

Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Ciências Agrárias

Campus Regional Montes Claros

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NO TEOR DE
COMPOSTOS BIOATIVOS EM ROSA MINIATURA**

Ana Euclécia Silva Miranda

Montes Claros – MG

2023

Ana Euclécia Silva Miranda

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NO TEOR DE
COMPOSTOS BIOATIVOS EM ROSA MINIATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Profa. Elka Fabiana Aparecida Almeida

Montes Claros

2023

Ana Euclécia Silva Miranda

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NO TEOR DE
COMPOSTOS BIOATIVOS EM ROSA MINIATURA**

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof.^a Claudineia Ferreira Nunes - ICA/UFMG

Prof.^a Juliana Pinto de Lima - ICA/UFMG



Prof.^a Elka Fabiana Aparecida Almeida- Orientadora ICA/UFMG

Montes Claros, 15 de Dezembro de 2023

Resumo

A ampla aplicabilidade das flores comestíveis no setor alimentício e farmacêutico juntamente com a necessidade de produtos diferenciados na culinária gourmet tem motivado a comunidade científica na realização de pesquisas que fazem referência às suas características nutraceuticas e funcionais. A rosa está entre as flores comestíveis mais consumidas devido ao seu tradicional uso na culinária, sabor, aroma e cores diversas. O presente estudo pretende contribuir com informações acerca do conhecimento da caracterização química e das propriedades antioxidantes da rosa miniatura vermelha. Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar a influência da temperatura e do tempo de armazenamento pós-colheita nos compostos bioativos de rosa miniatura vermelha. O experimento foi realizado utilizando rosas miniaturas vermelhas produzidas em sistema baseado em parâmetros agroecológicos no setor de floricultura da UFMG em Montes Claros, MG. As rosas completamente abertas foram colhidas em abril de 2023, no início da manhã, em seguida foram colocadas em recipiente com água e levadas para o Laboratório de Pós-colheita e Processamento Vegetal. No laboratório, as flores foram selecionadas e embaladas em potes de polipropileno de 500 mL. Os potes foram acondicionados aleatoriamente em BOD por 14 dias com controle de 95% de umidade relativa do ar em dois tratamentos (temperatura de $2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 temperaturas x 3 tempos de armazenamento), com 3 repetições compostas por 8 flores cada. A cada sete dias 0,5 g de cada amostra foram utilizados para obtenção de extratos para análises da atividade antioxidante (ATT), fenólicos totais, flavonoides totais e antocianinas. Após a obtenção e tabulação dos dados foram feitas as análises de variância regressão no programa Sisvar. A temperatura não mostrou efeito significativo nas avaliações bioquímicas realizadas. Em relação à concentração inicial dos compostos, houve redução apenas dos teores de antocianinas, após 14 dias de armazenamento, em ambas as temperaturas estudadas. Observou-se que as temperaturas testadas proporcionaram conservação dos compostos bioativos ao longo do tempo. Além disso, pode-se afirmar que a espécie de rosa miniatura vermelha apresentou alta atividade antioxidante quando comparada aos dados da literatura, independentemente da temperatura e tempo avaliados. Conclui-se que as rosas miniatura possuem elevados teores de compostos bioativos que se mantém em sua maioria durante 14 dias de armazenamento tanto em 2°C quanto em 8°C .

PALAVRAS-CHAVE: Atividade antioxidante, compostos fenólicos, flores comestíveis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Rosas miniaturas vermelhas.....	17
Figura 2 - Rosas miniaturas vermelhas embaladas em potes de polipropileno.....	17
Figura 3 – Teor de fenólicos totais no tempo.....	21
Figura 4- Teor de flavonoides no tempo.....	22
Figura 5 – Teor de antocianina no tempo.....	23
Figura 6 – Atividade antioxidante método ABTS no tempo.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores médios para fenóis totais, flavonoides e antocianinas.....	21
Tabela 2- Valores médios para atividade antioxidante para as temperaturas 2°C e 8°C....	24
Tabela 3 - Valores médios para atividade antioxidante para os tempos 0, 7 e 14 dias.....	22

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	8
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 Flores comestíveis.....	9
2.2. Propriedades químicas das flores.....	10
2.3. Aspectos gerais sobre a cultura da rosa como flor comestível.....	12
2.4. Pós- colheita.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Local.....	16
3.2. Experimento.....	16
3.3. Determinação dos fenólicos totais, Flavonoides e atividade antioxidante...	17
3.3.1. Preparação dos extratos para determinação dos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante.....	17
3.3.2. Determinação do conteúdo fenólico total.....	18
3.3.3. Determinação do conteúdo de Flavonoides.....	18
3.3.4. Determinação da atividade antioxidante.....	18
3.3.4.1. O Método DPPH.....	18
3.3.4.2. O Método ABTS.....	19
3.3.4.3. O Método FRAP.....	19
3.3.4.4. Antocianinas.....	20
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÃO.....	27

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	28
--	-----------

1. Introdução

Desde a antiguidade as flores são produzidas e utilizadas no preparo de comidas, bebidas e na decoração de pratos culinários. Nos dias atuais é possível observar uma elevação do aumento no consumo de flores devido ao crescimento e desenvolvimento do mercado gastronômico (ZHENG *et.al*, 2021). Para o uso na gastronomia as flores comestíveis devem ser cultivadas com princípios agroecológicos, ou seja, sem utilização de pesticidas. Essas podem ser consumidas pelo ser humano inteiras (ex. amores perfeitos) ou apenas partes da flor (ex. pétalas de rosa), visto serem consideradas seguras para o seu consumo, pois quando ingeridas terão os seus componentes absorvidos pelo intestino, sem que estes se provem tóxicos para o organismo (GUINÉ, *et al.*, 2019). Com a expansão do mercado de flores comestíveis qualquer pessoa pode adquiri-la facilmente em supermercados ou sites de compras online. Porém as flores depois de colhidas são de curta durabilidade e requerem o uso de técnicas de conservação pela sazonalidade da produção (FERNANDES *et al.*, 2020).

Além do grande potencial culinário e decorativo das flores comestíveis, essas são ricas em compostos bioativos que confere benefícios a saúde e destacam-se pelo seu valor nutricional, pois contêm carboidratos, proteínas, fibras, macro elementos e microelementos, sendo um alimento de baixa caloria. Dessa forma, devido à sua composição, as flores comestíveis possuem efeitos antioxidantes e hipoglicemiantes (MLCEK; ROP, 2011; PINEDO-ESPINOZA *et. al*, 2020; ZHENG *et.al*, 2021). Os compostos bioativos atuam na neutralização do excesso de radicais livres produzidos pelo estresse oxidativo apresentando assim grande importância para o organismo. A ingestão de alimentos ricos em compostos naturais com poder antioxidante promove a redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, diabetes, obesidade, osteoporose e algumas doenças cardiovasculares (LLORACH *et al.*, 2008).

Os compostos bioativos engloba um grupo diverso, como o grupo dos compostos fenólicos que possuem grande importância funcional que compreende o grupo dos flavonoides. Os flavonoides, por sua vez, compreendem outros grupos de compostos, entre eles, as antocianinas (BOROSKI *et al.*, 2015), sendo esta a responsável pelas vastas tonalidades como vermelho alaranjado, roxo, rosa e azul. O aumento do interesse em estudar compostos fenólicos está relacionado à alta capacidade antioxidante destas substâncias em sequestrar radicais livres que são prejudiciais à saúde humana (DORMAN *et al.*, 2003).

Essas informações acerca dos benefícios das flores comestíveis tem aumentado o seu consumo, entretanto, essas são classificadas como produtos extremamente perecíveis, ou seja, possuem uma vida de prateleira muito curta, entre 7 a 10 dias após a colheita das flores (FERNANDES, *et al.*, 2019). Pensando nisso as indústrias vêm investindo em tecnologias de armazenamento como a refrigeração, buscando a preservação das diferentes espécies de flores comestíveis, com o intuito de retardar os processos de degradação semelhantes aos que ocorrem em outros alimentos, como a oxidação, deterioração metabólica, procurando assim manter as flores por um maior período em armazenamento (HAN, *et al.*, 2018).

A temperatura de armazenamento é um dos fatores mais importantes quando se trata de armazenamento de flores, visto que controla sua senescência e regula diretamente as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos dos vegetais na pós-colheita. (SOUZA *et al.*; 2020). Esses processos são responsáveis pela limitação do tempo de vida de prateleira das flores, e por preservar os componentes que atestam qualidade às flores: o seu aspeto, aroma, sabor e propriedades químicas (MLCEK & ROP, 2011).

