

Determinação do teor de oxalato de cálcio e oxalato solúvel em folhas de comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia* spp.)

Determinación del contenido de oxalato cálcico y oxalato soluble en hojas de *Dieffenbachia* spp.

Determination of calcium oxalate and soluble oxalate content in leaves of *Dieffenbachia* spp.

DOI: 10.34188/bjaerv9n1-123

Submitted: Jan 5th, 2026

Approved: Feb 4 th, 2026

Thayllan Anthony de Oliveira

Técnico em Química e Licenciando em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (Campus Uberaba)

Uberaba, MG. Brasil

E-mail: anthonythayllan768@gmail.com

Ryan Victor de Oliveira Fiuza

Técnico em Química e Licenciando em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (Campus Uberaba)

Uberaba, MG. Brasil

E-mail: fiuzaryan25@gmail.com

Rogério Andrade de Ávila

Mestre em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora e Professor de Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro

(Campus Uberaba)

Uberaba, MG. Brasil

E-mail: rogerioavila@iftm.edu.br

RESUMO

A *Dieffenbachia* spp. (comigo-ninguém-pode) é uma espécie ornamental amplamente cultivada cuja toxicidade está ligada à sua composição fitoquímica, especialmente à biossíntese de metabólitos secundários. O potencial toxicológico da planta é primariamente atribuído à presença de Oxalato de Cálcio, estruturado na forma de cristais insolúveis (ráfides), e de compostos de Oxalato Solúvel. Em casos de ingestão acidental por animais domésticos, a liberação mecânica das ráfides promove a ruptura de idioblastos e severa irritação das mucosas, enquanto a absorção da fração solúvel do Oxalato apresenta risco de toxicidade sistêmica. Apesar da certa casuística na clínica veterinária, a literatura apresenta uma lacuna quanto aos dados analíticos que determinem a concentração exata destas substâncias. Diante disto, o presente trabalho, amparado por uma revisão de literatura, tem como objetivo principal a determinação e quantificação dos teores de Oxalato de Cálcio e de Oxalato Solúvel presentes nas folhas de *Dieffenbachia seguine*. Para tal, utilizou-se como metodologia analítica a espectrofotometria, baseada na reação redox dos compostos. Esta caracterização físico-química busca estabelecer uma base científica e analítica sólida sobre o perfil tóxico da planta. A quantificação desses compostos é fundamental para correlacionar a concentração à severidade das intoxicações, podendo auxiliar no manejo clínico, além de validar metodologias aplicáveis a outras espécies vegetais produtoras de Oxalatos.

Palavras-chave: fitoquímica, espectrofotometria, toxicidade, oxalato, comigo-ninguém-pode.

ABSTRACT

Dieffenbachia spp. (*dieffenbachia*) is a widely cultivated ornamental species whose toxicity is linked to its phytochemical composition, especially the biosynthesis of secondary metabolites. The plant's toxicological potential is primarily attributed to the presence of calcium oxalate, structured in the form of insoluble crystals (raphides), and soluble oxalate compounds. In cases of accidental ingestion by domestic animals, the mechanical release of raphides causes the rupture of idioblasts and severe irritation of the mucous membranes, while the absorption of the soluble fraction of oxalate presents a risk of systemic toxicity. Despite certain case studies in veterinary medicine, there is a gap in the literature regarding analytical data that determine the exact concentration of these substances. Given this, the main objective of this study, supported by a literature review, is to determine and quantify the levels of calcium oxalate and soluble oxalate present in the leaves of *Dieffenbachia seguine*. For this purpose, spectrophotometry was used as the analytical methodology, based on the redox reaction of the compounds. This physicochemical characterization seeks to establish a solid scientific and analytical basis for the plant's toxic profile. The quantification of these compounds is essential to correlate concentration with the severity of poisoning, which can aid in clinical management, in addition to validating methodologies applicable to other plant species that produce oxalates.

Keywords: phytochemistry, spectrophotometry, toxicity, oxalate, *impatiens*.

RESUMEN

Dieffenbachia spp. (*comigo-ninguém-pode*) es una especie ornamental ampliamente cultivada cuya toxicidad está relacionada con su composición fitoquímica, especialmente con la biosíntesis de metabolitos secundarios. El potencial toxicológico de la planta se atribuye principalmente a la presencia de oxalato de calcio, estructurado en forma de cristales insolubles (rafidios), y de compuestos de oxalato soluble. En casos de ingestión accidental por animales domésticos, la liberación mecánica de los rafidios provoca la ruptura de idioblastos y una grave irritación de las mucosas, mientras que la absorción de la fracción soluble del oxalato presenta un riesgo de toxicidad sistémica. A pesar de cierta casuística en la clínica veterinaria, la literatura presenta una laguna en cuanto a los datos analíticos que determinan la concentración exacta de estas sustancias. Ante esto, el presente trabajo, respaldado por una revisión de la literatura, tiene como objetivo principal la determinación y cuantificación de los contenidos de oxalato de calcio y oxalato soluble presentes en las hojas de *Dieffenbachia seguine*. Para ello, se utilizó como metodología analítica la espectrofotometría, basada en la reacción redox de los compuestos. Esta caracterización físico-química busca establecer una base científica y analítica sólida sobre el perfil tóxico de la planta. La cuantificación de estos compuestos es fundamental para correlacionar la concentración con la gravedad de las intoxicaciones, lo que puede ayudar en el manejo clínico, además de validar metodologías aplicables a otras especies vegetales productoras de oxalatos.

Palabras clave: fitoquímica, espectrofotometría, toxicidad, oxalato, *comigo-ninguém-pode*.

