, Goiás, evidenciando aumento difuso da ecogenicidade do parênquima hepático (seta grossa) e a presença de discreto a moderado sedimento (seta fina) em vesícula biliar (seta curta) e indicando o ligamento falciforme (ponta de seta).
Fonte: arquivo pessoal (2025).

Como pode ser verificado na tabela três, durante a avaliação ultrassonográfica da vesícula biliar, foram analisados parâmetros relacionados a tamanho e forma, espessura da parede, conteúdo, presença de mucocoele, cálculos ou lama biliar, além de alterações no diâmetro do ducto biliar e aumento de ecogenicidade ao redor da vesícula biliar. Quanto aos resultados, todos os animais apresentaram vesícula biliar com tamanho e forma preservados, sem distensão ou contração anormal, as paredes permaneciam firmes e regulares, sem edema ou estratificação, com o conteúdo vesical sem cálculos e dilatação de ductos biliares, e não foram constatados sinais de aumento de ecogenicidade ao redor da vesícula biliar. Entretanto, observou-se ao longo das avaliações, que quatro animais demonstraram alteração de conteúdo, com sedimento variando de discreto (Figura 14), moderado e intenso (Figura 15). Em análise individual, nos animais sete e onze, foi verificado lama biliar discreta, o cão dois exibiu conteúdo moderado a intenso e o cão seis apresentou um quadro discreto a moderado, com os demais parâmetros dentro da normalidade.

Tabela 3- Resultado da avaliação ultrassonográfica da vesícula biliar de onze cães residentes de um condomínio na cidade de Bela Vista (GO), expostos a pesticidas, segundo tamanho e forma, característica da parede, conteúdo, dilatação de ductos biliares e ecogenicidade ao redor da vesícula biliar.

Animal	Tamanho e Forma	Espessura da parede	Conteúdo	Dilatação de ductos	Ecogenicidade ao redor da vesícula
1	Normal	Normal	Anecóico	Ausente	Ausente
2	Normal	Normal	Sedimento moderado/intenso	Ausente	Ausente
3	Normal	Normal	Anecóico	Ausente	Ausente
4	Normal	Normal	Anecóico	Ausente	Ausente
5	Normal	Normal	Anecóico	Ausente	Ausente
6	Normal	Normal	Sedimento discreto/moderado	Ausente	Ausente
7	Normal	Normal	Sedimento discreto	Ausente	Ausente
8	Normal	Normal	Anecóico	Ausente	Ausente
9	Normal	Normal	Anecóico	Ausente	Ausente
10	Normal	Normal	Anecóico	Ausente	Ausente
11	Normal	Normal	Sedimento discreto	Ausente	Ausente

Fonte: Arquivo pessoal (2026).

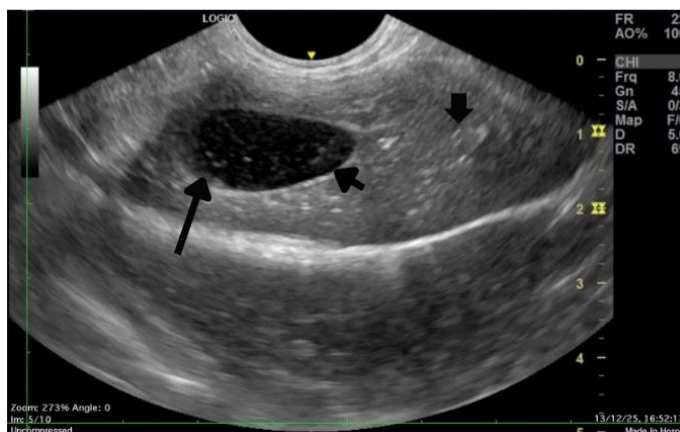


Figura 14: Imagem ultrassonográfica em modo-B do fígado de um dos animais participantes do estudo, em corte longitudinal, obtidas durante pesquisa de campo realizada em Bela Vista de Goiás, demonstrando a presença de discreto sedimento (seta longa) em vesícula biliar (seta curta), o parênquima hepático (seta grossa), e indicando o ligamento falciforme (ponta de seta).

Fonte: Arquivo pessoal (2025).

