

**HILBATY ESTEPHANY RODRIGUES DA SILVA**

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, FATORES  
NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS DE FLORES COMESTÍVEIS “SALAD  
FLOWERS”**

**Botucatu**

**2022**



**HILBATY ESTEPHANY RODRIGUES DA SILVA**

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, FATORES  
NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS DE FLORES COMESTÍVEIS “SALAD  
FLOWERS”**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Horticultura.

Orientador(a): Filipe Pereira Giardini Bonfim

**Botucatu**

**2022**

S586p Silva, Hilbaty Estephany Rodrigues da  
Produção, caracterização de compostos bioativos, fatores nutricionais e antinutricionais de flores comestíveis "salad flowers" / Hilbaty Estephany Rodrigues da Silva. -- Botucatu, 2022  
85 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu  
Orientador: Filipe Pereira Giardini Bonfim

1. metabólitos especializados;. 2. flores para salada;. 3. alimentos funcionais;. 4. nutracêutica;. 5. produção orgânica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA TESE: PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, FATORES NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS DE FLORES COMESTÍVEIS "SALAD FLOWERS"

**AUTORA: HILBATY ESTEPHANY RODRIGUES DA SILVA**

**ORIENTADOR: FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Horticultura), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM (Participação Virtual)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP

Prof.ª Dr.ª PRICILA VEIGA DOS SANTOS (Participação Virtual)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu - UNESP

Dr.ª GABRIELA GRANGHELLI GONÇALVES (Participação Virtual)  
Jaguariúna/SP / .

Prof. Dr. TOMAZ RIBEIRO LANZA (Participação Virtual)  
Agronomia / Universidade Federal de Viçosa

Dra. DANIELA APARECIDA TEIXEIRA (Participação Virtual)  
. / .

Botucatu, 05 de dezembro de 2022



Em nome da minha amada avó Joanita, saúdo a força delicada feminina da família Benta!  
A mãe que nos ensina é a onça que perfuma e a mesma que arranha. Essa, tem sangue preto e indígena.

As minhas mais velhas e as minhas ancestrais,  
Agradeço e Dedico.



## AGRADECIMENTOS

Aos orixás, anjos, guias e entidades que caminham comigo, agradeço. Que Oxalá traga luz. Nanã, a sabedoria. Xangô, a justiça. Iemanjá, o afeto. Ogum, a vitória. Oxum, o amor. Iansã, a força. Oxóssi, a fartura. Ibeji, a alegria. E Exu, os caminhos abertos.

Aos meus ancestrs, por terem tecido o meu caminho, infinita gratidão pela imensidãodos seus sonhos que, de alguma forma, são hoje a minha realidade. Dou luz à flechaque cortou caminhos e tornou a calçada mais fácil para nós. Que a força e a bênção de cada geração alcancem sempre e inunde a geração seguinte.

A mim mesma, pelo superpoder de enfrentar as batalhas e sair de cabeça erguida; pelo coração leve e bondoso; pela força e coragem interior que não me fazem desistirdas lutas e adversidades diárias; pela beleza e verdade de está pelo certo mesmo que ninguém esteja fazendo ou olhando; pela sede de crescimento e evolução de transformar dores e feridas em sabedoria e dificuldades em oportunidades, sendo esta a verdadeira alquimia da vida, a capacidade de transformar e aprender com cada experiência; pela coragem de ouvir meu coração, minha intuição e minha ancestralidade; Pelo meu espírito que nunca desistiu de buscar amor, sonhos realizados, ou simplesmente pela aventura de estar viva. E por fim, pelos ciclos cíclicos infinitos da vida: sementeira, germinação, desenvolvimento, florescimento, colheitas, senescência e repete. Pelas dores e delícias de ser fogo, intensidade, verdade, agradeço por ser quem sou!

À minha amada avó Joanita Rodrigues pela referência de mulher, força, coragem, inspiração, por estarmos sempre juntas em todos os momentos da minha vida independente do lugar que estejamos. Com ela saúdo à minha família por ser o alicerce necessário, o pilar que me sustenta, o amor que me move e a força pra lutare vencer qualquer batalha.

Aos meus pais pela façanha de ter me colocado nesse mundo para transformação social, pois eles são exemplos disso e aos meus irmãos por serem espécimes raras de inspiração, resiliência, resistência e superação diária, além de contribuírem efetivamente para tantas mudanças de realidades do entorno em que

vivem. Eu amo muito vocês!

As mulheres que me cercam, minhas tias amadas e queridas, onças caçadeiras, quem me ensinaram o balançar da vida e a dançar conforme as mudanças, a elas o meu mais profundo amor, respeito e gratidão.

À minha amiga, irmã, companheira, Maryjane. Adjetivos são ínfimos perto da admiração e amor que eu sinto por você. Que o nosso acolhimento permaneça mútuo para além dos anos e distância. Você é espelho!

Ao meu melhor amigo, irmão, escudeiro fiel, filho das rosas, presente que atravessa o tempo e a tempo e hora desde que nascemos. Eu sou porque nós somos, Keyson. Teamo!

À Raoni Camatta, companheiro, amigo amado, família e figura fundamental na minha vida e nesse processo

À Diliane, presente em vida.

As minhas amigas Raphaella, Ellen e Ítala, companheiras de vida, crescimento pessoal e profissional. Mesmo longe, permanecemos juntas.

À Rodrigo Macêdo amigo de outras vidas, partilhamos de saberes e sabores, lutas e vitórias e celebramos o encontro de viver no mesmo tempo no Ile Aiye.

À Marcelo Barroca Xavier, amigo-irmão, amado, parceiro de tantas alegrias e criações e sua família querida e amada, meu agradecimento pela acolhida e amizade.

À Natalia Dorini, amiga-irmã, presente dessa vida, segurou na minha mão e seguimos na construção do laço diário.

Ao meu amigo Arthur, meu irmão mais velho dado pela vida e à sua família, sou grata pelos anos de parceria e convivência.

À Matheus Madoglio, pela parceria de amizade e cozinha desenvolvendo juntos não só receitas, mas desejando mesa farta e vida em abundância.

À Priscila e Tiago amigos amados que estiveram presente em tempos escassos, me apoiando e incentivando, a todo tempo dizendo que era possível.

Aos colegas de trabalho, que ajudaram e fortaleceram a vocês, Isabella Marques, Júlio Rodrigues, Daniela Teixeira, Jordany Oliveira, Letícia Correa e Juliana Marques, todo meu respeito e admiração.

Aos meus amigos que sempre estiveram e se fizeram presentes, na torcida, incentivando e acreditando, eu amo vocês. E mesmo aqueles que o vento traz e leva, esses me ensinam que a vida é feita de momentos e retalhos que vão sendo costurados e bordados ao longo da travessia.

À professora Vânia e professor Renato que são exemplos de luta e espelho de vida, e sua família querida, que estiveram presentes em todas as etapas da minha vida desde a graduação. Meu máximo respeito aos meus maiores incentivadores que viraram amigos, partilhamos da mesma utopia de viver num país mais justo e igualitário.

Em especial ao meu orientador, mentor e amigo Filipe Pereira Giardini Bonfim, pela compreensão, paciência, atenção, incentivo, confiança, zelo e exemplos de luta de vida profissional.

Ao Núcleo de Estudo em Agroecologia, NEA pelo fomento e apoio a esta pesquisa. Ao Grupo de Pesquisa em Horticultura e Biodiversidade - Horgbio, Laboratório de Plantas Medicinais e o Departamento de Horticultura pelo exemplo de profissionais que tenho a honra de trabalhar diariamente.

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (FCA/UNESP), pela oportunidade do desenvolvimento do Doutorado. Aos professores do Programa de Horticultura pelos ensinamentos e aos membros que compuseram as bancas por toda contribuição e enriquecimento.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida



## RESUMO

As flores são utilizadas na culinária desde os tempos mais remotos e nas últimas décadas vem ganhando os consumidores contemporâneos, agregando beleza, sabor e aroma as composições. Logo, as interrogações de consumidores e pesquisadores é se estas agregam igualmente benefícios a saúde humana. Portanto, objetivou-se cultivar três espécies de flores que já são usualmente consumidas há décadas de forma segura, principalmente em saladas, como: calêndula (*calendula officinalis L.*), capuchinha (*Tropaeolum majus L.*) e amor-perfeito (*Viola tricolor L.*), no entanto, as informações nutricionais ainda são escassas. Por isso, com a finalidade de quantificar e qualificar os dados sobre estas flores, avaliou-se compostos bioativos, nutricionais e antinutricionais, bem como, a validação de aspectos da produção agrônômica. A pesquisa foi desenvolvida na área experimental do Pomar Didático da Faculdade de Ciências Agrônômicas/FCA. O delineamento aplicado foi em blocos casualizados, cada parcela experimental continha 1m<sup>2</sup>, totalizando dez blocos para cada espécie, com espaçamento indicado de: 20x30 para amor-perfeito, 25x25 para calêndula e 30x30 para capuchinha. Utilizou-se estatística descritiva para análise dos dados. As análises realizadas foram: teor de polifenóis, flavonoides, e atividade antioxidante (AA) pelo método DPPH, além de determinação de proteína, composição mineral, e quantificação de atividade antinutricional. Observou-se nos resultados atos teores para Polifenóis chegando até 555,78 mg de ácido gálico em 100g<sup>-1</sup> de matéria seca, Flavonoides até 156,48 mg de quercetina (QE)/100g por matéria seca e Atividade Antioxidante (AA) de até 93,12%. Os teores de proteína chegaram a 23,33% em 100g<sup>-1</sup> de matéria seca, o que constata excelente taxa proteinada das flores como alimento. Para macro e micronutrientes, as médias encontradas foram superiores a 638 mg/100g<sup>-1</sup> de fósforo; 2,900 mg/100g<sup>-1</sup> de potássio; 267mg/100g<sup>-1</sup> para cálcio; 88,37mg/100g<sup>-1</sup> de ferro; 387 mg/100g<sup>-1</sup> de magnésio e, por fim 5,93mg/100g<sup>-1</sup> de zinco. Embora tenham sido detectados fatores antinutricionais de nitrato até 1,06 mg/100g<sup>-1</sup>, tanino até 769,98 mg/100g<sup>-1</sup> e oxalato até 10,99 g/100g<sup>-1</sup> nas flores, o consumo permanece seguro devido à ingestão ser em baixas quantidades tornando assim, todas as espécies analisadas seguras e nutritivas para ingestão.

**Palavras-chave:** plantas hortícolas; flores para salada; alimentos funcionais; nutracêutica; antinutricionais; metabólitos especializados; produção orgânica.



## ABSTRACT

Flowers have been used in cooking since ancient times and in recent decades they have been gaining popularity among contemporary consumers, adding beauty, flavor and aroma to the compositions. Therefore, the questions of consumers and researchers is whether these equally add benefits to human health. Therefore, the objective was to cultivate three species of flowers that have been safely consumed for decades, mainly in salads, such as: marigold (*Calendula officinalis* L.), nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) and pansy (*Viola tricolor* L.), however, nutritional information is still scarce. Therefore, in order to quantify and qualify the data on these flowers, bioactive, nutritional and anti-nutritional compounds were evaluated, as well as the validation of aspects of agronomic production. The research was developed in the experimental area of the Didactic Orchard of the Faculty of Agricultural Sciences/FCA. The design applied was in randomized blocks, each experimental plot contained 1m<sup>2</sup>, totaling ten blocks for each species, with indicated spacing of: 20x30 for pansy, 25x25 for marigold and 30x30 for nasturtium. Descriptive statistics were used for data analysis. The analyzes performed were: content of polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity (AA) by the DPPH method, in addition to protein determination, mineral composition, and quantification of anti-nutritional activity. It was observed in the results that contents for Polyphenols reaching up to 555.78 mg of gallic acid in 100g<sup>-1</sup> of dry matter, Flavonoids up to 156.48 mg of quercetin (QE)/100g per dry matter and Antioxidant Activity (AA) of up to 93.12%. The protein contents reached 23.33% in 100g<sup>-1</sup> of dry matter, which shows an excellent protein content of the flowers as food. For macro and micronutrients, the averages found were higher than 638 mg/100g<sup>-1</sup> of phosphorus; 2,900 mg/100g<sup>-1</sup> potassium; 267mg/100g<sup>-1</sup> for calcium; 88.37mg/100g<sup>-1</sup> of iron; 387 mg/100g<sup>-1</sup> of magnesium and finally 5.93mg/100g<sup>-1</sup> of zinc. Although anti-nutritional factors of nitrate up to 1.06 mg/100g<sup>-1</sup>, tannin up to 769.98 mg/100g<sup>-1</sup> and oxalate up to 10.99 g/100g<sup>-1</sup> have been detected in flowers, consumption remains safe due to ingestion being in low amounts, thus making all analyzed species safe and nutritious for ingestion.

**Keywords:** vegetable plants; salad flowers; functional foods; nutraceuticals; anti-nutritional; specialized metabolites; organic production.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Flores comestíveis de plantas ornamentais.....	27
Tabela 2 - Flores comestíveis de hortaliças.....	28
Tabela 3 - Flores comestíveis de ervas aromáticas medicinais.....	29
Tabela 4 – Relatórios anuais de produção e venda de alguns produtores de flores comestíveis em todo o mundo.....	32
Tabela 5 – Resultado da análise de solo da área experimental do Pomar do Departamento Horticultura da FCA/UNESP.....	42
Tabela 6 – Valores médios de peso fresco (g), peso seco (g), número de flores e produtividade média de calêndula. Cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu- SP, 2021.....	49
Tabela 7 – Valores médios de peso fresco (g), peso seco (g), número de flores e produtividade média de capuchinha. Cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu- SP, 2021.....	52
Tabela 8 – Valores médios de peso fresco (g), peso seco (g), número de flores e produtividade média de cultivares de amor-perfeito. Cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu- SP, 2021.....	54
Tabela 9 – Valores das médias e desvio padrão dos teores de polifenóis (mg de ác. gálico.100g MS), flavonoides (mg de ác. Quercetina.100g MS), DPPH (%) e proteína (%) em flores comestíveis de <i>Viola-tricolor</i> , <i>Tropaeolum majus</i> , e <i>Calendula Officinalis</i> , cultivadas na	

FCA/UNESP, 2021.....	Botucatu-SP, 56
Tabela 10 – Valores das médias e desvio padrão dos teores de minerais em flores comestíveis de <i>Viola-tricolor</i> , <i>Tropaeolum majus</i> , e <i>Calendula Officinalis</i> , 2021.....	64
Tabela 11 – Valores das médias e desvio padrão da quantificação de fatores antinutricionais em flores comestíveis de <i>Viola-tricolor</i> , <i>Tropaeolum majus</i> e <i>Calendula Officinalis</i> , cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021.....	67

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	19
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	22
2.1	<b>Flores: breve contexto</b> .....	22
2.1.2	Flores comestíveis: presente na dieta humana desde a “pré-história”.....	23
2.1.3	Flores comestíveis na culinária contemporânea.....	24
2.2	<b>O desafio no cultivo e o mercado das flores comestíveis</b> .....	30
2.3	<b>Plantas objeto de estudo</b> .....	34
2.3.1	CALÊNDULA ( <i>CALENDULA OFFICINALIS L.</i> ).....	34
2.3.2	CAPUCHINHA ( <i>TROPAEOLUM MAJUS L.</i> ).....	34
2.3.3	AMOR-PERFEITO ( <i>VIOLA TRICOLOR L.</i> ).....	35
2.4	<b>Compostos bioativos em flores comestíveis</b> .....	36
2.5	<b>Fatores antinutricionais em folhosas para consumo in natura</b> .....	38
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	40
3.1	<b>Localização e caracterização da área experimental</b> .....	40
3.2	<b>Sistematização do Cultivo Orgânico de Flores Comestíveis</b> .....	41
3.2.1	Caracterização do solo e adubação.....	41
3.2.2	Tratos Culturais.....	42
3.2.3	Produção de mudas.....	42
3.2.4	Delineamento experimental.....	44
3.2.5	Colheita.....	44
3.4	<b>Análises Laboratoriais de flores comestíveis</b> .....	44
3.4.1	Características agronômicas avaliadas.....	44
3.4.1	Determinação do teor de flavonoides.....	45
3.4.2	Determinação do Teor de Polifenóis.....	45
3.4.3	Atividade Antioxidante pelo método DPPH.....	45
3.4.5	Determinação de proteína em flores comestíveis.....	46
3.4.6	Determinação de composição mineral em flores comestíveis.....	46
3.4.7	Extração e quantificação de taninos solúveis.....	47
3.4.8	Extração e quantificação de nitrato.....	47
3.4.9	Extração e quantificação de oxalato total.....	48
3.5	<b>Análise estatística</b> .....	48
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
4.1	<b>Avaliação do desempenho agrônomo das flores de <i>Calendula officinalis</i>, <i>Tropaeolum majus</i> e <i>Viola tricolor</i></b> <b>L</b> .....	49

<b>4.2</b>	<b>Características fitoquímicas e compostos bioativos das flores de calêndula officinalis, tropaeolum majus e viola tricolor.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Análises de teor de Flavonoides.....</b>	<b>58</b>
	Análise de Teor de Proteína.....	61
4.2.5	Análises de teores de minerais (macro e micronutrientes) em florescomestíveis .....	62
<b>4.2</b>	<b>Determinação de fatores antinutricionais.....</b>	<b>66</b>
<b>4.3</b>	<b>Avaliação e convergência de compostos bioativos através de análise multivariada das flores comestíveis estudadas.....</b>	<b>71</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>75</b>
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O surgimento das flores em nosso planeta data dos fins do Cretáceo, quando aparece a angiosperma, novo tipo de planta que tinha flores e um sistema de polinização efetivo capazes de atrair insetos e mamíferos que ajudaram a disseminá-la na Terra, tornando-a abundante até os dias atuais (LIMA, 2000). O pólen foi o principal indicativo da emergência das flores nesse período, devido à sua estrutura resistente que lhe permite conservar-se em superfícies por milhares de anos (KENRICK, 1999). Mesmo com o avanço dos estudos fisiológicos e botânicos, a aparição das plantas e flores, bem como as relações entre elas, continua instigando a comunidade científica e gerando indagações. Trata-se de um dos mistérios mais longevos da biologia evolutiva (LIMA, op. cit.).

Após a descoberta dessas plantas, suas características exuberantes de cor e sabor foram logo percebidas pelas mais antigas civilizações, que passaram a comercializá-las por meio da venda de água de rosas ou mesmo para fins culinários. Com o tempo, outras práticas mercadológicas aparecem, a exemplo do cultivo de flores para corte, modelo comercial implementado por países europeus e norte-americanos (MSOGOYA; MAERERE, 2006). No Brasil, esse tipo de produção começou em meados da década de 1950, quando imigrantes holandeses, japoneses e alemães chegaram ao país e implementaram novas técnicas de produção e hábitos culturais (OLIVEIRA et al., 2021).