1 INTRODUÇÃO

A convivência entre humanos e animais domésticos, principalmente cães e gatos, tem se intensificado, resultando no compartilhamento de um mesmo espaço de vida. Elementos decorativos, como as plantas ornamentais, tornaram-se comuns nos lares brasileiros, valorizados por sua estética e, por vezes, por crenças místicas ou terapêuticas (Aguiar; Veiga Júnior, 2021; Santos et al., 2025). Contudo, essa popularização do paisagismo doméstico introduz um risco silencioso e crescente à saúde animal: a intoxicação por plantas com substâncias danosas (Bucar, 2024; Santos et al., 2025). A curiosidade natural de cães e gatos, especialmente filhotes, leva à

ingestão acidental de folhas, caules ou flores, fazendo com que a intoxicação por plantas ornamentais represente um desafio significativo e frequente na clínica veterinária (Bucar, 2024; Santos et al., 2024; Santos et al., 2025).

Entre as espécies vegetais mais cultivadas e perigosas, destacam-se a *Dieffenbachia* spp. (Comigo-ninguém-pode) e a *Sansevieria trifasciata* (Espada-de-São-Jorge), amplamente citadas em estudos epidemiológicos como as principais responsáveis por quadros de envenenamento em animais de companhia (Bucar, 2024; Santos et al., 2025). A toxicidade dessas plantas é frequentemente atribuída à presença de **Oxalato de Cálcio**, um metabólito secundário que se manifesta em diversas formas cristalinas, sendo as **ráfides** (cristais em forma de agulha) a estrutura mais relevante do ponto de vista toxicológico (Aguar; Veiga Júnior, 2021; Oliveira; Pasin, 2016; Santos et al., 2024).

O mecanismo de toxicidade das ráfides é primariamente mecânico. Ao serem mastigados, os idioblastos (células especializadas) se rompem, liberando os cristais pontiagudos que perfuram as mucosas oral e gastrointestinal, causando intensa irritação, dor, salivação excessiva e edema (Santos et al., 2024; Santos et al., 2025). Em casos graves, o edema de glote pode levar à obstrução das vias aéreas e à asfixia, demandando atendimento de urgência (Santos et al., 2025). Além do Oxalato de cálcio, outras substâncias, como saponinas e alcaloides, presentes em plantas como a *Sansevieria*, contribuem para a sintomatologia, que pode incluir desordens gastrointestinais, lesões hepáticas e renais (Santos et al., 2024). A relevância do problema é corroborada por estudos de campo, como o realizado na Paraíba, que identificou a intoxicação por plantas ornamentais como um evento de elevada prevalência na rotina clínica de cães e gatos, sendo a *Dieffenbachia* spp. a planta mais frequentemente envolvida (Bucar, 2024). Para os felinos, a intoxicação por plantas do gênero *Lilium* (Lírio), embora não relacionada ao Oxalato de Cálcio, mas a compostos nefrotóxicos ainda não completamente identificados, também se destaca por causar alterações renais graves (Bucar, 2024; Santos et al., 2025).

A intoxicação por Oxalatos em animais domésticos, em particular, apresenta uma complexidade adicional devido à sua interação com o metabolismo do cálcio. O Oxalato Solúvel, quando absorvido, pode se ligar ao Cálcio sérico, levando à hipocalcemia e à precipitação de cristais nos túbulos renais, o que pode resultar em falência renal (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012). Embora ruminantes possuam mecanismos de adaptação pela degradação do Oxalato por bactérias ruminais, monogástricos como cães e gatos são mais sensíveis, e a ingestão de plantas ricas em Oxalato representa um risco direto à sua saúde (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012). Apesar da gravidade e da frequência desses acidentes, o tratamento clínico é predominantemente sintomático e de suporte, uma vez que a maioria das substâncias vegetais

tóxicas carece de antídotos específicos (Santos et al., 2025). As condutas atuais focam na estabilização do paciente e no manejo dos sintomas, como a fluidoterapia e o uso de protetores gástricos. A ausência de estudos que determinem o teor dos cristais de Oxalatos de Cálcio e Oxalatos Solúveis evidencia uma lacuna crítica na toxicologia bioquímica-veterinária. Como disse Paracelso, "a dose faz o veneno". Assim, quantificar o Oxalato de Cálcio (e os Oxalatos Solúveis) nas folhas de *Dieffenbachia* spp. auxilia para identificar a intensidade da intoxicação, um dado importante para a escolha do tratamento.

Neste contexto, o presente trabalho de pesquisa visa a **determinação e quantificação do teor de Oxalato de Cálcio e Oxalato Solúvel presentes nas folhas de comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia* spp.)**. Este estudo de caracterização fitoquímica é significativo ao estabelecer uma base científica sólida, permitindo a correta avaliação da toxicidade da planta e a padronização de extratos. A quantificação dos teores de Oxalato é crucial para a compreensão da severidade da intoxicação e para subsidiar futuras pesquisas na área de manejo e tratamento de casos de ingestão acidental de plantas ricas em Oxalato de Cálcio. Adicionalmente, a metodologia de quantificação utilizada nesta investigação busca dar uma solidez para futuras pesquisas, podendo ser aplicada na determinação do teor de Oxalato em outras espécies vegetais, contribuindo para o conhecimento toxicológico e a prevenção de intoxicações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

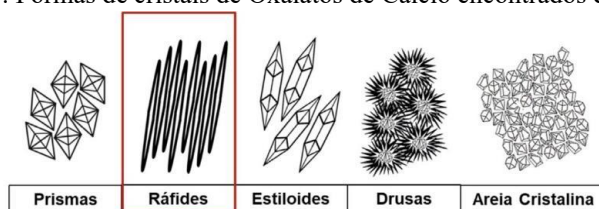
2.1 BIOQUÍMICA E FUNÇÃO DOS CRISTAIS DE OXALATO DE CÁLCIO EM ESPÉCIES VEGETAIS DA FAMÍLIA *ARACEAE*: O CASO DA *DIEFFENBACHIA* SPP.