Entre as flores comestíveis, as rosas estão entre as mais antigas em cultivo em todo o mundo, além do potencial ornamental, também são utilizadas na culinária e na medicina por possuir propriedades fitoterápicas (STUMPF; BARBIER, 2005). Dessa forma, existe a necessidade de avaliar qual seria a temperatura de armazenamento ideal para as rosas, de forma que essa possibilite o aumento do seu tempo de vida e que preservem o máximo possível as propriedades organolépticas destes produtos desde a colheita até chegar ao consumidor. Buscando ampliar o conhecimento sobre os compostos fitoquímicos presentes em flores comestíveis, este trabalho teve como objetivo identificar a influência da temperatura e do tempo de armazenamento pós-colheita nos compostos bioativos de rosa miniatura vermelha.

2. Referencial teórico

2.1. Flores comestíveis

O hábito de consumir flores é uma tradição antiga usada em países asiáticos, europeus, indianos e do oriente médio. As flores eram consumidas na cozinha no preparo de omeletes, bebidas, banquetes e na medicina natural (SANTOS; REIS, 2021). As flores comestíveis enriquecem o sabor, a textura e o aspecto dos alimentos, podendo ser consumidas frescas, secas, cristalizadas, ou das mais variadas formas na cozinha (DRAVA *et al.*, 2020). Para identificar as flores comestíveis não existe uma regra ou instrução, algumas espécies são conhecidas pelo ensinamento popular outras vêm sendo estudadas para melhorar a segurança alimentar através da identificação e documentação de espécies comestíveis que podem ser

utilizadas na alimentação humana. Conhecer quais flores podem ser consumidas é de suma importância, pois flores de algumas plantas como: amáris, antúrio, azaleia, copo-de-leite, coroa-de-cristo, hortências, violeta africana, dentre outras podem ser venenosas ou tóxicas. A identificação das flores é essencial antes de seu consumo, pois algumas podem ser tóxicas e, além disso, nem todas as partes das flores comestíveis podem ser ingeridas, sendo as pétalas a parte mais consumida (FERNANDES *et al.*, 2016).

Existe uma grande diversidade de flores comestíveis dentre as mais conhecidas pode-se destacar, amor-perfeito (*Viola tricolor L.*), beijo de frade (*Impatiens balsamina L.*), beijo-turco (*Impatiens walleriana*), boca-de-leão (*Antirrhinum majus L.*), borago (*Borago officinalis L.*), calêndula (*Calendula officinalis L.*), capuchinha (*Tropaeolum majus L.*), centáurea (*Centaurea cyanus L.*), cravina (*Dianthus chinensis L.*), dália (*Dahlia pinnata Cav.*), dente-de-leão (*Taraxacum officinale F.H.*), girassol (*Helianthus annuus L.*), hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis L.*), malvavisco (*Malvaviscus arboreus Cav.*), ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata Mill*), rosa miniatura (*Rosa chinensis Var. semperflorens*), serralha (*Sonchus oleraceus L.*) e vinagreira-roxa (*Hibiscus acetosella Welw.*) (SANTOS *et al.*, 2019). As flores para fins alimentícios devem ser, preferencialmente, produzidas sem uso de agroquímicos e fertilizantes químicos prontamente solúveis. Portanto flores que são comercializadas em floriculturas e supermercados para fins paisagísticos, não são recomendadas para consumo como alimento (SANTOS *et al.*, 2019).

2.2. Propriedades químicas das flores

Além de ser um alimento de baixa caloria, as flores comestíveis possuem fitoquímicos com efeitos antioxidantes e hipoglicemiantes para a saúde humana (MLCEK; ROP, 2011; PINEDO-ESPINOZA *et al.*, 2020; ZHENGZ *et al.*, 2021). Essas flores compartilham uma composição nutricional similar com outras partes das plantas e podem ser fonte de proteínas, minerais, vitaminas, compostos fenólicos (flavonoides e carotenoides), elementos que são benéficos à saúde (FERNANDES *et al.*, 2016). As propriedades encontradas nas flores são metabolizadas de forma natural nas plantas, que geram produtos secundários compostos por um grupo fenol (grupo hidroxila funcional em um anel aromático) (LIU *et al.*, 2019). Os fenóis vegetais compõem um grupo heterogêneo com aproximadamente 10.000 compostos (ROSA *et al.*, 2019). Os compostos fenólicos têm em sua estrutura química um ou mais anéis aromáticos, onde pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Encontrados na natureza geralmente na forma de ésteres e não na forma livre. Nos alimentos

abrangem os ácidos fenólicos, as cumarinas, os flavonoides e os taninos (DUBICK; OMAYE, 2001). Estes compostos secundários são de ocorrência natural, e são responsáveis pelo aroma, cor e sabor de vegetais utilizados na alimentação e utilizados pelas plantas como sistema de proteção contra condições adversas como raios ultra -violeta e pragas (GILBERT; COOKE, 2001). A capacidade antioxidante desses compostos está relacionada ao número e posição dos grupos hidroxílicos e conjugações, assim como com a presença de elétrons doadores (RAMIREZ-TORTOZA *et al.*, 2001). Devido à capacidade antioxidante quando consumido de maneira adequada, os compostos fenólicos reduzem o risco de doenças cardiovasculares, doenças dismetabólicas, doenças crônicas não transmissíveis e câncer (em particular neoplasias gastrointestinais), modulando favoravelmente o intestino e a composição da microbiota (DEVECCHI *et al.*, 2021).

Os flavonoides são conhecidos por serem o maior e o mais variado grupo de compostos fenólicos (HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002). Sendo encontrado em frutas, grãos, legumes e flores (NIJVELDT *et al.*, 2001). Sendo na maioria dos casos os responsáveis pela cor e sabor dos vegetais. (MARTINEZ-FLORES *et al.*, 2002). São constituídos por dois anéis benzênicos, unidos a um anel heterocíclico de seis membros, contendo um átomo de oxigênio (BEHLING *et al.*, 2004) Estes compostos possuem inúmeras funções biológicas, como: antialérgico, antiinflamatório, antiviral, antiulcerogênico, antiproliferativo, anticarcinogênico, (CAMARDA, *et al.*, 2007). A atividade antioxidante dos flavonoides depende da sua estrutura e pode ser determinada pela reatividade como agente doador de hidrogênio e elétrons frente a outros antioxidantes, pela capacidade de quelar metais e interação com membranas. (CAO *et al.*, 1997). Os flavonoides podem ser divididos em seis subgrupos: antocianinas, flavanas, flavanonas, flavonas, flavonóis, isoflavonóides, Estes diversos tipos de flavonoides são identificados pelas diferenças no anel heterocíclico, pelos grupos ligados e o nível de oxidação (HRYNTSEVICH ; SHADYRO, 2005).

As antocianinas pertencem à classe dos flavonoides e são pigmentos naturais responsáveis por cores atrativas em frutos, flores e folhas, essas cores podem variar do vermelho ao azul tendo como principal bioatividade a ação antioxidante (COISSON *et al.*, 2005). As antocianinas possuem pigmentos instáveis que podem ser degradados durante o processo de armazenamento, por consequência alterando a cor do alimento (POZO-INSFRAN *et al.*, 2004). A instabilidade desses compostos pode ocorrer em decorrência de vários fatores como: luz, pH e a temperatura (LIMA *et al.*, 2002). Os compostos citados acima que são encontrados nas plantas naturalmente possuem ação antioxidante, que são

substâncias capazes de prevenir e atrasar processos oxidativos dos substratos oxidáveis (MARTINS, 2010).

Nos últimos anos os radicais livres e outros oxidantes vem sendo considerados como causadores de varias doenças como câncer, disfunções cerebrais, e doenças cardiovasculares (SOUSA *et al.*, 2007). Os antioxidantes produzidos pelo corpo ou obtidos de forma exógena atuam no combate desses radicais que são produzidos de forma natural por ações catalíticas de enzimas, no metabolismo celular ou pela exposição a fatores exógenos (WOLFE; XIU; LIU, 2003; MANACH *et al.*, 2004). Devido aos antioxidantes estarem presentes nas flores comestíveis essa se tornou foco de estudo de diversos pesquisadores. Uma das flores comestíveis mais estudadas e consumidas são as rosas por serem muito atrativas devido ao sabor e suas cores diversas.

2.3. Aspectos gerais sobre a cultura da rosa como flor comestível

A roseira, *Rosa spp*, pertence à família Rosaceae, à classe das Angiospermas, subclasse Dicotiledônea. É uma planta perene, do tipo arbustivo, com haste do tipo ereta, arqueada ou do tipo trepadeira, dependendo da espécie, em sua maioria espinhosa, as folhas são dispostas na haste de forma alternada, composta de três a cinco folíolos, com tamanhos variados de acordo com a espécie (BARBOSA, 2003).