Até os anos de 1990, Holanda, Alemanha e França eram os maiores produtores de flores do mundo. Porém, os elevados custos produtivos levaram à transferência de capital financeiro para o cultivo de flores em países da América do Sul e de África por causa da mão de obra barata e do clima propício (MSOGOYA; MAERERE, 2006). Esse fator também é determinante para o início do cultivo comercial de flores e plantas ornamentais no Brasil, que tem despontado como um dos seguimentos mais prósperos e dinâmicos do agronegócio contemporâneo brasileiro, fazendo do país uma referência nesse tipo de produção (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017; OLIVEIRA et al., 2021).

O setor de flores e plantas ornamentais no Brasil utiliza tecnologias avançadas, posteriormente implementadas na horticultura, a exemplo das casas de vegetação, da plasticultura, da climatização, da nutrição e da fertirrigação, que favorecem o excelente desempenho desse ramo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

No que se refere às flores comestíveis (doravante, FC), apesar do seu manejo ser praticamente igual ao de flores ornamentais e de corte, a forma de cultivá-las está na contramão de certas práticas, como o uso de agrotóxicos ou insumos químicos sintéticos – ambos contraindicados. Recomendam-se apenas técnicas que favoreçam o bom desenvolvimento da planta, quais sejam: cultivo orgânico, agroecológico, biodinâmico ou natural. O fundamental é que a alternativa encontrada seja conhecida e utilizada pelos próprios produtores (DUTRA et al., 2016).

Na literatura, há relatos da utilização de FC desde os tempos mais longínquos. Porém, seu uso culinário tem se destacado e ampliado seu público consumidor, o que vem acontecendo nas últimas décadas em geral, desde o final do século XX até hoje e de modo especial, na terceira década do século XXI, embora, atualmente, ainda sejam escassos os dados sobre a quantidade de produtores e o volume comercializado (SANTOS et al., 2019). Para o consumo humano, as flores são usadas principalmente in natura, em saladas, para adornar pratos, enfeitar doces, geleias, manteigas.

Podemos afirmar que o grande gargalo da produção e da comercialização de FC está na popularização dos seus usos (RODRIGUES et al., 2017). Isso porque ainda que sua presença nas cozinhas da história seja um fato, não podemos considerar seu consumo um hábito alimentar (GUINÉ et al., 2020), tendo em vista que, não raro, está restrito a restaurantes considerados de alto padrão, à culinária gourmet e a algumas ocasiões especiais. Por isso, é tão relevante que o uso das FC seja disseminado, pois amplia alternativas de alimentação e expande o faturamento do comércio (RODRIGUES et al., 2017; FERNANDES, et al., 2020; GUINÉ et al., 2020).

Sabe-se que as flores agregam beleza, sabor e aroma às composições. Logo, consumidores e pesquisadores indagam-se: será que elas beneficiam igualmente a saúde humana? (MATYJASZCZYK; ŚMIECHOWSKA, 2019). Goh et al. (2021) acreditam que sim. Os autores afirmam que as flores têm compostos, propriedades funcionais, ação antioxidante, atividade antimicrobiana e outras potencialidades benéficas para a saúde do corpo humano.

Para garantir a segurança no consumo dessas flores e a utilização destas como fontes alternativas de nutrientes, é importante conhecer a presença dos fatores antinutricionais e/ou tóxico que possam afetar o valor nutricional dos alimentos. O termo fator antinutricional descreve compostos ou classes de compostos presentes em uma grande variedade de alimentos de origem vegetal, que quando consumidos,

reduzem o valor nutritivo dos alimentos. Eles interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e, quando ingeridos em altas concentrações, acarretam em danos à saúde (GRIFFITHS et al., 1998).

Considerando a escassez de informações sobre produção, caracterização, compostos bioativos e fatores antinutricionais em flores comestíveis disponíveis na literatura da área, objetivou-se cultivar três espécies de flores que já são utilizadas há décadas de forma segura, principalmente em saladas: calêndula (*calendula officinalis* L.), capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) e amor-perfeito (*Viola tricolor* L.) com a finalidade de quantificar e qualificar alguns de seus compostos bioativos, nutricionais e antinutricionais, bem como, validar alguns aspectos da produção agrônômica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Flores: breve contexto

As flores são um órgão de reprodução sexuada de plantas superiores, podendo surgir solitárias, como as rosas e abóboras, ou agrupadas (inflorescência), a exemplo das margaridas ou hortênsias (FELIPPE, 2004). Presente nas angiospermas, esse sistema reprodutor tem diversas formas e cores (SANTOS; COSTA, 2018), com espécies de rara beleza, cultivadas em todo o mundo desde os tempos mais remotos, seja por sua exuberância, pelas propriedades medicinais ou usos culinários (BARBIERI; STUMPF, 2005). Além disso, abundam em formatos, colorações e aromas que atraem insetos e favorecem a polinização, beneficiando também a propagação de muitas espécies. Portanto, as flores são indispensáveis à perpetuação da biodiversidade (FAVATO; ADRIAN, 2019).

Nesse cenário, a diversidade brasileira conforma fatores essenciais para as boas práticas de cultivo: clima, solos e amplitudes favoráveis ao plantio de inúmeras espécies florais com resultado final de expressiva qualidade e beleza (CLARO; DOS SANTOS; DE OLIVEIRA-CLARO, 2001; LANDGRAF e DE OLIVEIRA-PAIVA, 2007). No Brasil, a produção e o consumo de flores continuam em expansão dentro do contexto global (LANDGRAF; DE OLIVEIRA-PAIVA, 2007). Trata-se de uma importante atividade agrícola mundial, principalmente no setor de corte, bulbo, mudas e folhagens, movimentando bilhões de dólares anualmente (DIAS-TAGLIACOZZO; FINGER; BARBOSA, 2005). O seguimento ornamental vem crescendo de forma significativa em todo o planeta, tanto em países com consumo tradicional como naqueles em desenvolvimento (LANDGRAF; DE OLIVEIRA-PAIVA, 2007).

No entanto, o uso de flores não é exclusivamente ornamental. Algumas espécies servem também de alimento para animais silvestres, enquanto outras têm propriedades fitoterápicas, produzem essências e óleos empregados na perfumaria e cosmética ou são utilizadas na culinária (BARBIERI; STUMPF, 2005). São ainda fonte riquíssima de compostos bioativos, contendo, inclusive, a mesma quantidade de fenólicos (quando não mais) que frutas e vegetais comuns (HUANG et al., 2017). Os nutrientes encontrados podem variar de acordo com a parte da flor. Por exemplo: o pólen contém alto teor de proteínas, lipídeos, carotenoides e flavonoides; o néctar

combina açúcares, aminoácidos e também proteínas, gorduras, sais minerais, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, alcaloides e terpenoides; e as pétalas detêm principalmente vitaminas, minerais e compostos antioxidantes (FERNANDES et al., 2016; PIRES et al., 2019). Saliente-se que a parte mais explorada das flores no ramo gastronômico são as pétalas (FERNANDES et al., 2015). Diante do exposto, é importante reforçar que o uso de qualquer espécie de flor para fins alimentícios requer identificação e cuidados, pois algumas podem ser tóxicas e nem todas as partes estão aptas para o consumo (FERNANDES et al., 2016).

### **2.1.2 Flores comestíveis: presente na dieta humana desde a “pré-história”**

Há poucas décadas, acreditava-se que o hábito de comer flores remontava à Idade Média, quando elas eram usadas para decorar alimentos servidos à nobreza, principalmente em festas e banquetes (SOARES, 2015). O que não se sabia era que povos “pré-históricos” comiam – além de ossos, conchas de moluscos e outros materiais resistentes – essa delicada espécie, informação descoberta pela paleonutrição. Com os avanços tecnológicos na área, foi possível revelar a diversidade da dieta daquela população a partir de resquícios encontrados na dentição e em coprólitos de humanos (DA SILVA; REINHARD, 2007). Esse conhecimento nos indica que o consumo de flores e vegetais esteve (e está) presente em múltiplos momentos da história humana.

A tradição do uso culinário de flores estendeu-se pelas antigas civilizações. Na Pérsia, por volta de 2000 a.C., elas eram um ingrediente importante (PETRY, 2008) usado na produção de água de rosas, exportado para Europa, Ásia e norte da África, além de ser adotado frequentemente como aromatizante de bolos e biscoitos (STUMPF e BARBIERI, 2005). Gregos e romanos utilizavam amores-perfeitos, malmequeres, borragens e rosas para fins culinários, assim como os egípcios recorriam ao lótus, planta sagrada para a cultura (BONILLA; MARGOTH, 2012). Ainda na culinária romana, as rosas eram bases para purês e omeletes; na França medieval, calêndulas compunham saladas e as inflorescências do açafreão serviam de corantes (MLCEK e ROP, 2011).

Entre os maias, as flores eram consideradas prêmios. Ostentadas em decorações, trajes e rituais, também enfeitavam os cocares de reis e incrementavam refeições, caso das flores do cacau (SCHREI, 2019). Nos tempos medievais, as flores

continuaram fazendo parte da alimentação, de modo especial nos pratos reais servidos em grandes eventos e mesmo na decoração dos salões (SOARES, 2015). Também na Idade Média eram cultivadas por monges em seus jardins utilitários com objetivos culinários e medicinais. Eles plantavam desde os malmequeres aos amores-perfeitos (BONILLA; MARGOTH, 2012). Mais adiante, no século XIV, as rosas eram usadas extensivamente em molhos para peixes e caças, e também em sobremesas, confeitos e conservas (STUMPF e BARBIERI, 2005). Já no século XVII, açucares e xaropes começavam a ser coloridos com violetas (MLCEK; ROP, 2011).

Os primeiros híbridos apareceram na China a milênios e foram trazidos para o Brasil pelos jesuítas entre 1560 e 1570. Essas flores foram extremamente apreciadas por D. Pedro I, tomadas como honraria e, em seguida, plantadas em espaços públicos (PETRY, 2008). Porém, não há relatos ou dados sobre seu consumo como alimento, tendo em vista que as poucas informações que se dispõe sobre elas estão impressas nos livros de plantas medicinais (FELIPPE, 2004). Adiante, no século XIX, as flores passaram a ser usadas como corantes e aromatizantes em chás, molhos, óleos, confeitos e conservas (BARBIERI; STUMPF, 2005).

Como é possível notar a partir desse breve panorama histórico, as FC têm feito parte da dieta e da nutrição dos seres humanos no decurso dos séculos. O uso dessas plantas é comumente relatado na produção científica da área, com dados sobre formas de cultivo e coleta, e utilidade – como presentear, adornar ou comer. É possível ingeri-las empanadas, fritas, fervidas, cristalizadas. De modo geral, continuam presentes na cultura alimentar de muitos povos. (ROP et al., 2012). Na atualidade, mantém-se o hábito de consumir flores na cozinha oriental, enquanto na ocidental essa prática tem sido vista como inovadora (BONILLA; MARGOTH, 2012). Assim, as flores continuam sendo utilizadas em todas as partes do mundo, com particularidades e formas de apropriação específicas (FERNANDES, et al., 2020).

### **2.1.3 Flores comestíveis na culinária contemporânea**

Quando se fala em flores comestíveis, é primordial ter minimamente informações básicas sobre a planta, pois nem sempre utiliza-se a flor inteira (FELIPPE, 2004). Outro fator importante de mencionar é que flores provenientes de floriculturas ou de cultivos ornamentais jamais devem ser consumidas, pois estão contaminadas por agrotóxicos e sua qualidade medicinal e nutritiva depende do uso

limitado destes pesticidas. Recomenda-se, assim, o uso de plantas advindas da agricultura orgânica (MLCEK e ROP, 2011). Como o hábito de alimentar-se com flores ainda não é comum entre as pessoas que vivem sobretudo na América do Sul (RODRIGUES et al., 2017), deve-se reforçar para a população que nem toda flor é comestível e nem todas as suas partes podem ser consumidas, pois podem provocar alergias em algumas pessoas. Logo, uma identificação adequada da espécie é primordial.

Dito isso, não faltam razões que despertem o interesse pelo consumo de flores comestíveis, mesmo em sociedades modernas, globalizadas e tecnológicas. Na verdade, esses fatores têm contribuído para fortalecer certa “consciência” em alguns consumidores, que buscam reencenar o estilo de vida de seus antepassados, associado a uma maior sustentabilidade dos processos e onde as flores comestíveis ganham importância (ROP et al., 2012).

Outro fator a ser considerado em relação ao consumo de FC são as exigências que os consumidores atuais têm expressado quanto ao modo de produzir os alimentos e ao seu valor nutricional, prática que vem se consolidando devido à priorização de dietas saudáveis nas quais os itens alimentícios sejam gerados de forma ecológica e sustentável (FERNANDES et al., 2016; PIRES et al., 2017; RODRIGUES et al., 2017). Esse interesse vincula-se à busca das pessoas por ingredientes naturais e à oposição aos produtos sintéticos, que, via de regra, são bastante nocivos à saúde (MATYJASZCZYK; ŚMIECHOWSKA, 2019).

Portanto, as flores vêm sendo utilizadas na alimentação em diversos locais do mundo e, nos últimos anos, esse segmento passou a ser alvo de procura e utilização crescentes (FERNANDES, 2015). O uso delas tem ganhando cada vez mais espaço na culinária *gourmet* devido ao valor estético que agregam ao prato, estando presentes na finalização de saladas, sopas, entradas, sobremesas e bebidas. Isso acaba chamando a atenção dos consumidores por causa da curiosidade despertada pelo emprego de um elemento incomum na refeição, além dos sabores doces e/ou ácidos que as flores podem somar aos pratos (FERNANDES et al., 2016; VIEIRA, 2013; GONÇALVES et al., 2012; PIRES et al., 2017; RODRIGUES et al., 2017).

Exemplificando o adágio popular “comer com os olhos”, nada melhor que as flores comestíveis para enaltecer a beleza de quaisquer preparos, sejam eles drinks, bebidas, salgados, doces, frios, quentes. O sabor diferenciado e as cores contrastantes encantam chefs e consumidores (SANTOS et al., 2019) e, para além do

aspecto visual, as flores presentes na alimentação também potencializam o valor nutricional (FERNANDES et al., 2015).

Nos séculos XX e XXI, as lutas pela preservação da natureza acentuaram-se, despertando o interesse da mídia pelas plantas nativas, que ganharam notoriedade e começaram a servir de ingredientes culinários nos programas de TV, jornais e livros. Esse processo, sem dúvidas, catalisou a divulgação e a popularização do seu uso na sociedade (SANTOS; REIS, 2021). Diante disso, o crescimento e desenvolvimento do mercado gastronômico requereu dos *chefs* de alto padrão a busca por informações e produtos novos para decorar e incrementar pratos cada vez mais inovadores. Por sua vez, essa demanda levou os produtores a aumentarem a variedade de itens oferecidos e a implementarem novas ideias que, mais tarde, foram incorporados às mais ilustres cozinhas. Nesse processo, as flores comestíveis traziam aos pratos não só beleza, mas eventualmente sabor (ORR, 2011).

Os potenciais consumidores que não têm espaço, tempo ou paciência para cultivar flores comestíveis podem comprá-las, pois já estão disponíveis em alguns mercados, feiras ou lojas de varejo.

Abaixo, estão alguns exemplos de flores comestíveis de plantas ornamentais, hortaliças e ervas aromáticas e medicinais.

Tabela 1 – Flores comestíveis de plantas ornamentais

Nome científico	Nome popular	Parte utilizada	Usos
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	Malvavisco	Pétalas	Ornamental, saladas e geleias
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Vinagreira	Flores, cálice e folhas	Geleias, chás sorvetes, chutneys, arroz e refrescos
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco-da-China	Pétalas	Ornamental e saladas
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Primavera	Brácteas	Ornamental, corante, refresco, chá e saladas
<i>Tagete lucida</i> Cav.	Tagete	Pétalas/lígulas	Ornamental, saladas, peixes, arroz e molhos
<i>Helianthus annuus</i> L.	Girassol	Pétalas/lígulas; botões florais	Ornamental, saladas, refogados, cozidos, sopas e patê
<i>Dianthus plumarius</i>	Cravina	Pétalas	Ornamental, saladas, aromatizante, geleias, vinagres e açúcar
<i>Rosas</i> ssp.	Rosas	Pétalas (remover a base da pétala); botões	Ornamental, água de rosas (usadas em pratos diversos), geleias cristalizadas, xaropes e botões (pickles)

Fonte: Adaptado de Felipe (2004)

Tabela 2 – Flores comestíveis de hortaliças

<b>Nome Científico</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Parte utilizada</b>	<b>Usos</b>
<i>Curcubita</i>	Abóbora	Toda flor	Hortaliça, refogada, saladas, omeletes, lasanhas e recheadas
<i>Musa</i>	Banana	Flores, botões e brácteas	Fruta (devem ser levemente fervidos antes de serem preparados), fritos, caponatas e recheios
<i>Allium cepa</i> L. <i>Allium schoenoprasum</i> L.	Cebola	Inflorescência	Hortaliça, salada, frita, empanada e sopas
<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Quiabo	Flores	Empanadas

Fonte: Adaptado de Felipe (2004)

**Tabela 3 – Flores comestíveis de ervas aromáticas e medicinais**

<b>Nome Científico</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Parte utilizada</b>	<b>Usos</b>
<i>Sálvia officinalis L.</i>	Sálvia	Flores e folhas	Saladas e manteiga
<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Alecrim	Flores	Saladas, adicionadas em purê de frutas, conservas e cremes
<i>Ocimum basilicum L.</i>	Manjeriço	Flores	Saladas, molhos de tomates, aromatizar azeites e vinagres
<i>Lavandula angustifolia Miller</i>	Lavanda	Flores	Sorvetes, caldas, cremes e biscoitos
<i>Melissa officinalis L.</i>	Erva-cidreira	Flores	Saladas, saladas de frutas, geleias e creme inglês
<i>Origanum vulgare L.</i>	Orégano	Flores e folhas	Saladas, carnes, vinagres e vinho tinto
<i>Allium schoenoprasum L.</i>	Cebolinha	Inflorescência	Hortaliça, salada, frita, empanada e tempurá
<i>Origanum majorana L.</i>	Manjerona	Flores e folhas	Saladas, sopas e vinagres
<i>Allium cepa L. Allium schoenoprasum L.</i>	Cebola	Inflorescência	Hortaliça, salada, frita, empanada e sopas
<i>Coriandrum sativum L.</i>	Coentro	Flores e folhas	Saladas e sopas
<i>Cryptotaenica japônica</i>	Salsa	Flores	Hortaliça, saladas, sopas, tempurá e sashimi

Fonte: Adaptado de Felipe (2004)

## 2.2 O desafio no cultivo e o mercado das flores comestíveis

Como previsto, o setor estava em expansão quando o mundo foi afetado pela pandemia de Covid-19, que impôs restrições severas ao mercado, de maneira geral, e afetou consideravelmente o ramo de flores e plantas ornamentais, trazendo prejuízos para toda cadeia. Isso porque as flores são extremamente perecíveis e, com a drástica queda da comercialização, grandes contingentes foram descartados, gerando uma regressão de 30% no seguimento (IBRAFLOR, 2021).