O Oxalato de Cálcio (CaC_2O_4), um sal inorgânico formado pela reação do Ácido Oxálico com íons de Cálcio (Ca^{2+}) é um dos metabólitos secundários mais prevalentes e funcionalmente importantes no reino vegetal (Aguiar & Veiga Júnior, 2021; Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012). A presença desses cristais é uma característica marcante em diversas famílias botânicas, sendo particularmente abundante na família *Araceae*, que inclui espécies ornamentais notórias como a *Dieffenbachia picta* (Comigo-Ninguém-Pode), *Anthurium andraeanum* (Antúrio) e *Spathiphyllum wallisii* (Lirio da Paz) (Baltar et al., 2017; Santos et al., 2025).

A formação dos cristais de Oxalato de cálcio ocorre por meio de um processo conhecido como biomineralização, que se dá por meio de uma reação com o Ácido Oxálico, o qual é sintetizado biologicamente pela planta, e íons de Ca^{2+} derivados do ambiente (Aguiar & Veiga Júnior, 2021; Ilarslan et al., 1997). Esses cristais são depositados em células especializadas, denominadas idioblastos, e podem ser encontrados em praticamente todos os tecidos e órgãos da planta, incluindo folhas, caules e pecíolos (Baltar et al., 2017; Oliveira & Pasin, 2016).

A morfologia do Oxalato de Cálcio é altamente variada e específica para cada espécie, sendo um caráter que pode ser utilizado até mesmo para fins taxonômicos (Aguiar & Veiga Júnior, 2021). As formas mais comuns encontradas em vegetais incluem as drusas (agregados esféricos), os prismas (cristais em formato de bloco) e, de forma mais relevante para a toxicologia das *Araceae*, as ráfides (cristais finos, em forma de agulha) (Oliveira & Pasin, 2016; Santos et al., 2025). As ráfides são particularmente importantes na toxicidade da *Dieffenbachia* spp. e outras *Araceae*, pois são armazenadas sob pressão nos idioblastos e, quando a planta é mastigada, são liberadas mecanicamente, atuando como “microagulhas” que perfuram os tecidos e mucosas (Baltar et al., 2017; Santos et al., 2025).

Figura 1: Formas de cristais de Oxalatos de Cálcio encontrados em plantas.

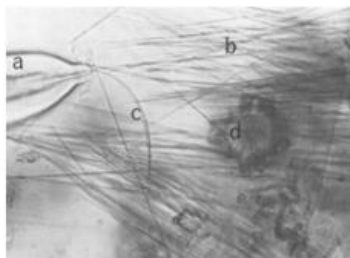


Fonte: Aguiar & Veiga Júnior, 2021.

A função biológica do Oxalato de Cálcio nas plantas é multifacetada e ainda é objeto de intensa pesquisa. As principais hipóteses sugerem que esses cristais desempenham um papel crucial na regulação do Cálcio (armazenando o excesso de Ca^{2+} que, em altas concentrações, seria tóxico para o metabolismo celular), na desintoxicação de metais pesados, no balanço iônico, no suporte estrutural e, de forma mais evidente, na defesa contra a herbivoria (Aguiar & Veiga Júnior, 2021). A presença das ráfides, com sua capacidade de causar dor e irritação imediata, atua como um mecanismo de defesa ativo, dissuadindo predadores e animais que tentem ingerir a planta (Santos et al., 2025).

A *Dieffenbachia amoena* (Comigo-Ninguém-Pode), por exemplo, é uma das espécies mais frequentemente associadas a acidentes de intoxicação, o que reforça a eficácia de seu sistema de defesa baseado em ráfides (Baltar et al., 2017).

Figura 2: Cristais de Oxalato de Cálcio encontrados em *Dieffenbachia* spp.



Idioblasto que disparou muitas ráfides (b), (c) ráfide que se curvou ao ser disparada, (d) outros cristais de Oxalato de Cálcio em forma de “Drusa”.

Fonte: Rauber, 1985.

2.2 EPIDEMIOLOGIA DA INTOXICAÇÃO POR PLANTAS ORNAMENTAIS EM ANIMAIS DOMÉSTICOS: ÊNFASE NA DIEFFENBACHIA SPP.

O mecanismo de toxicidade das principais plantas venenosas em ambientes domésticos da família *Araceae* é primariamente atribuído à presença de cristais de Oxalato de Cálcio na forma de ráfides (Santos et al., 2025). Este grupo inclui espécies ornamentais de alta popularidade, como o Antúrio (*Anthurium* spp.) e o Lírio da Paz (*Spathiphyllum wallisii*). Notoriamente, a *Dieffenbachia* spp. (Comigo-Ninguém-Pode) é destacada na literatura como uma das mais frequentes causadoras de acidentes, com riscos documentados tanto para animais quanto para humanos (Baltar et al., 2017; Santos et al., 2025). Um estudo focado em Pernambuco, por exemplo, já havia identificado a *Dieffenbachia amoena* como a espécie de *Araceae* com maior incidência em casos de intoxicação (Baltar et al., 2017).

