

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

LUCAS GIACOMETTO MOGENTALE

ANÁLISE QUALITATIVA DA PRESENÇA DE ALCALOIDES EM ESPÉCIES
CONHECIDAS POPULARMENTE COMO BOLDO

UBERLÂNDIA/MG

2025

LUCAS GIACOMETTO MOGENTALE

**ANÁLISE QUALITATIVA DA PRESENÇA DE ALCALOIDES EM ESPÉCIES
CONHECIDAS POPULARMENTE COMO BOLDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Raquel Maria Ferreira Sousa

UBERLÂNDIA/MG

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À minha mãe e meu pai, Luzia e Cléuver, pelo apoio e carinho constantes, que me possibilitaram estar aqui.

Aos meus amigos de faculdade, Ana Clara, Annakin e Yasmin, por me entenderem e me apoiar nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, Artur, Gabriel e Karen, pelas risadas, amor e pelo apoio nos momentos mais difíceis ainda.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Raquel, por me aceitar e me ajudar a tornar realidade a minha ideia.

Ao Raphael por tudo, sem você nada disso seria possível.

À FAPEMIG, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro ao projeto.

RESUMO

O boldo é utilizado há muito tempo na medicina popular para o tratamento de distúrbios gastrointestinais, hepáticos entre outros, sendo facilmente encontrado na natureza ou cultivado pela população. No entanto, diferentes espécies e gêneros de plantas compartilham o nome popular de boldo, como o boldo-do-chile (*Peumus boldus*), o falso-boldo (*Plectranthus barbatus*) e boldo-miúdo (*Plectranthus ornatus*). A distinção entre essas espécies é essencial devido às características singulares de cada uma quanto aos princípios ativos e áreas de atuação, para evitar a não eficácia ou a toxicidade do tratamento. Diferentemente do boldo-do-chile, cujo principal princípio ativo é a boldina (um alcaloide), as plantas do gênero *Plectranthus* não produzem alcaloides em quantidades detectáveis, sendo ricas especialmente em diterpenóides como a forskolina. Este trabalho realizou uma revisão bibliográfica sobre as espécies conhecidas popularmente como boldo e análise fitoquímica colorimétrica de algumas amostras de boldo coletadas em Uberlândia, com o objetivo de investigar a presença de alcaloides. Foram coletadas quatro amostras de plantas, das quais foram preparados três extratos das folhas e um extrato do caule. Adicionalmente, foram adquiridas folhas secas de boldo-do-chile em quatro lojas de produtos naturais, um fitoterápico em cápsulas e uma tintura líquida. Os extratos foram obtidos por extrações ácido-base e analisados por meio de cromatografia de camada delgada utilizando o reagente colorimétrico Dragendorff, revelador utilizado exclusivamente para a detecção de alcaloides. Todos os extratos das espécies coletadas apresentaram resultados negativos para alcaloides, enquanto as amostras comerciais de folhas apresentaram resultados positivos com graus variados de intensidade. O fitoterápico à base de cápsulas de boldo-do-chile apresentou resultado positivo, enquanto a tintura líquida não indicou a presença de alcaloides. Esses resultados indicam que alcaloides estão de fato presentes nas folhas secas e no produto à base de cápsulas, sugerindo a presença de boldina e tornando provável que sejam produtos derivados de *Peumus boldus*. Quanto às demais amostras analisadas, não é possível afirmar definitivamente se os resultados negativos realmente indicam a ausência de alcaloides, devido aos limites de detecção do método utilizado. Entretanto, sob a metodologia avaliada, não foi observada a presença de alcaloides. Sazonalidade e baixa concentração de compostos podem ser fatores que justificam a ausência dessas substâncias.

PALAVRAS-CHAVE: *Peumus boldus*, *Plectranthus*, alcaloides, boldina, boldo, cromatografia em camada delgada.

ABSTRACT

Boldo has long been popularly used for the treatment of gastrointestinal and liver disorders, among others, and is easily found in nature and often cultivated by the population. However, there are several different plant species and genera that share the common name "boldo", as "boldo-do-chile" (*Peumus boldus*), "falso-boldo" (*Plectranthus barbatus*) and "boldo-miúdo" (*Plectranthus ornatus*). It is important to distinguish between them due to their unique characteristics in terms of active compounds and therapeutic applications, in order to avoid inefficacy or potential toxicity in treatments. Unlike boldo-do-chile, whose main active compound is boldine (an alkaloid), plants of the *Plectranthus* genus do not produce detectable amounts of alkaloids, with their main chemical constituents being diterpenoids, such as forskolin. In this study, a literature review was conducted on species known as boldo and colorimetric phytochemical analysis of some boldo samples collected in Uberlândia, aiming to investigate the presence of alkaloids. A total of four plant samples were collected, from which three leaf extracts and one stem extract were prepared. Additionally, dried boldo-do-chile leaves from four herbal stores, a capsule-based herbal medicine, and a tincture were acquired. Extracts were prepared by acid-base extractions and analysis of alkaloid content using thin-layer chromatography (TLC) with Dragendorff's colorimetric reagent. All extracts from collected species showed negative results for alkaloids, whereas the commercial leaf samples tested positive with varying degrees of intensity. The boldo-do-chile capsule-based herbal product showed a positive result, while the liquid tincture did not indicate the presence of alkaloids. These results indicate that alkaloids are indeed present in the dried leaves and capsule-based product, suggesting the presence of boldine and making it likely that these are products derived from *Peumus boldus*. As for the other samples analyzed, it is not possible to definitively state whether the negative results truly indicate the absence of alkaloids, due to the detection limits of the method used. However, under the evaluated methodology, no presence of alkaloids was observed. Seasonality and low compound concentration may be factors that justify the absence of these substances.

KEYWORDS: *Peumus boldus*, *Plectranthus*, alkaloids, boldine, boldo, thin layer chromatography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem de espécies conhecidas como boldo.....	9
Figura 2: Imagem das folhas e flores da <i>Plectranthus barbatus</i> e <i>Plectranthus ornatus</i>	11
Figura 3: Imagem das folhas, frutos e flores da <i>Peumus boldus</i>	12
Figura 4: Estrutura do diterpenoide 8,13-epoxylabd-14-en-11-ona.	13
Figura 5: Fórmula estrutural da boldina.	14
Figura 6: Imagens das plantas de boldo coletadas no sítio.....	16
Figura 7: Arbusto de boldo localizado na Universidade Federal de Uberlândia.....	16
Figura 8: Fluxograma do processo de extração ácido-base.....	18
Figura 9: Fluxograma do processo de extração ácido-base da tintura.....	19
Figura 10: Reação de formação do sal de amônio quartenário.....	21
Figura 11: Reação de alcalinização do sal de amônio quartenário.....	21
Figura 12: Placas CCD dos extratos revelados com reagente de Dragendorff.....	23
Figura 13: Reação entre o reagente de Dragendorff e a boldina.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Massas em gramas utilizadas na extração de alcaloides e umidade em porcentagem medida.	20
Tabela 2: Prospecção fitoquímica das amostras	22
Tabela 3: Legenda para a Figura 4.	23