O Brasil tem uma área de produção de flores em torno de 12.000 a 14.000 hectares concentrados nas regiões Sul e Sudeste, com ênfase nos estados Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, embora exista uma tendência promissora de crescimento em outros estados do país (IBRAFLOR, 2013). Outros números importantes são o de produtores, podendo chegar a 8.000, e o de espécies de flores, que gira em torno das 350, com mais de 3000 variedades. Com isso, há uma movimentação crescente do setor, cuja expansão oscila entre 10 a 15% nos últimos dez anos, garantindo emprego a mais de 100.000 pessoas e viabilizando um consumo médio de R\$ 26 *per capita* (IBRAFLOR, 2013). O Estado de São Paulo é considerado o maior produtor do país, detendo 45% de toda produção nacional, que está condensada em duas cooperativas em Holambra (IBRAFLOR, 2018), não existindo, contudo, dados específicos para as flores comestíveis (FERNANDES, 2015).

Apesar da cadeia ornamental movimentar significativamente o cenário agrícola nacional e global, as informações sobre cultivo, mercado e o segmento das flores comestíveis ainda são incipientes. Os dados são pouco conhecidos tanto por pesquisadores quanto por agricultores, que passaram a investigar a área com mais constância, pois há uma demanda emergente de consumidores por esse produto, tendo em vista o destaque angariado neste último século para sua produção e comercialização, sobretudo nos anos 2000.

No Brasil, a alimentação fez parte do processo de formação nacional (RODRIGUES et al., 2017), influenciado pelas culturas indígenas, africanas e europeias que se traduziram no hábito alimentar brasileiro (CASCUDO, 2017 [1967]), gerado pela migração de povos e forjador de uma identidade alimentar única, rica e imensamente diversificada. Desse modo, a inserção de flores no preparo de

alimentos, aqui, parte do processo de modernização e inovação mercadológicas que tende a beneficiar a saúde dos consumidores (RODRIGUES et al., 2017).

A atenção crescente dos consumidores para esse tipo de produto tem estimulado os agricultores a responder à demanda, encaixando o cultivo das FC junto ao de outras culturas já estabelecidas dentro da propriedade. Contudo, eles não podem se dedicar exclusivamente a elas, devido à condição perecível e sazonal (em alguns casos) das flores, o que faz um produto insuficiente para a sobrevivência da fazenda e do agricultor no campo (FERNANDES, et al., 2020).

Em essência, o cultivo das FC é o mesmo das ornamentais: deve-se preparar o solo, fertilizá-lo, drená-lo bem e a irrigação também é necessária, sendo o gotejamento o tipo mais indicado para uma boa colheita em virtude da sua maior eficiência na aplicação de água (HUSTI et al., 2013). Para um cultivo limpo e sadio, a área deve ser pensada com cuidado, a produção deve ser orgânica, estar longe de plantios convencionais para evitar a contaminação por deriva e a água de irrigação deve ser analisada. O local também precisa estar cercado para bloquear a passagem de animais domésticos, impedindo que depositem excrementos que venham a contaminar e inviabilizar o consumo das flores, pois a maioria delas é ingerida in natura (SANTOS et al., 2019).

O custo da produção orgânica de flores comestíveis é normalmente alto devido às exigências da qualidade final das pétalas, que impõem níveis elevados de seleção e descarte, resultando, em geral, no aproveitamento de apenas 30% das colheitas (SOARES, 2015). O cultivo também requer mão de obra especializada e manejo rigoroso do plantio até a colheita (FERNANDES, et al., 2020), pois trata-se de um produto extremamente sensível e delicado, com uma vida útil girando em torno de sete a dez dias, condição que exige máximas rapidez e eficiência entre a colheita e a entrega para que as flores estejam no mercado ou com o consumidor final em até três ou quatro dias após colhidas (KEIDAR, 2015).

A maior produção de flores comestíveis do mundo está localizada em uma fazenda em Israel que distribui para atacadistas e restaurantes de todo o mundo, competindo com o Reino Unido e a Holanda. Seus maiores consumidores são República Tcheca, França e Rússia (KEIDAR, 2015). Apesar de quase não existirem dados sobre o mercado de flores comestíveis no planeta e das informações e dados estatísticos sobre produção serem incipientes, é possível visualizar alguns locais de

cultivo e pontos de venda espalhados no mundo, (FERNANDES, et al., 2020) como podemos observar na Tabela 4.

**Tabela 4 - Relatórios anuais de produção e venda de alguns produtores de flores comestíveis em todo o mundo.**

Continua

<b>Continentes</b>	<b>Cidades/Países</b>	<b>Empresa</b>	<b>Produção/vendas</b>
<b>Ásia</b>	China	Estatísticas chinesas	Produção de flores comestíveis para alimentação e remédios representou 8% em 2013.
<b>América do Norte</b>	Missouri / EUA	Ozark Exotica	Produziu 3.600 flores comestíveis por semana.
	San Diego / México	Sweetfields	Produziu 30 variedades diferentes de flores frescas e é capaz de cristalizar 1.200 flores em uma hora.
<b>América do Sul</b>	Cerqueiro / Brasil	DRO Ervas e Flores	Produziu 35 quilos por dia em 2010.
	São Paulo / Brasil	Grupo Pão de Açúcar	Vendeu 300 bandejas de 7 a 18 gramas por mês.

Fonte: Adaptado de Fernandes e colaboradores, 2020.

**Tabela 4 - Relatórios anuais de produção e venda de alguns produtores de flores comestíveis em todo o mundo.**

Continua

<b>Continentes</b>	<b>Cidades/Países</b>	<b>Empresa</b>	<b>Produção/vendas</b>
<b>Europa</b>	Málaga / Espanha	Sabor e Salud	Produziu 70 espécies de flores comestíveis, cerca de 20.000 flores por semana (80.000 mensais).
	Balaguer / Espanha	Pàmies Hortícolas	Produziu 4.000 quilos em 2002
	Nice, França	AUDA	A venda de flores comestíveis está aumentando, mas representa apenas 5% de sua atividade
<b>Austrália</b>	Daylesford / Austrália	O pato gordo de Heston Blumenthal	Vendeu 1.500 punnets de flores para os mercados atacadistas de Melbourne todas as semanas.

**Flores comestíveis/ Brasil /Tipos e espécies comercializados**

Amor-perfeito, calêndula e borragem

Fonte: Adaptado de Fernandes e colaboradores, 2020.

A partir da tabela, foi possível observar que o Brasil tem ampliado a produção e o consumo de flores e plantas ornamentais anualmente, aparecendo na rota de produtores comestíveis de todo o mundo e seguindo as perspectivas de crescimento global (PIROLA et al., 2015).

## **2.3 Plantas objeto de estudo**

### **2.3.1 Calêndula (*Calendula officinalis* L.)**

Calêndula, bonina, marigold, malmequer, de nome originário do latim *calendae*. Acredita-se que havia sempre uma flor aberta no início do mês (FELIPPE, 2004). É uma planta herbácea, anual, ereta, medindo de 30 a 60 cm de altura, tem origem na região mediterrânea, exibe flores amarelas ou alaranjadas, distribuídas em capítulos florais e multiplica-se por sementes (LORENZI, 2008). Cultivada mundialmente, suas flores são amplamente usadas pelo cidadão mais comum e pelas grandes indústrias, seja para fins ornamentais e alimentícios ou para usos medicinais e cosméticos (LASTRA VALDÉS; PIQUET GARCÍA, 1999).

No Brasil, é amplamente cultivada no Sul do país, principalmente para finalidades ornamentais, mas também medicinais e, mais recentemente alimentícias. Tem compostos anti-inflamatórios, antissépticos, cicatrizantes e depurativos (LORENZI, 2008), além de carotenoides e óleos essenciais que a tornam uma planta poderosa (FELIPPE, 2004). Como alimento, é possível consumir suas pétalas ou lígulas, que têm sabor levemente amargo e picante. Costuma compor pratos quentes e frios, saladas, manteigas, queijos, iogurtes, chás, arroz e sopas (EPAMIG, 2018).

Um dado curioso sobre elas é que as mulheres utilizavam suas pétalas amassadas para dar brilho avermelhado ao cabelo. Maceradas, também serviam utilizadas para colorir sopas, substituindo eficientemente o açafrão, tanto que, à época ficou conhecida como “açafrão dos pobres” (FELIPPE, 2004).

### **2.3.2 Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.)**

Conhecida como chaguinha, flor-de-sangue, flor-do-méxico, nastúrio, agrião-grande-do-peru, agrião-da-índia, é nativa do México e do Peru (LORENZI, 2008). Da

família *tropaeolaceae*, é uma planta anual, herbácea, com ramos rasteiros que se alastram com facilidade, flores solitárias, vistosas, com coloração branca (até púrpura), frutos formados por três aquênios de cor esverdeada. É multiplicada por sementes e, além das suas flores, também podemos consumir toda a parte aérea, folhas, caule e frutos (LORENZI, 2008; MAPA, 2010). Em cultivos, é recomendada enquanto planta companheira para espécies como rabanete, repolho e tomate, em função do seu potencial para atrair lepidópteros, repelir pulgões e melhorar o crescimento e o sabor das plantas que acompanha. Ainda é considerada uma planta melífera, além de excelente opção ornamental (MAPA, 2010).

Foi introduzida na Europa no século XVI com sementes trazidas das Índias Ocidentais (FELIPPE, 2004). No Brasil, é amplamente cultivada no Sul e Sudeste, principalmente com fins ornamentais, mas também é utilizada na medicina caseira, pois é considerada antiescorbútica, antisséptica, além de fortalecer os cabelos e servir a tratamentos pulmonares (LORENZI; MATOS, 2008). Aos poucos, o consumo da capuchinha como planta alimentícia vem crescendo. Aqui, hoje, é uma das mais consumidas, com sabor semelhante ao do agrião e ao da rúcula. Tem picância acentuada e seus frutos verdes, assados ou em conservas, assemelham-se a alcaparras; já quando secos e macerados, parecem com a pimenta-do-reino (EMBRAPA, 2017).

Suas características as tornam autênticas iguarias culinárias que são usadas como pestos, recheadas, aromatizadas em manteigas, conservas, entre outros tantos pratos (MENEGAES; DOS SANTOS; LONDERO, 2014). A ideia de consumir suas pétalas como alimento vem do Oriente (FELIPPE, 2004). Diz a lenda que, no alto das montanhas andinas, um índio peruano carregando pepitas de ouro foi atacado por espanhóis quando descia a encosta. Na ocasião, narra-se que ele rogou aos deuses que protegessem seu ouro, rolado ladeira abaixo, fazendo nascer de cada pepita uma flor luminosa que ficou conhecida por capuchinha (FELIPPE, 2004).

### **2.3.3 Amor-perfeito (*Viola tricolor L.*)**

Originária da Eurásia (junção dos continentes europeu e asiático), atualmente é bastante difundida nas Américas, tem flores hermafroditas e isoladas com presença de ácido salicílico e floresce o ano todo em clima temperado (FELIPPE, 2004). No Brasil, é reconhecida como planta ornamental, amplamente utilizada no paisagismo,

principalmente nas regiões mais frias do país (PILLA; HABER; GRASSI FILHO, 2006, PIROLA et al., 2015).

Embora seja uma planta perene, é cultivada como anual, pois suas pétalas de cores exuberantes, sua maior característica de beleza é perdida ao longo do cultivo nas flores novas. Seus volumosos maços são cultivados em canteiros, preferencialmente à meia-sombra, fertilizados e úmidos, e multiplicam-se por sementes (PILLA; HABER; GRASSI FILHO, 2006). A fim de melhorar a produção, cultivá-las em casa de sombra ou em hidroponia pode ser uma boa alternativa para amenizar as dificuldades de produção, já que é uma planta largamente comercializada no setor paisagista e vem ganhando mais espaço no mercado culinário (PILLA; HABER; GRASSI FILHO, 2006).

Com histórico medicinal, foi documentada na Farmacopeia Brasileira em virtude das suas propriedades anti-inflamatórias e, por isso, administrada como remédio tradicional para doenças de pele, coceiras, eczemas e psoríase (HELLINGER et al., 2014). Também conhecida como “erva da doença do coração”, devido aos seus compostos fenólicos e flavonoides, é fonte de antioxidantes naturais que têm sido utilizados, ao longo da história, na recuperação de inúmeras outras enfermidades (VUKICS; KERY; GUTTMAN, 2008). As pétalas têm sabor quase neutro, mas, se consumidas junto às sépalas verdes, resultam em um palato leve e suave. Versáteis, podem ser usadas em bebidas, sopas, bistecas e saladas de frutas. Entretanto, deve-se lembrar que o consumo exagerado das pétalas pode ser prejudicial devido à grande quantidade de saponinas existentes nelas (FELIPPE, 2004).

Dito isso, independente das espécies ou da parte utilizada, é essencial que se tenha uma noção geral sobre os compostos bioativos dessas plantas, que agem de forma modular em algumas funções do organismo humano, impactando-o positivamente (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI; 2019).

## **2.4 Compostos bioativos em flores comestíveis**

O estudo da composição química dos alimentos é de extrema relevância para o corpo. Os estados de saúde e doença do organismo humano têm sido objeto de intensa investigação, ultimamente. Em função da sua alta necessidade nutricional, a caracterização química dos alimentos tem se tornado essencial para identificar

produtos com potencial econômico e nutricional, sobretudo com baixo valor calórico, uma vez que a obesidade e as doenças crônicas degenerativas tornaram-se destaque em saúde pública (FRANZEN et al., 2016).

Os compostos bioativos nas flores, como nos vegetais, são metabólitos secundários da planta e incluem, por exemplo, carotenoides e fenólicos (dentro desses encontram-se os flavonoides e as antocianinas), os quais estão associados a benefícios para a saúde humana (FERNANDES, 2016).

Os flavonoides são antioxidantes naturais que beneficiam largamente nosso organismo, dada sua ação anti-inflamatória e antimutagênica. Por isso, são elementos substanciais na produção de cosméticos, produtos farmacêuticos e nutracêuticos (PANCHE; DIWAN; CHANDRA, 2016). Também são importantes agentes cromóforos, ou seja, configuram-se como um grupo de átomos que podem colorir determinada substância e são subdividas em grupos, cada um apresentando uma coloração específica (COUTO; RAMOS; CAVALHEIRO, 1998).

As antocianinas são pigmentos responsáveis pelas cores dos vegetais, flores e frutas. O cromóforo responsável pelas cores vermelhas, azuis e púrpuras está presente no grupo dos flavonoides (COUTO; RAMOS; CAVALHEIRO, 1998; PANCHE; DIWAN; CHANDRA, 2016). Assim como os flavonoides, as antocianinas têm efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e anticancerígenos, além de reduzir riscos de doenças cardíacas, razões que explicam o grande interesse da indústria por esses elementos abundantes em alimentos naturais (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI; 2019).

Stumpf e Barbieri (2005) também afirmam que as pétalas e os botões florais de algumas rosas (principalmente, *Rosa gallica* L) são utilizados em fitoterapia no tratamento de afecções dermatológicas devido à quantidade significativa de taninos presentes em sua composição, além de conterem propriedades adstringentes riquíssimas em pectinas, D-sorbitol, vitamina C, carotenos e ácidos málico e cítrico, recomendados nas dietas para ganhar peso.

Do ponto de vista nutricional, a flor pode ser dividida em três componentes principais que podem desempenhar um papel basilar na nutrição humana. O pólen é o primeiro deles, seguido do nectar, e o terceiro grupo é o das pétalas e outras partes de flores. Esses componentes podem, ainda, ser uma fonte importante dos compostos mencionados, bem como repositório de vitaminas (flores amarelas são geralmente uma boa fonte de vitamina A), minerais, antioxidantes etc (MLCEK; ROP, 2011).

Esses compostos são a base de estudos em flores comestíveis e seus teores variam entre as espécies e de acordo com outros fatores, como o período de floração, o tipo de solo e clima (FERNANDES, 2016). Do ponto de vista agrônomo, os metabólitos secundários estão igualmente presentes em outras partes da planta e noutros vegetais, auxiliando na defesa destes a fim de amenizar os danos causados por estresses ambientais, como: calor, falta ou excesso de água, radiação excessiva, além de evitarem a entrada de patógenos (TAKAHASHI et al. 2020).

Ao contrário do que supostamente se pensa, as flores não são apenas enfeites para “gourmetizar” pratos, mas conformam uma fusão de sabores que, ao lado de ingredientes tradicionais, pode produzir uma experiência de única de palato. Como se disse, o uso adequado delas aumenta o valor nutricional das refeições por causa dos seus compostos bioativos, que beneficiam e previnem, controlam ou tratam doenças agudas e crônicas (TAKAHASHI et al. 2020). Perante o exposto, as características atraentes das flores, como suas vitaminas e seus minerais e ácidos orgânicos, favorecem a dieta humana e podem estimular o uso e o consumo tanto das pétalas quanto da flor inteira pelas pessoas (FERNANDES et al., 2019).

## **2.5 Fatores antinutricionais em folhosas para consumo in natura.**

Os fatores antinutricionais podem afetar na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem diminuir sensivelmente a disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais e minerais, além de poder causar irritações e lesões da mucosa gastrintestinal, interferindo assim, na seletividade e eficiência dos processos biológicos (SGARBIERI; 1987).

Vários tipos de fatores antinutricionais têm sido identificados nos vegetais dentre eles os taninos considerados como antinutrientes por causa do efeito adverso na digestibilidade da proteína (DELFINO et al., 2010). Nas dietas para seres humanos e espécies de animais monogástricos, taninos podem reduzir a digestibilidade da proteína, carboidratos e minerais; diminuir a atividade de enzimas digestivas, além de causar danos à mucosa do sistema digestivo ou exercer efeitos tóxicos sistêmicos (SREERAMA et al., 2010).

O oxalato, frequentemente encontrado em vegetais, não pode ser metabolizado pelos humanos e é excretado na urina. A elevada quantidade de oxalato na urina aumenta o risco da formação de cálculos de oxalato de cálcio nos rins, pois o oxalato

de cálcio é pouco solúvel na urina (SANTOS; 2006), podendo também causar irritações na mucosa intestinal (KRAUSE et al; 2005).

A importância do nitrato para a saúde humana está na sua transformação em nitrito pelo organismo. A redução intestinal de nitrato a nitrito, com consequente absorção do mesmo, poderia originar cianoses devido a formação de metamioglobina. O nitrito também reage com aminas secundárias e terciárias formando compostos N-nitrosos (LINDSAY, 1993; WALKER, 1990), potencialmente carcinogênicos.

O crescimento e desenvolvimento do mercado gastronômico influenciou os chefs de alto padrão a buscar informações e produtos novos para decoração dos mais incríveis e inovadores pratos, onde esta demanda levou os produtores a aumentarem a variedade de produtos oferecidos e a desenvolverem novas ideias e itens que, mais tarde, seriam incorporados nas mais ilustres cozinhas (ORR, 2011).

