

TRIAGEM FITOQUÍMICA E ANTIBIOGRAMA DAS FOLHAS DE COUVE (*Brassica oleracea* var. *acephala*) PRODUZIDAS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Tânia Tasca Magalhães Mendoza¹, Viviane da Silva Lobo², Patrícia Dayane Carvalho Schaker³

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias em Biociências (PPGBio) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil
(tania.2018@alunos.utfpr.edu.br)

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias em Biociências (PPGBio) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias em Biociências (PPGBio) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Brasil

Resumo: A família *Brassicaceae* possui compostos bioativos com ação antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral entre outras. O estudo teve como objetivo identificar a presença de metabólitos secundários em extrato etanólico de couve e sua atividade microbiana. A espectroscopia UV-Vis indicou teor de flavonoides totais. A triagem fitoquímica foi positiva para ácidos orgânicos, esteroides e triterpenoides. Na avaliação antimicrobiana *in vitro* não foram observados halos de inibição.

Palavras-chave: *Brassicaceae*, triagem fitoquímica, atividade antimicrobiana

INTRODUÇÃO

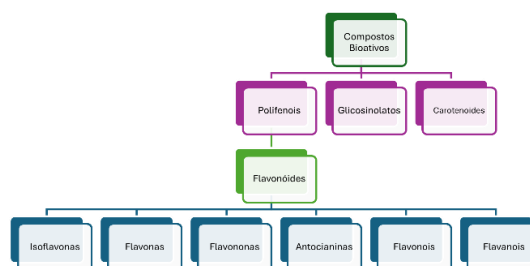
A família *Brassicaceae* (ou *Cruciferae*) tem vários gêneros de plantas herbáceas, possuindo 365 gêneros e mais de 3200 espécies cultivadas em quase todo o mundo. Algumas destas plantas possuem importância econômica pois são utilizadas para alimentação humana, como as hortaliças, e para produção de óleos e gorduras vegetais (BIODIVERSITY4ALL, 2025).

Os vegetais contam com vários constituintes químicos que estão divididos entre metabólitos primários e secundários. Todas as plantas possuem metabólitos primários pois são imprescindíveis para seu desenvolvimento. Já os metabólitos secundários são mais restritos e não produzidos da mesma forma nas diferentes espécies vegetais (VENTURI, 2018).

Em função de seus nutrientes, as hortaliças são benéficas para a saúde porque tem em sua composição compostos produzidos durante os seus dois metabolismos “[...] gorduras, carboidratos, minerais, antioxidantes, fibras e água, bem como excelentes fontes de β -caroteno (provitamina A), tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina, piridoxina (B6), ácido pantotênico, ácido fólico, ácido ascórbico e vitamina E e K [...]” (LIMA, 2021).

O metabolismo secundário gera compostos com bioatividade, que podem ser divididos em 4 classes principais: a) terpenos, b) compostos fenólicos, c) glicosídeos e d) alcaloides (GARCIA e CARRIL, 2009).

Figura 1: Classes e subclasses dos compostos bioativos presentes em alimentos de origem vegetal



Fonte: adaptado de Justino et al. (2022).

Em função de alguns metabólitos produzidos, as plantas podem ter grande valor para indústrias farmacêuticas, cosmeceúticas e alimentícia (YAO et al., 2023). No Quadro 1, podem ser elencados alguns compostos ativos e seus benefícios para os humanos.

Quadro 1: Classe de compostos bioativos presentes em plantas e benefícios na saúde humana

Compostos bioativos	Benefícios na saúde humana
Polifenóis	Poder antioxidante, antiviral, anticancerígeno, anti-inflamatório, antidiabético, antiepilético, antibacteriano, anticolinesterásico, citotóxico, antifúngico, antimicrobiano

Taninos	Atividades antioxidantes, anticancerígenas, antialérgicas, anti-inflamatórias
Ácido elágico, ácido gálico, ácido pirogálico e ácido tânico	Mantêm a integridade da camada lipídica das paredes celulares
Carotenoides (licopeno)	Atividade antioxidante, ajuda a prevenir doenças do coração, reduz o risco de câncer de próstata
Carotenoides (β -caroteno)	Capacidade antioxidante, melhora as defesas imunológicas, prevenção de doenças cardiovasculares
Vitaminas E e C	Atividade antioxidante

Fonte: adaptado Petejo (2024).