As rosas estão entre as flores mais antigas em cultivo em todo o mundo, seja por sua beleza, perfume, qualidades medicinais ou uso culinário. Análises do DNA de rosas mostram que elas devam existir há pelos menos 200 milhões de anos. Sabe-se que as rosas foram trazidas ao Brasil pelos Jesuítas entre os anos de 1560 e 1570, mas somente a partir de 1829 ocorreu o plantio de roseiras em jardins públicos. Além do seu uso ornamental, algumas espécies servem como alimento para animais silvestres, outras possuem propriedades fitoterápicas, produzem óleos e essências empregados na perfumaria e cosmética ou são utilizadas na culinária (STUMPF; BARBIER, 2005). Encontra-se em todo o mundo cerca de 30.000 híbridos que são originados de cruzamentos artificiais, que influencia na coloração das pétalas, tamanho e forma da gema floral, produtividade, e resistência a doenças (CASARINI, 2004).

O cultivo de flores e de plantas ornamentais como atividade econômica já é realidade há bastante tempo no Brasil, especialmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais, tendo a rosa como a flor mais negociada tanto internamente, como no mercado externo (BARBOSA, 2003). A produção de rosas tornou-se um dos ramos de maior investimento para muitos agricultores, e devido às peculiaridades dessa cultura, pesquisas e técnicas adaptadas a sua

realidade vem sendo desenvolvidas, sendo a adubação e a pós-colheita fatores de impacto sobre produtividade, qualidade e longevidade das flores (NELLY *et al.*, 1997).

A pós-colheita é uma das etapas mais importante quando se fala em produção de rosas e flores em geral, nessa etapa o objetivo é manter as flores com as mesmas características que eles saíram do campo garantindo um produto com aspecto agradável para os consumidores. O processo pós- colheita não tem o objetivo melhorar as características do produto vegetal, mas sim manter a mesma qualidade observada no momento de colheita o maior tempo possível. (LOGES *et al.*, 2005)

2.4. Pós-colheita

As flores após a colheita apresentam alta perecibilidade, devido aos processos fisiológicos catabólicos intensos. Após serem colhidas as flores passam por alterações bioquímicas, fisiológicas e estruturais que levam a degradação de tecidos e órgãos, promovendo sua senescência. A senescência pode ser considerada como a fase de vida do órgão vegetal em que os processos anabólicos diminuem e aumentam os processos catabólicos, responsável pela morte de tecidos (CAVASINI, 2013).

A senescência das flores é uma atividade natural e irreversível, onde estão envolvidos processos fisiológicos bioquímicos e alterações metabólicas. Esses processos de maneira conjunta levam a perda de cor, sabor, fatores nutricionais e textura, diminuindo a vida útil das flores (PIRES *et al.*, 2019). Isso ocorre porque as flores são delicadas, bastantes perecíveis, possuem vida útil bastante curta, devido a isso, necessitam de procedimentos de pós-colheita que preservem sua qualidade, mantenha as propriedades e prolonguem o tempo de vida (FERNANDES *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2019). Apreender sobre o comportamento fisiológico e os fatores que afetam a vida útil pós-colheita das flores, permite um transporte e armazenamento eficiente e conhecer esses fatores pode auxiliar na busca de alternativas para prolongar a vida pós-colheita das mesmas. Sua longevidade depende de fatores como: a cultivar, relações hídricas, respiração e sensibilidade ao etileno.

O etileno está diretamente relacionado à senescência e a abscisão das flores. O etileno é um hormônio responsável por promover respostas fisiológicas nas plantas, (FINGER, *et al.*; 2004). As flores são sensíveis ao etileno, pois o mesmo induz a abscisão de botões florais, flores, pétalas e folhas, realça murchamento prematuro, rápido envelhecimento das folhas e fechamento das pétalas abertas. O efeito do etileno está associado a sua concentração, tempo de exposição e da temperatura (SONEGO; BRACKMANN, 1995). Em flores de cravo, lisianto, petúnia e orquídeas, por exemplo, a senescência é determinada pela ação e taxa de

produção de etileno. Em rosas a ação e produção do etileno podem variar entre cultivares, que é atribuída às diferenças na produção endógena ou sensibilidade ao fito-hormônio. (CORDEIRO, *et al.*; 2011).

Visando aumentar a longevidade das flores comestíveis e manter suas características naturais após a colheita as indústrias vêm investindo em tecnologias como: irradiação, revestimentos comestíveis, alta pressão hidrostática, embalagens plásticas, secagem e armazenamento a frio (refrigeração e congelamento) (WATADA, 1999). Entre os métodos de processamento, a refrigeração destaca-se por ser o método mais utilizado pelo setor na distribuição e na preservação de flores comestíveis frescas, (KELLEY, *et al.*, 2003)

A secagem consiste na aplicação de calor a um produto, levando a remoção de boa parte de sua água, aumentando seu tempo de prateleira e inibindo a atividade enzimática, diminuindo a atividade metabólica, além de limitar o crescimento microbiano (AHERNÉ, *et al.*, 2007). A irradiação é um processo físico utilizado para destruir ou inibir microrganismos indesejáveis, sem o uso de aditivos antimicrobianos. Esse processo pode ser baseado em diferentes mecanismos de radiação não ionizante como radiação UV menos energética, e radiação ionizante como raios gama, feixes de elétrons e raios x (FERNANDES *et al.*, 2019).

Os revestimentos comestíveis são suspensões aplicadas na superfície do alimento formando uma barreira entre o alimento e o ambiente externo esse revestimento atua reduzindo a alteração de cor, redução da transpiração, e reduz o crescimento microbiano. Estes revestimentos consistem normalmente em polissacarídeos como o quitosano ou alginato (MENEGHEL, *et al.*, 2008). Já a alta pressão hidrostática (HHP) é um método de conservação baseado na aplicação de altas pressões hidrostática ao produto vegetal, sendo mantidas suas características físicas e nutricionais, inativando microrganismos e ação de enzimas. Outro método bastante aplicado é as embalagens, sendo a mais utilizada pelo setor de embalagens plásticas a do tipo “clamshell Box” semelhantes às utilizadas para os frutos silvestres (FERNANDES *et al.*, 2019). Essas embalagens proporcionam proteção contra danos mecânicos e potencializam uma menor perda de água (LANDI *et al.*, 2015).

A temperatura de armazenamento é um dos fatores mais importantes tanto do ponto de vista comercial, auxiliando no controle de senescência e regulando diretamente as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos dos vegetais (SOUZA *et al.*; 2020). As flores de maneira geral são classificadas como de alta perecibilidade, sendo assim necessitam ser armazenadas em condições que possibilite manter sua coloração, frescor e longevidade pós-colheita por mais tempo. A temperatura é um dos fatores que causa maior perda da qualidade das flores, por determinar a velocidade do metabolismo das mesmas limitando sua vida útil

(CHAHÍN *et al.*, 2002). Sendo a temperatura um fator limitante da vida das flores, a refrigeração tornou-se um método usado para a maioria das flores comestíveis frescas para aumentar o seu tempo de vida, embora algumas sejam sensíveis aos danos causados pelo frio.

A baixa temperatura retarda a senescência das flores e a deterioração durante o armazenamento e está relacionada ao aumento da vida útil das mesmas. Com a refrigeração ocorre diminuição na respiração e degradação dos tecidos por enzimas, a perda de água é reduzida e conseqüentemente seu murchamento também, ocorre redução do crescimento de microrganismo e redução do etileno (HETTIARACHCHI; BALAS, 2004).

A temperatura elevada aumenta o processo de transpiração e respiração, por outro lado temperaturas extremamente baixas também prejudicam a conservação das flores. A maior causa de descarte de flores é sua exposição a temperaturas inadequadas por longos períodos de tempo. As flores quando armazenadas em temperatura inadequada pode apresentar sinais de senescência, por exemplo, as rosas vermelhas podem apresentar pétalas azuladas, os cravos podem apresentar-se desbotados, isso reduz o período de comercialização (SONEGO; BRACKMANN, 1995).

Em rosas a temperatura tem grande efeito na respiração, um dia na temperatura de 15° C equivale há três dias na temperatura de 5° C. Para armazenamento de flores produzidas em regiões temperadas adota-se uma temperatura de 0 e 1° C , flores das regiões subtropicais 4 a 7° C , em regiões tropicais a temperatura de armazenamento normalmente é 7 e 15°C (SONEGO; BRACKMANN, 1995). Souza *et al.* (2020) no seu estudo com flores de capuchinha, mostrou que a refrigeração a 5° C ou 10° C auxilia na redução da perda de massa fresca durante o armazenamento por até oito dias. No sexto dia de armazenamento, as flores de capuchinha armazenadas sem refrigeração estavam impróprias para consumo, enquanto as refrigeradas estavam aptas até o oitavo dia indicando que a murcha pode ser reduzida com o armazenamento refrigerado.