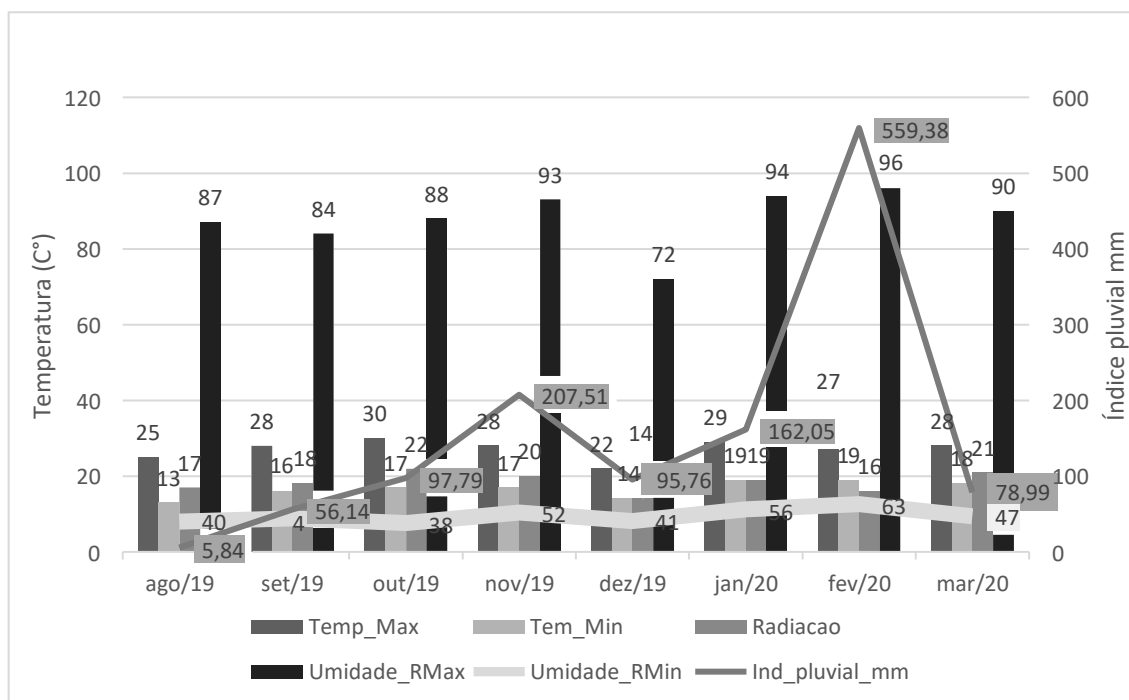
### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido na área: Pomar Didático do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas/FCA da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP - Campus de Botucatu/SP, com coordenadas geográficas de 22° 51' S de latitude, 48° 26' W de longitude, e 786 m de altitude. A classificação climática pelo método de Köppen, consiste como sendo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C (DA CUNHA; MARTINS, 2009).

Entre os oito meses referentes à época de semeadura, transplântio e desenvolvimento das culturas, até a colheita, constatou-se temperaturas médias máximas em torno de 30° e mínima de 13° graus celcius. O índice pluviométrico partiu de 5,84 mm, passando por um pico crescente de chuvas constantes, chegando num pico de 559,38 mm no mês de fevereiro de 2020, época de período chuvoso intenso que causou encharcamento na área de cultivo. Os referidos dados climáticos descritos podem ser observados no gráfico abaixo.

**Figura 1 - Dados Climáticos: agosto de 2019 a março de 2020**



## 3.2 Sistematização do Cultivo Orgânico de Flores Comestíveis

### 3.2.1 Caracterização do solo e adubação

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho, segundo os critérios da EMBRAPA (1999). Uma amostra de solo na camada de 0 – 20 cm composta de quatro subamostras foi retirada da área 60 dias antes do plantio e conduzida ao laboratório de fertilidade de solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP para análise.

O resultado da análise revelou que o solo apresentava condições precárias para o cultivo, necessitando, assim, de correção (Tabela 5).

**Tabela 5 - Resultado da análise de solo da área experimental do Pomar do Departamento Horticultura da FCA/UNESP, 2021.**

pH	pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Na	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	-----mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----								
5,0	-	17	6	2	24	-	0,4	10	5	15	39	38

Fonte: Laboratório de fertilidade de solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP.

De acordo com a análise, o solo foi corrigido com a calagem 45 dias antes do plantio, que não ultrapassou o máximo de 100g m<sup>2</sup> de calcário, conforme estabelecido pelos organismos de certificação orgânica. Como estruturante para o solo, incorporou-se 5kg de composto por m<sup>2</sup> e o adubo empregado foi o bokashi (300g m<sup>2</sup>).

### 3.2.2 Tratos Culturais

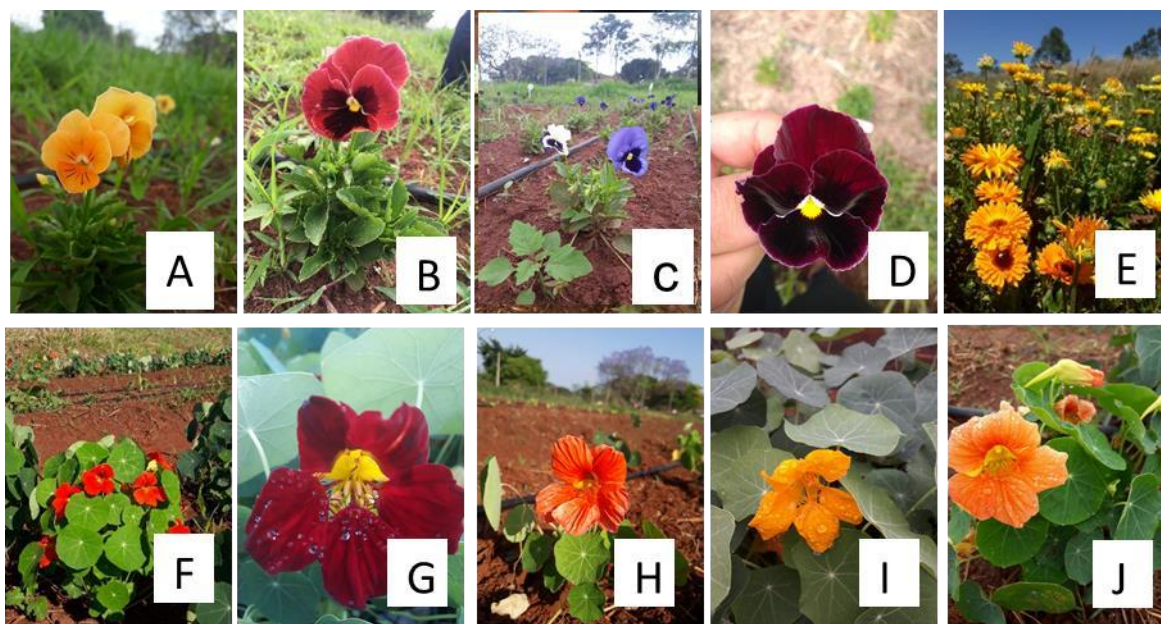
Como pontuado no tópico anterior (3.2.1), utilizou-se como adubo o bokashi e como estruturante do solo o composto orgânico. Posterior, foi adicionado uma camada de cobertura morta proveniente de picadinho de poda para cobertura do solo, o qual auxilia na supressão de plantas espontâneas e na retenção de água no solo, ajudando também na manutenção da temperatura mais amena para o bom desenvolvimento das raízes. A irrigação se deu por gotejamento, a qual era realizada nas primeiras horas da manhã e final da tarde, quando havia necessidade da mesma, com duração de sessenta minutos cada rega, porém, devido ao intenso período chuvoso o qual pode ser observado na figura 1, havia dias que não foi necessário o uso da mesma. A capina foi realizada manualmente a cada quinze dias ou de acordo com a necessidade das culturas e eventualmente ocorria o uso da roçadeira para limpeza dos corredores de passagem. Todo o manejo foi baseado nos preceitos de produção de base orgânica.

### 3.2.3 Produção de mudas

Prestes a iniciar o experimento, foram adquiridas sementes comerciais de: amor-perfeito (*Viola tricolor L.*) com diferentes cultivares gigante suíça, nas cores: laranja, roxa, púrpura e vermelha; capuchinha (*Tropaeolum majus L.*) anã de cores

sortidas; e calêndula (*Calendula officinalis* L), todas da marca Isla®, livres de agrotóxicos conforme normativas estabelecidas para cultivo orgânico, estas destinadas à produção própria de mudas de flores que abasteceram a pesquisa.

**Figura 2 – Flores cultivas no pomar didático lajeado**



Fonte: (Autora, 2019) A - Amor-perfeito laranja; B - Amor-perfeito vermelho; C - Amor-perfeito roxo; D - Amor-perfeito púrpura; E - Calêndula; F - Capuchinha vermelha; G - Capuchinha púrpura; H - Capuchinha laranja; I - Capuchinha amarela; J - Capuchinha salmão

Para a semeadura, preencheu-se bandejas de polipropileno com substrato comercial Carolina Soil®, próprio para formar mudas. Nelas, acondicionou-se duas sementes de cada espécie e variedade por célula. Após quinze dias, foram desbastadas as calêndulas e capuchinhas e, com 30 dias, os amores-perfeitos, permanecendo, assim, somente uma plântula por célula. Estas estavam sob irrigação intermitente do tipo aspersão, salvaguardadas dentro da casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agronômicas.

Após o bom desenvolvimento das mudas (30 dias para a calêndula e a capuchinha, e 60 dias para o amor-perfeito), fez-se o transplante no dia 20 de setembro de 2019 para a área experimental, que já havia sido previamente calada e adubada.

### 3.2.4 Delineamento experimental

O delineamento aplicado foi em blocos casualizados. Cada parcela experimental tinha 1m<sup>2</sup>, totalizando dez blocos para cada espécie, sendo que cada uma respeitou o espaçamento indicado de: 20x30 para amor-perfeito (20 plantas uteis/m<sup>2</sup>), 25x25 para calêndula (16 plantas uteis/m<sup>2</sup>) e 30x30 para capuchinha (9 plantas principais/m<sup>2</sup>).

### 3.2.5 Colheita

As flores (*Viola-tricolor*, *Tropaeolum majus* e *Calendula officinalis*) foram colhidas nas primeiras horas da manhã e estavam turgidas e sem injúrias físicas. Elas foram levadas ao Laboratório de Plantas medicinais do Departamento de Horticultura da FCA/UNESP-Botucatu para a realização das análises.

## 3.4 Análises Laboratoriais de flores comestíveis

### 3.4.1 Características agronômicas avaliadas

Após a colheita das flores (*Viola-tricolor* L., *Tropaeolum majus* L. e *Calendula officinalis* L.), realizada no período da manhã as mesmas, logo eram conduzidas ao Laboratório de Plantas medicinais do Departamento de Horticultura da FCA/UNESP-Botucatu, para contagem destas recém colhidas, que na sequencia eram pesadas em balança analítica de precisão ainda frescas e túrgidas e separadas por cores as capuchinhas e os amores-perfeitos. Após pesagem, as flores foram levadas para secagem em estufa de circulação de ar a 60° até ser possível obter o valor de massa seca constante e posterior pesou-se novamente para obtenção do peso seco. A partir da obtenção desses dados foi possível calcular a produtividade média em kg.ha<sup>-1</sup> das espécies estudadas.

As demais características analisadas foram: teor de compostos fenólicos totais, flavonoides, atividade antioxidante pelo método DPPH, proteína, composição mineral e atividades antinutricionais (tanino, oxalato e nitrato).

### **3.4.1 Determinação do teor de flavonoides**

A determinação do teor de flavonoides foi realizada de acordo com metodologia adaptada da Farmacopeia Alemã, uma vez que suas técnicas são práticas e dispense menos insumos se tratando do uso de reagentes, em comparação à Farmacopeia Brasileira. O processo analítico consistiu no preparo do extrato metanólico obtido a partir de 0,25 g de flores secas e trituradas, maceradas em 10 mL de metanol a 80% durante uma hora, lavadas em banho ultrassônico e, em seguida, postas na centrífuga por 30 minutos. Posteriormente, uma alíquota de 1 mL foi transferida para tubo de ensaio ao qual adicionou-se 3 mL de metanol a 80%. Desse tubo foram retirados 2 mL da solução, que foram transferidos para outro tubo, onde adicionou-se 2 mL de solução aquosa de cloreto de alumínio a 5%. As amostras permaneceram em repouso por 30 minutos e depois realizou-se a leitura com o espectrofotômetro no comprimento de 405 nm. O valor da concentração dos flavonoides foi obtido por meio da plotagem das absorbâncias das amostras, considerando a equação da curva de calibração confeccionada e utilizando como padrão sintético a quercetina nas concentrações de 0,05 a 0,6 mg/mL. Os resultados foram expressos em mg EQ.g<sup>-1</sup> de extrato.

### **3.4.2 Determinação do Teor de Polifenóis**

Para cada tubo de ensaio, foram pipetados 250 µl da amostra, adicionados 4 ml de água ultrapura e 250 µl do reagente Folin-Ciocalteu (0,25 N), os quais foram agitados e mantidos por três minutos para reagir. Passado esse período, foram adicionados 500 µl de carbonato de sódio (1N) e os tubos foram novamente agitados e mantidos por duas horas para reagir. O espectrofotômetro foi zerado com o controle (branco) e foram feitas as leituras da absorbância no comprimento de onda de 725 nm. Procedeu-se metodologicamente a partir do estudo de Swain e Hillis (1959), com pequenas adaptações. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de extrato (mgEAG.g<sup>-1</sup>).

### **3.4.3 Atividade Antioxidante pelo método DPPH**

Empregou-se uma adaptação de Brand-Williams et al. (1995) para quantificar a atividade antioxidante. Resumidamente, foram pipetados 200 µl de amostra e

misturados com 3.800 µl de DPPH (diluído em metanol) em tubos de 15 ml com tampa. Os tubos foram agitados e deixados para reagir por 24 horas. Para a leitura no espectrofotômetro, foi utilizado o metanol para zerar o equipamento e a absorbância foi medida no comprimento de onda de 525 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste Tukey a 5% de probabilidade, pelo software SISVAR.

### 3.4.5 Determinação de proteína em flores comestíveis

Na análise de proteína bruta das flores, utilizou-se método segundo a AOAC (2005). As flores foram trituradas para obtenção de massa homogênea. Procedeu-se à digestão sulfúrica e à determinação do N total por arraste a vapor. Obteve-se os teores de proteína bruta (PB) por meio da multiplicação do N total pelo fator de conversão 6,25, através da seguinte fórmula:

$$\text{Proteína Bruta (\%)} = (V_a - V_b) \times N \times 6,25 \times 0,014 \times 100P$$

Em que:

$V_a$  = Volume de HCl 0,1 gasto na titulação;

$V_b$  = Volume de HCl 0,1 gasto na prova em branco;

$N$  = Normalidade;

6,25 = Fator de transformação de nitrogênio em proteína, considerando 16% de nitrogênio ( $100/16 = 6,25$ );

0,014 = Miliequivalente grama do nitrogênio;

$P$  = Massa da amostra em g.

### 3.4.6 Determinação de composição mineral em flores comestíveis

Para obtenção dos teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram retiradas amostras do material vegetal, secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até atingirem massa constante, conforme Malavolta et al. (1997). Posteriormente,

procedeu-se à pesagem da massa seca de cada amostra. Em seguida, as amostras de 1g por flores de cada espécie foram trituradas em moinho tipo Wiley e conduzidas ao Laboratório de Análise Química de Plantas, do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP-Botucatu, para obtenção dos teores de minerais. Os minerais P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por digestão nitroperclórica. A análise de P foi realizada através do método do espectrofotômetro VIS, equipamento da marca Fento, modelo 600 plus. Para os minerais K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, a determinação deu-se por meio do método espectrofotometria de absorção atômica, equipamento da marca Perkin Elmer, modelo 2380 (MALAVOLTA et al., 1997).

#### **3.4.7 Extração e quantificação de taninos solúveis**

A fim de extrair e quantificar os taninos solúveis foi utilizado o método descrito por Taira (1996), com adaptações. Para produzir o extrato, pesou-se aproximadamente 0,1 g da amostra seca e moída e adicionou-se 12,5 mL de metanol a 80%. Em seguida, o extrato foi deixado em banho ultrassônico de 40°C por 20 minutos e centrifugado por mais 30 a 4000 rpm. Verteu-se o sobrenadante para balão volumétrico de 25 ml e completou-se o volume com água deionizada. Num tubo de ensaio, em triplicata, adicionou-se 6 ml de água deionizada, 0,3 mL do extrato, 0,5 mL do reagente Folin Ciocalteu (1:1) e 1 mL de carbonato de sódio supersaturado (25%). As amostras foram homogeneizadas e após 60 minutos ao abrigo da luz, realizou-se a leitura a 725 nm em espectrofotômetro. Uma amostra em branco foi conduzida nas mesmas condições e os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico, com base em uma curva de calibração de ácido gálico.

#### **3.4.8 Extração e quantificação de nitrato**

Para extração e quantificação de nitrato solúveis foi utilizado o método descrito por Cataldo (1975), com adaptações. Utilizou-se 0,1 g de matéria seca e 10 mL de água deionizada. Depois, as amostras ficaram em repouso a 45°C por 60 minutos e, em seguida, foram centrifugadas por 10 minutos a 4000 rpm (Centrífuga Clínica - 80-2B). Alíquotas de 0,1 mL de extrato receberam 0,4 mL de solução de ácido salicílico ( $\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_3$ ) 50 g  $\text{L}^{-1}$  em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado e 9,5 mL de NaOH 2 mol  $\text{L}^{-1}$  em triplicata.

Em sequência, foi realizada leitura da absorbância a 410 nm em espectrofotômetro UV-mini 1240 (Shimadzu-Co). Os resultados foram convertidos em teores de N-NO<sub>3</sub>- na matéria seca das plantas, com o auxílio de uma curva de calibração preparada a partir de soluções diluídas de NaNO<sub>3</sub>, que receberam o mesmo tratamento dado às amostras.

#### **3.4.9 Extração e quantificação de oxalato total**

Foram pesados 0,25 g do pó de amostras de soja em erlenmeyers de 100 mL e acrescentados 25 mL de ácido clorídrico 2 N (oxalato total). Os erlenmeyers foram colocados em banho-maria com agitação a 80°C por 30 minutos. Posteriormente, os extratos foram filtrados e diluídos com 25 mL de água destilada (AL-WAHSH; WU; LIEBMAN, 2012). De cada extrato, foram tomadas alíquotas de 12,5 mL para titulações com solução de permanganato de potássio 0,02 mol.L<sup>-1</sup> padronizado contra oxalato de sódio. As titulações (em triplicata) foram realizadas sob aquecimento a 50°C e a viragem foi de incolor para róseo persistente por mais de 30 s. As concentrações de oxalato foram expressas em g/100 g de matéria seca.

#### **3.5 Análise estatística**

Os dados foram tabulados em programa Excel e submetidos à análise estatística descritiva, o que permitiu o cálculo das médias e desvio padrão do desempenho agrônômico e a caracterização química de cada espécie de flor pesquisada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação do desempenho agrônômico das flores de *Calendula officinalis*, *Tropaeolum majus* e *Viola tricolor* L.