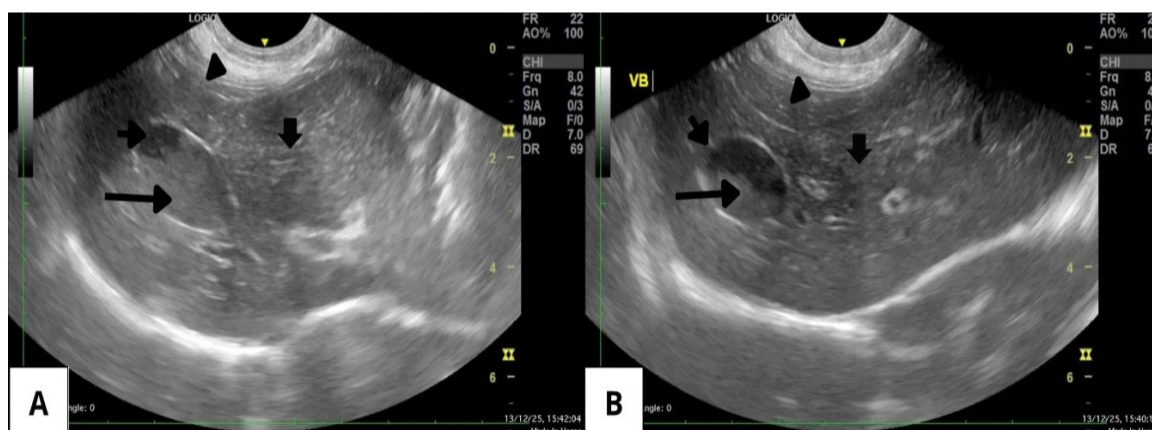


Figura 15: Imagens ultrassonográficas em modo-B do fígado de um dos animais participantes do estudo, em cortes longitudinal (A) e transversal (B), obtidas durante pesquisa de campo realizada em Bela Vista de Goiás, demonstrando a presença de sedimento moderado a intenso (seta longa) em vesícula biliar (seta curta), o parênquima hepático (seta grossa), e indicando o ligamento falciforme (ponta de seta).

Fonte: Arquivo pessoal (2025).

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a maioria dos cães apresentaram padrões ultrassonográficos normais, as alterações observadas foram em sua maioria isoladas, destacando-se redução do tamanho hepático em um animal e aumento difuso da ecogenicidade em outros quatro, e em relação à vesícula biliar, as alterações foram restritas a quatro animais que exibiram sedimento biliar variando de discreto a intenso, conforme os dados apresentados nos quadros dois e três (Tabela 2; Tabela 3).

4. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo relatam alterações hepáticas em cães expostos a pesticidas em áreas de cultivo de soja, observadas através da ultrassonografia. Dos onze animais avaliados oito (72,7%) apresentaram algum tipo de achado ultrassonográfico, apenas três (27,3%) não demonstraram nenhuma alteração, exibindo achados compatíveis com a descrição de um fígado saudável apresentada por Penninck; D'Anjou (2025), como tamanho e contornos regulares, isoecogênico em relação ao córtex renal, ecotextura homogênea, ausência de lesões e vascularização hepática e portal preservadas.

Dentre os pacientes com alterações ultrassonográficas foi observado aumento de ecogenicidade (n=4) e presença de sedimento biliar, variando de discreto (n=2), discreto/moderado (n=1) e moderado/intenso (n=1) que corroboram com os resultados descritos por Amaral et al. (2020), que relataram hepatomegalia inicial, seguida de normalização do tamanho hepático, além de hiperecogenicidade difusa e presença de sedimento biliar em cães intoxicados de forma induzida por tetracloreto de carbono. Embora Amaral et al. (2020), tenha descrito achados ultrassonográficos compatíveis com os observados no presente estudo, os estudos realizados por Silva (2023), relatou redução da ecogenicidade hepática em bovinos intoxicados experimentalmente por *Stryphnodendron rotundifolium*, evidenciando a contradição quanto ao padrão ultrassonográfico hepático observado entre os estudos.