Mattiuz *et al.*(2010) em seu estudo com flores de *Oncidium varicosum* 'Samurai', que apesar de não ser comestível, mostrou que quando armazenadas a 5° C, as flores mantiveram uma melhor qualidade, isso foi evidenciado pela menor redução do conteúdo de água, e conservação do conteúdo de carotenoides, carboidratos solúveis e açúcares redutores, coloração e maior longevidade. Leblanc *et al.*(1996) apontou que as temperaturas usadas para armazenamento de flores comestíveis em supermercados e hipermercados são de 7,6 a 8,4° C, no verão e inverno respectivamente.

Visando encontrar a temperatura ideal para armazenamento pós-colheita das flores onde a mesma mantenha suas características naturais por mais tempo e que sua senescência

seja retardada, trabalhos vêm sendo desenvolvidos e alguns parâmetros de qualidade das flores são apresentados. Para avaliar a vida pós-colheita de flores e inflorescência, em geral utilizam-se análises visuais, físicas e bioquímicas. As análises visuais são feitas baseando-se numa escala de notas, onde se estabelece critérios ao longo do experimento. Já as análises físicas consistem da pesagem da massa de matéria fresca diariamente ou em dias determinados (SOUZA *et al.*, 2020). As análises bioquímicas buscam relacionar o metabolismo com a pós-colheita, sendo a atividade antioxidante um dos temas mais discutidos no meio científico, pois são capazes de estabilizar ou eliminar radicais livres, o que ocasiona a redução da velocidade das reações de oxidação, que poderia degradar as células vegetais e animais (CACIQUE *et al.*, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento de rosas miniaturas vermelhas (*Rosa chinensis*), foi conduzido no Laboratório de Pós-colheita e Processamento Vegetal do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG) - Campus Montes Claros, MG. Foram utilizadas rosas miniaturas vermelhas provenientes do Viveiro de Plantas Ornamentais ICA/UFMG, com as coordenadas geográficas latitude 16°31'39'', longitude 43°48'27'', 645 metros de altitude e clima tropical quente (IBGE).

3.2. Experimento

As rosas foram plantadas em outubro de 2022, cultivadas com adubação orgânica e a céu aberto e colhidas em abril de 2023 no início da manhã. O ponto de colheita foi de rosas completamente abertas (Figura 1), as quais foram colocadas em recipiente com água e, logo em seguida, levadas para o Laboratório de Pós-colheita e Processamento Vegetal. No laboratório, foram selecionadas flores sem nenhum tipo de danos, em seguida foram padronizadas com o mesmo tamanho e embaladas em potes de polipropileno de 500 mL (Figura- 2). Depois de realizar a embalagem, os potes foram acondicionados aleatoriamente em BOD com controle de 95% de umidade relativa do ar, nas temperaturas de $2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ou $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 14 dias conforme os tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×3 (2 temperaturas $\times$ 3 tempos de armazenamento), com 3 repetições compostas por 8 flores cada. A cada sete dias 0,5 g de cada amostra foi utilizada para obtenção do extrato e posterior análise da atividade antioxidante (ATT), fenólicos totais, flavonoides totais e antocianinas.

Figura 1- Flores de rosas miniaturas vermelhas



Fonte: Do autor, 2023.

Figura 2- Rosas miniaturas vermelhas embaladas em potes de polipropileno.



Fonte: Do autor, 2023.

3.3. Determinação dos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante

3.3.1. Preparação dos extratos para determinação dos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante

Os extratos foram obtidos conforme método descrito por De Souza *et al.* (2012), com pequenas modificações. Resumidamente o extratos de 0,5 g de pétalas de cada amostra foram obtidos pela maceração com 10 mL de solução de metanol 50% (v/v) em temperatura ambiente (25 °C), e deixada em descanso por 1 h. Após este período, as amostras foram centrifugadas a 4500 *g* à temperatura ambiente durante 10 min e os sobrenadantes foram recuperados. Em seguida, 10 mL de solução de acetona 70% (v/v) foram adicionados ao pellet

em temperatura ambiente e deixados em descanso por mais 1 h e centrifugadas nas mesmas condições anteriores.

3.3.2. Determinação do conteúdo fenólico total

O conteúdo fenólico total foi determinado pelo método descrito por Kim *et al.* (2003), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. Resumidamente, 1,0 mL do extrato da amostra ou da solução padrão de referência foi misturado com 9,0 mL de água ultrapura e 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, e a mistura foi homogeneizada e deixada em repouso no escuro por 5 min. Posteriormente, 10 mL de solução de carbonato de sódio a 7% (p/v) e 4,0 mL de água ultrapura foram adicionados à mistura para atingir um volume total de mistura de reação de 25 mL. A solução resultante foi homogeneizada e deixada em repouso por 90 min em temperatura ambiente (25 °C). Após este período a leitura da absorvância foi realizada em espectrofotômetro de absorção na região UV-Vis a 750 nm. O ácido gálico foi utilizado como padrão de referência na faixa de concentração de 1,0–8,0 mg/L. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico/g de amostra (mg EAG/g).

3.3.3. Determinação do conteúdo flavonoides

A metodologia convencional utilizada para quantificação de flavonoides foi a proposta por Boroski *et al.* (2015). Resumidamente, uma mistura reacional de 0,500 mL do extrato da amostra ou da solução padrão de referência, 0,250 mL de solução de cloreto de alumínio a 5% (p/v) e 4,25 mL de metanol foi preparada em frasco âmbar, atingindo um volume total de 5 mL. A mistura reacional foi homogeneizada, deixada em repouso por 30 min e depois analisada em espectrofotômetro de absorção na região UV-vis a 425 nm. A quercetina dissolvida em metanol foi usada como padrão de referência na faixa de concentração de 1,0–12,0 mg L⁻¹ para obter a curva de calibração. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de quercetina/grama.

3.3.4. Determinação da atividade antioxidante

3.3.4.1. O Método DPPH

O método DPPH para determinação da atividade antioxidante foi realizado de acordo com a metodologia convencional proposta por Brand-Williams *et al.* (1995). Primeiro, foram preparados 25 mL de solução dissolvendo 4,0 mg de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) em

metanol. A solução obtida foi diluída duas vezes com metanol: água (80:20, v/v) para obter a solução de trabalho com absorvância de $1,1 \pm 0,02$ a 515 nm. A seguir, para determinação da atividade antioxidante, foi preparada uma mistura reacional de 3,0 mL da solução de trabalho e 0,6 mL do extrato ou da solução padrão de referência, atingindo um volume total de 3,6 mL. A mistura reacional foi deixada em repouso por 45 min e depois analisada em espectrofotômetro de absorção na região UV-Vis a 515 nm. Trolox dissolvido em metanol foi usado como padrão de referência na faixa de concentração de 1,0–7,0 mg/L para obter a curva de calibração. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de Trolox/g.

3.3.4.2. O Método ABTS

O método ABTS para determinação da atividade antioxidante foi realizado seguindo a metodologia convencional proposta por Siddiq *et al.* (2013). Primeiro, uma solução estoque contendo ABTS foi preparada misturando 25 mL de solução de persulfato de potássio $2,4 \text{ mmol L}^{-1}$ e 25 mL de solução ABTS 7 mmol L^{-1} em água ultrapura, e a mistura resultante foi homogeneizada e deixada em repouso no escuro por 16 h para permitir a formação de $\text{ABTS}^{\bullet+}$. Esta solução com $\text{ABTS}^{\bullet+}$ foi diluída 50 vezes com mistura metanol: água (80:20, v/v) até obter uma solução de trabalho com absorvância de $0,7 \pm 0,02$ a 734 nm. A seguir, para determinação da atividade antioxidante, foi preparada uma mistura reacional de 3 mL desta solução de trabalho e 0,03 mL do extrato da amostra ou da solução padrão de referência, atingindo um volume total de 3,03 mL. A mistura reacional foi analisada em espectrofotômetro de absorção na região UV-Vis a 734 nm. Trolox foi utilizado como padrão de referência na faixa de concentração de 0,25–5,0 mg/L para obtenção da curva de calibração. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de Trolox/grama.