LISTA DE ABREVIATURAS

CCD

Cromatografia em Camada Delgada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Descrição Botânica	11
2.1.1 <i>Plectranthus barbatus</i> e <i>Plectranthus ornatus</i>	11
2.1.2 <i>Peumus boldus</i>	12
2.2 Análise Química	12
2.2.1 <i>Plectranthus barbatus</i> e <i>Plectranthus ornatus</i>	12
2.2.2 <i>Peumus boldus</i>	13
2.3 Atividade Biológica.....	14
2.3.1 <i>Plectranthus barbatus</i> e <i>Plectranthus ornatus</i>	14
2.3.2 <i>Peumus boldus</i>	14
3. OBJETIVOS	15
4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	15
4.1 Material Vegetal	15
4.2 Equipamentos	16
4.3. Reagentes	17
4.4 Metodologia.....	17
4.4.1 Extração ácido-base.....	17
4.4.2 Extração ácido-base da tintura	18
4.4.3 Cromatografia em Camada Delgada	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A folha do boldo-do-chile é um produto natural comumente utilizado na medicina popular sul-americana para o tratamento de problemas gastrointestinais e hepáticos (Speisky; Cassels, 1994). Contudo, existem diversas espécies de plantas que são popularmente conhecidas como boldo (Queiroz, Cavalcanti, 2024). As plantas do gênero *Plectranthus*, como o falso-boldo (*Plectranthus barbatus*) e o boldo-miúdo (*Plectranthus ornatus*) são frequentemente confundidas com o boldo-do-chile (*Peumus boldus*). A Figura 1 mostra as imagens das espécies mencionadas.

Figura 1: Imagem de espécies conhecidas como boldo.



Fonte: Re flora – Herbário Virtual. ¹ Disponível em:

<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=6723542>; Acesso em: 1 de maio de 2025, ² Disponível em:

<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=3042471>; Acesso em: 1 de maio de 2025, ³ Disponível em:

<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=6712584>; Acesso em: 1 de maio de 2025.

Como evidenciado por seus nomes científicos, essas plantas não pertencem à mesma espécie ou gênero, e ainda assim ambas são consideradas popularmente como boldo, tendo propriedades medicinais reconhecidas cientificamente. As espécies do gênero *Plectranthus* possuem uma composição química distinta de *Peumus boldus*. Enquanto no boldo-do-chile o princípio ativo é a boldina, que atua no sistema gastrointestinal do corpo (Speisky; Cassels, 1994), o falso-boldo e o boldo-miúdo possuem a forskolina e seus derivados, que atuam no

sistema cardiovascular (Lindner; Dohadwalla; Bhattacharya, 1978, Dubey, 1981, Alasbahi, Melzig, 2010).

A boldina já é reconhecida pela Farmacopeia Brasileira (Anvisa, 2024) como um marcador químico de fitoterápico de boldo de comercialização permitida, tendo em vista que a sua estrutura e propriedades já são bem conhecidas, tendo sido isolada pela primeira vez em 1872, por Bourgoin e Verne (Costa, 2006), e suas propriedades coleréticas e colagogas foram identificadas em 1952 por Kreitmair (Speisky; Cassels, 1994), com diversos outros trabalhos confirmando as propriedades medicinais do alcaloide.

A Forskolina, por sua vez, tem uma história mais recente, sendo isolado em 1977 e tendo sua estrutura química elucidada apenas em 1987, com estudos demonstrando suas capacidades hipotensivas e inotrópicas (Costa, 2006). No entanto, apesar de estar presente na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (Rennisus), a *Plectranthus barbatus* e seu princípio ativo ainda não foram adicionadas à farmacopeia brasileira.

Um dos fatores que pode justificar a ausência do boldo brasileiro na farmacopéia é que a forskolina apresenta ação depressora do sistema nervoso central em alta dosagem (Dubey, 1981), e o extrato metanólico da planta apresentou toxicidade para o fígado e rins quando consumido por um período extensivo (Costa, 2006).

Tendo isso em vista, torna-se de extrema importância a diferenciação dessas espécies diferentes de boldo para que não ocorra o uso equivocado da espécie errada, evitando assim a ausência de efeitos benéficos ou a intoxicação do usuário.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Ainda que ambas as plantas sejam relativamente similares e utilizadas equivalentemente pela população, existem diferenças tanto morfológicas quanto químicas que podem ajudar a diferenciar as duas espécies.

2.1 Descrição Botânica

2.1.1 *Plectranthus barbatus* e *Plectranthus ornatus*

Fernandes (2021) descreve a planta do falso-boldo (*Plectranthus barbatus*) como subarbustos eretos de 0,5 a 1,5 metros de altura, com folhas ovaladas e elípticas crenadas em toda a sua margem, e identificações catalogadas no herbário virtual Re flora relatam que as folhas possuem caráter piloso e aveludado e a presença de flores lilases perfumadas.

O boldo-miúdo (*Plectranthus ornatus*) se assemelha muito ao falso-boldo, tendo folhas ovaladas elípticas com bordas crenadas, diferenciando-se no tamanho das folhas, que nesta espécie são pequenas, e apresenta um caule fino e curvado e flores azuladas que se dispõem em formato de “espiga”, como descrito por Tourinho (2023).

A Figura 2 mostra imagens das folhas e flores de *Plectranthus barbatus* e *Plectranthus ornatus*.

Figura 2: Imagem das folhas e flores da *Plectranthus barbatus* e *Plectranthus ornatus*.



*Plectranthus barbatus*¹



*Plectranthus ornatus*²

Fonte: ¹ Plant lust. Disponível em: <https://plantlust.com/plants/12933/plectranthus-barbatus/>;
Acesso em: 1 de maio de 2025, ² Adaptado de Flora Monte Claro. Disponível em:
<https://www.floramonteclaro.com.br/produto/boldo-miudo-plectranthus-ornatus/2022123550>;
Acesso em: 1 de maio de 2025.

2.1.2 *Peumus boldus*

É uma árvore muito comumente encontrada no Chile, o que origina o nome popular “boldo-do-chile”, podendo chegar até os 20 metros de altura, com uma copa densamente ramificada, no entanto é comumente encontrada em forma de arbustos baixos densamente ramificados, devido à sua capacidade de regeneração após o corte ou queima do caule (Speisky; Cassels, 1994, Vogel, 2005). Possui folhas ovadas e elípticas aromáticas, ásperas e, diferente do falso-boldo, inteiras, ou seja, sem as crenas em suas margens (Doll, 2005). Apresenta também flores brancas e pequenos frutos amarelos (Martín e Doll, 1998).

A Figura 3 mostra imagens das folhas, frutos e flores de *Peumus boldus*.

Figura 3: Imagem das folhas, frutos e flores da *Peumus boldus*.



Fonte: Gochile. Disponível em: <https://gochile.com.br/flora-fauna/boldo.htm>; Acesso em: 1 de maio de 2025

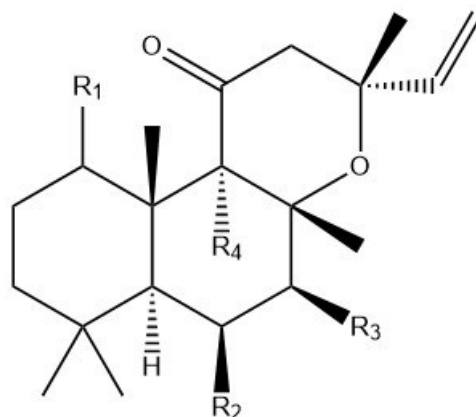
2.2 Análise Química

2.2.1 *Plectranthus barbatus* e *Plectranthus ornatus*

As plantas do gênero *Plectranthus*, que incluem o falso-boldo (*Plectranthus barbatus*) e o boldo-miúdo (*Plectranthus ornatus*), diferente do boldo-do-chile, tem sua composição química composta especialmente de diterpenoides (Ávila, 2015, Alasbahi; Melzig, 2010), compostos orgânicos formados por quatro unidades de isoprenos, os blocos base da formação de terpenoides.