O principal fator que eleva o risco de envenenamento no ambiente doméstico é a ampla utilização dessas espécies em projetos decorativos, combinada à falta de conhecimento dos tutores sobre seu potencial tóxico. Esta situação cria uma exposição perigosa para animais de companhia, cujo comportamento instintivo, exploratório e lúdico os predispõe à ingestão acidental de folhas ou caules (Santos et al., 2025). Embora os dados epidemiológicos nacionais que mensurem a real dimensão do problema sejam escassos, os relatos clínicos e os dados disponíveis são consistentes, e indicam um risco significativo em relação a acidentes que causem intoxicações em animais e humanos.

Figura 3: Comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia Seguine*).



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

2.3 MECANISMO DE AÇÃO TOXICOLÓGICA DO OXALATO DE CÁLCIO NO ORGANISMO DE ANIMAIS DOMÉSTICOS

Os Oxalatos, principais agentes tóxicos presente em diversas plantas, notavelmente na família *Araceae*, manifesta dois mecanismos de toxicidade distintos e complementares em animais

domésticos: um efeito mecânico-irritativo local e um efeito sistêmico (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012; Santos et al., 2025).

O mecanismo mecânico-irritativo é o mais imediato e está diretamente ligado à morfologia do cristal na forma de ráfides. As ráfides são cristais pontiagudos, semelhantes a microagulhas, que são liberados quando o animal mastiga a planta (Baltar et al., 2017). Esses cristais perfuram as células da mucosa oral, faringe e esôfago, causando uma intensa reação inflamatória local, dor aguda, edema (inchaço) e salivação excessiva (sialorreia) (Santos et al., 2025). Em casos graves, o edema de glote e de língua pode levar à obstrução das vias aéreas e, conseqüentemente, à asfixia, o que exige intervenção veterinária imediata (Santosa et al., 2024; Santos et al., 2025). Além disso, a presença de proteases e outras substâncias irritantes liberadas junto com as ráfides potencializa a lesão tecidual e a dor (Santos et al., 2025). O mecanismo sistêmico ocorre quando o Oxalato é absorvido pela corrente sanguínea, o que pode acontecer principalmente com a ingestão de Oxalatos Solúveis, como o Ácido Oxálico livre (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012).

No sangue, o íon Oxalato ($C_2O_4^{2-}$) possui uma alta afinidade pelo Cálcio iônico (Ca^{2+}), formando complexos Insolúveis de Oxalato de Cálcio (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012). Essa complexação resulta em hipocalcemia (baixa concentração de Cálcio no sangue), que pode levar a manifestações clínicas como tremores, convulsões e arritmias cardíacas (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012). Segundo Talcott e Peterson (2013), a toxicidade do Oxalato em pequenos animais é frequentemente classificada de acordo com a solubilidade do Oxalato ingerido. O Oxalato Insolúvel, encontrado em plantas como *Dieffenbachia* e *Spathiphyllum*, é o principal responsável pelo efeito mecânico-irritativo local, sendo a toxicidade sistêmica rara nesses casos. Por outro lado, a ingestão de Oxalatos Solúveis, como os encontrados em plantas do gênero *Oxalis* ou ruibarbo, é a principal causa da toxicidade sistêmica, pois o Oxalato é prontamente absorvido e causa a hipocalcemia e a nefrose por Oxalato. O principal perigo sistêmico, no entanto, reside na excreção desses cristais Insolúveis. Ao serem filtrados pelos rins, os cristais de Oxalatos podem se precipitar nos túbulos renais, causando nefrose por Oxalato e, em última instância, insuficiência renal aguda (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012; Santos et al., 2024).

A deposição desses cristais obstrui o fluxo urinário e danifica o tecido renal, levando à falência do órgão (Santos et al., 2024). Embora os ruminantes possuam bactérias ruminais capazes de degradar o Oxalato, os animais não ruminantes, como cães e gatos, são mais sensíveis à toxicidade sistêmica, pois o Oxalato é prontamente absorvido pelo trato gastrointestinal (Rahman, Abdullah & Wan Khadijah, 2012). A ingestão de grandes quantidades pode levar a quadros de obstrução e lesão renal, e o óbito pode ocorrer devido à falência multissistêmica ou à asfixia (Santos et al., 2024; Santos et al., 2025).

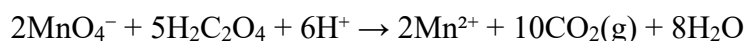
2.4 MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE OXALATOS EM MATRIZES VEGETAIS

A quantificação de Oxalatos em matrizes vegetais é um processo que se inicia com a etapa de preparo da amostra e extração, que visa a separação das frações Solúvel e Insolúvel do Oxalato. O Oxalato total é a soma dessas duas frações. A metodologia clássica para a separação envolve a extração dos Oxalatos Solúveis (principalmente Oxalato de sódio e potássio) a partir da amostra vegetal seca e moída, utilizando água quente ou soluções ácidas diluídas, como ácido clorídrico ou sulfúrico (Brandão Filho, 2022).

O resíduo dessa primeira extração, que contém o Oxalato de Cálcio (CaC_2O_4), é então submetido a uma extração mais agressiva, geralmente com ácido clorídrico concentrado e aquecimento, para solubilizar o CaC_2O_4 , (Brandão Filho, 2022). Após a extração, os extratos podem necessitar de etapas de purificação e precipitação para remover interferentes da matriz vegetal antes da quantificação final.