Esses compostos, sintetizados pelas plantas, são uma resposta a estímulos externos, como stress ambiental, pragas, doenças, depredação e competição entre espécies, que garantem a sua sobrevivência.

Entre os benefícios dos compostos ativos citados por Matos (2024) estão:

- Propriedades antioxidantes e antiinflamatórias - presentes em compostos das classes ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas e os carotenoides - neutralizam os radicais livres do corpo e reduzem o stress oxidativos, prevenindo, assim, o risco do aparecimento de algumas doenças crônicas;
- Propriedades antitumorais – presentes em substâncias em classes como o sulforafano e a curcumina - auxiliam na prevenção do desenvolvimento de tumores e inibem o crescimento de células cancerígenas;
- Propriedades de proteção do sistema neurológico - protegem o cérebro e reduzem o risco de *Alzheimer* e sistema cardiovascular – substâncias como ácidos gordos, ômega 3, fibras solúveis e os fitosteróis, que ajudam a diminuir os níveis de colesterol, melhorar a função dos vasos sanguíneos e reduzir a pressão arterial;
- Reguladores dos níveis de açúcar no sangue - como a berberina - auxilia na prevenção da diabetes tipo 2;
- Promotores da saúde óssea - como cálcio, magnésio e vitamina D - previnem osteoporose e outras doenças ósseas;
- Propriedades antienvhecimento - mantém a elasticidade da pele e reduzem os sinais de envelhecimento.

Estudos epidemiológicos comprovam a associação entre a ingestão regular de plantas *Brassica* e a diminuição de algumas doenças inflamatórias, degenerativas e tumorais. Isso se deve em função da presença dos compostos bioativos, que são resultados do metabolismo secundário das plantas, que regulam alguns processos metabólicos e trazem benefícios para a saúde humana (MATOS, 2024).

Dentre as espécies da família *Brassicaceae* está a couve manteiga (*Brassica oleracea* L.), que é uma hortaliça arbustiva com ciclo curto e de fácil cultivo. Os vegetais dessa família possuem nutrientes e a couve possui ferro, cálcio, fósforo, vitamina A e fibras (ZANZINI et al., 2025). Os vegetais desta família possuem como compostos característicos, isotiocianatos, que são responsáveis pelo sabor picante, e são ricos em carotenoides, compostos fenólicos, minerais e vitaminas (Tabela 1) (RAMIREZ et al., 2020).

Tabela 1: Componentes em 100 g da folha de couve fresca

Componente		Conteúdo por 100 g de peso fresco
água		89,6 g
proteína		2,92 g
gordo		1,49 g
carboidratos		4,4 g
fibra		4,1 g
MINERAIS	Macroelementos	potássio (K) 348 mg
		cálcio (Ca) 254 mg
		sódio (Na) 53 mg
		magnésio (Mg) 32,7 mg
		ferro (Fe) 1,6 mg
		fósforo (P) 55 mg
	Microelementos	zinco (Zn) 0,39 mg
		manganês (Mn) 0,92 mg
		cobre (Cu) 0,053 mg
		vitamina A 241 µg
VITAMINAS		luteína e zeaxantina 6260 µg
		tiamina (vit. B ₁) 0,113 mg
		riboflavina (vit. B ₂) 0,347 mg
		niacina (vitamina B ₃) 1,18 mg
		ácido pantotênico (vit. B ₅) 0,37 mg
		piridoxina (vit. B ₆) 0,147 mg
		ácido fólico (folato, vitamina B ₉) 62 µg
		vitamina C 93,4 mg
		vitamina E 0,66 mg
		vitamina K 390 µg

Fonte: adaptado de Łukaszyk et al. (2025).

Complementando a Tabela 1, a composição nutricional da folha da couve, formada por vários compostos, pode ser verificada no Quadro 2.