Dos diterpenoides observados no gênero *Plectranthus*, a forskolina e derivados são as mais presentes segundo Alasbahi (2010) e Ávila (2015). A estrutura genérica para a 9,13-epoxilabd-14-en-11-ona, da qual a forskolina e suas diferentes estruturas se originam está apresentada na Figura 4.

Figura 4: Estrutura do diterpenoide 8,13-epoxylabd-14-en-11-ona.



Fonte: o autor.

Em especial na forskolina, as ramificações R₁, R₂, R₃ e R₄ são, respectivamente, grupos OH, OH, OAc e OH.

2.2.2 *Peumus boldus*

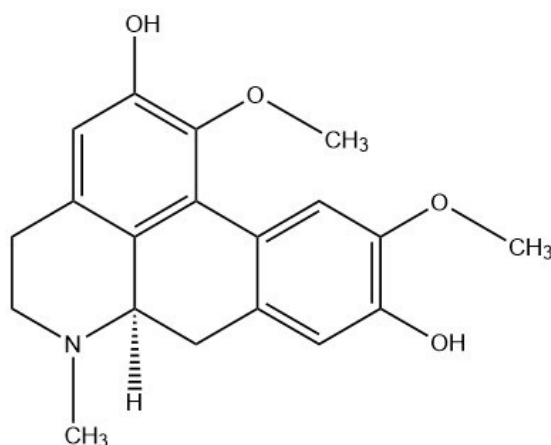
Mais comumente utilizada na medicina popular, a folha do boldo-do-chile já é bem documentada quanto às substâncias químicas presentes em sua composição. Martín e Doll (1998) mostram a presença de alcaloides tanto na folha quanto na casca da árvore do boldo, e Speisky e Cassels (1993) citam a presença de taninos e óleos essenciais, em concentrações de 1,2% e 2 a 3%, respectivamente, além de diversos outros compostos, em sua maioria terpenoides.

Os alcaloides, presentes em grande quantidade na planta, são as substâncias mais utilizadas quando se trata da medicina para essa espécie, estando presente tanto na folha da árvore do boldo-do-chile, compondo cerca de 0,38% da massa total, quanto na casca da árvore, sendo responsável por 7,63% de sua composição (Martín; Doll, 1998).

Segundo Kukula-Koch (2017), um alcaloide foi primeiramente definido em 1818 como um composto orgânico de caráter básico de origem vegetal, tendo sua estrutura elucidada ao longo do tempo indicando a presença de átomos de nitrogênio em sua estrutura de anéis heterogêneos, característica que pode ser observada na fórmula estrutural da boldina, mostrada na Figura 5.

Ibáñez *et al.* (1988) estima que a boldina, o alcaloide mais conhecido e utilizado na medicina popular, seja responsável por, em média, 0,03% do peso seco das amostras foliares e 3,73% do peso seco das amostras de cascas da árvore.

Figura 5: Fórmula estrutural da boldina.



Fonte: o autor.

2.3 Atividade Biológica

2.3.1 *Plectranthus barbatus* e *Plectranthus ornatus*

Propriedades inotrópicas (aumento da força das contrações musculares do coração) e vasodilatadoras foram observadas em testes com a forskolina realizados por Lindner (1978) em animais e por Bristow (1984) em humanos, e experimentos de Dubey (1981) demonstraram ação hipotensiva tanto da forskolina quanto do extrato bruto da planta em testes com ratos.

Agarwal (1983) afirma que a forskolina também possui efeito bloqueador de agregação de plaquetas, o que torna possível sua utilização como um agente antimetástase cancerígena contra melanomas promovem a agregação de plaquetas.

Sitarek (2022) demonstrou atividades antioxidantes e anti-inflamatórias de diterpenos isolados de *Plectranthus ornatus*, e certa ação anticancerígena sem causar efeitos citotóxicos em células não cancerígenas.

2.3.2 *Peumus boldus*

A boldina apresenta comportamento colerético, ou seja, estimula a liberação de bile pelo fígado, e colagogo, que estimula o fluxo de bile para o intestino (Speisky, 1994), o que justifica seu uso popular para o tratamento de problemas gastrointestinais.

Jiménez (2000) afirma que as concentrações de boldina decaem rapidamente no plasma quando ingeridas, sugerindo uma cinética de primeira ordem. Também foi observado que a maior concentração do composto foi encontrada no fígado.

Propriedades antioxidantes foram observadas por Youn (2002), atribuídas à capacidade da boldina de sequestrar radicais no corpo humano, especialmente hidroxila e peroxila.

Apresenta também atividade anti-inflamatória (Backhouse, 1994) e o seu óleo essencial apresenta atividade antibacteriana e antifúngica contra espécies específicas (Vila, 1999).

3. OBJETIVOS

Buscou-se, por meio de análises qualitativas, identificar a presença de alcaloides em amostras de plantas e fitoterápicos de boldo para confirmar se a matéria-prima realmente se trata de boldo-do-chile, a única das espécies que possui alcaloides detectáveis por análise colorimétrica em sua composição, em especial a boldina, o princípio ativo que confere à essa espécie as propriedades medicinais para qual o boldo é utilizado.

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A fim de averiguar, se popularmente, é realizado o uso da espécie correta de boldo para os tratamentos populares, realizou-se a extração de alcalóides utilizando um procedimento adaptado da Farmacopeia Brasileira (Anvisa, 2024) para as amostras selecionadas.

Visto que entre as espécies de boldo analisadas apenas o boldo-do-chile apresenta alcalóides, é possível determinar qualitativamente a presença de alcalóides na amostra e classifica-la entre boldo-do-chile ou do falso-boldo .

4.1 Material Vegetal

Foram avaliadas diferentes amostras de boldos, incluindo folhas de três plantas diferentes, caule de uma planta, quatro amostras de folhas secas, um fitoterápico em cápsulas e uma tintura líquida.

Das plantas, as três amostras de folhas foram coletadas em um sítio, localizado no distrito de Cruzeiro dos Peixotos em Uberlândia (Coordenadas: -18.7344505, -48.3724758), e identificadas por meio de conhecimento popular da proprietária do sítio, e a amostra de caule foi coletada de uma planta de *Plectranthus barbatus* na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), próximo ao bloco 1O (-18.919533, -48.259752). As Figuras 6 e 7 mostram imagens das plantas coletadas, baseado na identificação feita pela própria proprietária do sítio.

As demais amostras foram adquiridas em diversas lojas de produtos naturais localizadas na cidade de Uberlândia – MG. Todas as folhas secas e o fitoterápico em cápsula continham na sua embalagem a identificação de boldo-do-chile, enquanto a tintura era identificada apenas como boldo.

Figura 6: Imagens das plantas de boldo coletadas no sítio.