Diante disso, a presença de sedimento biliar (n=4), variando de discreto a intenso, é compatível com os resultados apresentados por Amaral et al. (2020), que observaram bile espessa nos cães intoxicados, sugerindo que alterações na composição biliar podem ocorrer em quadros de intoxicação aguda. De acordo com Feliciano, Assis e Vicente (2019), a lama biliar é visualizada no exame ultrassonográfico como a presença de material ecodenso no interior da vesícula biliar, contrastando com o fluido biliar normal anecoico e homogêneo, na composição

é geralmente encontrado bilirrubinato de cálcio, colesterol e mucina, cuja quantidade pode variar. Sob essa perspectiva, conforme observado por Ji et al. (2016), pesticidas como os organoclorados podem aumentar a expressão dos transportadores hepáticos, promovendo maior secreção de substâncias como colesterol na bile, condição que favorece a formação de sedimentos e lama biliar. Embora o sedimento biliar não seja um achado específico para intoxicação por pesticidas, sua ocorrência reforça a hipótese de comprometimento induzido pela exposição.

Por outro lado, existem achados que não corroboram diretamente com os estudos anteriores, como a redução do tamanho hepático (n=1). Segundo Center (2007), a alteração pode estar relacionada a um quadro crônico, com evolução para cirrose descrita por Mattoon, Sellon e Berry (2021) como hipercogenicidade acentuada, parênquima grosseiro e heterogêneo, com margens irregulares e tamanho reduzido ou ainda fibrose, caracterizada por aumento de ecogenicidade difusa, parênquima levemente heterogêneo, porém com arquitetura vascular e margens preservadas. Neste estudo, entretanto, o animal apresentou apenas a redução de tamanho, sem as demais alterações compatíveis com cirrose ou fibrose, o que sugere que provavelmente não se trata desses quadros.

Vale destacar que, enquanto nos quadros agudos, a hepatomegalia é um achado frequente, segundo Feliciano, Assis e Vicente (2019) em casos crônicos como hepatite ou cirrose observa-se o oposto, como a diminuição progressiva do tamanho hepático, acompanhada de aumento da ecogenicidade e alteração da ecotextura, devido à fibrose e redução do número de vasos intra-hepáticos visíveis. No entanto, não se pode afirmar que devido à redução de tamanho hepático observada, houve lesão crônica, uma vez que não foi realizado exames complementares como histopatológico. Portanto, tal alteração pode representar um achado não referente ao quadro de intoxicação, como a esteatose hepática de origem metabólica, sem relevância clínica significativa para a avaliação de intoxicação aguda ou crônica.

De forma complementar, pesquisas realizadas por Ola-Davies et al. (2018), relataram que, cães que foram expostos ao organofosforado coumaphos apresentaram necrose multifocal de hepatócitos, congestão vascular e esteatose microvesicular, evidenciadas no exame histopatológico. Em exames ultrassonográficos a esteatose manifesta-se de acordo com a descrição de Feliciano, Assis e Vicente (2019) com aumento de ecogenicidade. Em conjunto, os estudos consultados reforçam que, embora não seja possível afirmar de forma conclusiva que todas as alterações observadas neste estudo foram causadas exclusivamente pela exposição

aos pesticidas, é viável considerar essa hipótese, visto que, a maioria dos achados ultrassonográficos descritos apresenta correspondência com alterações previamente relatadas em modelos experimentais de intoxicação aguda.

Além da esteatose, outro fator que poderia causar aumento de ecogenicidade hepática é a fibrose, cuja progressão pode ser mais bem analisada através da elastografia combinada à ultrassonografia. Diferente do exame convencional, que se visualiza apenas alterações morfológicas, a técnica da elastografia quantifica a rigidez do parênquima hepático, permitindo identificar graus de fibrose e cirrose com maior acurácia. Segundo Silva et al. (2020), métodos como a elastografia transitória, point-shear wave e 2D-shear wave demonstram que o endurecimento progressivo do fígado, causado pela evolução da fibrose, se caracteriza por aumento na velocidade de propagação das ondas de ultrassom. Dessa forma, a associação da ultrassonografia com a elastografia, amplia a sensibilidade do diagnóstico, possibilitando diferenciar quadros de esteatose simples daqueles induzidos por hepatopatia crônica, aspecto que poderia contribuir para esclarecer se o aumento de ecogenicidade (n=3) e a redução hepática (n=1) observados nos cães avaliados estaria relacionada de deposição de fibrose.