Quadro 2: Composição nutricional e compostos bioativos da folha de couve

Composição	Compostos ativos
Álcoois de açúcar	Sorbitol, Glicose, Frutose, Sacarose, Arabinose, Manose,
Carboidratos	Xilose, Carboidratos prebióticos,
Ácidos orgânicos	Ácido cítrico, Ácido málico
Minerais	Zinco, Selênio, Cobalto, Alumínio, Arsênio, Bário, Cádmi, Cromo, Chumbo, Lítio, Molibdênio, Níquel, Estrôncio, Estanho
Aminoácidos e ácidos graxos	Cisteína, Ácido aspártico, Ácido glutâmico, Serina, Glicina, Histidina, Arginina, Treonina, Alanina, Prolina, Tirosina, Valina, Metionina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Fenilalanina, Triptofano
Flavonoides, compostos fenólicos, glucosinolatos	Flavonoides, Quercetina, Kaempferol, Fenóis, ácidos hidroxicinâmicos

Fonte: adaptado Satheesh e Fanta (2020).

Entre os compostos bioativos das *Brassicaceae* estão os compostos fenólicos (ou polifenóis), os carotenoides, os glucosinolatos e as vitaminas C, E e provitamina A. Os glucosinolatos talvez sejam os compostos bioativos mais significativos na família *Brassicaceae* e possuem atividades antioxidantes, anti-inflamatória e preventiva em processos tumorais e cancerígenos. As *Brassicaceae* por terem em sua composição a vitamina C podem possuir a capacidade de aprisionar radicais oxidativos livres, exercendo, assim, efeito antioxidante e anti-inflamatório. Essas plantas também possuem clorofilas e os carotenoides, que são os precursores da vitamina A e potencializam o efeito antioxidante, diminuindo os riscos de diabetes e com capacidade para ameaçar o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. O β -caroteno e a luteína são tipos de carotenoides expressivos em plantas da família *Brassicaceae* (CAVALCANTE et al., 2024).

Já foram feitos diversos estudos em plantas *Brassicaceae* que comprovam a produção de glucosinolatos. Estes, quando são degradados pela enzima mirosinase, dão origem a outros compostos como isotiocianatos, que são derivados do enxofre e têm propriedade biocida (WYREPKOWSKI et al., 2023). Os glucosinolatos predominantes na couve e os isotiocianatos podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3: Glucosinolatos e seus respectivos isotiocianatos presentes na couve

Nome da cadeia lateral	Nome trivial	Isotiocianato
Metiltiobutil	Glucorucina	Erucina
3-Metilsulfonilpropil	Glucoriberina	Iberin
3-Metilsulfonilbutil	Glucorafanina	Sulforafano
2-Feniletil	Gluconasturtina	Feniletil ITC
3-Indolilmetil	Glucobrassicina	indol-3-carbinol
2-Hidroxi-3-butenil	Progoitrina	2-hidroxi-3-butenil

Fonte: adaptado Ortega-Hernández et al. (2021).

Os principais grupos de compostos bioativos presentes nessas espécies de planta possuem algumas funções específicas:

- Terpeno - é um grupo de compostos orgânicos naturais maior e mais diversificado - são hidrocarbonetos cíclicos ou acíclicos e alguns oxigenados; são importantes para a sobrevivência e evolução das plantas. Sua aplicação varia de sabores, fragrâncias, especiarias a cosméticos e aditivos alimentares. Além disso, possuem ação anti-inflamatória, antifúngica, antibacteriana, antioxidante, anticoagulante, entre outras (FOREZI et al., 2022).
- Compostos fenólicos - fazem parte de vegetais, frutas e produtos industrializados e podem ser pigmentos. Agem como antioxidantes; se dividem em flavonoides (polifenóis) e não flavonoides (fenóis simples ou ácidos) (SILVA et al., 2010). Ou são classificados em fenóis simples, ácidos benzoicos e cinâmicos, flavonoides, taninos, estilbenos e ligninas (CAVALCANTE et al., 2024).
- Glicosídeos - têm referência à ligação glicosídica que se forma quando uma molécula de açúcar se condensa com outra que tem um grupo hidroxila. São as saponinas, glicosídeos cardíacos e cianogênicos (GARCIA e CARRIL, 2009).
- Glucosinolatos - são compostos sulfurados e estão associados a benefícios para a saúde dos vegetais, mas seu teor depende de condições de cultivo, localização e estágio de desenvolvimento (ŠAMEC et al., 2019).
- Alcaloides - são solúveis em água e contêm pelo menos um átomo de nitrogênio na molécula e possuem atividade biológica (GARCIA e CARRIL, 2009).