(1) Boldo Miúdo
(*Plectranthus ornatus*)



(2) Falso boldo
(*Plectranthus barbatus*)



(3) Boldo do chile
(*Peumus boldus*)

Fonte: o autor.

Figura 7: Arbusto de boldo localizado na Universidade Federal de Uberlândia.



Fonte: o autor.

4.2 Equipamentos

- Lavadora ultrassônica UNIQUE modelo USC 750;
- Balança de luz infravermelho para determinação da umidade Quimis modelo Kett FD600;
- Incubadora B.O.D. Nova Ética modelo 411/FDP 155L;
- Balança analítica SHIMADZU modelo ATX224;
- Placas para cromatografia em camada delgada (CCD) pré-revestidas ALUGRAM Xtra SIL G/UV₂₅₄;
- Bomba de vácuo Primatec modelo 131;
- Cabine de análise de fluorescência Spectroline modelo CM-10;
- Lâmpada ultravioleta Spectroline modelo ENF-240C/FE;
- Evaporador rotativo IKA RV 10 basic.

4.3. Reagentes

Os reagentes químicos utilizados foram: ácido clorídrico concentrado, hidróxido de amônio, diclorometano, éter etílico, hexano, metanol, nitrato de bismuto, ácido acético glacial e iodeto de potássio.

4.4 Metodologia

4.4.1 Extração ácido-base

Após a coleta, as plantas foram identificadas e submetidas ao processo de extração de alcaloides, por meio de extração ácido-base adaptadas da Farmacopeia Brasileira 7^a ed. As folhas secas comerciais e o fitoterápico em cápsulas também foram submetidos ao mesmo procedimento.

Foram pesados aproximadamente 1g de amostra para realizar a medição da umidade na balança de luz infravermelho. Em seguida, em um erlenmeyer, mais 1g de amostra foi pesado para realizar a extração. Foram adicionados ao erlenmeyer 2 mL de ácido clorídrico 2M e 40 mL de água. Após agitação, o erlenmeyer foi tampado e submetido a um banho maria a 60° C por 20 minutos.

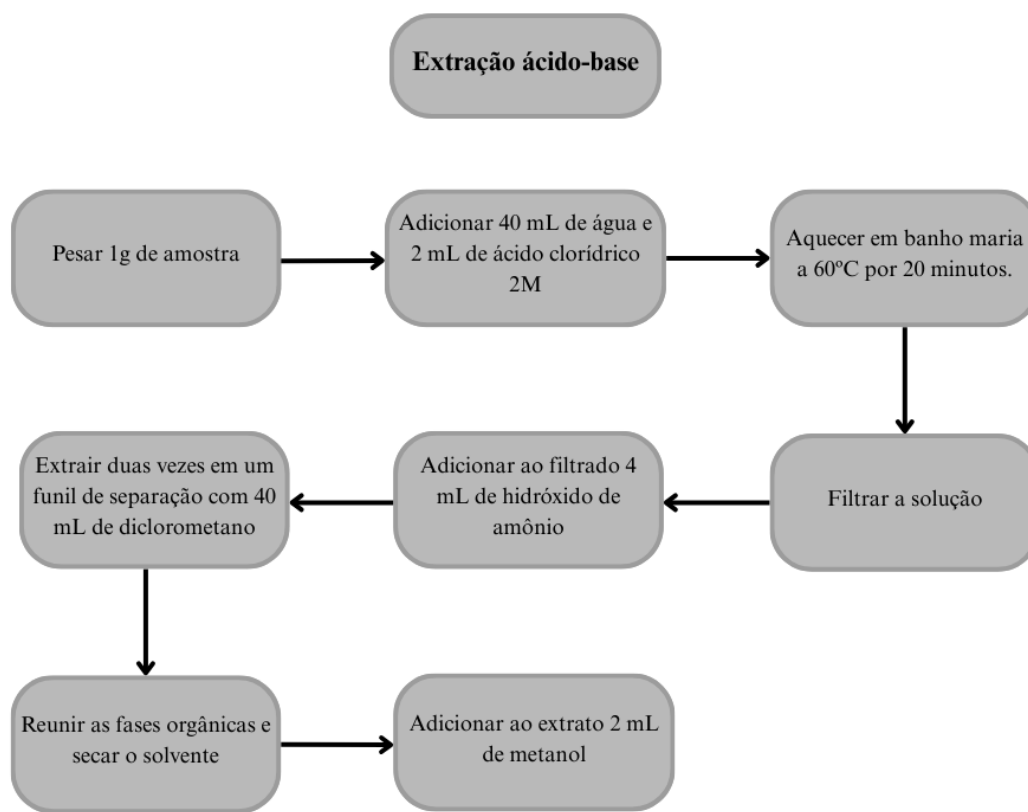
Passados os 20 minutos, foi aguardado o resfriamento da solução e então foi feita a filtração para a retirada do material vegetal indesejado, coletando o líquido em um béquer. Ao líquido coletado, foram adicionados 4 mL de hidróxido de amônio 6M.

A solução foi transferida para um funil de separação, onde foram realizadas duas extrações com 40 mL de diclorometano, coletando a fase orgânica, onde se encontravam os compostos desejados.

A mistura foi submetida à secagem do solvente, e após a sua secagem completa o extrato obtido foi solubilizado em 2 mL de metanol.

A Figura 8 mostra um fluxograma do processo descrito acima.

Figura 8: Fluxograma do processo de extração ácido-base.



Fonte: o autor.

4.4.2 Extração ácido-base da tintura

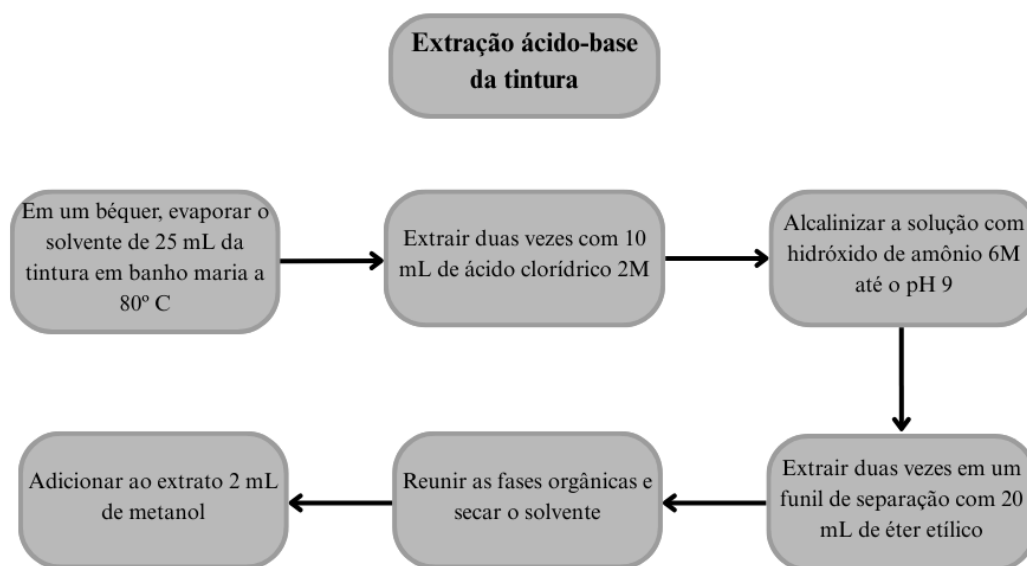
Foram transferidos 25 mL da tintura para um béquer, e o etanol utilizado como solvente na tintura foi evaporado em banho maria a uma temperatura de 80° C até que restasse apenas o extrato. Ainda quente, foram feitas duas extrações do extrato utilizado com 10 mL de ácido clorídrico 2 mol L⁻¹, e as soluções foram transferidas para um segundo béquer.