3.3.4.3. O Método FRAP

O método do poder de redução do cloreto férrico (FRAP) para determinação da atividade antioxidante foi realizado seguindo a metodologia convencional proposta por Boroski *et al.* (2015). Primeiro, uma solução estoque TPTZ com concentração de 10 mmol L^{-1} em 40 mmol L^{-1} de ácido clorídrico, uma solução tampão de 300 mmol L^{-1} de acetato de sódio e 20 mmol L^{-1} solução de cloreto férrico foi preparada em água ultrapura. Em seguida, essas três soluções foram misturadas na proporção 1:10:1 (v/v/v), e a mistura resultante foi homogeneizada e deixada em repouso por 3 h em banho-maria a 37°C , produzindo a solução de trabalho. A atividade antioxidante foi determinada preparando uma mistura reacional de

0,1 mL do extrato da amostra ou da solução padrão de referência, 3 mL da solução de trabalho e 0,3 mL de água ultrapura, atingindo um volume total de 3,4 mL. Esta mistura reacional foi homogeneizada e deixada em repouso por 45 min a 37°C, seguida de análise utilizando espectrofotômetro de absorção na região UV-Vis a 593 nm. Uma solução padrão de referência Trolox preparada em metanol foi usada na faixa de concentração de 1,0–7,0 mg L⁻¹ para obter a curva de calibração. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de Trolox/grama.

3.3.4.4. Antocianinas

A determinação de antocianinas foi realizada conforme descrito por Francis (1982), com pequenas modificações. Resumidamente, 0,5 g de pétalas de cada amostra foram maceradas com 20 mL de solução extratora (etanol 95%: 1,5 N HCl — 85:15 v/v). As amostras foram homogeneizadas por 1 minuto e então transferidas para um frasco volumétrico de 50 mL. O volume foi completado para 50 mL com a mesma solução de extração e incubado por 16 h sob- refrigeração (7°C) no escuro. Após esse período, os extratos foram filtrados e as absorvâncias em 535 nm (antocianinas), foram medidas. Os teores de antocianinas foram calculados usando a “Equação X” e coeficientes de absorção de 98,2 (mol/cm), onde *A* é a leitura de absorvância da amostra, *FD* é o fator de diluição.

$$\text{Antocianinas (mg. } 100^{-1}) = \frac{A \times FD}{98,2}$$

4. Análise Estatística

Após a obtenção e tabulação dos dados foram feitas as análises de variância e regressão polinomial no programa Sisvar (FERREIRA, 2019).

5. Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), para o fator temperatura para fenólicos totais conforme pode ser observado na tabela 1.

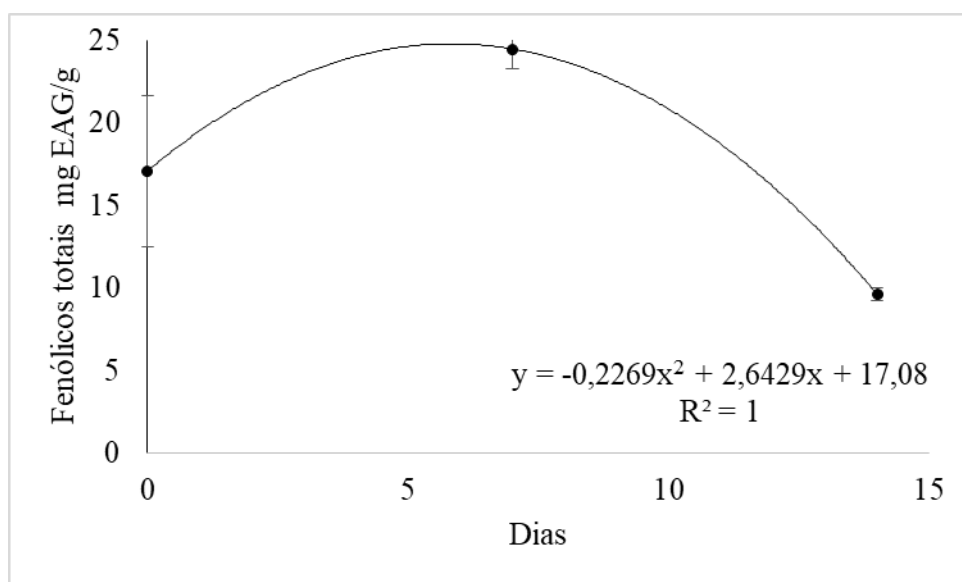
Tabela 1. Valores médios para fenólicos totais, flavonoides e antocianinas

Temperatura	Fenóis (mg EAG/g)	Flavonoides (mg EAG/g)	Antocianinas (mg/g)
2°C	16,13 a	1,73 a	77,00 a
8°C	17,95 a	1,85 a	77,89 a
CV (%)	20,83	23,65	1,84

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste F ($p \leq 0.05$)

Para a variável tempo, observou diferença significativa, verificou-se que os fenólicos totais tiveram um aumento até o dia 7, após observou-se se que os teores foram reduzindo até os 14 dias (figura 3).

Figura 3. Teor de fenólicos totais no tempo



Comparando os compostos fenólicos totais com outros estudos, a faixa de valores detectados 16,13 mg EAG/g e 17,95 mg EAG/g (TABELA 1), esses valores estão bem próximos aos encontrado por Gonçalves *et al.* (2019) em flores de ipê-amarelo (12,5 mg EAG/100 g) e Pinto (2016), no seu estudo com pétalas de flores de *Calendula officinalis* (13,68 mg EAG/g). Além disso, os resultados do presente estudo apresentaram concentrações destes compostos superiores às flores de ora-pro-nobis (7,9 mg EAG/g), capuchinha-vermelha (7,7 mg EAG/g), couve-flor roxa (7,1 mg EAG/g). Em contrapartida, foram inferiores aos teores de fenólicos das flores de capuchinha-laranja e de amor-perfeito, as quais apresentaram médias de 32,0 e 29,0 mg EAG/g de amostra fresca, respectivamente (GONÇALVES, 2019).

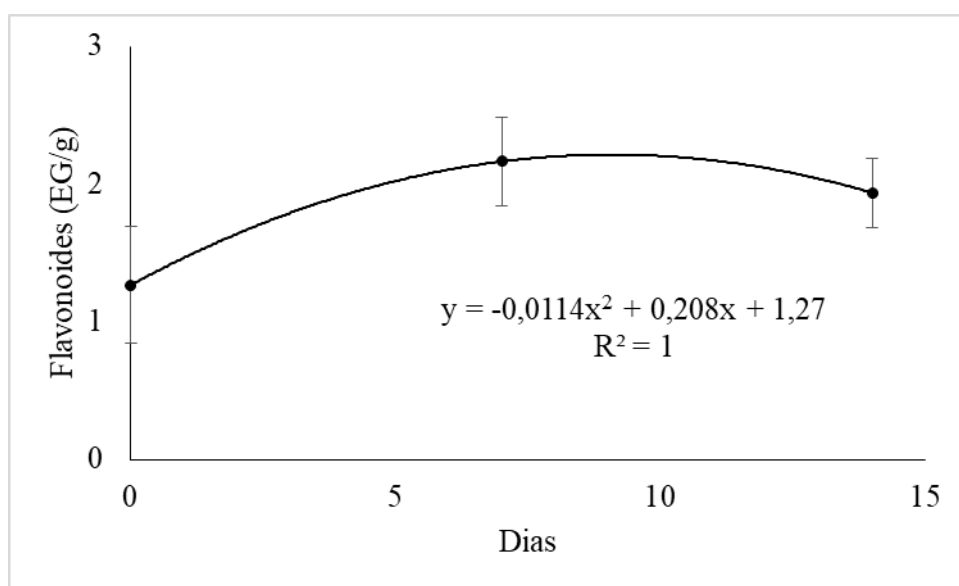
Landi *et al.* (2015) relataram que o conteúdo total de polifenólicos nas pétalas de uma nova sálvia híbrida (*S. microphylla*, *S. × jamensis* e *S. greggii*) não foi afetado a 5°C durante 6

dias de armazenamento. Nesse trabalho o teor de compostos fenólicos não foi afetado pelas temperaturas testadas de 2° C e 8°C durante o armazenamento, mas sim ao longo do tempo de armazenamento.

Os compostos fenólicos são compostos por um grupo diverso, resultando também em diversidade de resultados. As diferenças dos resultados deste estudo em relação aos demais autores citados podem ser explicados pela existência de variações na expressão dos compostos fenólicos, que podem ser afetados por diversos fatores bióticos e abióticos, como tipo de manejo da cultura, solo, clima, temperatura, pH, luz, espécies e variedades de espécies, dentre outros (FERNANDES *et al.*, 2016; ZHAO e TAO, 2015).

De acordo com a análise de variância e o teste Tukey, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), para o fator temperatura para flavonoides conforme pode ser observado na tabela 1. Para a variável tempo observou diferença significativa, verificou-se um aumento do teor do conteúdo flavonoides até o dia 7, após os teores se mantiveram constantes até os 14 dias (figura 4).