O cultivo e a comercialização de flores para o consumo humano de forma segura requerem a adoção de padrões orgânicos de produção. Os dados das análises e valores médios permitiram quantificar uma série de características agrônômicas, compostos bioativos e atividades benéficas ao nosso organismo, contidas nas flores pesquisadas, conforme estão descritas nas tabelas a seguir.

De acordo com os valores obtidos, foi possível observar os aspectos encontrados por espécie e cultivares em relação a cada variável analisada. Ademais, constatou-se os atributos agrônômicos para cada flor, que foram descritas nas tabelas 2, 3 e 4, segundo a espécie estudada.

De forma geral, a pesquisa destinou-se a avaliar a produção de plantas hortícolas dentro do nicho de flores comestíveis buscando o manejo adequado à sua ingestão, bem como recomendar ao produtor o melhor modo de cultivar segundo critérios de produtividade e rentabilidade, com base nos resultados de peso fresco, peso seco, número de flores e seus aspectos físico-químicos.

Através dos resultados obtidos para as calêndulas, foi possível quantificar em peso fresco, seco e número de flores a média de quilos por hectare para a espécie, informação pertinente para o agricultor, principalmente quando está atrelada às formas adequadas ou inadequadas de manejo da cultura que será trabalhada, tendo em vista um melhor rendimento produtivo e, conseqüentemente, econômico (tabela 6).

**Tabela 6 – Valores médios de peso fresco (g), peso seco (g), número de flores e produtividade média de calêndula. Cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021.**

Tratamentos	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	N° de flores/m <sup>2</sup>
Calêndula	11,82±4,06	1,84±0,71	3,74±1,34
<b>Produtividade Média em kg.ha<sup>-1</sup> de massa fresca</b>			
Calêndula	1.891,2		

No cultivo e manejo da calêndula na área experimental, chegou-se ao valor médio de 1.891,2 quilogramas por hectare de peso fresco de flores, montante considerado aceitável para essa cultura. A quantidade encontrada ratifica as condições às quais a produção foi submetida, tendo em vista que, para um melhor desempenho, ela necessita de adubação consistente e lâmina de irrigação de média a baixa durante o cultivo.

O pomar didático, área experimental onde foram produzidas as espécies pesquisadas para esse trabalho, foi adubado com cinco quilos de composto orgânico/m<sup>2</sup> para estruturação do solo e 300g de bokashi/m<sup>2</sup>, uma única vez, 30 dias antes das mudas serem transplantadas, suprimindo a necessidade do solo de acordo com a análise. As plantas também eram irrigadas por gotejo.

Fertilizar o solo com insumos químicos orgânicos, além de proporcionar maior sustentação, aumenta a retenção de água, evita perdas de nutrientes por lixiviação e, quando associada à irrigação adequada, pode aumentar consideravelmente a produtividade (ALEMAN e MARQUES 2016).

Conforme Vieira et al. (1999), as plantas que receberam adubo aviário na proporção de 14t/ha obtiveram produtividade de 1.794,67 kg.ha<sup>-1</sup> de peso fresco. Isso pode ter sido provocado pela adição de adubo, que teria levado à formação de fotossintatos o que resultou no alongamento dos pendões. Com isso, a incorporação do composto orgânico pode ter equilibrado a mobilidade e a disponibilidade do fósforo (P). Esse resultado corrobora o encontrado nessa pesquisa, sobretudo porque de acordo com Vieira et al. (1999) as plantas que não receberam fósforo ou adubo de aves apresentaram valor inferior de matéria fresca (457,19 kg/ha).

Para plantios que foram adubados na fundação, como o apresentado por Marques, Bortolo e Santos (2011), com três quilos de húmus de minhoca por cova e sem irrigação, técnica que provoca estresse hídrico nas plantas por “falta ou pouca água” e atem-se apenas à rega da precipitação pluviométrica, percebeu-se com esse método, e essa precipitação (296mm) que é possível aumentar expressivamente a produtividade em 3630,2 kg.ha<sup>-1</sup> de inflorescência fresca. Se comparada à plantas irrigadas com lâmina de 355 mm (50% de saturação do solo), estas apresentaram produção em 2.275,8 kg.ha<sup>-1</sup> de matéria fresca. Em relação a lâmina de 415 mm (100% de saturação do solo) a produção atingiu 2.380,4 kg.ha<sup>-1</sup> de flores frescas e quando expostas a um solo estressado por excesso hídrico (150% de saturação e 474 mm de precipitação) o mesmo produziu 1.935,6 kg.ha<sup>-1</sup> flores frescas.

Nesse contexto, fica perceptível que a irrigação influi no resultado da produtividade final, o que pode ter condicionado os valores obtidos no trabalho. Os altos índices pluviométricos (figura 2) registrados para o período de semeadura até a colheita da calêndula aliados ainda a uma irrigação por gotejo revelaram que os valores médios de 1.891,2 kg.ha<sup>-1</sup> obtidos nesta pesquisa poderiam ter sido ainda maiores.

No Mato Grosso do Sul, por exemplo, o quilo dos capítulos florais secos é vendido no varejo por R\$ 20,00. Em Santa Catarina, o valor do quilo comprado direto com o produtor custa, em média, R\$ 10,00. Já em São Paulo, esse preço oscila entre R\$ 58,00 e R\$ 69,00 ou mais (DE OLIVEIRA PELLOSO, 2012; BORBA, HARTER-MARQUES; CITADINI-ZANETTE, 2012; VIVER DO VERDE, 2021). Se calcularmos o valor da produtividade média de peso seco (294,4 kg/ha) nessa pesquisa (tabela 6) com base na média de preço do quilo vendido em SP, território onde estamos situados, o produtor obterá R\$ 17.075,2, recebendo R\$ 58,00 pelo quilo, e R\$ 20.313,6, se vendê-lo a R\$ 69,00.

As capuchinhas (*Tropaeolum majus* L.), planta de origem andina ou sul-americana, foi uma das escolhidas para esse estudo devido às suas propriedades já conhecidas e às variações de coloração. Buscou-se identificar algumas de suas características agronômicas e fitoquímicas utilizando a anã sortida, que apresenta grande variabilidade genética em relação à cor, desde a branco até a púrpura. Aqui, encontramos as cores amarela, laranja, vermelho, púrpura e salmão.

Tendo em vista que não existe cultivo de cor específica no mercado, estimou-se a produtividade média geral de flores de capuchinha, e, de modo complementar, quantificou-se a produtividade média para cada tonalidade encontrada dentro das parcelas, a fim de mensurar qual cor era mais recorrente na produção (tabela 7)

**Tabela 7 – Valores médios de peso fresco (g), peso seco (g), número de flores e produtividade média de capuchinha. Cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021.**

<b>Produtividade Média em kg.ha-1 de massa fresca</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Peso fresco (g)</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Nº de flores/ m<sup>2</sup></b>
<b>CA</b>	3,79±0,71	0,40±0,04	8,30±0,57
<b>CL</b>	2,44±1,71	0,24±0,18	4,83±3,49
<b>CV</b>	4,67±2,84	0,56±0,40	8,42±5,37
<b>CP</b>	4,24±4,33	0,45±0,46	8,04±7,52
<b>CS</b>	16,75±4,82	1,68±0,52	29,26±8,55
<b>Peso fresco kg.ha-1</b>			
<b>CA</b>	341,1		
<b>CL</b>	219,6		
<b>CV</b>	420,3		
<b>CP</b>	381,6		
<b>CS</b>	1507,5		
<b>Produtividade média geral kg.ha-1</b>	574,2		

CA= capuchinha amarela; CP= capuchinha púrpura; CL= capuchinha laranja; CS= capuchinha salmão; CV= capuchinha vermelha.

Os valores de produtividade média, de peso fresco e seco, encontrados nas flores de capuchinha amarela (341,1 e 36 kg.ha-1), laranja (219,6 e 21,6 kg.ha-1), vermelha (420,3 e 50,4 kg.ha-1), púrpura (381,6 e 40,5 kg.ha-1) e salmão (1507,5 e 151,2 kg.ha-1) correspondem ao cálculo da previsão da estimativa de uma produção individualizada por cor, assim como foi feito para o amor-perfeito e calêndula. Porém, é necessário pautar que ainda não existe no mercado sementes com cores específicas para esta espécie, devido à sua grande variabilidade genética. Estimou-se então, assim como para as demais espécies estudadas neste trabalho, a produtividade média geral (574,2 kg.ha-1) de peso fresco, o qual incluiu todas as cores produzidas na pesquisa dentro mesma área (tabela 7).

Nesse cultivo, as quantidades identificadas foram bem inferiores aos dados encontrados na literatura. A partir deles, considerou-se que os valores exíguos obtidos

na pesquisa podem ter ocorrido devido à baixa quantidade de bokashi (300 g/m<sup>2</sup>) implementada, ao espaçamento adensado de 0,30x0,30 cm e aos altos índices pluviométricos durante o cultivo (figura 2), que associados à irrigação causaram encharcamento e provavelmente afetaram e reduziram a produção.

Tal hipótese é fundamentada no manual de hortaliças não convencionais, segundo o qual as plantas de capuchinha não toleram ambientes encharcados e que o espaçamento adequado para uma maior longevidade e, por conseguinte, produtividade é de 0,50x0,60 cm (MAPA, 2010). Capuchinhas produzidas em sistemas agroflorestais, ao lado de diversas espécies agrícolas, obtiveram produção de 1.191 kg em 24 plantas, sendo adubadas com aproximadamente 700 g de bokashi por berço, um pouco mais que o dobro do que foi utilizado nesse estudo por metro quadrado (LEVY, 2014).

A cama de frango (10 t/ha) também foi utilizada como adubo em experimento e observou-se que a sua aplicação influenciou na maioria das características avaliadas em plantas de capuchinha, principalmente em massa fresca e seca, resultando em uma produtividade de 6.113,26 e 666,61 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Essas informações nos levam a considerar que a adubação foi um fator central para chegarmos aos resultados encontrados (TEIXEIRA, et al. 2004).

No que diz respeito à comercialização da capuchinha, também conhecida chaguinha, nastúrio, flor-de-sangue, agrião-do-méxico, as informações ainda são bem incipientes. Levy (2014) relata que em Florianópolis/SC o quilo foi comercializado a R\$ 312,79. Quando a busca ocorre em sites que vendem a flor a granel em bandejas contendo em torno de 20 flores ou o maço, o preço varia de R\$ 5,00 a quase R\$ 9,00 reais. Considerando uma quantidade aproximada de sete a oito gramas em cada bandeja, o preço do quilo gira em torno de R\$ 1.045,75, sendo esse tipo de venda o mais rentável.

A *Viola-tricolor* ou Amor-perfeito é uma flor muito utilizada de maneira ornamental, mas há pouco tempo sua funcionalidade alimentícia tem sido difundida no Brasil, dadas as suas cores variadas, com tonalidades singulares para corantes, chás, drinks, entre outros. Empregamos o uso das variedades púrpura, laranja, vermelha e roxa, assim como nas demais, e buscou-se avaliar suas características agrônômicas e fitoquímicas.

Os valores encontrados para cada variedade em relação ao seu peso fresco explicitam sua produtividade e sugerem que o cultivo para o comércio de alimentos

pode ser rentável para o agricultor. Na tabela 8, é possível visualizar os valores de peso fresco de cada cultivar: púrpura (616 kg), laranja (64 kg), vermelha (210 kg) e roxa (1152 kg), nessa ordem. As cultivares púrpura e roxa destacaram-se como as mais produtivas e, evidentemente, mais rentáveis.

**Tabela 8 – Valores médios de peso fresco (g), peso seco (g), número de flores e produtividade média de cultivares de amor-perfeito. Cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021.**

<b>Produtividade Média em kg.ha-1 de massa fresca</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Peso fresco (g)</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>N° de flores/ m<sup>2</sup></b>
<b>AP Púrpura</b>	3,08±2,33	0,48±0,35	11,06±8,18
<b>AP Laranja</b>	0,32±0,0,25	0,08±0,08	1,27±0,76
<b>AP Vermelho</b>	1,05±0,42	0,17±0,07	3,05±1,40
<b>AP Roxo</b>	5,76±2,31	0,93±0,36	20,82±7,67
<b>Peso fresco kg.ha-1</b>			
<b>AP Púrpura</b>	616		
<b>AP Laranja</b>	64		
<b>AP Vermelho</b>	210		
<b>AP Roxo</b>	1152		

Fonte: Laboratório de plantas medicinais. APP= amor-perfeito púrpura; APL= amor-perfeito laranja; APV= amor-perfeito vermelho; APR= amor-perfeito roxo.

Quase não há informações sobre a produção de amor-perfeito, mesmo de forma ornamental, o que torna as diretrizes e dados desse trabalho ainda mais valiosos. Não há relatos de venda de flores frescas de amor-perfeito em trabalhos científicos, mercados ou sites. No comércio exterior, em países como Portugal, Espanha e Estados Unidos, essas flores são comercializadas a €12,00 em bandejas com aproximadamente 100 flores frescas (MICROGREENS, 2021). Embora esse mercado ainda seja restrito no Brasil, a procura por essas flores tem aumentado consideravelmente graças à sua versatilidade e emprego na alta gastronomia, despertando o interesse na produção dessa cultura em moldes comestíveis.

#### **4.2 Características fitoquímicas e compostos bioativos das flores de *calêndula officinalis*, *tropaeolum majus* e *viola tricolor***

Os compostos bioativos são integrados por elementos essenciais ao bom funcionamento do nosso organismo. Tratam-se de substâncias químicas encontradas em alimentos de origem animal, vegetal e microrganismos, sendo divididas em grupos específicos, como: terpenos, polifenóis, vitaminas e minerais, carboidratos e derivados, além de ácidos graxos (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI; 2019).

**Tabela 9 - Valores das médias e desvio padrão dos teores de polifenóis (mg de ác. gálico.100g MS), flavonoides (mg de ác. Quercetina.100g MS), DPPH (%) e proteína (%) em flores comestíveis de *Viola-tricolor*, *Tropaeolum majus*, e *Calendula Officinalis*, cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021.**

Flores comestíveis	Características fitoquímicas			
	Polifenóis	Flavonoides	DPPH (%)	Proteína (%)
CAL	555,78±112,38	94,51±6,34	88,36±1,28	13,75±0,63
APL	1113,13±255,64	156,48±4,20	89,49±0,77	-
APP	1204,37±239,21	117,29±9,70	85,64±1,44	11,46±0,36
APV	1122,03±201,32	126,90±14,95	93,12±9,72	12,08±0,36
APR	1695,12±173,19	147,14±15,51	87,76±0,73	12,71±0,36
CA	530,70±33,98	83,32±0,22	89,19±0,51	-
CP	1622,18±57,42	131,51±11,03	75,81±13,75	22,29±1,30
CL	725,00±107,08	93,94±6,82	87,77±0,35	22,29±2,19
CS	778,75±97,67	95,68±6,29	88,34±0,35	21,46±0,36
CV	1151,56±266,55	114,74±10,29	88,44±3,25	23,33±1,30

Cal=calêndula; APL= amor-perfeito laranja; APP= amor-perfeito púrpura; APV= amor-perfeito vermelho; APR= amor-perfeito roxo; CA= capuchinha amarela; CP= capuchinha púrpura; CL= capuchinha laranja; CS= capuchinha salmão; CV= capuchinha vermelha. \* Por falta de material vegetal não foi possível realizar análise da capuchinha-amarela e amor-perfeito laranja para determinação de proteína.

#### 4.2.1 Análises de teor de polifenóis

Os compostos fenólicos fazem parte de um grande grupo onde estão inseridos vegetais, frutas, grãos, produtos industrializados. São responsáveis pela pigmentação e estratégia de defesa das plantas contra ações ambientais e também atuam como antioxidantes alimentícios (preservando os alimentos) e biológicos (protegendo o organismo humano), por causa da sua capacidade de doar elétrons que estabilizam a cadeia reativa e impedem a oxidação (SOARES, 2002; SILVA et al. 2010).

Dentre as características fitoquímicas avaliadas, os polifenóis ou compostos fenólicos totais apresentaram valores relevantes, de modo que as menores médias obtiveram 530,70 e 555,78 mg de ácido gálico em 100g<sup>-1</sup> de matéria seca para capuchinha amarela e calêndula, respectivamente. Mesmo os valores mais baixos dessa pesquisa podem ser considerados significativos quando comparados a espécies utilizadas em saladas (tabela 9).

Baseado em estudo de quantificação de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais, os teores de fenólicos totais expressos em miligrama para rúcula, alface e almeirão orgânicos, vegetais comumente utilizados em saladas, corresponderam a 126,84; 108,72; e 92,15 mg, respectivamente. Quando correlacionados aos convencionais, esses valores diminuem para 90,78; 91,22; e 81,04 mg em rúcula, alface e almeirão, nessa sequência (ARBOS, 2010).

Os maiores resultados foram observados nas flores de amor-perfeito, com destaque para a variedade grande suíça roxa com 1695,12 mg de ácido gálico em 100g<sup>-1</sup> de matéria seca, enquanto a capuchinha de cor púrpura apresentou 1622,18 mg de ácido gálico em 100g<sup>-1</sup> de matéria seca.

Gonçalves, Silva e Almeida Carlos (2019) verificaram o teor de polifenóis em flores de seis diferentes espécies, quais sejam: capuchinha laranja, ora-pro-nóbis, ipê-amarelo, amor-perfeito, couve-flor roxa e couve-flor verde romanesca. As espécies que apresentaram o maior valor de mg por ácido gálico foram a capuchinha laranja e a amor-perfeito, com médias de 3200 e 2900 mg em 100g<sup>-1</sup> de matéria fresca, dados que corroboram o resultado dessa pesquisa. É válido ressaltar que os teores

encontrados podem oscilar de acordo com a variabilidade genética, o clima, a temperatura, a forma de cultivo e o manejo.

Ainda na perspectiva voltada para espécies com grandes quantidades de fenóis, produtos como café e cacau são conhecidos por serem fontes riquíssimas deste composto. Dito isto, de acordo com Abrahão et al. (2010), analisando café verde e torrado encontraram o equivalente a 5430 e 4830 mg, respectivamente, de compostos fenólicos totais, valor superior ao encontrado no amor-perfeito roxo (1695 mg) e Silva et al. (2019) acharam em chocolate amargo processados com cacau o teor de 766,07 mg de fenólicos. Nesse sentido, as flores aqui pesquisadas também podem ser consideradas fontes ricas em fenóis, pois com exceção da calêndula e capuchinha laranja, as demais possuem mais compostos fenólicos que o cacau e um pouco menos da metade do encontrado para o café.

Os compostos fenólicos classificados pela ação benéfica no nosso organismo são amplamente encontrados no reino vegetal (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI; 2019). São antioxidantes naturais, classificados como metabólitos secundários e conhecidos por sua atividade enzimática de bloqueio oxidativo e ação carcinogênica. Daí sua associação ao impedimento ou redução de cânceres, como os de colón, pulmão, mama, pele, fígado e esôfago, além de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas. Também agem na proteção de colágeno, atuam na flexibilização de vasos sanguíneos e prevenção do colesterol LDL (ANGELO; NEUZA, 2007; SKRAJDA, 2017).