Os compostos fenólicos estão associados a benefícios à saúde: tratamento da obesidade, diabetes tipo 2, síndrome metabólica, doenças neurodegenerativas, aterosclerose e câncer; da mesma forma que os glucosinolatos, os níveis de nutrientes dos compostos fenólicos dependem da variedade, estágio de maturação, local de cultivo e condições ambientais (ŠAMEC et al., 2019). De acordo com os autores, os



flavonoides predominantes na couve são a quercetina e kaempferol, juntamente com os ácidos fenólicos.

Os vegetais crucíferos são bons fontes de β -caroteno (pró-vitamina A), luteína e zeaxantina; essas duas últimas, em função de forte atividade antioxidante, são consideradas importantes para a saúde ocular. O α -caroteno e o β -caroteno são precursores da vitamina A, que é importante para a pele, ossos, sistema gastrointestinal e respiratório. Os principais carotenoides da couve são luteína, β -caroteno, violaxantina e também foi relatada a presença de 13-cis- β -caroteno, α -caroteno, 9-cis- β -caroteno e licopeno (ŠAMEC et al., 2019).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral caracterizar a planta (*Brassica oleracea L.*) em relação à presença de metabólitos secundários e sua atividade microbiana.

MATERIAL E MÉTODOS

A couve foi adquirida em Supermercado local, tendo como fonte a empresa Produtor Verduras Montoan de Assis Chateaubriand, Paraná, em setembro de 2025. Foi previamente lavada e retirado o caule central. Após esse processo, foi seca em forno a gás a 180 °C, por 2h. Após a secagem, a amostra foi triturada no liquidificador. O trabalho foi desenvolvido a partir dessa amostra triturada.

Para verificação da presença de flavonoides totais foi utilizada a metodologia proposta por Boroski et al. (2015). Inicialmente, foram pesados 10 mg de quercetina e colocados em um balão volumétrico, e completado o volume para 5 mL com metanol, perfazendo uma concentração de 2000 mg L⁻¹, para a solução padrão. Para a construção da curva de calibração em balões volumétricos de 5 mL, a solução padrão foi diluída em metanol para se obter soluções de concentração 0, 50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹, totalizando assim 5 pontos para a quantificação de flavonoides. A diluição foi realizada utilizando a fórmula de concentração/volume: $C_1 V_1 = C_2 V_2$. Em um tubo de ensaio, foram adicionados a 500 μ L da solução de extrato da amostra, 250 μ L da solução de cloreto de alumínio 5% e 4,25 mL de metanol. Os tubos foram agitados manualmente e mantidos em temperatura ambiente por 30 minutos. O branco foi preparado apenas com 500 μ L de metanol. A leitura no espectrofotômetro UV-VIS foi feita com o comprimento de onda em 425 nm. Os testes foram realizados em duplicata e expressos em mg de quercetina por grama de extrato.

A triagem fitoquímica é baseada no método (com pequenas modificações) desenvolvido por Wall et al. (1954), Barbosa-Filho et al. (1984) e Agra et al. (1990) para a pesquisa de alcaloides, saponinas, esteroides e triterpenoides, flavonoides, taninos, antraquinonas, naftoquinonas, cumarinas. A amostra de couve tinha

consistência de graxa e foi diluída em etanol de acordo com a quantidade que foi pesada da amostra de couve.