Figura 4. Teor de flavonoides no tempo



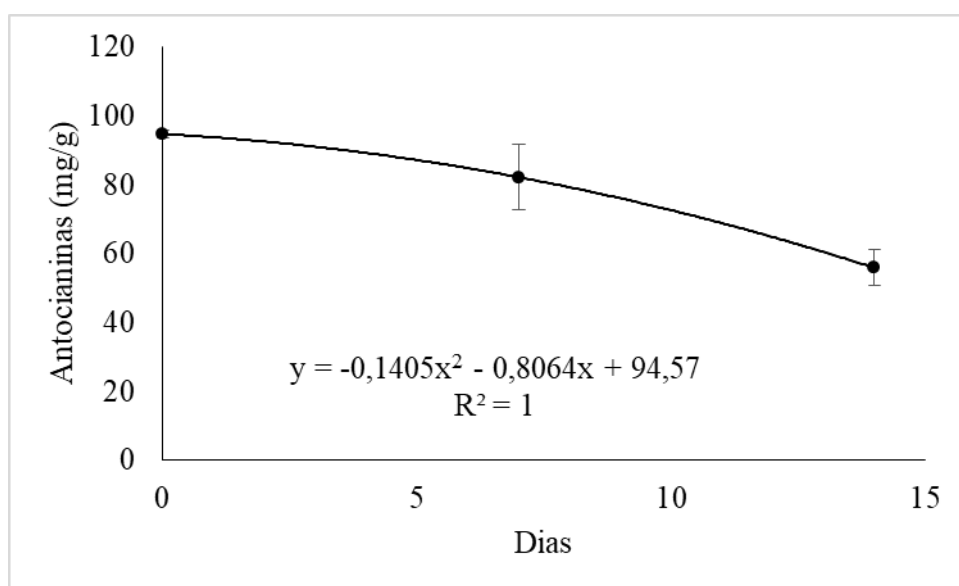
Os teores de flavonoides totais das rosas variaram de 1,73 mg EQ/g a 1,85 mg EQ/g de amostra fresca (TABELA 1). As concentrações de flavonoides totais observadas por Marchioni *et al.* (2020) em diferentes espécies de flores comestíveis *A. houstonianum* Mill., *T. lemmonii* A. Gray, *S. dorisiana* Standl. e *P. odoratissimum* (L.) L'Her "Lemon" durante 6 dias de armazenamento a 4 °C foram maiores variando de 2,17 mg/g FW a 5,72 mg/g FW aos do presente estudo. No entanto, em outro estudo, Marchioni *et al.* (2023) reportaram menores teores de flavonoides 0,30 a 0,32 a 0,29 (mg CEq/g FW).Vieira (2013), estudando flores de

amor-perfeito, capuchinha-vermelha e capuchinha-laranja, reportou valores médios de 0,5080; 0,4845 e 0,005 mg/ g de amostra fresca de flor, respectivamente.

Várias funções são atribuídas aos flavonoides nas plantas, como proteção contra ataques de insetos, fungos, vírus e bactérias e também agem na proteção celular. Em relação ao seu consumo por humanos agem como potentes agentes antioxidantes, anti-histamínico, antiviral, antitumorais e anti-inflamatórios, (MENEZES FILHO; CASTRO, 2019) e os resultados do teor de flavonoides apresentados para rosa miniatura confirmam o benefício dessa flor para fins comestíveis.

De acordo com a análise de variância, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), para o fator temperatura para antocianinas conforme pode ser observado na tabela 1. Para a variável tempo, observou diferença significativa, verificou-se uma diminuição no teor total de antocianinas após 14 dias (figura 5), que poderia estar correlacionado com o intercâmbio entre parâmetros azulados e avermelhados (MARCHIONI *et al.*,2023).

Figura 5 – Teor de antocianinas no tempo



Para as antocianinas as flores apresentaram teores de 77,00 mg/g e 77,89 mg/g(tabela 1). Outras espécies apresentaram níveis de antocianinas inferiores aos reportados neste estudo, como flores de capuchinha vermelha (61,20 mg/g), capuchinha laranja (19,00 mg/g) e amor-perfeito (9,40 mg/g) (VIEIRA, 2013). Cultivares de flores vermelhas apresentaram atividade antioxidante mais elevada que cultivares claras e estes resultados podem sugerir que os teores de antocianinas estão diretamente relacionados com altos valores do poder antioxidante (BENVENUT *et al.*, 2016).

De maneira geral, assim como em rosa miniatura vermelha, os teores de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas são encontrados em maiores concentrações em flores que contém colorações mais intensas, como flores de amor-perfeito e capuchinha-laranja (GONÇALVES *et al.*, 2019). SANTOS *et al.* (2019) explicam que essas diferenças nos teores de compostos bioativos podem ocorrer devido a diversos fatores como: variação de flores, do método utilizado, local de plantio, forma de cultivo, entre outros. O perfil desses compostos pode variar de um vegetal para outro de acordo com país de origem, com a complexidade dos compostos, os diferentes métodos de extração e análise, de acordo com gênero, espécie e cultivar, com o manejo agrônômico e forma de armazenamento (SULAIMAN *et al.*, 2011).

De acordo com a análise de variância, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), para o fator temperatura e nem para o fator tempo para a variável DPPH, os resultados estão apresentados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Valores médios para atividade antioxidante para as temperaturas 2°C e 8°C

Temperatura	DPPH (mgTE/g)	ABTS (mg de TE/g)	FRAP (mg de TE/g)
2° C	452,18 a	445,96 a	309,01 a
8°C	477,19 a	405,39 a	231,57 a
CV (%)	43,92	21,84	36,02

Médias seguidas de letras iguais na coluna não se diferem pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Tabela 3- Valores médios para a atividade antioxidante para os tempos 0, 7 e 14 dias

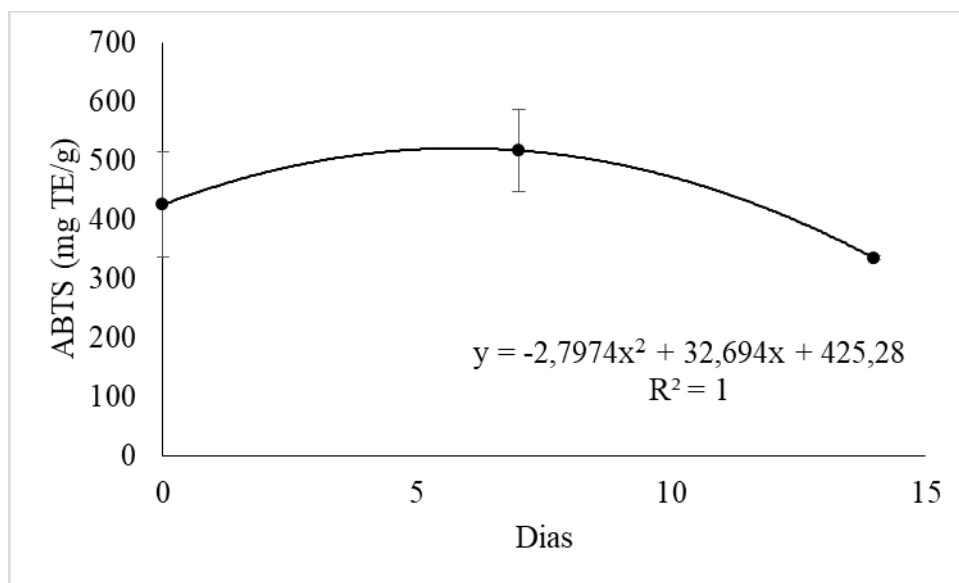
Tempo	DPPH (mg de TE/g)	FRAP (mg de TE/g)
0	554.73 a	272.06 a
7	411.46 a	332.35 a
14	427.86 a	206.47 a
CV (%)	43.92	36.02

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste F ($p \leq 0,05$)

Demasi *et al.* (2021) avaliaram o efeito do armazenamento refrigerado em 17 espécies de flores comestíveis. Os autores observaram que as flores comestíveis podem ser armazenadas satisfatoriamente por 7 a 14 dias a 4 °C. Por outro lado, Marchioni *et al.* (2023) reportaram redução progressiva da atividade antioxidante (ensaio DPPH) de flores *Tulbaghia simmleri Beau*, durante o armazenamento refrigerado. O mesmo comportamento foi relatado por Ikeura *et al.* (2023) em flores de rosas em miniatura armazenadas a 5 °C por 6 dias.