#### **4.2.2 Análises de teor de Flavonoides**

Na tabela 9, as flores apresentaram expressivos valores de polifenóis, grande grupo onde estão antocianinas, resveratrol, flavononas, flavonóis (quercetinas, kampeferol, mircetina) etc. Os flavonoides são considerados os fenólicos mais diversos e importantes, pois desencadeiam inúmeros efeitos biológicos dentro e fora do organismo (KAISOON et al., 2011).

Quanto à análise do teor de flavonoides, a tabela 9 expõe valores significativos, expressos em miligramas de quercetina (QE)/100g de matéria seca. A quercetina, por sua vez, é a principal e mais abundante fonte de flavonoide encontrada em vegetais e alimentos em geral (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI, 2019). Considerando que a classe de flavonoides está diretamente ligada ao grupo de compostos fenólicos, os

teores encontrados na tabela 7 corroboram os valores da tabela 9, indicando a presença desses elementos nesse grupo.

Nessa pesquisa, os resultados de flavonoides encontrados em capuchinha, calêndula e amor-perfeito variaram entre 83,32; 94,51 e 156,48 mg de quercetina (QE)/100g por matéria seca, nessa ordem. Os teores revelaram que todas as flores analisadas têm maior quantidade de flavonoides do que a encontrada por Pimentel, Elias e Philippi (2019) em hortaliças comuns, como a alface-crespa (3,97 mg) e a variedade americana (126,63 mg) – valores estes inferiores aos encontrados em flores de amor-perfeito vermelho (126,90 mg), roxo (147,14 mg), laranja (156,48 mg) e capuchinha púrpura (131,51 mg), apresentados na tabela 10. Os teores de quercetina encontrados nas flores analisadas estão acima dos identificados em *Clitória ternatea* (68,90 de flavonoide solúvel em micrograma por grama de matéria seca), de acordo com o estudo realizado para avaliação de compostos fenólicos e antioxidantes em flores comestíveis da Tailândia (KAISOON et al., 2011).

Frutas também são consideradas importantes fontes de compostos bioativos. A acerola e caju, por e.g. são classificadas por apresentarem teores relevantes de flavonóides, no entanto, Lima, et al. (2000), encontraram na acerola 20,22 mg de quercetina/100 g na variedade Inada, valor pelo menos quatro vezes menor ao encontrado nesta pesquisa (tabela 9) e no caju Huber; Rodriguez-Amaya (2008), encontraram o teor de 129,69 mg no *clone END 189* e 114,87 mg de quercetina/100 g no *clone END 329*, os quais se assemelham aos descobertos aqui. Tais resultados atestam que as espécies de flores analisadas são fontes relevantes quando se trata de flavonoides.

Resultados interessantes também foram encontrados para cebola (11,8 mg) e maçã (14,13 mg) in natura cultivadas de forma orgânica, as quais apresentaram valores bem inferiores aos encontrados nesta pesquisa onde o menor valor foi de 83,32 mg em capuchinha amarela (tabela 9) (SAVI, et al. 2017).

#### **4.2.3 Análises de teor de Atividade Antioxidante pelo método DPPH**

Com relação ao DPPH, molécula de coloração violeta descrita como radical livre estável, as flores comestíveis têm apresentado resultados surpreendentes para a ação antioxidante, já detectada por inúmeros pesquisadores e ratificada por essa pesquisa. Ressalte-se que o método empregado no estudo é bastante usual e

eficiente, consistindo em revelar a capacidade antioxidante do material analisado quando esta age sobre o radical DPPH e inibe as suas ações reativas em 50%, comprovando sua efetividade.

No organismo humano, elas ainda neutralizam a ação dos radicais livres que provocam doenças e envelhecimento precoce. Já nas flores, os antioxidantes têm função fundamental, pois aumentam a vida delas e retardam a senescência, dificultando os ataques dos radicais livres às suas biomembranas (JANARNY; RANAWEERA; GUNATHILAKE, 2021).

Ao analisar a Atividade Antioxidante (AA) ou DPPH, das flores comestíveis em questão, foi possível observar percentuais significativos nos valores das amostras. Nota-se que todos os padrões analisados foram superiores a 70% de AA, o maior deles encontrado em amor-perfeito vermelho (93,12%) e o menor em capuchinha-púrpura (75,81%), conforme pode ser visualizado na tabela 9.

As características fitoquímicas de antioxidantes aqui estudadas revelaram percentuais mais altos do que hortaliças consideradas comuns, segundo as encontradas por Melo et al. (2006) no comércio local do Recife, a exemplo de: vagem (54,96%), cebola branca (49,71%), cenoura (42,64%), chuchu (6,71%) e pepino (12,67%). Por outro lado, a cebola roxa (70,70%), a couve-flor (87,52%), couve-folha (91,63), o espinafre (79,74%) e o tomate (92,92%) apresentaram percentuais aproximados aos desse estudo (ver tabela 9).

Todos os percentuais de AA encontrados nas flores investigadas têm alta aptidão para deter a oxidação provocada pelos agentes reativos, ou seja, mostram excelente poder antioxidante. Tais dados são respaldados por Melo et al. (2006), os quais atestam que valores acima de 70% são considerados ótimos na captura de radicais livres, entre 60% e 70% são moderados e abaixo de 60%, inferiores.

Todas as flores de calêndula, capuchinha e amor-perfeito aqui estudadas apresentaram resultados superiores quando comparadas às de *Hibiscus rosa-sinensis* (mimo-de-vênus ou hibisco-vermelho), 55,97%, e *Hibiscus syriacus* (hibisco-da-síria ou hibisco-branco), 37,90%, encontrados por Silva, Wiest e Carvalho (2016). Quando associadas às flores de malvaisco (86,69%), o resultado encontrado por Machado, Azevedo e Jacques (2018) mostrou-se superior apenas ao da capuchinha púrpura (ver tabela 9).

Nesse estudo, as calêndulas (88,36%) apresentaram valores superiores ao das calêndulas (80,4%) produzidas no Sri Lanka, país ao sul da Índia. Pode-se inferir que

os diferentes percentuais relativos à mesma planta se devem à diferença de tratos culturais, clima, temperatura, altitude, entre outros aspectos (JANARNY; RANAWEERA; GUNATHILAKE, 2021).

#### **4.2.4 Análise de Teor de Proteína**

O consumo de flores ainda não está amplamente disseminado no hábito alimentar da população brasileira, mesmo que elas sejam riquíssimas em vários elementos, inclusive em proteínas, de acordo com os dados dessa pesquisa. De acordo com a resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 54, de 2012 (BRASIL, 2012), alimentos que contêm no mínimo 6% de proteína podem ser considerados fonte proteica, já quando esse valor salta para 12%, o produto (alimento, vegetal ou animal) é tido como de alto conteúdo proteico.

Dito isso, verificou-se nesse trabalho altos teores de proteínas para as espécies estudadas, variando entre 12,08% em amor-perfeito vermelho, 13,75% em calêndula e 23,33% na capuchinha-vermelha em 100g de matéria seca (tabela 9), cenário este que ratifica a excelente taxa proteínada dessas flores como alimento, à exceção do amor-perfeito púrpura (11,46%), que se manteve abaixo do valor de 12%, mas acima dos 6%, o que lhe certifica a condição de alimento fornecedor de proteína (tabela 9).

As flores estudadas têm valores de proteínas que chegam a ser dez vezes maiores quando comparadas a hortaliças folhosas de consumo frequente, como acelga (2,28%), alface (2,29%) e couve (2,82%), rendimentos identificados por Pereira et al. (2016). Essa descoberta reforça sua relevância como fonte alimentar que pode ser inserida em dietas de forma complementar para enriquecimento proteico quando associadas a outros alimentos com altos teores de proteína, podendo inclusive, serem ótimas alternativas para regimes veganos e vegetarianos. Isso porque suas possibilidades de escolha ampliam-se para além do ora-pro-nóbis (hortaliça não convencional tida como alta fonte de proteína), visto que as flores são de fácil cultivo, tornando seu acesso ainda mais simples.

Conforme Souza, Liberato e Da Silva Teixeira (2021), os valores de proteína encontrados em flores de capuchinha não ultrapassaram 1,99g em 100g de matéria seca. De modo semelhante, teores aproximados também foram registrados por De Lima Franzen et al. (2016) quanto à capuchinha (1,48 g) e à calêndula (1,18 g). Entretanto, nesse estudo foram encontrados valores extremamente superiores para as

flores das espécies avaliadas (tabela 9). Essa discrepância pode ser explicada com base em condições citadas anteriormente, como ações climáticas, altitude, temperatura e tratos culturais.

Quando comparados a hortaliças não convencionais, valores semelhantes aos das capuchinhas púrpura (22,29%), laranja (22,29%), salmão (21,46%) e vermelha (23,33 %) foram encontrados por Kinupp e Barros (2008) em picão-preto (*Bidens pilosa*), 21,27%, assa peixe (*Boehmeria caudata*), 24,15%, e paineira (*Ceiba speciosa*), 21,27%. Com base nesses dados, pode-se assegurar que o consumo desses vegetais é altamente benéfico e enriquecedor para o nosso organismo. Outrossim, seu cultivo também tem representado uma fonte de renda para muitas famílias.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), fontes proteinadas como a carne bovina preparada na forma de almôndegas fritas (18,2%) e o feijão preto (4,5%), alimentos habitualmente consumidos pelos brasileiros, apresentaram teores proteicos inferiores aos das flores avaliadas. De acordo com o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, pela RDC nº 269 (ANVISA, 2005), a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína é 50 g para adultos e no caso de gestantes e lactantes esse índice aumenta para 71 g. Ainda conforme a ANVISA (1998), para um alimento ser considerado alta fonte de proteína, o fornecimento dessa substância deve ser de 20% na IDR em uma porção de 100 g. Assim sendo, os valores de proteína nas flores analisadas variaram de 11,46% a 23,33% g em 100g de matéria seca (tabela 9), atestando o alto potencial alimentício das espécies estudadas.

#### **4.2.5 Análises de teores de minerais (macro e micronutrientes) em flores comestíveis**

Os minerais são amplamente encontrados na natureza e são essenciais para o bom funcionamento do nosso organismo; a sua ingestão diária se faz necessária uma vez que, o corpo perde nutrientes diariamente que precisam ser repostos por meio da alimentação de forma imediata porque os nutrientes fazem parte da composição do corpo humano, principalmente cálcio e fósforo que somam 2,5% dos 4% referentes aos minerais no organismo, restando 1,5% para os demais (KINUPP E BARROS, 2008; DAIUTO et al., 2015).

Posto isto, apesar da sua importância em relação ao corpo humano as informações sobre como interagem com outros elementos, são biodisponibilizados e suas formas de preparos ainda são incipientes, mesmo para plantas convencionais (KINUPP E BARROS, 2008). Logo, os dados obtidos nesta pesquisa contribuem para desvendar os teores de minerais em espécies ainda pouco estudadas nesse seguimento.

Os valores de quantificação das espécies de flores analisadas foram expressos em g/kg para macronutrientes e mg/kg para micronutrientes. Dentre os macroelementos foram avaliados: fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Entre os micros, foram: boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), os quais estão apresentados na tabela 10.

**Tabela 10 - Valores das médias e desvio padrão dos teores de minerais em flores comestíveis de *Viola-tricolor*, *Tropaeolum majus*, e *Calendula Officinalis*, cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021.**

Flores comestíveis	Minerais									
	Macronutrientes g/kg					Micronutrientes mg/kg				
	P	k	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
APR	4,12±0,32	21,73±1,65	2,67 ±0,25	2,87 ±0,25	1,54 ±0,14	48,39±7,15	5,67±0,58	125,00±11,27	44,00±4,58	40,33±1,53
APP	3,63±0,23	19,03±1,50	2,13±0,15	2,67±0,12	1,45±0,10	55,75±1,62	5,00±0,00	236,00±39,95	32,00±5,57	46,00±5,29
APV	3,52±0,13	17,97±0,87	2,53±0,21	2,80±0,17	1,51±0,13	67,53±1,89	5,00±0,00	162,00±28,62	42,00±1,00	45,33±1,15
CP	6,13±0,15	27,13±1,78	2,20±0,61	3,67±0,32	3,26±1,46	52,90±6,19	6,67±1,53	196,00±51,47	23,00±2,00	59,33±3,21
CS	6,30±0,00	29,20±0,75	2,57±0,42	3,87±0,06	2,48±0,31	37,80±2,59	6,67±0,58	211,00±11,79	21,67±1,53	58,67±4,04
CV	6,25±0,12	26,13±0,12	2,00±0,00	3,67±0,12	2,54±0,33	42,15±7,23	6,00±0,00	302,00±93,79	20,33±0,58	53,00±3,46
CL	6,38±0,00	25,97±0,55	2,00±0,00	3,30±0,10	2,61±0,42	43,92±10,01	6,67±1,53	175,33±21,22	18,00±2,65	54,67±7,23
CAL	2,36±0,26	24,60±1,78	2,13±0,32	2,77±0,21	1,00±0,00	68,12±8,00	8,00±0,00	883,67±755,23	23,00±5,00	22,00±2,65

Fonte: Laboratório de análises de solos. Cal= calêndula; APP= amor-perfeito púrpura; APV= amor-perfeito vermelho; APR= amor-perfeito roxo; CP= capuchinha púrpura; CL= capuchinha laranja; CS= capuchinha salmão; CV= capuchinha vermelha. \*Por falta de material vegetal não foi possível realizar análise da capuchinha-amarela e amor-perfeito laranja

Para os macronutrientes, observou-se uma variação de valores de acordo com cada espécie, de 2,36 a 6,38 g/kg de fósforo, 17,97 a 29,20 g/kg de potássio, 2,0 a 2,67 g/kg de cálcio, 2,67 a 3,87 g/kg de magnésio e 1,00 a 3,26 g/kg de enxofre. Esses resultados indicam que as espécies estudadas são fontes riquíssimas de macro e microminerais, a começar pelo boro, que variou entre 37,80 e 68,12 mg/kg, seguido pelo cobre (5,00 a 8,00 mg/kg), ferro (125,00 a 883,67 mg/kg), manganês (18,00 a 44,00 mg/kg) e zinco (22,00 a 59,33 mg/kg).

De acordo com o Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2005), pela RDC Nº 269, recomenda-se a ingestão diária de minerais por indivíduos de diferentes grupos populacionais. Conforme Cozzolino (1997), em estudo realizado em algumas regiões do país contabilizando a ingestão diária de nutrientes em dietas brasileiras, constatou-se que o cálcio ainda é insuficiente na maioria dos casos e o ferro, embora com variações, ainda é baixo em alguns grupos, como idosos em casa de repouso. A ingestão de zinco está bem abaixo na alimentação dos grupos de baixa renda e idosos.

Primavesi (2016) comenta em *Manual do solo vivo* que 7% da massa corporal do ser humano é composta por minerais, por isso existe a necessidade genética de ingestão desses nutrientes para o bom funcionamento do organismo. No que se refere ao cobre, a falta dele ou o pouco recebimento na dieta de uma mulher grávida, por exemplo, pode retardar (ou mesmo impedir) o desenvolvimento do motor cerebral do feto, levando a criança a nascer paraplégica. Se o manganês está em quantidades abaixo do normal no organismo, a deficiência pode ser incapacidade ou algum tipo de deformação motora. No caso do zinco, se uma pessoa recebe menos que a quantidade prevista geneticamente para o bom funcionamento daquele organismo corre-se sério risco de apresentar deficiência intelectual, mas se ele for adicionado à alimentação poderá reverter o quadro e resultar em recuperação total. Ou seja: a quantidade de minerais que uma pessoa necessita é geneticamente codificada e está relacionada, em comum, à sua família.

O Ministério da Saúde recomenda, através da RDC nº 269 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2005), a ingestão diária de 700 mg de fósforo, 1000 mg de cálcio, 14 mg de ferro, 260 mg de magnésio, 7 mg de zinco, 900 µg de cobre e 2,3 mg de manganês. Todos esses valores são similares aos encontrados nesse trabalho, mais uma razão que faz das flores uma possibilidade atrativa e saudável para a dieta de seres humanos, potencializando, inclusive, a ingestão de minerais.

Para as flores avaliadas nessa pesquisa, observou-se o valor de 638 mg/100 g de fósforo em flores de capuchinha-laranja, quase o valor da ingestão diária recomendada; na capuchinha-salmão verificou-se 2,900 mg/100 g de potássio; no amor-perfeito roxo, o valor foi de 267mg/100 g para cálcio; nas flores de calêndula identificou-se 88,37mg/100g de ferro, valor quase seis vezes maior do que o recomendado para ingestão diária, ou seja, 15,75 g de flores de calêndula supri a ingestão diária de ferro; para magnésio foi registrado o valor de 387 mg/100g na capuchinha-salmão, quase duas vezes o valor do IDR; em relação ao zinco, encontrou-se na capuchinha-púrpura a quantidade de 5,93mg/100 e, por fim, observou-se manganês 4,4mg/100g na amor-perfeito roxo. Todos esses valores são extremamente relevantes, sejam eles superiores ou não, pois se tratando de flores, com poucas quantidades pode-se obter um plus nutricional na alimentação, diante dos valores de minerais encontrados.

Comparando a composição nutricional das flores com folhosas de plantas alimentícias não convencionais, Botrel, et al. (2020), encontraram valores bem inferiores ao desta pesquisa se tratando de potássio (1797 mg) e ferro (125 mg), respectivamente, em ora-pro-nobis (322,98 e 1,33 mg), caruru (304,47 e 2,07 mg), almeirão roxo (533,85 e 0,98 mg), major gomes (493,43 e 1,89 mg) e jambu (230,14 e 3,80 mg), o que confirma o alto potencial nutricional das flores pesquisadas neste trabalho.

#### **4.3 Determinação de fatores antinutricionais**

Os fatores antinutricionais são compostos que fazem parte de uma vasta gama de alimentos que vêm sendo amplamente pesquisados e discutidos, pois algumas classes de elementos podem gerar intoxicações ou reações indesejadas e interferir na digestibilidade e biodisponibilidade de alguns nutrientes, reduzindo seu valor nutritivo (SANTOS, 2006; CAMPOS et al., 2011).

Na tabela 11, estão apresentados os valores médios para nitrato, tanino e oxalato, analisados na matéria seca das flores. De acordo com os valores expostos, foi possível observar que o amor-perfeito laranja (0,38 mg/100 g) teve a menor concentração de nitrato, ao passo que o amor-perfeito vermelho obteve 1,06 mg/100 g. Com relação aos taninos, as concentrações variaram de 242,13 a 769,98 mg/100 g

em calêndula e amor-perfeito laranja, respectivamente. O oxalato oscilou entre 2,49 e 10,99 g/100 g em calêndula e amor-perfeito roxo, nessa ordem.