- Teste de presença de saponinas - foram redissolvidos 0,1 mL do extrato de couve, diluído em etanol, em 5 mL de água destilada em recipiente estéril. Agitou-se manualmente e vigorosamente o tubo de ensaio por 5 segundos.
- Teste de presença de ácidos orgânicos - foram adicionados 0,1 mL de extrato de couve e 2 mL de água destilada e 3 gotas de reativo Pascová na amostra.
- Teste de presença de açúcares redutores - foram adicionados 0,1 mL da amostra de couve com 5 mL de água destilada, após foram adicionados 2 mL de Fehling A e 2 mL de Fehling B e aquecido em banho maria por 5 minutos.
- Teste de presença de polissacarídeos - nas diluições de 0,1 mL da amostra de couve com 5 mL de água destilada adicionou-se 2 gotas do reagente Lugol.
- Teste de presença de taninos - foram dissolvidos 0,1 mL do extrato em água destilada, logo após foram adicionadas 2 gotas de solução alcoólica de cloreto de ferro (FeCl₃) a 1%. Um tubo com água e solução alcoólica de FeCl₃ foi utilizado como controle. A amostra foi agitada.
- Teste de presença de flavonoides - ocorreu a adição de 0,1 mL da amostra do extrato em 10 mL de metanol; foram adicionadas 5 gotas de ácido clorídrico (HCl) concentrado; após foi inserida a fita de magnésio dentro da solução.
- Teste de presença de alcalóides - foram dissolvidos 0,1 mL do extrato em solução de ácido clorídrico a 5% de 1 mL com reativo de Dragendorff, com reagente de Hager, Bouchardat e Mayer.
- Teste de presença de esteroides e triterpenóides - adicionou-se 0,1 mL do extrato da couve em 10 mL de clorofórmio, após adicionado 1 mL de anidrido acético; foi agitado suavemente. Pelas paredes do tubo de ensaio foram adicionadas 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Sem agitar o tubo, observou-se a amostra.
- Teste de presença de cumarinas - em papel filtro, foram adicionadas gotas da amostra para obter manchas de 1 cm de diâmetro, depois de seco foi adicionado uma gota de solução alcoólica de hidróxido de potássio 10% e deixou-se secar; após foi exposto a radiações ultravioletas.

Para a atividade antimicrobiana, a amostra seca foi inicialmente ressuspensa em dimetilsulfóxido (DMSO) a uma concentração de 100 mg mL⁻¹. Os inóculos concentrados das cepas de *E. coli* (gram-negativa) e *S. aureus* (gram-positiva) foram preparados, sendo diluídos em solução salina até atingir uma turvação compatível com a escala 0,5 de MacFarland. Esta concentração foi aferida por espectrofotometria, devendo apresentar leitura de

absorbância entre 0,08 e 0,1 em comprimento de onda de 625 nm e caminho óptico de 1 cm.

Após a diluição, o inóculo foi homogeneizado com auxílio de Vórtex.

Todos os procedimentos de manipulação para a atividade antimicrobiana foram realizados em condições assépticas, com prévia assepsia das mãos e bancadas com álcool 70% e na zona de esterilidade próxima ao bico de Bunsen. Para a inoculação, o tubo contendo o inóculo foi aberto próximo à chama, um *swab* estéril foi imerso na suspensão bacteriana e o excesso de líquido foi retirado. O espalhamento foi realizado com o *swab* de forma homogênea em toda a superfície da placa de Petri contendo o meio de cultura.

Após a inoculação, e com as áreas previamente delimitadas nas placas, um disco contendo antibiótico (utilizado como controle) foi aplicado nas respectivas áreas com o auxílio de uma pinça esterilizada. Em seguida, a pinça foi flambada rapidamente para esterilização, utilizada para pegar um novo disco (sem antibiótico), o qual foram imersos no extrato vegetal das folhas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e, por fim, posicionado na placa. Este procedimento foi repetido até que todas as substâncias a serem testadas estivessem presentes nas placas de *E. coli* e *S. aureus*. As placas foram então seladas com *parafilm* ou papel filme e acondicionadas em estufa a 37 °C por um período de 24 a 48 horas. Decorrido o tempo de incubação, foi realizada a análise dos resultados.

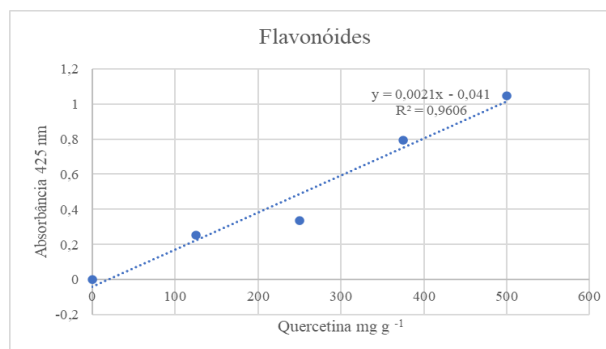
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A couve seca e triturada foi pesada, em balança analítica, juntamente com o béquer, totalizando 133,82 g. Após foi adicionado metanol até cobrir totalmente o volume da couve. O béquer foi tampado com filme plástico e a solução mantida em repouso por 1 semana, em temperatura ambiente, na região do município de Toledo, e protegida da luz.