Diante do exposto, ao contextualizar as alterações observadas com a literatura experimental, verifica-se que os achados de aumento difuso da ecogenicidade hepática e presença de bile espessa encontrados no presente estudo mostram-se compatíveis com os descritos por Amaral et al. (2020), especialmente quando considerados em associação aos exames bioquímicos e histológicos. Em contrapartida, Silva (2023) relatou padrão ultrassonográfico distinto, com redução da ecogenicidade hepática em bovinos intoxicados. Adicionalmente, a hepatomegalia descrita pelos autores difere da redução encontrada em um dos animais no município de Bela Vista-GO.

No entanto, apesar das convergências e divergências em relação a literatura, ao considerar a frequência dos resultados no conjunto total dos animais, nota-se que embora a maioria dos animais avaliados tenham apresentado alguma alteração ultrassonográfica, estas ocorreram predominantemente de forma isolada, sem acúmulo de lesões em um mesmo indivíduo. Ainda assim, mesmo naqueles que foram descritos achados, com exceção do cão número seis, que apresentou simultaneamente sedimento biliar discreto a moderado e aumento da ecogenicidade hepática, não houve a presença de uniformidade nos resultados, o que sugere ausência de um padrão entre os cães.

Diante disso, essa variabilidade pode ser explicada por diversos fatores, como o número reduzido de animais incluídos na pesquisa, que diminuiu a probabilidade de se observar

padrões consistentes, além de fatores individuais como tempo de exposição, influência alimentar associada ao estado nutricional e possibilidade de outras hepatopatias, devido a atuação do fígado na metabolização substâncias químicas e agentes tóxicos conforme discutido por Nascimento et al. (2023). Nesse contexto, é importante considerar que tanto a presença de sedimento biliar quanto aumento de ecogenicidade podem estar associados a fatores nutricionais ou metabólicos, não necessariamente decorrentes da intoxicação por pesticidas.

A ausência de uniformidade e alterações, não necessariamente reduz a importância do impacto dos pesticidas sobre o fígado. É importante ressaltar que, mesmo quando não são visíveis lesões nos exames de imagem, estas podem ser comprovadas por meio da análise de outros marcadores de lesão hepática. As pesquisas de Castoldi et al. (2025) evidenciaram esse potencial ao analisar os efeitos cumulativos associados a resíduos de pesticida, com base em parâmetros bioquímicos e celulares para demonstrar que essas substâncias podem induzir alterações como hipertrofia enzimática, esteatose, morte celular, colestase e até alterações neoplásicas, tanto no fígado quanto na vesícula biliar. Essas alterações, por envolverem processos microscópicos ou funcionais, nem sempre são detectáveis pela ultrassonografia, que se limita a revelar modificações morfológicas mais evidentes.

Da mesma forma, Liu et al. (2025), evidenciou que diferentes pesticidas apresentam toxicidade hepática variável, refletindo em alterações de biomarcadores como ALT, AST e ALP, reforçando a fragilidade do fígado como órgão central na metabolização de xenobióticos. Assim, embora os resultados obtidos neste estudo não permitam afirmar de forma conclusiva que as alterações observadas foram causadas pela exposição aos pesticidas, é plausível considerar essa hipótese, visto que os achados ultrassonográficos descritos são compatíveis com os efeitos relatados em estudos experimentais como os de Amaral et al. (2020).

Destaca-se, contudo, que a ultrassonografia, embora seja uma ferramenta valiosa para avaliação do fígado, devido sua característica não invasiva, segura, acessível e diversificada como descrito por Sales, Braga e Filho (2019) não é capaz de forma isolada, de identificar todos os níveis de lesões hepáticas. Conforme relatado por Feliciano, Assis e Vicente (2019), exame é capaz de revelar alterações visíveis, como presença de nódulos, lesões maiores, mudanças na ecogenicidade, ecotextura ou tamanho do órgão, mas não garante que não existam lesões que não sejam detectáveis pela imagem. Em outras palavras, o ultrassom mostra aspectos morfológicos, mas não fornece informações suficientes para caracterizar completamente o estado do fígado. Por isso, torna-se indispensável complementá-lo com outros exames, como