2.4.1 Métodos de Quantificação – Titulométricos

Os métodos titulométricos são as técnicas clássicas e mais antigas para a determinação de Oxalatos. Eles se baseiam na reação de oxirredução do íon Oxalato ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) com um agente oxidante forte, geralmente o permanganato de potássio (KMnO_4), em meio ácido e aquecido (Skoog et al., 2020). Segundo Skoog et al., 2020 o princípio deste método envolve a seguinte reação:



No procedimento, o Oxalato, após a extração e precipitação como Oxalato de Cálcio (CaC_2O_4), é redissolvido em ácido sulfúrico e titulado com uma solução padronizada de KMnO_4 . O ponto de equivalência é detectado pelo surgimento da coloração rosa persistente do íon permanganato em excesso. Isso ocorre porque o próprio íon permanganato (MnO_4^-) atua como indicador (auto indicador). Enquanto há Oxalato para reagir, o permanganato rosa é consumido e se torna incolor. No instante em que o ponto de equivalência é atingido e todo o Oxalato é consumido, a primeira gota de KMnO_4 em excesso não tem com o que reagir, tingindo a solução de rosa.

2.4.2 Métodos de Quantificação – Espectrofotométricos/Redox

A quantificação de Oxalatos em material vegetal é realizada por espectrofotometria na região do visível, baseada na reação de oxirredução entre o Ácido Oxálico e o permanganato de potássio. O processo envolve duas extrações distintas sob aquecimento: uma com água para a fração Solúvel e outra com ácido clorídrico para a fração Insolúvel. Na etapa analítica, adiciona-se ácido sulfúrico

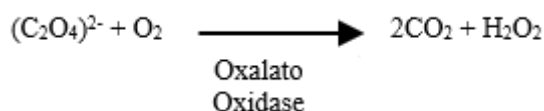
e permanganato de potássio aos extratos. O Ácido Oxálico reduz o permanganato, diminuindo a intensidade da cor violeta da solução proporcionalmente à sua concentração. Após a reação estabilizar, a absorbância é medida e comparada a uma curva de calibração padrão para determinar o teor de Oxalato (Moreira, 2016). Segundo Naik *et al.* (2014) este método é mais preciso do que outros métodos espectrofotométricos e também menos demorado.

2.4.3 Métodos de Quantificação – Cromatográficos

A Cromatografia de Íons (IC), que opera pelo princípio da Cromatografia de Troca Iônica, é a técnica mais robusta, utilizando colunas de troca iônica e um detector de condutividade ou UV-Vis. A amostra extraída é injetada na coluna, onde o Oxalato é separado com base em sua afinidade com a fase estacionária e a fase móvel. A detecção por condutividade suprimida é a mais comum e oferece alta sensibilidade (Nappi *et al.*, 2006). O HPLC também pode ser utilizado com colunas de fase reversa ou de troca iônica, acoplado a um detector UV-Vis. Embora sejam o "padrão ouro" em termos de precisão e seletividade, os métodos cromatográficos apresentam alto custo de aquisição e manutenção do equipamento e requerem um preparo de amostra extremamente controlado.

2.4.4 Métodos de Quantificação – Enzimáticos

Os métodos enzimáticos são altamente específicos e utilizam a enzima Oxalato oxidase (EC 1.2.3.4) para catalisar a oxidação do Oxalato a dióxido de carbono (CO₂) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) (Santos, 2011). O princípio é baseado na seguinte reação:



O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) produzido é então quantificado por um método colorimétrico acoplado, geralmente envolvendo a enzima peroxidase e um cromógeno, ou por detecção eletroquímica, sendo a intensidade da cor no final diretamente proporcional à quantidade de Oxalato Solúvel que havia no início.. Esses métodos se destacam pela alta especificidade e rapidez, sendo ideais para análises de alto rendimento, mas possuem o custo elevado dos reagentes enzimáticos e a sensibilidade da enzima a condições de pH e temperatura como principais limitações. O método enzimático para a determinação de Oxalato Insolúvel inicia-se com a solubilização do resíduo sólido, que contém o Oxalato Insolúvel (tipicamente Oxalato de Cálcio), utilizando um ácido forte, como o ácido clorídrico (HCl) (Nappi, 2006). Este tratamento converte o Oxalato Insolúvel em Ácido Oxálico Solúvel. Em seguida, uma alíquota da solução ácida resultante

é coletada e seu pH é ajustado com um tampão para a faixa ideal de atuação da enzima (R-Biopharm, 2014; Spinreact, 2013), uma etapa crucial para evitar a inativação enzimática. Após o ajuste, a reação enzimática é realizada, geralmente com a enzima Oxalato oxidase, que catalisa a conversão do Oxalato em peróxido de hidrogênio (Grande, 2010). Por fim, o peróxido de hidrogênio reage com um cromógeno, gerando uma cor cuja intensidade é medida por espectrofotometria, permitindo a quantificação da concentração original de Oxalato Insolúvel na amostra (Grande, 2010).

3 METODOLOGIA

A espécie selecionada de *Dieffenbachia* nesta pesquisa foi a *Dieffenbachia seguine*, especificamente foram utilizadas duas variações da mesma, uma com “manchas brancas” (variegadas) em suas folhas e outra “sem manchas brancas” (não variegadas).

Figura 4: Folhas de *Dieffenbachia seguine* recortadas para o processo de secagem (À esquerda – Não Variegadas | À Direita – Variegadas)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A metodologia selecionada para esta pesquisa fundamenta-se na espectrofotometria baseada na reação de oxirredução entre o Ácido Oxálico e o permanganato de potássio (KMnO_4). Integrando os conceitos analíticos e protocolos de Moreira (2016), Naik et al. (2014), Bergerman e Elliot (1955) e Skoog (2023), o procedimento experimental seguiu as etapas descritas a seguir:

As folhas foram submetidas a um processo de secagem na faixa de temperatura em $70^\circ\text{C} \sim 72^\circ\text{C}$ por 36 horas na estufa.