Após o tempo de extração, foi retirada a planta da solução e utilizados 134 mL da amostra de couve com metanol, que gerou uma concentração de 0,999 g mL⁻¹. Para a concentração final de 0,1 mg mL⁻¹ e 5 mL foram utilizados 0,5 mL deste extrato da couve.

Uma curva de calibração para flavonoides foi determinada, utilizando 5 pontos com soluções de padrão com concentração 0, 50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹. A leitura no espectrofotômetro gerou a curva, que apresentou comportamento linear na faixa de concentrações estudada, sendo descrita pela equação $y = 0,0021x - 0,041$, com coeficiente de determinação $R^2 = 0,9606$. O valor de R^2 indica boa linearidade do método para a faixa avaliada. (Figura 2).

Figura 2: Curva de padrão para identificação de flavonoides no extrato etanólico



Onde Y representa a absorbância medida e X a concentração expressa em µmol de equivalentes Trolox por grama de amostra. Para a determinação da concentração, a equação da reta foi rearranjada para isolar x:

$$0,0021 X = Y + 0,041$$

$$X = (Y + 0,041)/0,0021$$

Assim, para a amostra vegetal, substituiu-se o valor de absorbância na equação acima.

Exemplo dos cálculos da couve:

Absorbância: 0,50

$$X = (0,50 + 0,041) / 0,0021$$

$$X \approx 257,62 \mu\text{mol eq Trolox g}^{-1}$$

A média da absorbância da planta utilizada para determinação de flavonoides e sua concentração estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Média de Absorbância das plantas e concentração de flavonoides

Planta	Média de absorbância	Concentração de flavonoides mg L ⁻¹
Couve	0,50	256,90

Os resultados da triagem fitoquímica da amostra de couve são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Resultado da triagem fitoquímica da amostra de couve

TESTE / PLANTA	COUVE
Saponinas	—
Ácidos orgânicos	+
Açúcares redutores	—
Polissacarídeos	—
Taninos	—
Flavonoides	—
Alcaloides	—
Esteroides/Triterpenoides	+
Cumarinas	—



No teste de saponinas realizado para as folhas de couve não houve o aparecimento de espuma, indicando que não há presença de saponinas na amostra, conforme metodologia utilizada; resultado contrário ao encontrado na pesquisa de Wyrepkowski et al. (2023) e Bouras et al. (2024) para plantas do gênero *Brassica*.

Para o teste de ácidos orgânicos da amostra analisada, ocorreu a descoloração da solução durante a reação, sendo, portanto, positiva, indicando a presença de ácidos orgânicos. Resultado coincide com o trabalho de Satheesh e Fanta (2020), Ortega-Hernández et al. (2021) e Bianchi et al. (2024).

A amostra não apresentou resultado positivo para açúcares redutores, para a presença de polissacarídeos e nem para a presença de taninos e flavonoides. No caso da pesquisa realizada por Wyrepkowski et al. (2023), houve resultado positivo para taninos e flavonoides; resultado positivo também encontrado para flavonoides na pesquisa realizada por Łukaszuk et al. (2025). Bianchi et al. (2024) em sua pesquisa também encontraram traços de açúcar na folha de couve.

Não se observou resultado positivo no teste de alcaloides e cumarinas. Resultado inverso ao encontrado por Wyrepkowski et al. (2023), no caso dos alcaloides.

Já para os testes esteroides e triterpenoides a amostra de couve apresentou resultado positivo, resultado similar ao encontrado por Wyrepkowski et al. (2023).

A avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro* da couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), na concentração de 100 mg mL⁻¹, foi realizada pelo método de difusão em ágar contra as cepas *Staphylococcus aureus* (Gram-positiva) e *Escherichia coli* (Gram-negativa). Não foi observada a formação de halos de inibição mensuráveis ao redor dos discos impregnados com o extrato testado. Este resultado sugere uma ausência de atividade antimicrobiana significativa sob as condições experimentais adotadas.