análises bioquímicas como ALT, AST, ALP, GGT, bilirrubina, albumina, além de avaliações histopatológicas, que permitem confirmar a presença e a extensão das alterações hepáticas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que a avaliação ultrassonográfica do fígado de cães expostos a pesticidas em áreas de cultivo de soja permitiu identificar alterações hepáticas discretas em parte dos animais avaliados, destacando-se principalmente o aumento difuso da ecogenicidade hepática, redução do tamanho hepático em um dos indivíduos e a presença de sedimento biliar em alguns casos. Embora a maioria dos cães tenha apresentado padrões ultrassonográficos dentro da normalidade ou alterações isoladas, os achados observados são compatíveis com alterações hepáticas descritas na literatura em quadros de exposição a agentes hepatotóxicos.

Nesse contexto, a ultrassonografia demonstrou ser um método diagnóstico útil, acessível e não invasivo para a avaliação morfológica hepática em cães potencialmente expostos a contaminantes ambientais, contribuindo para a detecção de alterações sugestivas de comprometimento hepatobiliar e reforçando sua utilidade no monitoramento clínico de animais sentinelas.

Entretanto, considerando a ausência do grupo controle, o número reduzido de animais avaliados, a variabilidade individual entre os cães quanto ao peso, raça e tempo de exposição, além da limitação da ultrassonografia, em detectar alterações exclusivamente morfológicas, não é possível estabelecer uma relação definitiva entre os achados observados e a exposição aos pesticidas.

Dessa forma, conclui-se que os objetivos propostos pelo estudo foram alcançados ao caracterizar os aspectos ultrassonográficos do fígado de cães expostos a pesticidas e identificar alterações compatíveis com possíveis efeitos hepatotóxicos. Contudo, torna-se evidente, a necessidade de estudos futuros com amostras maiores, inclusão de um grupo controle e associação de exames bioquímicos e histopatológicos, a fim de ampliar a compreensão sobre os impactos da exposição crônica a pesticidas na saúde hepática. Além de contribuir para consolidar o papel dos cães como potenciais bioindicadores ambientais, tais pesquisas são fundamentais para promover o bem-estar animal e a proteção da saúde destes frente ao risco de intoxicação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALBERGONI, Leide; PELAEZ, Victor. **Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas?** Revista de Economia, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 31–53, jan./jun. 2007.
- AMARAL, A. V. C.; PARENTE, L. M. L.; CONCEIÇÃO, E. C.; PAULA, J. R.; CUNHA, L. C.; COSTA, A. P. A.; OLIVEIRA, L. S.; BENATTI, L. A. T.; FIORAVANTI, M. C. S. ***Bidens pilosa L. (Asteraceae) cultivated in Brazil on acute liver disease in dogs***. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 72, n. 4, p. 1248-1257, 2020.
- BACKER, Lorraine C.; MILLER, Melissa. **Sentinel animals in a One Health approach to harmful cyanobacterial and algal blooms**. Veterinary Sciences, v. 3, n. 2, p. 8, 2016.
- BELO, M. S. S. P.; PIGNATI, W.; DORES, E. F. G. C.; MOREIRA, J. C.; PERES, F. **Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 37, n. 125, p. 78–88, 2012.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Relatórios de comercialização de agrotóxicos.
- CAMPAGNOLLA, Clayton; MACÊDO, Manoel Moacir Costa. **Revolução Verde: passado e desafios atuais**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 39, n. 1, e26952, 2022.
- CENTER, S. A. Diseases of the liver and biliary system. In: Ettinger, S. J.; Feldman, E. C. (eds.). **Textbook of Veterinary Internal Medicine**. 7th ed. St. Louis: Elsevier Saunders, 2007. p. 1572–1636.
- CHINEDU, E.; AROME, D.; AMEH, F. S. **A new method for determining acute toxicity in animal models**. Toxicology International, v. 20, n. 3, p. 224-226, 2013.
- COSTA, Carla; TEIXEIRA, João Paulo. **Efeitos genotóxicos dos pesticidas**. Rev. de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 35, n. 2, p. 19-31, jul. 2012.
- COSTA, Ludyane Nascimento; COIMBRA, Afonso Henrique Tito; MOTA, Guilherme Sousa. **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.
- COTTON INCORPORATED. **Pesticides & Cotton Production**. Cary, NC: Cotton Incorporated, 2024.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA); CASTOLDI, A. F.; COJA, T.; LANZONI, A.; MACHERA, K.; MOHIMONT, L.; NEPAL, M.; RECORDATI, C.; CRIVELLENTI, F. **Specific effects on liver relevant for performing a dietary cumulative risk assessment of pesticide residues**. EFSA Journal, v. 23, n. 5: e9409, 05 May 2025.