Em seguida, a solução foi alcalinizada utilizando hidróxido de amônio 6 mol L⁻¹ até pH 9. Foram utilizados 14 mL de hidróxido de amônio 6 mol L⁻¹.

A solução alcalinizada foi transferida para um funil de separação, onde foram realizadas duas extrações com 20 mL de éter etílico. A fase orgânica foi separada e submetida à secagem do solvente. Após seco, o extrato foi dissolvido em 2 mL de metanol.

A Figura 9 mostra um fluxograma do processo descrito acima.

Figura 9: Fluxograma do processo de extração ácido-base da tintura.



Fonte: o autor.

4.4.3 Cromatografia em Camada Delgada

Os extratos das plantas e dos fitoterápicos foram submetidos a análise de cromatografia em camada delgada utilizando placas de sílica-gel 60G/UV₂₅₄ como a fase estacionária, e com a ajuda de um capilar, uma pequena quantidade dos extratos foi transferida para a placa. A dissolução dos extratos em metanol auxilia na aplicação deles na placa de sílica com o capilar.

A fase móvel utilizada foi composta por diclorometano, hexano e hidróxido de sódio, em uma proporção de 9:1:0,15 (v/v/v). Adicionada a fase móvel em uma cubeta, foi inserida a placa com os extratos de modo que apenas uma pequena margem próxima dos extratos estivesse em contato com a fase móvel, e foi aguardado o arraste dos compostos pelo solvente.

Após o arraste, a placa de sílica foi retirada da cubeta, e após seca, foi analisada sob luz ultravioleta de comprimento de onda 254 nm e então foi nebulizada com o revelador Dragendorff (tetraiodobismutato de potássio) (Raal, *et al.*, 2020) para a revelação dos alcalóides.

Para a obtenção da solução reveladora foram preparadas duas soluções: solução 1 contendo 0,85 g de nitrato de bismuto (III) em 10 mL de ácido acético glacial e 40 mL de água destilada, solução 2 contendo 8 g de iodeto de potássio em 30 mL de água destilada. Na sequência, uma solução estoque é obtida ao misturar as soluções 1 e 2 em proporções iguais. Ao final, a solução reveladora é obtida através da mistura de 1 mL da solução estoque, 2 mL de ácido acético glacial e 10 mL de água destilada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras vegetais coletadas no sítio e na UFU foram identificadas apenas utilizando conhecimento popular. Porém a ausência de flores e/ou frutos nas espécimes coletadas impossibilita a identificação correta, ainda que as características observadas condizem com as descrições morfológicas das plantas. Como resultado, a identificação pode ter ocorrido de forma errada.

Após a secagem, as umidades das amostras se encontravam entre 6 e 11%, com exceção de três que apresentaram umidades maiores, entre 60 e 90%. No entanto, as amostras com maior umidade se tratava das amostras de plantas do gênero *Plectranthus*, que não apresentam produção significativa de alcaloides, portanto a alta umidade não deve ter afetado os resultados observados.

As massas de amostra utilizadas em cada uma das extrações e as umidades medidas para cada amostra estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Massas em gramas utilizadas na extração de alcaloides e umidade em porcentagem medida.

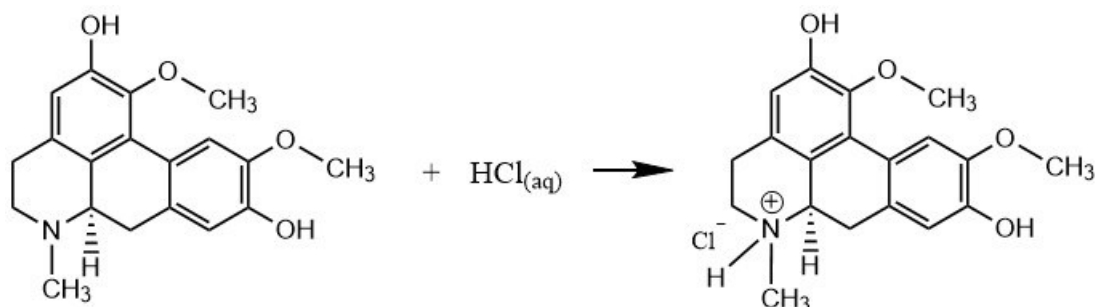
Amostra	Massa (g)	Umidade (%)
Boldo-miúdo (Folhas)	0,9996	88,5
Boldo-do-chile (Folhas)	0,9999	6,6
Falso-boldo (Folhas)	1,0002	80,6
Falso-boldo (Caule)	1,0320	66,8
Folhas secas 1 (Comercial)	1,0052	9,6
Folhas secas 2 (Comercial)	0,9983	10,2
Folhas secas 3 (Comercial)	1,0042	9,6
Folhas secas 4 (Comercial)	1,0008	10,1
Fitoterápico Cápsula (Comercial)	0,9998	---

Fonte: o autor.

Durante o processo de extração, a acidificação da amostra vegetal ou fitoterápico (cápsula ou tintura) foi necessária. Isso ocorre porque a boldina, ainda que possua alguma polaridade devido aos seus grupos fenol, metoxifenil e amina, é pouco solúvel em água, por isso são necessários processos químicos para garantir que a molécula se transforme em uma espécie mais solúvel, facilitando a sua extração.

Primeiramente foi feita a acidificação da amostra por meio da adição de solução aquosa de ácido clorídrico 2 mol L⁻¹. Com isso, o grupo amino da molécula é protonado, formando um sal de amônio, uma espécie mais solúvel em água. A reação que ocorre é mostrada na figura 10.

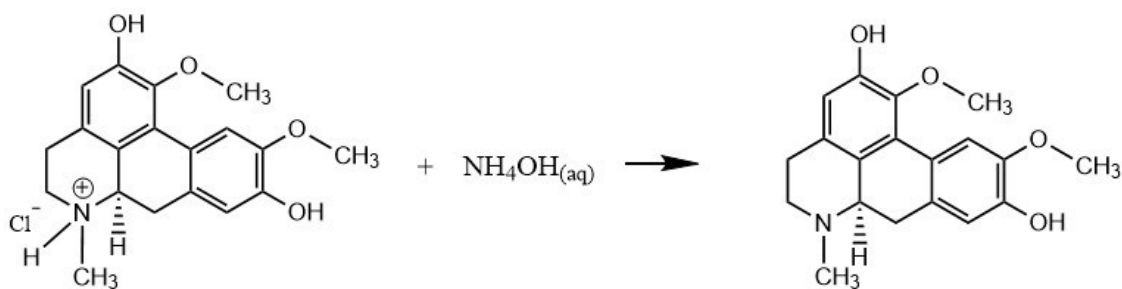
Figura 10: Reação de formação do sal de amônio.



Fonte: o autor.