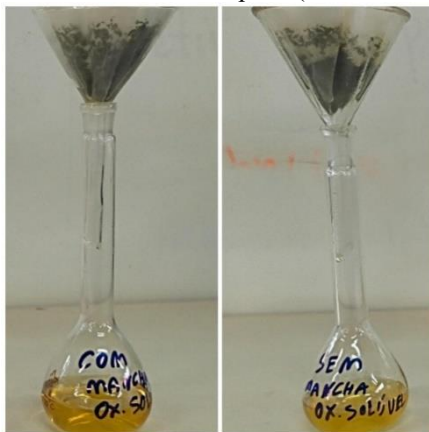
Figura 5: Folhas secas da *Dieffenbachia seguine* sem manchas



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

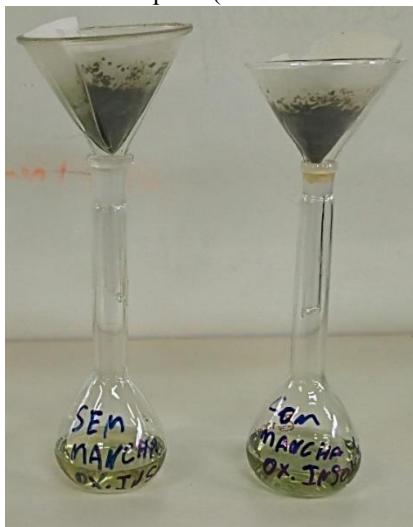
Após a secagem das folhas pesou-se 1 g da amostra seca e moída de ambas as variantes, adicionando-se 50 mL de água deionizada. A mistura foi mantida em banho-maria a 80°C por 20 minutos e, após o ajuste do volume para 100 mL, procedeu-se à filtração de ambas amostras (sem manchas brancas e com manchas brancas). O filtrado obtido em ambas, contendo os Oxalatos Solúveis, foi recolhido e identificado como Amostras do grupo B. O resíduo sólido retido no filtro de ambas, denominado Amostras do grupo A (**contendo o Oxalato de Cálcio, em teoria**), foi transferido para um recipiente onde se adicionaram 50 mL de ácido clorídrico (HCl) 2 M. Esta mistura foi submetida a novo aquecimento a 80°C por 20 minutos em banho-maria. Por fim, realizou-se nova filtração, descartando-se o sólido remanescente, e o volume do extrato ácido foi completado para 100 mL com HCl 2 M.

Figura 6: Amostras do Grupo B (Oxalatos Solúveis)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 7: Amostras do Grupo A (Oxalato de Cálcio - Insolúveis)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após os procedimentos de preparos da amostra, foram preparadas soluções de permanganato de potássio 0,003 M, ácido sulfúrico 1 M, ácido clorídrico 2 M e uma solução padrão de Ácido Oxálico 2 g/L. Para a calibração, prepararam-se tubos de ensaio contendo concentrações crescentes de Ácido Oxálico, conforme Moreira (2016), adicionando-se fixamente 2 mL de permanganato de potássio 0,003 M em todos. A solução branca (0 mg/L de Ácido Oxálico) recebeu 6 mL de ácido sulfúrico previamente aquecido; as demais soluções padrões com concentrações necessárias de (50, 100, 150, 200 e 250 mg/L) de Ácido Oxálico receberam, respectivamente, 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL e 1,0 mL da solução padrão de Ácido Oxálico 2 g/L para o alcance dessas concentrações, completando-se os volumes com ácido sulfúrico aquecido previamente em banho-maria a 50°C por 5 minutos para potencializar sua ação catalisadora, sendo (5,8 mL, 5,6 mL, 5,4 mL, 5,2 mL e 5 mL para as concentrações antecedentes). Após reação de 15 minutos a 18°C (temperatura ambiente do laboratório) das soluções padrões de calibração, realizou-se a leitura a 528 nm das soluções padrões em triplicatas, e, para a construção da curva de calibração, foi utilizada a absorvância corrigida, na qual se dá por meio da subtração entre absorvância do branco e a absorvância da amostra (Abs Branco – Abs amostra), assim obtendo-se a curva da figura 9.

Tabela 1: Relação da absorvância das soluções padrões com suas concentrações de Ácido Oxálico.

Abs Branco	Abs*	C mg/L*	Soluções Padrões
	0	0	1
	0,302	50	2
1,817	0,492	100	3
	0,639	150	4
	0,670	200	5
	0,936	250	6

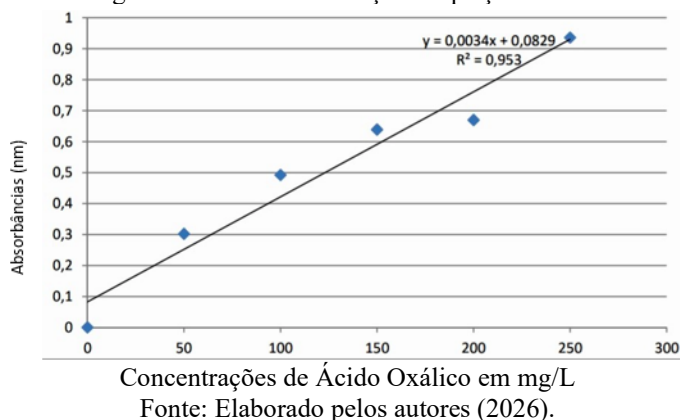
Abs* = (Branco – Abs Amostra) e C mg/L* = Concentração de Ácido Oxálico.
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 8: Soluções de Padronização após a reação em 15 minutos a 18°C.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 9: Curva de calibração e equação da reta.