FELICIANO, Marcus Antonio Rossi; ASSIS, Andreia Regis de; VICENTE, Wilter Ricardo Russiano (ed.). **Ultrassonografia em cães e gatos**. São Paulo: MedVet, 2019. 726 p.

FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira. **A produção de soja e sua importância na economia brasileira**. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 33, e01962, 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Pesticides use and trade – 1990–2023**. FAOSTAT Analytical Briefs, n. 109. Rome: FAO, 2025.

FREITAS, Lucinéia Miranda de; BONFATTI, Renato; VASCONCELLOS, Luiz Carlos Fadel de. **Impactos da pulverização aérea de agrotóxicos em uma comunidade rural em contexto de conflito**. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 46, n. especial 2, p. 224-235, jun. 2022.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Informação e Assistência Toxicológica (CIATOX).

Ji, G., Xu, C., Sun, H., Liu, Q., Hu, H., Gu, A., & Jiang, Z. Y. **Organochloride pesticides induced hepatic ABCG5/G8 expression and lipogenesis in Chinese patients with gallstone disease**. Oncotarget, 7(23), 33689–33702.

KEALY, J. Kevin; McALLISTER, Hester; GRAHAM, John P. **Radiografia e ultrassonografia do cão e do gato**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2012.

LIU, Yue; XU, Ning; SONG, Xinyu; DENG, Muchen; SUN, Ranfeng; WANG, Peilong; CAO, Lidong. **Toxicidade hepatorenal específica e suscetibilidade cruzada entre espécies de oito pesticidas representativos**. Toxics, v. 13, n. 911, 2025.

LOBATO, Zélia Inês Portela; JUNIOR, Antonio de Pinho Marques; ROCHA, Bruno Divino; MARTINS, Nelson Rodrigo da Silva. **Ultrassonografia básica em cães e gatos**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, número 100. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia – FEPMVZ Editora, 2022.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática**. Saúde em Debate, v. 42, n. 116, p. 518-531, 2018.

LOSCH, Edaciano Leandro; ZANATTA, Caroline Bedin; BARROS, Giuliano Pereira de; GAIA, Marília Carla de Mello; BRICARELLO, Patrícia Ana. **Os agrotóxicos no contexto da Saúde Única**. Saúde em Debate, v. 46, n. spe2, p. 438-454, 2022.

MATTOON, John S.; SELLON, Rance K.; BERRY, Clifford R. (Eds.). **Small animal diagnostic ultrasound**. 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2021.

MAVROMATI, Jani; PRIFTI, Erko. **Organophosphate intoxication in dogs**. European Academic Research, v. 11, n. 10, p. 1225–1231, jan. 2024.

MORAES, Marcela Figuerêdo Duarte. **Carnívoros selvagens generalistas como sentinelas para filarioses e leishmaniose visceral no Parque Nacional do Iguaçu**. 2020. Tese

(Doutorado em Medicina Veterinária – Medicina Veterinária Preventiva) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2020.

MELO, Marília Martins; DE OLIVEIRA, Neide Judith Faria; LAGO, Luiz Alberto. 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, 2002.