Ao alcalinizar a solução até o pH 9, o ácido é neutralizado e a boldina volta a sua forma de base livre, menos solúvel na água, o que a torna mais suscetível à extração para o solvente orgânico. A reação de alcalinização é mostrada na Figura 11.

Figura 11: Reação de alcalinização do sal de amônio.



Fonte: o autor.

Após a volta à sua forma de base livre pouco solúvel em água, a solução foi transferida para um funil de separação com um solvente orgânico, o diclorometano, no qual a boldina é muito mais solúvel. Por meio da agitação, a boldina é capaz de migrar da fase aquosa para a fase orgânica.

Após a secagem do solvente orgânico e dissolução em metanol, o extrato obtido foi analisado por meio da cromatografia em camada delgada (CCD), onde os compostos são arrastados e separados por meio de interações com a fase móvel.

Isso ocorre devido aos poros presentes na sílica da placa CCD. O eluente da fase móvel sobe, por capilaridade, por toda a extensão da placa, e arrasta consigo as substâncias presentes no extrato aplicado na placa. De acordo com a polaridade dos compostos, o arraste será feito mais ou menos eficientemente, o que reflete na distância percorrida na placa. Substâncias que interagem mais fortemente com o eluente sofrerão um arraste maior, enquanto interações mais fracas resultam em um arraste menor.

Após o arraste, as placas foram analisadas primeiramente sob luz UV 254 nm, no entanto os resultados foram inconclusivos, visto que sob essa luz é possível observar diversos compostos além dos alcaloides, o que impossibilita a detecção de alcaloides utilizando essa técnica. Sendo assim, a utilização de um revelador para alcaloides foi necessária.

Os resultados da prospecção fitoquímica estão mostrados na Tabela 2. Utilizou-se como fase móvel uma mistura de diclorometano, hexano, hidróxido de amônio (9:1:0,15) (v/v/v). A Figura 12 mostra as placas CCD para as amostras após a revelação com o reagente de Dragendorff. A legenda para a imagem está apresentada na Tabela 3.

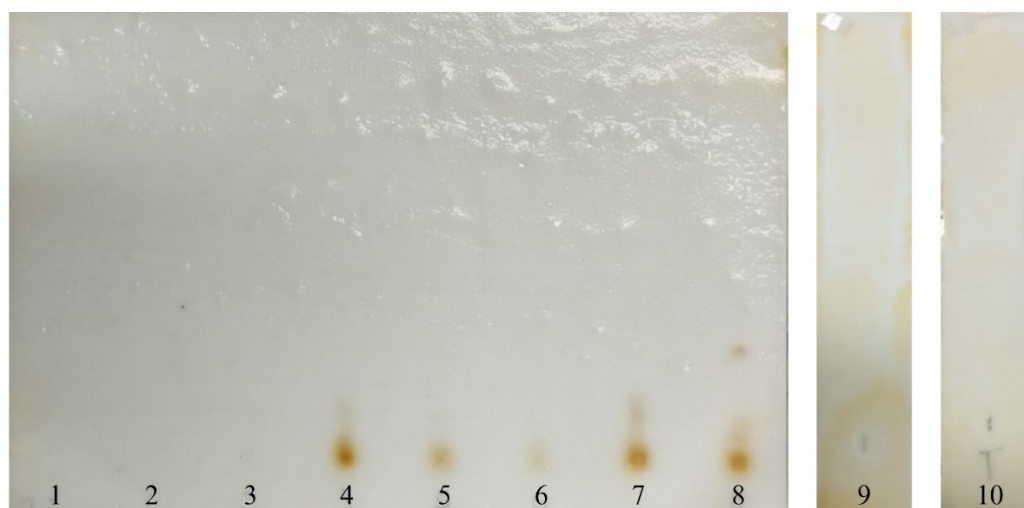
Tabela 2: Prospecção fitoquímica das amostras

Amostra	Teor Qualitativo de Alcaloides (Revelador Dragendorff)
Boldo-miúdo (Folhas)	-
Boldo-do-chile (Folhas)	-
Falso-boldo (Folhas)	-
Falso-boldo (Caule)	-
Folhas Secas 1 (Comercial)	++
Folhas Secas 2 (Comercial)	+
Folhas Secas 3 (Comercial)	+
Folhas Secas 4 (Comercial)	++
Fitoterápico Cápsula (Comercial)	++
Fitoterápico Tintura (Comercial)	-

Nota: -: não identificado, +: identificado pouco intenso, ++: identificado intenso

Fonte: o autor.

Figura 12: Placas CCD dos extratos revelados com reagente de Dragendorff.



Fonte: o autor.

Tabela 3: Legenda para a Figura 12.

Amostra	Numeração
Boldo-miúdo (Folhas)	1
Boldo-do-chile (Folhas)	2
Falso-boldo (Folhas)	3
Folhas Secas 1 (Comercial)	4
Folhas Secas 2 (Comercial)	5
Folhas Secas 3 (Comercial)	6
Folhas Secas 4 (Comercial)	7
Fitoterápico Cápsula (Comercial)	8
Falso-boldo (Caule)	9
Fitoterápico Tintura (Comercial)	10

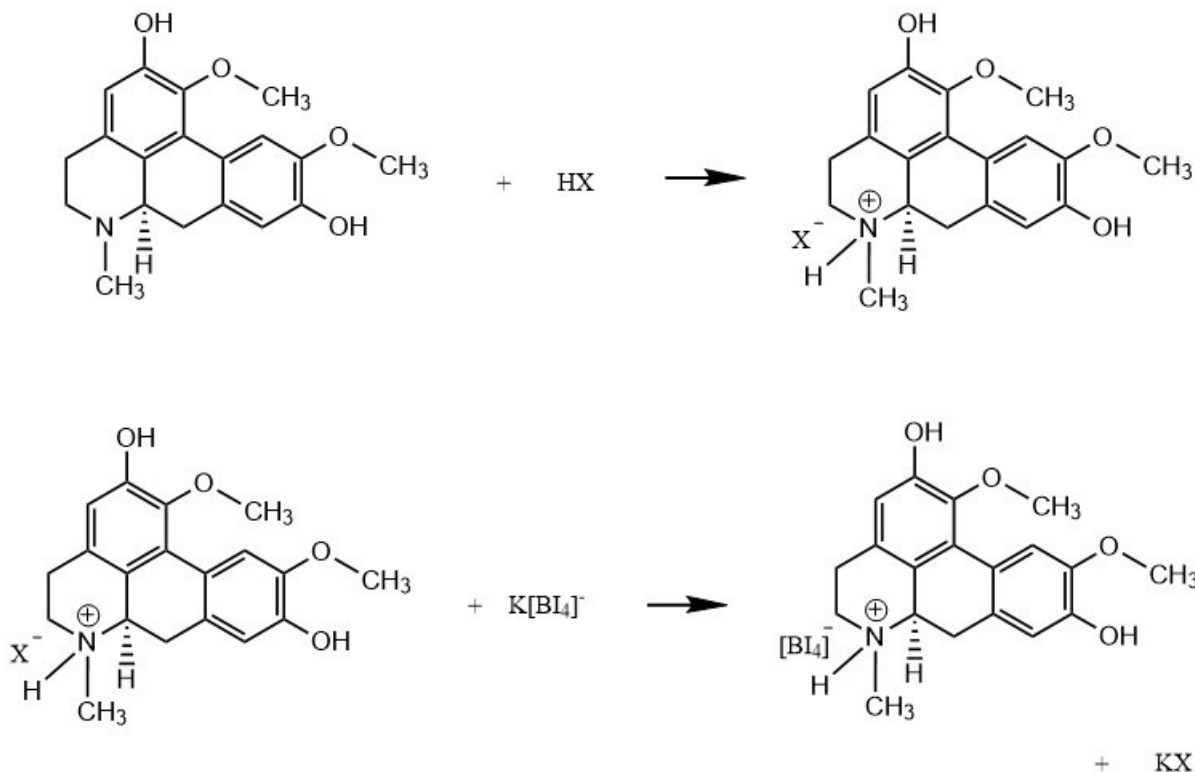
Fonte: o autor.