De acordo com a análise de variância, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), para o fator temperatura para atividade antioxidante através do método ABTS, conforme pode ser observado na tabela 2. Para a variável tempo, observou diferença significativa, verificou-se que houve redução da atividade antioxidante pelo método ABTS a partir do dia 7, como mostra na figura 6.

Figura 6 - Atividade antioxidante método ABTS no tempo



Diferentes espécies podem apresentar uma ampla variação na atividade que pode estar especialmente relacionada, dentre outros fatores, às cultivares (SULAIMAN *et al.*, 2011). Por exemplo, Chen *et al.* (2015) reportaram atividade antioxidante de 23 flores comestíveis entre $21,14 \pm 146,46 \pm 1,69$ a $2.078,34 \pm 23,08$ $\mu\text{mol Trolox/g}$ (método ABTS), enquanto Prata (2009) observou valores de atividade antioxidante (método ABTS) de $38,14$ $\mu\text{M Trolox/g}$ para a variedade das rosas New Fashion e de $222,27$ $\mu\text{M Trolox/g}$ para a variedade Dolce Vita.

Souza *et al.* (2020) analisando a atividade antioxidante através do método ABTS em flores da capuchinha, observaram valores que variam de $2,99$ $\mu\text{mol de Trolox/g}$ a $13,59$ $\mu\text{mol de Trolox/g}$. A alta capacidade antioxidante das flores apresentada no presente trabalho, assim como a capacidade antioxidante de flores de capuchinha vermelha, deve-se geralmente à maior concentração de antocianinas e de outros compostos fenólicos, tais como ácidos fenólicos e quercetina (GARZÓN ; WROLSTAD, 2009; RONCHETTI, 2018; NASCIMENTO, 2019). Esses compostos fenólicos estão diretamente relacionados com o poder antioxidante dos vegetais e atuam na prevenção de diversas doenças crônicas. Os resultados também podem ser explicados baseados na extração utilizada (SOUZA *et al.*, 2020).

De acordo com a análise de variância, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), para o fator temperatura e nem para o fator tempo para a variável FRAP, os resultados estão apresentados nas tabelas 2 e 3. Diferentes espécies podem apresentar uma ampla variação na atividade que pode estar especialmente relacionada, dentre outros fatores, espécies estudadas (SULAIMAN *et al.*, 2011). Por exemplo, Chen *et al.* (2015) reportaram atividade antioxidante de 23 flores comestíveis entre $8,08 \pm 0,59$ a $913,58 \pm 3,05$ $\mu\text{mol Trolox/g}$ para o método FRAP, Ademais, Li *et al.* (2014), ao avaliarem a atividade antioxidante de 51 tipos de flores, verificaram valores que variaram de 0,17 a 629,64 $\mu\text{mol Fe(II)/g}$ (método FRAP), Benvenuti *et al.* (2016) analisando o poder antioxidante nas flores comestíveis encontrou valores que variou de 3,6 mmol $\text{FeSO}_4/100\text{g}$ para *Calendula officinalis* para 70,4 mmol $\text{FeSO}_4/100\text{g}$ para *Tagetes erecta*.

Parte da elevada atividade antioxidante deve-se muitas vezes ao seu elevado teor de antocianinas, pelo menos no caso das flores mais pigmentadas *V. vittrrockiana*, *A. majus* e *D. barbatus*, *V. vittrrockiana* (vermelhas ou azuis), (Benvenuti *et al.*, 2016). Ele associou os altos teores de antocianinas a uma alta atividade antioxidante, isso pode justificar os altos valores encontrados para a atividade antioxidante desse trabalho nos diferentes métodos.

É importante destacar que a determinação da atividade antioxidante não depende somente da concentração e qualidade do antioxidante, mas também da interação deste com outros compostos, do método e condições de análise utilizados, das diferenças na concentração, do tipo de extrato, da forma de expressão de resultados, o dificulta a comparação entre os diferentes métodos e dos resultados obtidos com rosa miniatura com os de outros estudos (HUANG; PRIOR, 2005; KUSKOSKI *et al.*, 2005). Em consonância com o descrito anteriormente, Takahashi *et al.* (2020) relataram que as variações do conteúdo de compostos bioativos estão relacionadas aos diferentes tipos de plantas ou podem ser devido à metodologia de preparação dos extratos.

Entretanto, independentemente do método de extração e da origem do material vegetal, as recentes pesquisas que vêm sendo realizadas têm revelado que os fitoquímicos, como antocianinas, flavonoides, ácidos fenólicos, alcaloides e glicosídeos em flores comestíveis exercem alta atividade antioxidante (CHEN *et al.*, 2015). Sendo assim, os resultados obtidos com as análises de rosa miniatura vermelha podem servir para dar suporte a outras informações disponibilizadas na literatura sobre o potencial das flores comestíveis como fonte de compostos bioativos com potencial antioxidante, tendo um alto interesse fitoquímico para a indústria alimentícia e farmacêutica.

6. CONCLUSÃO:

Conclui-se que as rosas miniatura possuem elevados teores de compostos bioativos e atividade antioxidantes que se mantêm em sua maioria durante 14 dias de armazenamento tanto em 2°C quanto em 8°C. Como não teve diferença, entre as temperaturas, pela economia de energia, sugere-se a temperatura de 8° C graus para armazenamento das rosas miniaturas.

REFERÊNCIAS:

- AHRNÉ, L. M., PEREIRA, N.S., STAACK, N., FLOBERG, P. Microwave convective drying of plant foods at Constant and variable microwave Power. **Drying Technology**, Gotemburgo, v. 25, n. 7-8, p. 1149-1153, jul. 2007.
- BARBOSA, J. G. **Produção Comercial de Rosas**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 200p.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E., BERSET, C.L.W.T. Uso de método de radicais livres para avaliar atividade antioxidante. **LWT- Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 1, p. 25-30, 1995.
- BENVENUTI, S.; BORTOLOTTI, E.; MAGGINI, R. Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 199, p. 170-177, 2016.
- BEHLING, E.; SENDÃO, M.; FRANCESCATO, H.; ANTUNES, L.; BIANCHI, M. Flavonóide quercetina: Aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.
- BOROSKI M, VISENTAINER, J.V., COTTICA, S.M., MORAIS, D.R., Antioxidantes: princípios e métodos analíticos. **Curitiba: Appris**, v. 141, 2015.
- CAMARDA, L.; DI STEFANO, V.; DEL BOSCO, S. F.; SCHILLACI, D. Antiproliferative activity of Citrus juices and HPLC evaluation of their flavonóide composition. **Fitoterapia**, v. 78, p. 426-429, 2007.
- CAO, G.; SOFIC, E.; PRIOR, R. L. Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 22, p. 749-760, 1997.
- CACIQUE, A. P., BARBOSA, É. S., DE PINHO, G. P., SILVÉRIO, F. O. Miniaturized Methodologies for Determining the Total Phenol and Flavonoid Concentrations and the Antioxidant Activity. **Food Analytical Methods**, v. 14, p. 1110-1120, 2021.
- CHAHÍN A. M. G, VERDUGO R.G., MONTESINOS V., A. **Manejo de postcosecha de flores**. Temuco, Chile: INIA, 2002. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.14001/7740>>. Acesso em: 25 set. 2023.
- CAVASINI, R. **Inibidores de etileno na pós-colheita de Lisianthus**. 2013. 93 f., Dissertação (mestrado em agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/93557>>. Acesso em: 23 nov.2023.
- CASARINI, E. **Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (Rosa sp.) em ambiente protegido**. 2004. 120. f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2004.
- CHEN, G.L., CHEN, S.G., XIE, Y.Q., CHEN, F., ZHAO, Y.Y., LUO, C.X., GAO, Y.Q., Atividade fenólica total, flavonóide e antioxidante de 23 flores comestíveis submetidas à digestão in vitro. **Revista de Alimentos Funcionais**, v. 17, p. 243-259, 2015.

CORDEIRO, D. C., FINGER, F. L., SANTOS, J. S. D. , KARSTEN, J. , BARBOSA, J. G. Sensibilidade da rosa 'Osiana' ao etileno. **Bragantia**, v. 70, p. 677-681, 2011.

COÏSSON, J.D., TRAVAGLIA, F., PIANA, G., CAPASSO, M., ARLORIO, M. Suco de Euterpe oleracea como pigmento funcional para iogurte. **Pesquisa alimentar internacional**, v. 8-9, p. 893-897, 2005.

DRAVA, G., IOBBI, V., GOVAERTS, R., MINGANTI, V., COPETTA, A., RUFFONI, B. BISIO, A. Trace elements in edible flowers from Italy: Further insights into health benefits and risks to consumers. **Molecules**, v. 25, n. 12, p. 2891, 2020.