Após a etapa de padronização e calibração, as amostras A (contendo Oxalato de cálcio) e B (contendo Oxalatos Solúveis) foram centrifugadas a 3.000–4.000 rpm por 10 minutos. Utilizou-se 0,5 mL do sobrenadante de cada amostra, ao qual foram adicionados 5,5 mL de ácido sulfúrico previamente aquecido a 50°C por 5 minutos e 2 mL de permanganato de potássio. A mistura reagiu por 15 minutos em temperatura ambiente (18°C) antes de ser submetida à leitura em espectrofotômetro UV a 528 nm. A leitura foi realizada em triplicatas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A quantificação foi realizada baseando-se no decaimento da coloração do íon permanganato. A Absorbância Final (AF) de cada amostra é calculada subtraindo-se a absorbância da amostra da absorbância do branco. A concentração de Ácido Oxálico (em mg/L) foi obtida inserindo-se o valor de AF na equação da reta gerada pela curva de calibração, a quantidade medida de Ácido Oxálico nas amostras do grupo A correspondente a quantidade de Oxalato de Cálcio presente na amostra e o Ácido Oxálico nas amostras do grupo B correspondente a quantidade de Oxalatos Solúveis presentes na amostra. Para o cálculo do teor final da planta, a concentração obtida foi multiplicada pelo volume final do extrato (0,1 L) e pelo fator de diluição (FD) e dividida pela massa da amostra seca (g), expressando-se o resultado em mg de Ácido Oxálico por g de massa seca, correspondendo as quantidades de Oxalatos de Cálcio e Solúveis. Isto, podendo ser descrito pela fórmula:

$$\frac{\text{mg}}{\text{g}} = \frac{(\text{AF} - b/a) \cdot V_{\text{final}} \cdot \text{FD}}{\text{M Amostra}}$$

Sendo,

mg/g = Miligrama de Oxalato de Cálcio ou Oxalatos Solúveis por grama de massa seca da amostra.

AF = Absorbância Final (Abs. Branco – Abs. Amostra).

b = Coeficiente Linear.

a = Coeficiente Angular.

V. final = Volume do balão volumétrico com a amostra preparada.

FD = Fator de diluição.

M = Massa da amostra seca pesada.

Aplicando-se os dados na equação acima, obteve-se as seguintes quantidades de Oxalatos nas espécimes de *Dieffenbachia seguine*:

Tabela 2: Quantidades encontradas de Oxalato de Cálcio e Oxalato Solúvel na Comigo-Ninguém-Pode (*Dieffenbachia seguine*)

Folhas Não Variegadas.	mg/g
Oxalato de Cálcio	51,39
Oxalatos Solúveis	48,71
Folhas Variegadas	mg/g
Oxalato de Cálcio	39,46
Oxalatos Solúveis	59,65

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise dos dados dispostos na tabela revela que, embora os teores de Oxalatos totais apresentem pouca oscilação entre os morfotipos, observa-se uma discrepância estatística relevante na fração Insolúvel. As folhas de *Dieffenbachia seguine* desprovidas de variegada (manchas brancas) exibiram uma concentração de Oxalato de Cálcio aproximadamente 23,22% superior àquelas com variegada. Este estudo confirma as presenças das frações de Oxalatos Solúveis e Oxalatos de Cálcio na *Dieffenbachia seguine*, demonstrando importância toxicológica, além de quantificá-las com precisão.

Observa-se também que o maior grupo de risco em relação à intoxicação de Oxalatos por *Dieffenbachia* spp. é o de **animais domésticos de pequeno e médio porte**, visto que, segundo Olson e Hung (2014), a ingestão de 5 a 15 gramas de Ácido Oxálico tem sido registrada como fatal em humanos, uma dose muito alta se comparada à quantidade de Oxalatos Solúveis encontrada neste estudo na *Dieffenbachia seguine*. No entanto, a ingestão acidental por humanos de folhas de *Dieffenbachia seguine* ainda poderá causar irritação, inflamação e dor nas vias aéreas, assim como na pele quando em contato com sua seiva, devido à presença de Oxalatos de Cálcio. Já a intoxicação sistêmica é improvável, pois necessitaria da ingestão de mais de uma folha; contudo, em animais domésticos, como cães, gatos e roedores de pequeno porte, doses menores podem causar reações graves e fatais.

Logo, com os resultados deste presente trabalho, pode-se definir que a *Dieffenbachia seguine*, de acordo com a classificação de Alsop (2014) de toxicidade potencial de vegetais, se categoriza nos grupos 2a e 2b do Manual de Toxicologia Clínica (Olson, 2014), atestando os riscos toxicológicos do seu cultivo ornamental, tendo uma concentração total de Oxalatos de 100,1 mg/g na *Dieffenbachia seguine* não variegada e de 99,11 mg/g na variegada.