MENTO, H. G.; ARAÚJO, D. M.; ARAGÃO, D. A.; MAGALHÃES, E. P.; SILVA, L. K. E.; MENEZES, R. R. P. B. **Hepatotoxicidade induzida por fármacos: revisão de literatura**. Encontros Universitários da UF Cidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

NASCIMENTO, H. G.; ARAÚJO, D. M.; ARAGÃO, D. A.; MAGALHÃES, E. P.; SILVA, L. K. E.; MENEZES, R. R. P. B. **Hepatotoxicidade induzida por fármacos: revisão de literatura**. Encontros Universitários da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

NEPOMUCENO, Anelise Carvalho; TORRES, Renato Cesar Sacchetto; SOUZA, Izabela Patrício de; COUTINHO, Acacia Rebello; PRESTES, Rafaela da Silveira; PINTO, Paula Costa de Oliveira; COELHO, Nathália das Graças Dorneles; GUEDES, Júlia Renault Baeta; SILVA, Raphaella Hamara dos Santos. **Ultrassonografia básica em cães e gatos**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, n. 100, Belo Horizonte: FEPMVZ Editora; Conselho Regional de Medicina.

NEVES, Luana Clarice das. **Cães sentinelas no monitoramento de contaminantes inorgânicos ambientais**. 2019. 29 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

OLA-DAVIES, O. E. et al. **Acute coumaphos organophosphate exposure in domestic dogs: its implication on haematology and liver functions**. International Journal of Veterinary Science and medicine, 2018.

PANT, A. B. **Dictionary of Toxicology**. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2024.

PAPALÉO, Ricardo M.; SOUZA, Daniel S. de. **Ultrassonografia: princípios físicos e controle da qualidade**. Revista Brasileira de Física Médica, v. 13, n. 1, p. 14–23, 2019.

PEIXOTO, Gislayne Christianne Xavier; SANTOS, Ítalo Lopes Rocha dos; FONTENELE, Márcia Martins Machado; LIMA, Wilker Pereira de; FARIAS, Laécio da Silva Moura; ALVES, Fátima Cibele Soares. **Bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica**. Acta Veterinaria Brasilica, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 15–24, 2010.

PENNINCK, Dominique; D'ANJOU, Marc-André. **Atlas of Small Animal Ultrasonography**. 2. Ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2015.

PETROLI, Maria Luisa Catanê et al. **Uso de bioindicadores como monitoramento de poluição e saúde**. In: XI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica; IV Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Maringá: UNICESUMAR, 2022.

POIRIER, Laetitia; JACQUET, Pauline; DAUDÉ, David; CHABRIÈRE, Eric. **Organophosphorus compounds: sources, toxicity and decontamination strategies.** Environmental Science and Pollution Research, v. 28, p. 25081-25106, 2021.

RIGHI, Dario Abbud; BERNARDI, Maria Martha; PALERMO-NETO, João. **Toxicologia dos praguicidas organoclorados e piretróides - cap. 17.** In: SPINOSA, Helenice de Souza; GÓRNIK, Silvana Lima; PALERMO-NETO, João (ed.). Toxicologia aplicada à medicina veterinária. Barueri: Manole, 2020.

RIBEIRO, Rejane Guerra. **Ultrassonografia abdominal em quatis (*Nasua nasua* Linnaeus 1766) hípidos: descrição anátomo-topográfica.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SAAD, Hadeel; ELFEKY, Shaimaa A.; EL-GAMEL, Nadia E. A.; ABO DENA, Ahmed S. **Organophosphate pesticides: a review on classification, synthesis, toxicity, remediation and analysis.** RSC Advances, v. 15, 2025.

SALES, Ronaldo de Oliveira; BRAGA, Priscila Sales; BRAGA FILHO, Cleyson Teófilo. **A importância da ultrassonografia na Medicina Veterinária: ensino.** Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 13, n. 2, p. 156–178, abr./jun. 2019.

li, B. L. et al. **Uso inadequado de organofosforados: uma prática de risco para bovinos no Sul do Rio Grande do Sul.** Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 34, n. 7, p. 655–658, 2014.

SANTOS, Ivan Felismino Charas dos. **Ultrassonografia abdominal de cães e gatos hípidos, adultos e filhotes.** 2009. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Área de Diagnóstico por Imagem) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.

SANTOS, Pedro Henrique Rodrigues dos; SILVA, Kaiky Sousa da; CALACINA, Giovana de Almeida; LOBATO, Osmakon Lisboa; ROCHA, Jhonatan Henrique Lima da; GUILHERME, Edson; CATENACCI, Lilian Silva; RECKZIEGEL, Guilherme Henrique; SILVA, Tamyres Izarely Barbosa da. **Sentinelas aladas: vigilância molecular de Flavivírus em aves silvestres na Amazônia Ocidental.** Rio Branco: Universidade Federal do Acre, 2025.