No caso da couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*), a literatura apresenta resultados mais alinhados aos observados. Embora as brássicas contenham compostos antimicrobianos (glucosinolatos), sua atividade em extratos aquosos ou etanólicos é frequentemente relatada como fraca. Um estudo que avaliou o extrato etanólico de couve contra *E. coli* e *S. aureus* obteve halos de inibição muito discretos (3,3 mm e 3,93 mm, respectivamente), e apenas em concentrações superiores à utilizada neste trabalho (140 mg/mL). Desta forma, é plausível que a concentração de 100 mg mL⁻¹ tenha sido insuficiente para promover qualquer inibição visível pelo método de difusão em disco (MAKMUR et al., 2021).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que as folhas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) apresentam metabólitos secundários de relevante interesse fitoquímico e biotecnológico. A quantificação espectroscópica evidenciou teor significativo de flavonoides totais, reforçando o potencial antioxidante associado às espécies da família *Brassicaceae*. A triagem fitoquímica revelou a presença de ácidos orgânicos, esteroides e triterpenoides, compostos frequentemente relacionados a propriedades bioativas importantes para aplicações nutricionais, farmacológicas e funcionais.

Por outro lado, não foram detectados saponinas, açúcares redutores, polissacarídeos, taninos, alcaloides e cumarinas nos testes realizados, evidenciando que a composição fitoquímica pode variar em função de fatores como método de extração, condições ambientais, estágio de desenvolvimento da planta e processamento da amostra.

Na avaliação antimicrobiana *in vitro*, o extrato metanólico não apresentou halos de inibição contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* nas condições experimentais empregadas, sugerindo baixa atividade antimicrobiana ou concentração insuficiente dos compostos ativos no extrato bruto. Entretanto, este resultado não descarta o potencial biológico da espécie, uma vez que fatores metodológicos, como solvente utilizado, concentração do extrato e método de avaliação microbiológica, podem influenciar diretamente a atividade observada.

Dessa forma, o estudo contribui para a caracterização fitoquímica da couve e reforça seu potencial como fonte de compostos bioativos de interesse para as áreas de alimentos funcionais, biotecnologia e saúde. Estudos futuros envolvendo diferentes métodos de extração, purificação de frações bioativas e técnicas analíticas mais avançadas, como HPLC e espectrometria de massas, poderão ampliar o conhecimento sobre os metabólitos presentes e suas possíveis aplicações biotecnológicas.

AGRADECIMENTOS

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Toledo), CAPES, BIOPARK.

REFERÊNCIAS

- BIANCHI, G.; PICCHI, V.; TAVA, A.; DORIA, F.; WALLEY, P. G.; DEVER, L.; BELLA M. C. DI; ARENA D.; AMMAR H. B.; LO SCALZO R.; BRANCA, F. *Insights into the phytochemical composition of selected genotypes of organic kale (Brassica oleracea L. var. acephala)*, *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 125, 2024, 105721, ISSN 0889-1575, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105721>.