É importante ressaltar que é possível que outras substâncias presentes na planta possam ser afetadas pelo processo de extração ácido-base, ou seja, não significa que apenas alcaloides estarão presentes no extrato final, porém como o revelador utilizado dará resultados positivos apenas para os alcalóides, não há interferência caso outros tipos de compostos estejam presentes.

O revelador utilizado, tetraiodobismutato de potássio, ou reagente de Dragendorff, interage exclusivamente com os alcalóides devido ao grupo amina presente neles. Como é necessária a utilização de ácido na preparação do reagente de Dragendorff, o nitrogênio dos

alcaloides mais uma vez reage com o ácido formando um sal de amônio. Esse sal, por sua vez, reage com o tetraiodobismutato, sofrendo uma reação de complexação e formando um sal insolúvel de cor laranja-avermelhada, que se deposita na sílica, tornando possível identificá-lo a olho nu. A reação está apresentada na Figura 13.

Figura 13: Reação entre o reagente de Dragendorff e a boldina.



Fonte: o autor.

Através dos dados mostrados na Tabela 2, observa-se que as amostras vegetais coletadas não apresentaram alcalóides. Isso já era de se esperar pois as plantas do gênero *Plectranthus* não possuem quantidade significativa de alcaloides em sua composição, mas sim diterpenos e óleos essenciais. No entanto, na planta coletada e identificada como boldo-do-chile também não foi possível identificar a presença de alcaloides, o que pode ser atribuído a alguns motivos.

Primeiramente, o boldo-do-chile não é uma espécie natural do Brasil, ocorrendo naturalmente apenas no Chile. Mesmo na faixa geográfica em que se origina, diferentes concentrações de alcaloides podem ser observadas quando analisadas plantas de diferentes origens, como mostrado por Vogel (2005), que destaca que as condições ambientais podem favorecer a produção de alcaloides pelas plantas.

Além disso, é notado também que plantas cultivadas, ou seja, não selvagens, produzem uma quantidade menor de alcaloides (0,25% para plantas selvagens e 0,18% para plantas

cultivadas). Tendo isso em vista, é possível que tanto o cultivo da planta no sítio quanto a localização geográfica não ideal no Brasil tenham afetado a produção de alcaloides pela planta.

O procedimento utilizado para a extração dos alcaloides e preparação dos extratos, que foi adaptado da Farmacopeia Brasileira 7^a ed, especifica que a droga vegetal deve consistir em folhas secas contendo mais que 0,1% de alcaloides totais, portanto com os fatores citados acima, é possível que as plantas coletadas possuam uma porcentagem de alcaloides menor que 0,1% e a análise não seja capaz de extrair e identificar a presença de alcaloides caso a sua concentração seja baixa demais.

Por fim, devido à falta de flores e frutos no indivíduo coletado, não foi possível identificar com certeza a espécie da amostra, baseando-se então apenas na identificação por meio do conhecimento popular. Sabendo disso, é possível também que a planta utilizada não seja realmente o boldo-do-chile.

Martín (1998) destaca que a casca e a madeira das plantas de boldo-do-chile analisadas apresentam um teor de alcaloides maior que o das folhas, por isso a análise de CCD foi realizada também com o caule de um dos indivíduos avaliados. No entanto, tanto a planta, identificada como falso-boldo devido às suas folhas com margens crenadas, quanto o procedimento, que não inclui o caule na descrição da droga vegetal, podem ter sido inadequados na tentativa de extração de alcaloides, o que justifica o resultado negativo na sua identificação.

As amostras de folhas secas compradas nas lojas de produtos naturais, todas identificadas como boldo-do-chile nas embalagens, seguiam as características citadas na Farmacopeia para a droga vegetal, e a extração ocorreu conforme planejado, resultando em uma prospecção fitoquímica bem-sucedida onde foi possível identificar a presença de alcaloides em todas as amostras.

O fitoterápico em cápsulas, também identificado em sua embalagem como boldo-do-chile, submetido ao mesmo processo também atestou positivamente para a presença de alcaloides em sua composição.

Por se tratar de amostras de boldo-do-chile, espera-se que o principal constituinte dos alcaloides identificados seja a boldina, porém deve-se destacar que existem outros alcaloides presentes nessa espécie, e por se tratar de uma análise puramente qualitativa para detecção de alcaloides, não é possível afirmar que o alcaloide observado é realmente a boldina.

Por fim, a tintura, cuja embalagem não especificava a espécie de boldo utilizada na sua fabricação, não atestou a presença de alcaloides, possivelmente devido ao uso de outro tipo de boldo que não o boldo-do-chile na sua fabricação.

6. CONCLUSÕES

A análise dos extratos da tintura e das amostras de plantas coletadas, embora não tenha sido revelada a presença de alcaloides, não significam necessariamente que não existam alcaloides nas matérias-primas. Nas plantas do gênero *Plectranthus* já se esperava a ausência de alcaloides, visto que a planta não produz compostos orgânicos dessa classe.

Já para a amostra do boldo-do-chile, existe a possibilidade tanto de fatores geográficos e de cultivo afetarem negativamente a produção de compostos nas plantas quanto do procedimento para a extração de alcaloides não ser ideal para as matérias vegetais utilizadas ou não ser capaz de extrair e detectar concentrações muito pequenas dos alcaloides. Além disso, também pode ter ocorrido a identificação equivocada da espécie de boldo-do-chile, fatores que justificariam a ausência de alcaloides.

A partir da análise cromatográfica dos extratos produzidos foi possível confirmar a presença de alcaloides nas amostras de folhas secas adquiridas em lojas populares de produtos naturais, o que sugere que os produtos sendo vendidos como boldo-do-chile para fins medicinais realmente contém a boldina, o princípio ativo em que se baseiam.

Com isso, é possível afirmar que os produtos naturais sendo comercializados para fins medicinais, em especial o boldo-do-chile, realmente não se trata de falso-boldo ou de outras espécies conhecidas popularmente como boldo, já que as plantas do gênero *Plectranthus* não apresentam, na literatura, produção de quantidades significativas de alcaloides.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGARWAL, K. C.; PARKS, R. E. Forskolin: A potential antimetastatic agent. **International Journal of Cancer**, v. 32, n. 6, p. 801–804, 15 dez. 1983. <https://doi.org/10.1002/ijc.2910320622>

ALASBAHI, R.; MELZIG, M. *Plectranthus barbatus*: A Review of Phytochemistry, Ethnobotanical Uses and Pharmacology – Part 1. **Planta Medica**, v. 76, n. 07, p. 653–661, 22 fev. 2010. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1240898>

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopeia Brasileira**. 7ª Ed. Brasília, 2024. v. 2.