**Tabela 11 - Valores das médias e desvio padrão da quantificação de fatores antinutricionais em flores comestíveis de *Viola-tricolor*, *Tropaeolum majus* e *Calendula Officinalis*, cultivadas na FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021.**

<b>Características fitoquímicas</b>			
<b>Flores comestíveis</b>	<b>Nitrato Mg/100g</b>	<b>Tanino Mg/100g</b>	<b>Oxalato g/100g</b>
<b>Cal</b>	0,55±0,03	242,13±8,15	2,49±0,60
<b>APP</b>	0,96±0,01	508,35±97,64	9,67±1,29
<b>APR</b>	0,90±0,09	669,54±15,05	10,99±0,29
<b>APV</b>	1,06±0,10	509,07±104,24	5,40±0,09
<b>APL</b>	0,38±0,05	769,98±16,53	3,48±0,10
<b>CL</b>	0,49±0,03	399,51±110,79	5,32±0,40
<b>CP</b>	0,75±0,04	490,45±35,26	6,50±0,25
<b>CS</b>	0,83±0,08	506,52±7,29	8,54±1,23
<b>CV</b>	0,83±0,02	582,30±52,88	6,61±1,21

Fonte: Laboratório de plantas medicinais. Cal= calêndula; APP= amor-perfeito púrpura; APR= amor-perfeito roxo; APV= amor-perfeito vermelho; APL= amor-perfeito laranja; CL= capuchinha laranja; CP= capuchinha púrpura; CS= capuchinha salmão; CV= capuchinha vermelha. \*Por falta de material vegetal não foi possível realizar análise da capuchinha-amarela.

As plantas de maneira geral são fonte de nitrato (80 a 90%) e os vegetais como: frutas, tubérculos, folhas, em particular as hortaliças verdes folhosas concentram cerca de 70% desse antinutricional. Tendo em vista que as hortaliças são vegetais presentes na dieta, principalmente na infantil e sabendo que estes acumulam grandes teores de nitrato, principalmente em cultivos convencionais, surge a necessidade da produção de vegetais com baixa ou mínimo teor de nitrato, para que assim diminua o risco a saúde provocado por essa substancia, principalmente em crianças (RATH; XIMENES; REYES, 1994; DE JESUS BENEVIDES et al., 2011; OLIVO E RIBEIRO, 2018).

Segundo Kreutz et al. (2012), a Organização Mundial de Saúde (OMS) indica uma dose diária de 3,65 mg de íon de nitrato por kg de massa corporal, isto é, para uma pessoa que pesa 50kg, recomenda-se que a ingestão de nitrato não seja superior

a 182,5 miligramas. A ingestão além do recomendado para nitrato pode causar danos à saúde, como por exemplo: câncer gástrico (OLIVO E RIBEIRO, 2018).

No Brasil não há legislação que regulamente o limite de nitrato para as culturas, no entanto, a Comunidade Europeia tem limites específicos para os teores de nitrato na produção de hortaliças, a exemplo da alface que varia de 4.500 a 3.500 mg kg<sup>-1</sup> dependendo da forma que se é produzida (DALVA; DOURADO NETO; PAULUS, 2012).

Na tabela 11, o maior valor encontrado para nitrato em 100 g foi da flor de amor-perfeito vermelha, que atingiu 1,06 mg em 100 g de matéria seca, levando à conclusão de que os valores encontrados são bem inferiores ao recomendado para consumo pelos organismos internacionais de saúde. Se tomamos como referência uma pessoa adulta pesando 50 kg, todas as flores analisadas são indicadas e seguras para ingestão, sem riscos de intoxicação.

Hortícolas como alface (233 mg), espinafre (247 mg), salsinha (138 mg), brócolis (101,4 mg), beterraba (328,8 mg) e rabanete (260 mg) contêm mais de 100 mg de nitrato por 100 g de matéria fresca, valores que mudam de vegetal para vegetal verde folhoso (WALKER, 1990). No estudo de Santos (2006) com brócolis, couve-flor e couve, nos quais foram analisadas matéria fresca e seca, observou-se que após o cozimento das folhas, os teores de nitrato diminuíram em folhas de brócolis (430,42 a 157,94 mg) e couve (380,12 a 161,12 mg) em 100 g de matéria seca. A couve-flor permaneceu com 78,14 mg de nitrato em 100g de peso seco.

Vegetais, quando analisados em cultivos convencionais e orgânicos, costumam apresentar diferenças consideráveis em relação aos níveis de nitrato, como os resultados encontrados por Kreutz et al. (2012) para beterraba orgânica (132,8 mg) e convencional (205,6 mg), cenoura orgânica (82,70 mg) e convencional (106,6 mg) e espinafre orgânico (142,45 mg) e convencional (187,58 mg). Isso ocorre devido ao uso de fertilizantes nitrogenados nos cultivos, principalmente nos convencionais, visto que o nitrogênio é um elemento essencial para o desenvolvimento das culturas em geral. Do mesmo modo, observa-se isso, de maneira natural, nos vegetais, por isso é comum que disponham de quantidades relativas de nitrato (WALKER, 1975). Portanto, é previsível que os resultados encontrados para nitrato (tabela 11), nessa pesquisa, apontem quantidades menores em função da produção das flores terem sido cultivadas organicamente.

Os taninos, composto considerado antinutricional e bastante encontrado em alimentos, principalmente em cereais e leguminosas, atuam em processos metabólicos correspondentes à cor, à adstringência e ao aroma presentes em dietas de humanos e animais monogástricos e, quando ingeridos, podem danificar a mucosa, diminuir a digestibilidade de proteínas, carboidratos e minerais, além de ocasionar outros efeitos tóxicos sistêmicos (GILANI; COCKELL; SEPEHR, 2005; CARVALHO et al., 2006; DELFINO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010).

Essa substância pertence a um dos maiores grupos dentro dos compostos fenólicos, permeia cientificamente entre química e botânica e, possui funções importantes nos vegetais ligados a estresses ambientais (OLIVO E RIBEIRO, 2018).

Nutricionalmente são considerados indesejáveis e pode acarretar uma série de doenças a exemplo do câncer e/ou até levar a morte, no entanto, pesquisadores também sugerem que a mesma substância pode ter caráter anticarcinogênico dado o exemplo dos japoneses com o consumo do chá-verde rico em compostos fenólicos e taninos e ainda assim apresentam baixo risco de câncer gástrico, pois estes também podem ser captadores de radicais livres, estabilizando as moléculas, o que levou estudiosos a crerem que os taninos tem duplo efeito: seja benéfico quimiopreventivo ou no desenvolvimento de doenças carcinogênicas ou de efeitos antinutricionais (MONTEIRO et al., 2005).

No que se refere ao composto tanino nas flores investigadas, elas apresentaram valores entre 242,13 e 769,98 mg (tabela 11), o que pode lhes conferir características adstringentes ou o famoso “amarrando a língua”. Isso decorre por causa dos taninos que precipitam as proteínas, gerando essa sensação gustativa (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Apesar da literatura já conter materiais relevantes sobre o ácido tânico, ainda são incipientes tais informações relacionados a flores comestíveis e hortaliças convencionais. Contudo, Viana et al. (2015) encontraram taninos condensados em hortaliças não convencionais em: caruru 1,64 mg (*Amaranthus viridis* L.), azedinha 5,56 mg (*Rumex acetosa* L.) e cansaço 1,49 mg (*Urera caracasana*). Os teores identificados por Viana et al. (2015) foram mínimos, do que podemos conjecturar a ocorrência de um sabor mais agradável para essas hortícolas do que para as flores ora avaliadas (tabela 11).

De acordo com Scárdua, et al. 2021, a concentração de tanino se apresenta de forma expressiva quando as espécies são cultivadas em solos pouco férteis, ácidos e

os teores tendem a se concentrar nas partes mais expostas ao sol. Posto isto, é importante ressaltar que as flores desta pesquisa foram cultivadas numa região de solos ácidos, com histórico de pasto anteriormente a este cultivo e a pleno sol; embora a acidez tenha sido corrigida, os dados sobre a concentração de tanino nas flores respaldam a informação dada por Scárdua, et al. 2021, anteriormente.

No tocante ao composto oxalato ou ácido oxálico, cristal branco sólido pouco solúvel em água, é considerado pouco tóxico, uma vez que a dose letal mínima para um adulto é acima de 5g (GUIL et al., 1996). Em contrapartida Higashijima, et al. 2020, considera o oxalato uma substância tóxica que representa risco importante a saúde pois este não pode ser metabolizado pelo organismo humano.

O oxalato é extremamente abundante nas plantas, porém considerando o teor para se ter uma dose letal, as concentrações encontradas nos vegetais são baixas, no entanto, historicamente, durante a primeira guerra mundial, o ruibarbo causou a morte de alguns soldados que se alimentavam de suas folhas (HIGASHIJIMA, et al. 2020).

Este ácido também é presente em diversos alimentos de origem vegetal e quando se liga ao ferro e ao cálcio forma oxalato ferroso e de cálcio. O ferroso, apesar de ser absorvido pelo nosso organismo, torna o ferro indisponível e este é excretado pela urina. No entanto, o ácido oxálico, quando se complexa com o nutriente cálcio, que também se torna pouco disponível, forma o oxalato de cálcio, composto que não é expelido pela urina e seu acúmulo pode causar cálculos renais (BENEVIDES et al., 2013; OLIVEIRA; KAMONSEKI; ROSTELATO-FERREIRA, 2017).

Dito isto, percebeu-se nessa pesquisa que a flor amor-perfeito roxa (10,99 g), variedade que obteve maior quantidade de oxalato, não estaria apta à ingestão se fosse um vegetal consumido em quantidade superior a 50 g por refeição, como a alface, por exemplo. Tendo em vista que o seu consumo abrange chás, drinks, adornos em saladas e bolos, a consumação acaba não atingindo valores maiores que 12 g de flores, o que equivaleria a 1,38 g de oxalato em 100 gramas de flores secas.

De acordo com os valores encontrados por Guil et al. (1996) para hortaliças não convencionais, caruru (*Amaranthus viridis* L.) 0,96g/100g, tanchagem (*Plantago major* L.) 0,067g/100g e fedegosa (*Chenopodium album* L.) 1,1 g/100 g apresentaram taxas ínfimas de ácido oxálico em relação às flores aqui pesquisadas, visto que o menor valor encontrado nas espécies analisadas foi de 2,49 g em 100 g de matéria seca em calêndula (tabela 11). Ainda assim, sendo esses valores relativamente significativos,

o consumo se torna seguro devido à ingestão de baixas quantidades das espécies em questão.

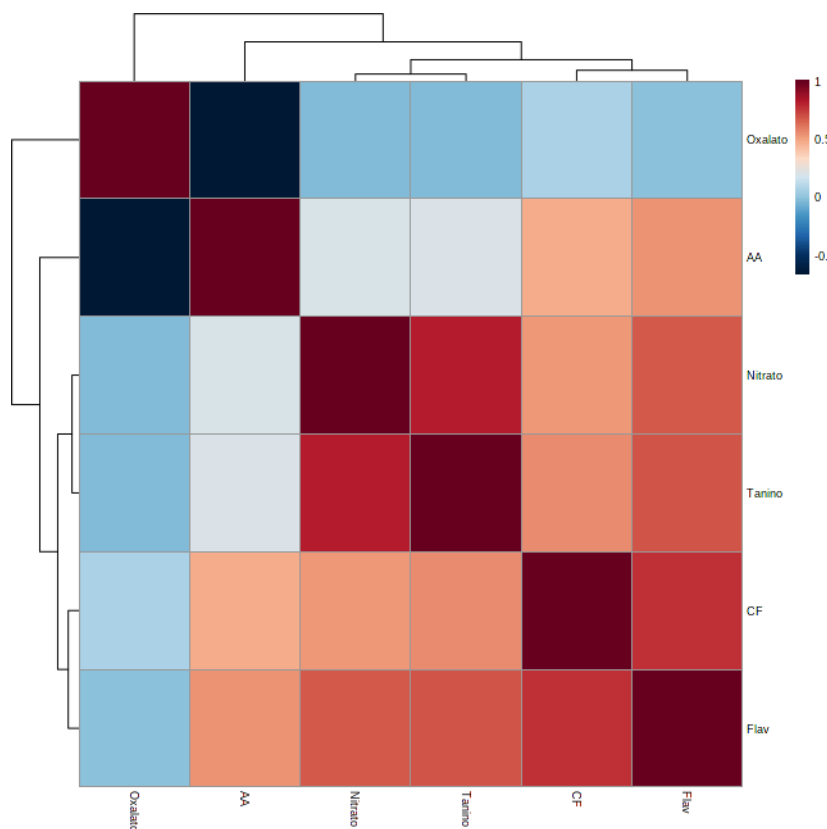
Valores superiores ao desta pesquisa foi encontrado por Higashijima, et al. 2020, no fruto do cacau, matéria-prima bastante consumida em forma de chocolate, a qual possui 500mg de ácido em 100g.

De oliveira, Kamonseki, Rostelato-Ferreira, 2017, igualmente concorda sobre a importância de se ter quantidades mínimas nos teores antinutricionais, para que isso proporcione um alimento seguro, nutritivo e que não interfira na biodisponibilidade de seus nutrientes, pois o oxalato é facilmente liberado quando submetido a processos de cozimentos ou repetidamente lavados.

#### **4.4 Avaliação e convergência de compostos bioativos através de análise multivariada das flores comestíveis estudadas**

As análises multivariadas das flores permitiram estudar simultaneamente três espécies, quatro cultivares e suas características, enriquecendo o trabalho e contribuindo para elucidar, relacionar e comparar as variáveis entre si. A atividade antioxidante se correlacionou de forma direta e inversamente proporcional com todas as variáveis analisadas dando subsídio para melhor compreensão dos dados obtidos através das interações.

**Figura 3 – Heatmap: correlação entre os compostos bioativos oxalato, atividade antioxidante (AA), nitrato, tanino, compostos fenólicos (CF) e flavonoides (FLAV) analisados a partir das flores comestíveis de *Viola-tricolor*, *Tropaeolum majus*, e *Calendula Officinalis*, cultivadas FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2021**



flav= flavonoides; aa = atividade antioxidante; cf= compostos fenólicos;

Nota-se no mapa de calor (figura 4) a visualização dos compostos e as interações entre as variáveis analisadas: antinutricionais (tanino, nitrato e oxalato), Atividade antioxidante (AA), compostos fenólicos (CF) e flavonoides (FLAV). Neste gráfico observa-se a relação direta e inversamente proporcional entre as substâncias; no caso da coloração vermelho intenso a relação é direta e a azul intenso é inversamente proporcional.

Logo, a figura 4 valida de forma positiva a interação entre as ações antioxidantes de forma proporcionalmente direta entre compostos fenólicos e flavonoides. Tendo

em vista a forte correlação dessas variáveis, nota-se que possivelmente a ação antioxidante conferida aos materiais avaliados esteja sendo transferidas pelos dois compostos anteriormente citados. Ainda sobre a atividade antioxidante, esta, tem uma correlação inversamente proporcional com o oxalato e isso se deve supostamente ao mecanismo de defesa das plantas, nas quais investem em formar mais compostos bioativos como CF e FLAV que conferem a ação antioxidante para sua defesa.

De acordo com De Almeida Souza et al., 2020, o desenvolvimento formativo das plantas independe dos metabolitos secundários produzidos por elas, porém, estes se fazem necessários para o desenvolvimento de diversas funções estratégicas de proteção para os vegetais.

Os flavonoides também tiveram relação expressiva com a atividade antioxidante. Segundo Degáspari e Waszczyński, 2004, a distribuição deste composto está relacionada a luminosidade, ou seja, plantas cultivadas a pleno sol tem a maior probabilidade de desenvolver uma grande concentração de flavonoides quando comparadas a plantas cultivadas em estufa, que tem sua incidência luminosa reduzida. Essa informação corrobora com os resultados encontrados na pesquisa e demonstrados no mapa de calor, o qual apresenta uma quantidade expressiva de flavonoides.

Com relação a tanino e nitrato, estes tiveram relação inversamente proporcional quando correlacionados com AA. De acordo com heatmap (figura 4), enquanto menor a atividade antioxidante, maior as concentrações desses antinutricionais (nitrato e tanino). Esse resultado traz a ideia que as flores concentraram suas ações biológicas dentro do grupo de composto fenólicos como estratégias defensivas.

Sobre taninos, tal composto apresenta funções importantes nos processos fisiológicos, químicos e biológicos quando se trata de desenvolvimento de plantas protegendo-as principalmente contra ataques herbívoros (SCÁRDUA, et al. 2021). Essa afirmação reforça a hipótese de que as espécies estudadas efetivamente acumularam e centralizaram os compostos produzidos para resistência contra patógenos e microrganismos.

Quanto aos nitratos, visualizou-se também uma coloração expressiva dentro da escala do vermelho, o qual significa uma concentração considerável deste composto. É sabido que os vegetais em sua maioria possuem compostos nitrogenados e que estes são absorvidos e sintetizados de formas variadas pelas plantas; quando

cultivados de maneira convencional essa concentração tende a aumentar consideravelmente pois, são submetidos a grandes quantidades de insumos nitrogenados químicos sintéticos.

Segundo Olivo e Ribeiro, 2018, as espécies vegetais que possuem grandes quantidades de nitrato também são ricas em antioxidantes (fenólicos e vitaminas), o que as resguardam de reações químicas indesejadas.

Dito isto, constatou-se amiudadamente que as variáveis analisadas foram fundamentais no processo de desenvolvimento das flores, assim como, são fontes importantíssimas na dieta humana e, os antinutricionais que também se mostraram visíveis no mapa, neste caso, não causarão interferência ou algum tipo de intoxicação no organismo humano pois suas concentrações são baixas. Os valores para antinutricionais podem ser conferidos na tabela 11.

## 5 CONCLUSÃO

As flores secas de calêndula se destacou como a mais produtiva e mais vantajosa, enquanto nas flores frescas, a capuchinha ainda que não tenha obtido a maior produtividade, é a que se mostra mais lucrativa em termos de valores de mercado.

Com relação as características fitoquímicas: polifenóis, flavonoides e atividade antioxidante, todas mostraram resultados relevantes para as espécies estudadas.

No que se refere aos índices de proteína e macro e micronutrientes revelou-se que as flores comestíveis são extraordinariamente proteinadas, ultrapassando valores de 20% de proteína em flores de capuchinha, além de serem nutritivas.

Os fatores antinutricionais que estão presentes em plantas de modo geral e podem vir a prejudicar o organismo de acordo com a ingestão, neste caso não afeta as flores aqui pesquisadas. Verificou-se que a ingestão pode ser segura pois os valores encontrados são inferiores ao que causariam uma possível intoxicação.

Portanto, a produção de plantas hortícolas dentro do nicho de flores comestíveis se mostrou economicamente viável e altamente nutritiva se cultivada dentro dos preceitos da agricultura orgânica, com base nos resultados de peso fresco, seco, número de flores, composto bioativos e seus aspectos físico-químicos estas flores se destacam em rentabilidade e potencial nutricional quando correlacionadas a hortaliças tida como comuns.



## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, Sheila Andrade et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 414-420, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, de 22 de setembro de 2005**. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html). Acesso em: 04 out. 2021.
- ALEMAN, Catariny Cabral; MARQUES, Patricia Angélica Alves. Manejo e viabilidade econômica da irrigação no cultivo de *Calendula officinalis* L. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 29-29, 2016.
- Alimentos funcionais e compostos bioativos**/Organização Carolina Vieira de Mello Barros Pimentel, Maria Fernanda Elias, Sonia Tucunduva Philippi. -1. Ed. – Barueri [SP]: Manole, 2019.
- AL-WAHSH, I. A.; WU, Y.; LIEBMAN, M. **A comparison of two extraction methods for food oxalate assessment**. **J. Food Res.**, v. 1, n. 2, p. 233-239, 2012.
- ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. Compostos fenólicos em alimentos-uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impresso), v. 66, n. 1, p. 01-09, 2007.
- ARBOS, Kettelin Aparecida et al. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 501-506, 2010.
- BARBOSA, W. R. L.; QUIGNARD, E.; TAVARES, I. C. C. et al. Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais. **Revista Científica**, v. 4, n. 5, p. 1-19, 2004.
- BENEVIDES, CM de J. et al. Efeito do processamento sobre os teores de oxalato e tanino em maxixe (*Cucumis anguria* L.), JILÓ (*Solanum gilo*), feijão verde (*Vigna unguiculata* (L.) E feijão andu (*Cajanus cajan* (L.) Mill SP) Effect of processing on oxalate and tannin. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 3, p. 328, 2013.
- BONILLA, Sañaicela; MARGOTH, Carmen. **Alternativas de Producción Culinaria Vegetariana con Flores Comestibles y su Aceptabilidad, 2011**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- BORBA, Elder Tschoseck; HARTE-MARQUES, Birgit; CITADINI-ZANETTE, Vanilde. Produção orgânica de calêndula: um estudo de caso. **Ciência Rural**, v. 42, p. 2099-2104, 2012.
- BOTREL, Neide et al. Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, **Resolução RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais / **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo**. – Brasília: Mapa/ACS, 2010. 92 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Manual de hortaliças não convencionais**. Brasília, 2010. 92 p.

CAMPOS, Adnny Fernanda Lima et al. Identificação e análise dos fatores antinutricionais nas possíveis interações entre medicamentos e alimento/nutrientes em pacientes hospitalizados. **Einstein** (São Paulo), v. 9, p. 319-325, 2011.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p.71-80, 1975.

CLARO, Danny Pimentel; DOS SANTOS, Antônio Carlos; DE OLIVEIRA CLARO, Priscila Borin. Um diagnóstico do agregado da produção de flores do Brasil. **Ornamental Horticulture**, v. 7, n. 1, 2001.

COUTO, Andréa Boldarini; RAMOS, Luíz Antonio; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. Aplicação de pigmentos de flores no ensino de química. **Química Nova**, v. 21, p. 221-227, 1998.

COZZOLINO, Sílvia M. Franciscato. Biodisponibilidade de minerais. **Revista de nutrição**, v. 10, p. 87-98, 1997.

CASCUDO, Luís da Câmara. **História da alimentação no Brasil**. Global Editora e Distribuidora Ltda, 2017.

DA CUNHA, Antonio Ribeiro; MARTINS, Dinival. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

DA SILVA, H. P.; REINHARD, K. J. O que comiam os humanos pré-históricos?. **CIENCIA HOJE**, v. 39, n. 234, p. 30, 2007.

DAIUTO, Érica Regina et al. Estabilidade de minerais em hortaliças submetidas a diferentes métodos de cozimento. **Nativa**, v. 3, n. 2, p. 102-108, 2015.

DE ALMEIDA SOUZA, Harícia et al. Capacidade antioxidante de flores de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.). **Revista Ponto de Vista**, v. 9, n. 1, p. 73-84, 2020.

DE CARVALHO, Patrícia GB et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 397-404, 2006.

DE JESUS BENEVIDES, Clícia Maria et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e nutricional**, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.

DE LIMA FRANZEN, Felipe et al. Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 3, p. 58-70, 2016.

DE OLIVEIRA PELLOSO, Inez Aparecida et al. Produção e renda bruta da calêndula, alface e rabanete solteiros e consorciados com dois arranjos de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 459-469, 2012.

DE OLIVEIRA, Lauren Caroline Santos; KAMONSEKI, Danilo Harudy; ROSTELATO-FERREIRA, Sandro. Determinação dos teores de ácido oxálico em diferentes amostras de tomate. **Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde-NUTRIVISA- (Journal of Nutrition and Health Surveillance)**, v. 4, n. 2, p. 61-65, 2017.

DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão acadêmica**, v. 5, n. 1, 2004.

DELFINO, Ricardo de Araújo; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade protéica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 308-312, 2010.

DIAS-TAGLIACOZZO, Gláucia M.; FINGER, Fernando L.; BARBOSA, José Geraldo. Fisiologia pós-colheita de flores de corte. **Ornamental Horticulture**, v. 11, n. 2, 2005.

DUTRA, Claudia Braga et al. **Flores comestíveis: tagetes e calêndulas cultivadas com tratamentos agroecológicos de pó-de-rocha e de homeopatia**. 2016.

EPAMIG. **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Flores comestíveis**. Minas Gerais, 2018. 12 p.

FAVATO, A.; ANDRIEN, I. **A importância da polinização por insetos na manutenção dos recursos naturais**. Acedido em Julho, v. 15, p. 2532-8, 2009.

FERNANDES, Luana et al. An overview on the market of edible flowers. **Food Reviews International**, v. 36, n. 3, p. 258-275, 2020.

FERNANDES, Luana et al. **Do jardim à mesa. Voz do Campo**, v. 181, p. VIII-IX, 2015.

FERNANDES, Luana et al. Phytochemical characterization of *Borago officinalis* L. and *Centaurea cyanus* L. during flower development. **Food Research International**, v. 123, p. 771-778, 2019.

FERNANDES, Luana et al. Uma perspectiva nutricional sobre flores comestíveis. **Acta Portuguesa de Nutrição**, v. 6, p. 32-37, 2016.

GILANI, G. Sarwar; COCKELL, Kevin A.; SEPEHR, Estatira. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 3, p. 967-987, 2005.

GOH, Shu En et al. Antioxidant-rich *Clitoria ternatea* L. Flower and its benefits in improving murine reproductive performance. **Food Science and Technology**, 2021.

GONÇALVES, Adiene Fernandes Kieling et al. Anti-oxidant capacity, total phenolic contents and HPLC determination of rutin in *Viola tricolor* (L) flowers. **Free Radicals and Antioxidants**, v. 2, n. 4, p. 32-37, 2012.

GONÇALVES, Joelma; SILVA, Gabriela Conceição Oliveira; CARLOS, Lanamar Almeida. Compostos bioativos em flores comestíveis. **Biológicas & Saúde**, v. 9, n. 29, 2019.

GRIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E.; HILLMAN, J. R. Antinutritional compounds in the Brassicaceae: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Invergowrie, v. 73, n. 1, p. 1-18, 1998.

GUIL, José Luis et al. Oxalic acid and calcium determination in wild edible plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 7, p. 1821-1823, 1996.

GUINÉ, Raquel et al. Edible flowers, old tradition or new gastronomic trend: A first look at consumption in Portugal versus Costa Rica. **Foods**, v. 9, n. 8, p. 977, 2020.

HELLINGER, Roland et al. Immunosuppressive activity of an aqueous *Viola tricolor* herbal extract. **Journal of ethnopharmacology**, v. 151, n. 1, p. 299-306, 2014.

HIGASHIJIMA, Neide Setsuco et al. Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, p. e020013-e020013, 2020.

HILLIS, W. E.; SWAIN, T. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. II.—The analysis of tissues of the Victoria plum tree. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, n. 2, p. 135-144, 1959.

HUANG, Weisu et al. Phenolic compounds, antioxidant potential and antiproliferative potential of 10 common edible flowers from China assessed using a simulated in vitro digestion–dialysis process combined with cellular assays. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 14, p. 4760-4769, 2017.

HUBER, Lísia Senger; RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. *Alimentos e nutrição*. **Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 97-108, 2008.

HUSTI, Anca et al. Current trends of using ornamental plants in culinary arts. **ProEnvironment Promediu**, v. 6, n. 13, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Nova Fotografia do Setor de Flores e PI**. Ornamentais e seus principais gargalos Holambra/SP - 27/11/2013. [http://www.ibraflor.com/ns\\_mer\\_interno.php](http://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php).

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Situação atual do mercado de flores e plantas ornamentais.**

<https://www.ibraflor.com.br/post/situa%C3%A7%C3%A3o-atual-do-mercado-de-flores-e-plantas-ornamentais>. Acesso: 24 de novembro de 2021.

JANARNY, G.; RANAWEERA, K. K. D. S.; GUNATHILAKE, K. D. P. P. Antioxidant activities of hydro-methanolic extracts of Sri Lankan edible flowers. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 35, p. 102081, 2021.

JUNQUEIRA, Antonio Helio; PEETZ, Marcia. Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habits, practices and trends. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 2, p. 178-184, 2017.

KAISOON, Onanong et al. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. **Journal of functional foods**, v. 3, n. 2, p. 88-99, 2011.

KEIDAR, Y. Flores comestíveis que desafiam o mercado. **Hortidaily**. 2015. <http://www.hortidaily.com/article/15049/edible-flowers-challenging-to-market> (acessado em 21 de novembro de 2021).

KENRICK, Paul. The family tree flowers. *Nature*, v. 402, n. 6760, p. 358-359, 1999.  
KINUPP, Valdely Ferreira; BARROS, Ingrid Bergman Inchausti de. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 846-857, 2008.

KRAUSE MV, Mahan LK. Estado nutricional do indivíduo. In: Krause MV, Mahan LK (Org.). **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca; 2005. p. 192-236.

KREUTZ, Daniel Henrique et al. Avaliação das concentrações de nitrato e nitrito em hortaliças produzidas em cultivos convencional e orgânico na região do vale do Taquari-RS. **Journal of Health Sciences**, v. 14, n. 2, 2012.

LANDGRAF, Paulo Roberto Correa; DE OLIVEIRA PAIVA, Patrícia Duarte. Área de produção de flores de corte no Estado de Minas Gerais. **Ornamental Horticulture**, v. 13, p. 1392-1394, 2007.

LASTRA VALDÉS, Humberto; PIQUET GARCÍA, Rosario. Calendula officinalis. **Revista Cubana de Farmácia**, v. 33, n. 3, p. 188-194, 1999.

LEVY, Max David Yamauchi Mansur et al. **Rentabilidade de diversas espécies agrícolas durante o estabelecimento de sistemas agroflorestais agroecológicos**. 2014.

LIMA, Cintia. Flores e insetos: **A origem da entomofilia e o sucesso das angiospermas**. 2000.

LIMA, Vera Lúcia Arroxelas Galvão de et al. Flavonóides em seleções de acerola (*Malpighia* sp I.). 1-Teor de antocianinas e flavonóis totais. **Ciência Rural**, v. 30, p. 1063-1068, 2000.

LINDSAY, R. C. Aditivos alimentares. In: FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. cap. 10, p. 709-773.

Lorenzi, H. F.J.A. MATOS. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. 2. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MACHADO, Ana; AZEVEDO, Miriane Lucas; JACQUES, Andressa Carolina. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM FLOR DE MALVAVISCO (MALVAVISCO ARBOREUS). **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2018.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARQUES, Patricia Angélica Alves; BORTOLO, Daniela Perez Guerrero; SANTOS, Ana Claudia Pacheco. Produtividade de inflorescências de calêndula sob irrigação suplementar na região do Oeste Paulista. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 153-162, 2011.

MATYJASZCZYK, Ewa; ŚMIECHOWSKA, Maria. Edible flowers. Benefits and risks pertaining to their consumption. **Trends in Food Science & Technology**, v. 91, p. 670-674, 2019.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MENEGAES, Janine Farias; DOS SANTOS, Osmar Souza; LONDERO, Fernanda Alice Antonello. **Produção hidropônica de nastúrcio como flores comestíveis**. 2014.

MLCEK, Jiri; ROP, Otakar. Fresh edible flowers of ornamental plants—A new source of nutraceutical foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 10, p. 561-569, 2011.

MONTEIRO, Julio Marcelino et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, p. 892-896, 2005.

MSOGOYA, T. J.; MAERERE, A. P. **The flower industry in Tanzania: production performance and costs**. 2006.

OLIVEIRA, Cláudia Brum et al. A CADEIA PRODUTIVA DE FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS NO BRASIL: UMA REVISÃO SOBRE O SEGMENTO. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 180-200, 2021.

OLIVO, R.; RIBEIRO, L. G. T. Novos conceitos sobre nitratos e nitritos. 2018. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research (BJSCR)**, v. 24, n. 3, p. 115-125, 2018.

- PANCHE, A. N.; DIWAN, A. D.; CHANDRA, S. R. Flavonoids: an overview. **Journal of nutritional science**, v. 5, 2016.
- PAULUS, Dalva; DOURADO NETO, Durval; PAULUS, Eloi. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 18-25, 2012.
- PEREIRA, Emmanuel Moreira et al. Caracterização físico-química de hortaliças tipo folha comercializadas no Brejo Paraibano. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 37, n. 1, p. 19-22, 2016.
- PILLA, Milena Andrea Curitiba; HABER, Lenita Lima; GRASSI FILHO, Hélio. **Uso racional de nutrientes no cultivo hidropônico de amorperfeito**. Irriga, p. 367-375, 2006.
- PIMENTEL, Carolina Vieira de Mello Barros; ELIAS, Maria Fernanda; PHILIPPI, Sonia Tucunduva. **Alimentos funcionais e compostos bioativos**. [S.l: s.n.], 2019.
- PIRES, Tania CSP et al. Edible flowers: Emerging components in the diet. **Trends in Food Science & Technology**, v. 93, p. 244-258, 2019.
- PIRES, Tânia CSP et al. Nutritional and chemical characterization of edible petals and corresponding infusions: Valorization as new food ingredients. **Food Chemistry**, v. 220, p. 337-343, 2017.
- PIROLA, KELLI et al. Recipientes e substratos na germinação e desenvolvimento de crisântemo e amor-perfeito. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 2, p. 151-160, 2015.
- PETRY, Claudia (Org.). **Plantas ornamentais: aspectos para produção**. 2. Ed. rev. Ampl. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 202 p.
- RATH, Susanne; XIMENES, Maria L. N.; REYES, Felix GR. Teor de nitrato e nitrito em vegetais cultivados no distrito federal: um estudo preliminar. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 54, n. 2, p. 126-30, 1994.
- RODRIGUES, H. et al. Eating flowers? Exploring attitudes and consumers' representation of edible flowers. **Food Research International**, v. 100, p. 227-234, 2017.
- ROP, Otakar et al. Edible flowers—a new promising source of mineral elements in human nutrition. **Molecules**, v. 17, n. 6, p. 6672-6683, 2012.
- SANTOS et al. Flores comestíveis: o que é preciso saber. EPAMIG. **Circular Técnica**, n. 305, agosto 2019.
- SANTOS, Angélica Manzini; COSTA, Pollyanna; SANTOS, F. **Glossário ilustrado de botânica**: Subsídio para aplicação no ensino. 2018.
- SANTOS, Izabel Cristina dos; REIS, Simone Novaes. Edible flowers: traditional and current use. **Ornamental Horticulture**, v. 27, p. 438-445, 2021.

SANTOS, Mônica Alessandra Teixeira dos. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 294-301, 2006.

SAVI, Patrícia do Rocio Smolinski et al. Análise de flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 12, n. 1, p. 275-287, 2017.

SCÁRDUA, Fernando Paiva et al. **Taninos vegetais ou polifenóis**. 2021.

SCHREI, André. **El aroma y las flores como parte de la identidad culinaria guatemalteca**. 2019.

SGARBIERI VC. **Alimentação e Nutrição**. São Paulo: Almed, 1987.

SILVA, Analú Barbosa da; WIEST, José Maria; CARVALHO, Heloisa Helena Chaves. Compostos químicos e atividade antioxidante analisados em *Hibiscus rosa-sinensis* L.(mimo-de-vênus) e *Hibiscus syriacus* L.(hibisco-da-síria). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

SILVA, Grazielly de Jesus et al. **Efeito do índice de fermentação de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos totais de chocolate amargo**. Hig. aliment, p. 3399-3403, 2019.

SILVA, Marília Lordêlo Cardoso et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

SKRAJDA, Marta Natalia. Phenolic compounds and antioxidant activity of edible flowers. **Journal of Education, Health and Sport**, v. 7, n. 8, p. 946-956, 2017.

SOARES, Elaine et al. **Viabilidade econômica da produção de flores comestíveis de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) sob sistema hidropônico no município de Santo Amaro da Imperatriz–SC**. 2015.

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de nutrição**, v. 15, p. 71-81, 2002.

SOUZA, João Vitor Araújo; LIBERATO, Maria da Conceição Tavares Cavalcanti; DA SILVA TEIXEIRA, Layonara Dhuly. **Do mato à mesa: um estudo bibliográfico acerca**

STUMPF, Elisabeth; BARBIERI, Rosa. ORIGEM, EVOLUÇÃO E HISTÓRIA DAS ROSAS CULTIVADAS. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 3, 2005.

TACO/NEPA - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/Núcleo de Estudos e Pesquisa em alimentos**, Campinas-SP, UNICAMP. 4. ed., NEPA/UNICAMP, 2011.

TAIRA, S. Astringency in persimmon. In: LINKSKENS, H. F.; JACKSON, J. F. (Org.). **Modern methods of plant analysis**. Berlin: Springer, 1996. v. 18, p. 97- 110.

TAKAHASHI, Jacqueline Aparecida et al. Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development. **Food Research International**, v. 129, p. 108868, 2020.

TEIXEIRA, Itamar R. et al. **Crescimento e produção da capuchinha Jewel em reposta à adubação com potássio e cama-de-frango**. 2004.

VIANA, Mayara et al. Composição fitoquímica e potencial antioxidante de hortaliças não convencionais. **Horticultura brasileira**, v. 33, p. 504-509, 2015.

VIEIRA, M.C. et al. Crescimento e produção de capítulos de *Calendula officinalis* L., em função de cama-de-aviário semi-decomposta e de fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.1, n.2, p.45-52, 1999.

VIEIRA, Patrícia Maria. **Avaliação da composição química, dos compostos bioativos e da atividade antioxidante em seis espécies de flores comestíveis**. 2013.

VIVERDOVERDE. **Viver do verde: atacado de produtos naturais**. Disponível em: <https://www.viverdoverde.com.br/>. Acesso: 03 de novembro de 2021.

VUKICS, V.; KERY, A.; GUTTMAN, A. Analysis of polar antioxidants in heartsease (*Viola tricolor* L.) and garden pansy (*Viola x wittrockiana* Gams.). **Journal of Chromatographic Science**, v. 46, n. 9, p. 823-827, 2008.

WALKER, R. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds: A Review of the Occurrence in Food and Diet and the Toxicological Implications. **Food Additives & Contaminants**, v. 7, n. 6, p. 717-768, 1990.

WALKER, Ronald. Naturally occurring nitrate/nitrite in foods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 26, n. 11, p. 1735-1742, 1975.