SARKAR, S.; SINGH, A.; MALIK, P.; SINGH, N.; SINGH, R. P.; BHATTACHARYA, G. **Efeitos dos pesticidas na lesão hepática: estado atual da fisiopatologia.** International Journal of Complementary and Internal Medicine, v. 6, n. 4, p. 475-492, 2025.

SCKROTK, Renata; FERREIRA, Anderson Felipe; HORVATH, Bárbara Sackser; MECABÔ, Grazielle. **Efeito dos organofosforados na saúde humana: um estudo de revisão.** Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 6, n. 10, p. 2750–2770, 2024.

SEOANE, M. P. R.; GARCIA, D. A. A.; FROES, T. R. **A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais.** Archives of Veterinary Science, 2011.

SILVA, Alice Oliveira da; SANTOS, Flávio dos. **A modernização da agricultura e seus impactos no campo: uma análise sobre a disseminação dos agrotóxicos em Alagoas (2012-2021)**. Uáquiri: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, v. 5, n. 1, p. 87–111, 2023.

SILVA, Jéssica C. **Toxicologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2023.

SILVA, L. C. M.; OLIVEIRA, J. T.; TOCHETTO, S.; OLIVEIRA, C. P. M. S.; SIGRIST, R.; CHAMMAS, M. C. **Análise da elastografia por ultrassonografia em pacientes com esteatose hepática**. Radiologia Brasileira, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 47-55, jan./fev. 2020.

SPINOSA, Helenice de Souza. **Considerações gerais sobre os praguicidas - cap. 16**. In: SPINOSA, Helenice de Souza; GÓRNIAC, Silvana Lima; PALERMO-NETO, João (ed.). Toxicologia aplicada à medicina veterinária. Barueri: Manole, 2020.

SPINOSA, Helenice de Souza. **Organofosforados e carbamatos - cap. 18**. In: SPINOSA, Helenice de Souza; GÓRNIAC, Silvana Lima; PALERMO-NETO, João (ed.). Toxicologia aplicada à medicina veterinária. Barueri: Manole, 2020.

TUDI, Muyesaier et al. Exposure routes and health risks associated with pesticide application. Toxics, v. 10, n. 6, p. 335, 2022.

ULTRAMED BRASIL. Aplio 300 Platinum. Disponível em: <https://ultramedbrasil.com.br/produto/aplio-300-platinum/>.

VIMALRAJ, E.; BHUVANESWARI, T.; ARULKUMAR, S. **Organophosphorus compound poisoning post-mortem findings in a dog and its veterolegal approach**. The Pharma Innovation Journal, 2022.

VINHAL, Daniela Cristina; SOARES, Vitor Hugo Cunha. **Intoxicação por organofosforados: uma revisão da literatura**. Revista Científica FacMais, Inhumas, v. XIV, n. 3, p. 1-15, 2º semestre, out. 2018.

XAVIER, Fabiana Galtarossa; RIGHI, Dario Abbud; SPINOSA, Helenice de Souza. **Toxicologia do praguicida aldicarb (“chumbinho”): aspectos gerais, clínicos e terapêuticos em cães e gatos**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1206-1211, jul./ago. 2007.

YUSUF, Suleiman Kolawole; ISIAKU, Abdulmajeed; OLATUNJI, Aishat Omobolanle; JIMOH, Akorede Ganiu. **Suspected Organophosphate Poisoning in a One-Year-Old Caucasian Dog: A Case Report**. SSR Journal of Medical Sciences, 2025.

ANEXO 1

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO
ACADÊMICA

O(A) estudante Nicolley Cristine A. do Silva
do curso de Medicina Veterinária, matrícula 20221053003628,
telefone: 62 99244-5597, e-mail nicolleycristine2002@gmail.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 ultrassonográfica do fígado de coelhos
expostos a pesticidas em cultivos 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): Nicolley Cristine A. do Silva

Nome completo do autor: Nicolley Cristine Augusto do Silva

Assinatura do professor- orientador: Anna Paula Araújo Costa

Nome completo do professor-orientador: Anna Paula Araújo Costa