ÁVILA, F. DO N. **CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO QUÍMICO DE *Plectranthus ornatus* Codd**. Tese (Mestrado em Química) - Departamento De Química Orgânica E Inorgânica, Universidade Federal Do Ceará. Fortaleza, 2015

BACKHOUSE, N. et al. Anti-inflammatory and antipyretic effects of boldine. **Agents Action**, v. 42, n. 3-4, p. 114–117, 1 out. 1994. <https://doi.org/10.1007/BF01983475>

BRISTOW, M. R. et al. Pharmacology and inotropic potential of forskolin in the human heart. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 74, n. 1, p. 212–223, 1 jul. 1984. <https://doi.org/10.1172/JCI111404>

COSTA, M. C. C. D., Uso popular e ações farmacológicas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae) revisão dos trabalhos publicados de 1970 a 2003. **Revista Brasileira de Produtos Naturais**. v. 8, n. 2, p. 81-88, 2006.

DOLL, U.; AEDO ORTIZ, D.; LOPEZ CARRERA, P. Caracterización morfológica de tres procedencias de boldo (*Peumus boldus*) en una plantación joven de 6 años. **Bosque (Valdivia)**, v. 26, n. 3, p. 45–54, 1 dez. 2005. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002005000300005>

DUBEY, M. P. et al. Pharmacological studies on coleonol, a hypotensive diterpene from *Coleus forskohlii*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 3, n. 1, p. 1–13, jan. 1981. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002005000300005>

FERNANDES, J. M.; LOPES, C. R. A. S.; ALMEIDA, A. A. S. D. Morfologia de espécies medicinais de boldo cultivadas no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e42910615824, 4 jun. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15824>

HV REFLORA -. Disponível em:
<<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=5714671>>. Acesso em 10/2/2025.

HV REFLORA -. Disponível em:
<<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=3042471>>. Acesso em 10/2/2025.

HV REFLORA -. Disponível em:
<<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=4600077>>. Acesso em 10/2/2025.

HV REFLORA -. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=4369295>>. Acesso em 10/2/2025

IBÁÑEZ, M. T.; SCHUH, U. K.; RAMÓN ROSENDE BEYTÍA. Biomasa y boldina en boldo (*Peumus boldus* Mol.) VII Región. **Ciencia & Investigación Forestal**, v. 2, n. 2, p. 15–25, 27 jun. 1988. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.1988.45>

INÉS JIMÉNEZ et al. Protective effects of boldine against free radical-induced erythrocyte lysis. **Phytotherapy Research**, v. 14, n. 5, p. 339–343, 1 jan. 2000. [https://doi.org/10.1002/1099-1573\(200008\)14:5<339::AID-PTR585>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/1099-1573(200008)14:5<339::AID-PTR585>3.0.CO;2-T)

JOSÉ SAN MARTÍN; DOLL, U. *Peumus boldus* (Monimiaceae, Magnoliopsida) una especie silvestre promisorio de Chile. **Popular Music Research Today Revista online de Divulgación Musicológica**, v. 17, n. 17, p. 109–118, 1 jan. 1998.

KUKULA-KOCH, W. A.; WIDELSKI, J. Alkaloids. In: MCCREATH, S. B; DELGODA, R. **Pharmacognosy: fundamentals, applications and strategies**. Amsterdam: Academic Press, 2016, p. 163–198. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802104-0.00009-3>

LINDNER, E.; DOHADWALLA, A. N.; BHATTACHARYA, B. K. Positive inotropic and blood pressure lowering activity of a diterpene derivative isolated from *Coleus forskohli*: Forskolin. **PubMed**, v. 28, n. 2, p. 284–9, 1 jan. 1978.

LUDWICKZUK, A.; SKALICKA-WOŹNIAK, K.; GEORGIEV, M. I. Terpenoids. In: MCCREATH, S. B; DELGODA, R. **Pharmacognosy: fundamentals, applications and strategies**. Amsterdam: Academic Press, 2016, p 233–266. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802104-0.00011-1>

MACHADO, C. D. et al. Contributions of trichome micromorphology to the characterization of species traded as “BOLDO”. **Flora**, v. 279, p. 151827, jun. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151827>

QUEIROZ, M. P. C. DE M.; CAVALCANTI, D. R. ETNOFARMACOLOGIA DE ESPÉCIES RECONHECIDAS COMO BOLDO NO BRASIL. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 8, p. e5415, 15 ago. 2024. <https://doi.org/10.56083/RCV4N8-083>

RAAL, A. et al. Dragendorff’s reagent: Historical perspectives and current status of a versatile reagent introduced over 150 years ago at the University of Dorpat, Tartu, Estonia. **Die Pharmazie - An International Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 75, n. 7, p. 299–306, 1 jul. 2020.

RENISUS - Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. Ministério da Saúde, 2009

SILVA, J. A.; BÜNDCHEN, M. Conhecimento etnobotânico sobre as plantas medicinais utilizadas pela comunidade do Bairro Cidade Alta, município de Videira, Santa Catarina, Brasil. **Unesc & Ciência - ACBS**, v. 2, n. 2, p. 129–140, 1 jan. 2011.

SITAREK, P. et al. An Evaluation of the Novel Biological Properties of Diterpenes Isolated from *Plectranthus ornatus* Codd. In Vitro and In Silico. **Cells**, v. 11, n. 20, p. 3243, 1 jan. 2022. <https://doi.org/10.3390/cells11203243>

SPEISKY, H.; CASSELS, B. K. Boldo and boldine: an emerging case of natural drug development. **Pharmacological Research**, v. 29, n. 1, p. 1–12, 1 jan. 1994. [https://doi.org/10.1016/1043-6618\(94\)80093-6](https://doi.org/10.1016/1043-6618(94)80093-6)

TOURINHO, E. M. C. et al. Levantamento Bibliográfico, Botânico, Físico-Químico, Fitoquímico Da Espécie Florestal *Plectranthus Ornatus* Codd. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 6, n. e., p. 1-7, 2023.

VILA, R. et al. Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Peumus boldus* Leaves. **Planta Medica**, v. 65, n. 02, p. 178–179, mar. 1999. <https://doi.org/10.1055/s-2006-960461>

VOGEL, H. et al. Alkaloid and essential oil concentration in different populations of *peumus boldus*. **Acta Horticulturae**, n. 676, p. 181–184, fev. 2005. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.676.24>

VOGEL, H. et al. **Plantas Medicinales Chilenas**: Experiencias de Domesticación y Cultivo de Boldo, Matico, Bailahuén, Canelo, Peumo y Maqui. Talca, Chile. Editorial Universidad de Talca, 2005

WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant drug analysis**: a thin layer chromatography atlas. Berlin: Springer, 1996. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-00574-9>

YOUN, Y. C. et al. Protective effect of boldine on dopamine-induced membrane permeability transition in brain mitochondria and viability loss in PC12 cells. **Biochemical Pharmacology**, v. 63, n. 3, p. 495–505, fev. 2002. [https://doi.org/10.1016/S0006-2952\(01\)00852-8](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(01)00852-8)