- BIODIVERSITY4ALL. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/47204-Brassicaceae>, acesso em 08 novembro, 2025.
- BOROSKI, M.; VISENTAINER, J.V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D. R. **Antioxidantes: princípios e métodos analíticos**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2015.
- BOURAS, Y. et al. *Phytochemical profile and biological activities of Brassica oleracea var. elongata leaf and seed extracts: an in vitro study*. *Italian Journal of Food Science*, v. 36, n. 4, 2024. DOI: 10.15586/ijfs.v36i4.2691
- CAVALCANTE, M. A.; BORGES, W. L.; SOUZA, T. M. Compostos fenólicos a partir de vegetais: uma revisão sobre os métodos de quantificação e avaliação das propriedades antioxidante e antimicrobiana. *PEER REVIEW*, Vol. 6, Nº 10, 2024. DOI: 10.53660/PRW-2183-4024
- FOREZI, L. S. M. et al. Aqui tem química: parte iv. terpenos na perfumaria. *Revista Virtual de Química*, v. 14, p. 1005-1024, 2022.
- GARCIA, A. A.; CARRIL E. P.U. Metabolismo secundário de planta. **Reduca (Biologia)**. *Serie Fisiologia Vegetal*. 2 (3): 119-145, 2009.
- JUSTINO, H. de F. M.; CUNHA, J.S.; PACHECO, A. F. C.; PACHECO, F. C. Uso de tecnologias não convencionais para extração de compostos bioativos de subprodutos de frutas e vegetais: revisão. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i14.35488>. Acesso em: 16 set. 2025.
- LIMA, A. M. dos S. **Caracterização dos nutrientes minerais e determinação de pesticidas em hortaliças consumidas na cidade de Salvador, Bahia**. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador (Bahia), 2021.
- ŁUKASZYK, A.; KWIECIEN, I.; KANIK, A.; BLICHARSKA, E.; TATARCZAK-MICHALEWSKA, M.; BIAŁOWAŚ, W.; CZARNEK, K.; SZOPA, A. *Nutritional, Therapeutic, and Functional Food Perspectives of Kale (Brassica oleracea var acephala): An Integrative Review*. *Molecules* 2025, 30, 4214. <https://doi.org/10.3390/molecules30214214>
- MATOS, B. F. da C. **Avaliação do potencial biológico de diferentes cultivares de couve-tronchuda: Plântulas - nova fonte de compostos bioativos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrônoma. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (Portugal), 2024.
- MAKMUR, E., HUNNAZAH, M. E HARAHAP, I. *Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Kale Leaves (Brassica oleracea var. sabellica) against Escherichia coli and Staphylococcus aureus*. *PHOTON: Jurnal Sain dan Kesehatan*, 2021 12(1),67–77. <https://doi.org/10.37859/jp.v12i1.3347>
- ORTEGA-HERNÁNDEZ, E.; ANTUNES-RICARDO, M.; JACOBO-VELÁZQUEZ, D.A. *Improving the Health-Benefits of Kales (Brassica oleracea L. var. acephala DC) through the Application of Controlled Abiotic Stresses: A Review*. *Plants* 2021, 10, 2629. <https://doi.org/10.3390/plants10122629>
- PETEJO, N. A. **Estudo do efeito do tempo de colheita, na composição e potencial bioativo de germinados de plantas hortícolas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrônoma. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real (Portugal), 2024.
- RAMIREZ, D., ABELLÁN-VICTORIO, A., BERETTA, V., CAMARGO, A., MORENO, D.A. *Functional Ingredients From Brassicaceae Species: Overview and Perspectives*. *Int J Mol Sci*. 2020;21(6):1998. Published 2020 Mar 15. doi:10.3390/ijms21061998
- ŠAMEC, D.; URLIĆ, B.; SALOPEK-SONDI, B. (2019) *Kale (Brassica oleracea var. acephala) as a superfood: Review of the scientific evidence behind the statement*, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59:15, 2411-2422, DOI: 10.1080/10408398.2018.1454400
- SATHEESH, N., FANTA, W. S. *Kale: Review on nutritional composition, bio-active compounds, anti-nutritional factors, health beneficial properties and value-added products*. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 2020. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1811048>
- SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.
- VENTURI, I. **Estudo fitoquímico e avaliação biológica de flores e frutos de Solanum diploconos**. Tese – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí (SC), 2018.
- WYREPKOWSKI, C. C.; ADOLPHO, L. de O.; BECKER, C. E.; KAIFER, G. A.; DOS REIS, R. C. N. Estudo químico e biológico de *Brassica napus* var. *oleifera*. *Revista Contemporânea, [S. l.]*, v. 3, n. 1, p. 170–189, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N1-010.
- YAO, L., WU, X., JIANG, X., SHAN, M., ZHANG, Z., LI, Y., YANG, A., LI, Y.; YANG, C.



Subcellular compartmentalization in the biosynthesis and engineering of plant natural products, **Biotechnology Advances**, Volume 69, 2023, 108258, ISSN 0734-9750, <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108258>.

ZANZINI, A. P. et al. *Bioactive compounds present in kale (Brassica oleracea L.) at three stages of development and comparison of their antioxidant capacities*. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e391974242, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4242.