5 CONCLUSÃO

Este estudo corroborou a eficácia da espectrofotometria baseada na oxirredução entre Ácido Oxálico e permanganato de potássio como uma ferramenta analítica sensível e precisa de quantificação de Oxalatos para matrizes vegetais. Diante da toxicidade evidenciada, sugere-se o fomento de novos estudos sobre este vegetal e maior divulgação dos seus riscos oferecidos. Ressalta-se ainda, que a biossíntese de Oxalatos é multifatorial, sujeita a variáveis ambientais e fisiológicas que dificultam a padronização quantitativa absoluta. Não obstante, os dados obtidos constituem um referencial analítico robusto, contribuindo para a caracterização fitoquímica da *Dieffenbachia seguine* e espécies correlatas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Ana Tayná Chaves; VEIGA JÚNIOR, Valdir Florêncio da. O jardim venenoso: a química por trás das intoxicações domésticas por plantas ornamentais. **Química Nova**, v. 44, n. 8, p. 1093-1100, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/tsXSskBpTng3vBBFZ7s3MtK/>.

ALSOP, Judith A. Vegetais. In: OLSON, Kent R. (Org.). **Manual de toxicologia clínica**. Tradução: Denise Costa Rodrigues; Maria Elisabete Costa Moreira. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. p. 393-410.

BALTAR, Solma L. S. M. A. et al. Aspectos botânicos e clínicos das intoxicações por plantas das Famílias Araceae, Euphorbiaceae e Solanaceae no Estado de Pernambuco. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 126-139, 2017. Disponível em: <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/508>.

BRANDÃO FILHO, J. O. de C. **Métodos de extração e quantificação de Ácido Oxálico em matrizes vegetais**. 2022. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/49592/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Jos%C3%A9%20Odimar%20de%20Caldas%20Brand%C3%A3o%20Filho.pdf>.

BUCAR, Raissa de Araújo. **Intoxicação por plantas ornamentais em cães e gatos na Paraíba**. 2024. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/32496>.

GRANDE, C. et al. Validação de metodologia analítica para determinação de Oxalato na urina. **I Congresso Internacional da Saúde Gaia-Porto**, 2010. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/1300>.

ILARSLAN, H.; PALMER, R. G.; IMSANDE, J.; HORNER, H. T. Quantitative determination of calcium oxalate and oxalate in developing seeds of soybean (Leguminosae). **American Journal of Botany**, v. 84, n. 8, p. 1042-1046, Aug. 1997. Disponível em: <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/2446147>.

MOREIRA, D. A. R. **Determinação das frações de Ácido Oxálico em plantas alimentícias**. 2016. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/203803>.

NAIK, Vishal V. et al. Methodology in determination of oxalic acid in plant tissue: a comparative approach. **Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 1662-1672, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260835371_METHODODOLOGY_IN_DETERMINATION_OF_OXALIC_ACID_IN_PLANT_TISSUE_A_COMPARATIVE_APPROACH.

NAPPI, G. U.; RIBEIRO-CUNHA, M. R.; COELHO, J. V. Validação de métodos para determinação dos ácidos fítico e oxálico em multimistura. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 896-902, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3959/395940080016.pdf>.

OLIVEIRA, Renato Rauní de; PASIN, Liliana Auxiliadora Avelar Pereira. Ocorrência de Oxalato de Cálcio em plantas não relatadas como tóxicas. **Revista Científica Universitas**, Itajubá, v. 3, n. 2, 2016. Disponível em: <http://revista.fepi.br/revista/index.php/revista/article/view/510>.

OLSON, Kent R. (Org.). **Manual de toxicologia clínica**. Tradução: Denise Costa Rodrigues; Maria Elisabete Costa Moreira. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

OLSON, Kent R.; HUNG, Yao-Min. Ácido Oxálico. In: OLSON, Kent R. (Org.). **Manual de toxicologia clínica**. Tradução: Denise Costa Rodrigues; Maria Elisabete Costa Moreira. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. p. 70-71.

R-BIOPHARM. **Enzytec Oxalic acid (Ácido Oxálico) N° E2100**. Instruções de Uso. Darmstadt: R-Biopharm, 2014. Disponível em: https://food.r-biopharm.com/wp-content/uploads/2014/02/E-Generic_IFU_E2100_Oxalic-acid_EN_2014-02.pdf.

RAHMAN, M. M.; ABDULLAH, R. B.; KHADIJAH, W. E. Wan. A review of oxalate poisoning in domestic animals: tolerance and performance aspects. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 97, n. 4, p. 605-614, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0396.2012.01309.x>.

RAUBER, A. Observations on the idioblasts of Dieffenbachia. **Journal of Toxicology: Clinical Toxicology**, [s.l.], v. 23, n. 2-3, p. 79-90, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/15563658508990619>

SANTOS, Flávio Alves Araújo dos et al. Intoxicação de canídeo doméstico por ingestão de Espada de São Jorge: Revisão. **Pubvet**, v. 18, n. 10, e1669, 2024. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/3809>.

SANTOS, Gabriella Vitória dos et al. Intoxicação por plantas ornamentais em cães e gatos. **Pubvet**, v. 19, n. 6, p. 1-9, 2025. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/4170>.

SANTOS, N. S. A. **Controlo de qualidade em laboratórios de ensaio**. 2011. Relatório de Estágio (Licenciatura em Engenharia Química) – Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipv.pt/entities/publication/2f7bf795-b921-4449-8dee-c9a2f4f6593c>.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. 10. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2023.

SPINREACT. **Oxalic acid**. Insert. Sant Esteve de Palautordera: Spinreact, 2013. Disponível em: https://www.spinreact.com/files/Inserts/Bi.Oquimica/BSI_S89_AC._OXALIC_02-2013.pdf.

TALCOTT, Patricia A.; PETERSON, Michael E. Plant Toxins. In: PETERSON, Michael E.; TALCOTT, Patricia A. (Eds.). **Small Animal Toxicology**. 3. ed. St. Louis: Elsevier, 2013.