DEMASI, S.; MELLANO, M. G.; FALLA, N. M.; CASER, M.; SCARIOT, V. Sensory Profile, Shelf Life, and Dynamics of Bioactive Compounds during Cold Storage of 17 Edible Flowers. **Horticulturae**, Torino, v. 7, n. 7, p. 166, 29 jun. 2021. MDPI AG.

DE SOUZA, V. R. et al. Determinação de compostos bioativos, atividade antioxidante e composição química de frutos do Cerrado brasileiro. **Química dos Alimentos** , v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

DEVECCHI, A., DEMASI, S., SABA, F., ROSATO, R., GAMBINO, R., PONZO, V., SCARIOT, V. Características composicionais e atividade antioxidante de flores de rosas comestíveis e seu efeito na excreção urinária fenólica. **Revista Polonesa de Ciências da Alimentação e Nutrição**, v. 4, p. 383-392, 2021.

DORMAN, H.D., KOŞAR, M., KAHLOS, K., HOLM, Y., HILTUNEN, R. Propriedades antioxidantes e composição de extratos aquosos de espécies, híbridos, variedades e cultivares de Mentha. **Revista de química agrícola e alimentar** , v. 51, n. 16, pág. 4563-4569, 2003.

DUBICK, M. A.; OMAYE, S. T. Modification of atherogenesis and heart disease by grape wine and tea polyphenols. In: Wildman, R. E.C. (org). **Handbook of Nutraceutical and Functional Food**. Boca Raton: CRC Press, 2001. v. 14. p. 143-153.

FRANCIS, F.J. Análise de antocianinas. **Antocianinas como corantes alimentares**. Michigan: Pericles Markakis 1982. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/content?id=SN8XbvA1w8gC&hl=ptBR&pg=PR3&img=1&zoom=3&bul=1&sig=ACfU3U09LiNrNagUauoLeoCSsXRTvlyYsf&w=1280> Acesso em: 10 ago.2023.

FERNANDES, L., CASAL, S., PEREIRA, J. A., SARAIVA, J. A., RAMALHOSA, E. Edible flowers: a nutritional perspective. **Acta Portuguesa de Nutrição**, v. 6, n. 1, p. 32-37, 2016.

FERNANDES, L., SARAIVA, J. A., PEREIRA, J. A., CASAL, S., RAMALHOSA, E. Post-harvest technologies applied to edible flowers: A review: Edible flowers preservation. **Food Reviews International**, v. 35, n. 2, p. 132-154, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, 37(4):529-535, 2019.

FINGER, F. L., CARNEIRO, T. F., BARBOSA, J. G. Senescência pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 39, p. 533-537, 2004.

GARZÓN, G. A.; WROLSTAD, R. E. Major anthocyanins and antioxidant activity of *Nasturtium* flowers (*Tropaeolum majus*). *Food Chemistry*, v. 114, p. 44–49, 2009.

GILBERT, K. G.; COOKE, D. T. Dyes from plants: past usage, present understanding and potential. **Plant Growth Regulation**, v. 34, p. 57-69, 2001.

GONÇALVES, J.; SILVA, G.C.O., CARLOS, L.A. Compostos bioativos em flores comestíveis. *Perspectivas Online: Biológicas & Saúde*. v. 9, n 29, p.11-20, 2019.

GUINÉ, R. P. F., FLORENÇA, S. G., FERRÃO, A. C., CORREIA, P. M. R., 2019. Investigation about the consumption of edible flowers in Portugal. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, Viseu, v. 18(3), p. 579-588, July 2019.

HAN, J. W., RUIZ-GARCIA, L., QIAN, J. P., YANG, X. T. Food packaging: A comprehensive review and future trends. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 4, p. 860-877, 2018.

HETTIARACHCHI, M. P.; BALAS, J. Efeitos do armazenamento refrigerado na manutenção da qualidade pós-colheita de hastes floridas de *Gloriosa* (*Gloriosa superba* L.). 2004.

HEIM, K.E., TAGLIAFERRO, A.R., BOBILYA, D.J. Antioxidantes flavonóides: química, metabolismo e relações estrutura-atividade. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, n. 10, p. 572-584, 2002.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. A química por trás dos ensaios de capacidade antioxidante. **Revista de química agrícola e alimentar**, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, 2005.

HRYNTSEVICH, I. B.; SHADYRO, O. I. Reactions of γ -hydroxyethyl radicals with flavonoids of various structures. **Bioorganic Medicinal Chemistry Letters**, v. 15, p. 4252-4255, 2005.

IKEURA, H., KOBAYASHI, F., KAI, T., TSUCHIYA, Y., TAMAKI, M. Efeitos de diferentes condições de armazenamento na cor, atividade antioxidante e componentes voláteis de rosas comestíveis. **Scientia Horticulturae**, v. 310, p. 111-707, 2023.

KELLEY, K.M, CAMERON, A.C, BIERNBAUM, J.A, POFF, K.L. Efeito da temperatura de armazenamento na qualidade de flores comestíveis. **Biologia e Tecnologia Pós-colheita**, v. 3, p. 341-344, 2003.

KIM, D. O., CHUN, O. K., KIM, Y. J., MOON, H. Y., LEE, C. Y. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 51, n. 22, p. 6509-6515, 2003.

KUSKOSKI, E. M., ASUERO, A. G., TRONCOSO, A. M., MANCINI-FILHO, J., FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 726-732, 2005

LANDI, M. A. R. C. O., RUFFONI, B., GUIDI, L., SAVONA, M., SALVI, D. Cold storage does not affect ascorbic acid and polyphenolic content of edible flowers of a new hybrid sage. Cold storage does not affect ascorbic acid and polyphenolic content of edible flowers of a new hybrid sage, p. 348-357, 2015.

LEBLANC, D. I., STARK, R., GOGUEN, B., BEAULIEU, C. Perishable food temperatures in retail stores. **Science et Technique du Froid (France)**, 1996.

LI, A.N., LI, S., LI, H.B., XU, D.P., XU, X.R., CHEN, F. Conteúdo fenólico total e capacidade antioxidante de 51 flores comestíveis e silvestres. **Revista de alimentos funcionais**, v. 6, p. 319-330, 2014.

LIU, Y., QI, Y., CHEN, X., HE, H., LIU, Z., ZHANG, Z., REN, X.. Phenolic compounds and antioxidant activity in red- and in green fleshed kiwifruits. *Food Research International*, [United States], v. 116, p. 291-301, Feb. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996918306537>. Acesso em: 23 nov. 2023.

LIMA, V. L. A. G. D. , MÉLO, E. D. A., LIMA, L. D. S., LIMA, D. E. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 669-670, 2002.

LOGES, V., TEIXEIRA, M. D. C. F., CASTRO, A. C. R. D., COSTA, A. S. D. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 699-702, 2005.

LLORACH, R.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; TÓMAS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.I.; FERRERES, F. Characterization of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. **Food Chemistry**, Murcia v.108, p.1028-1038, 2008.

MARTINS, C. **Avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo do guaraná (Paullinia cupana) em pó**. 2010.130.f., Dissertação (Mestrado em nutrição em saúde publica) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Publica da USP. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f14b/ea0c0b50c310532955356be0fe517eaf7481>. Acesso em: 25 out.2023.

MARTINEZ-FLORES, S.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J.; CULEBRAS, J. M.; TUÑÓN, M. J. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. **Nutrición Hospitalaria**, v. 17, n. 6, p. 271-278, 2002.

MARCHIONI, I., NAJAR, B., COPETTA, A., FERRI, B., RUFFONI, B., PISTELLI, L., PISTELLI, L. Phytonutritional and aromatic profiles of Tulbaghia simmleri Beauv. Edible flowers during cold storage. *Advances in Horticultural Science*, v. 37, n. 1, p. 25-32, 2023.

MARCHIONI, I., PISTELLI, L., FERRI, B., COPETTA, A., RUFFONI, B., PISTELLI, L., NAJAR, B. Phytonutritional content and aroma profile changes during postharvest storage of edible flowers. **Frontiers in plant science**, v. 11, p. 590968, 2020.

MANACH, C., SCALBERTS, A., MORAND, C., RÉMÉSY, C., JIMÉNEZ, L. Polifenóis: fontes alimentares e biodisponibilidade. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 5, p. 727-747, 2004.

MATTIUZ, C. F. M., RODRIGUES, T. D. J. D., MATTIUZ, B. H., PIETRO, J. D., & MARTINS, R. Armazenamento refrigerado de inflorescências cortadas de *Oncidium varicosum* 'Samurai'. **Ciência Rural**, v. 40, p. 2288-2293, 2010.

MENEGHEL, R. F.; DE TOLEDO BENASSI, M.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amorapreta (*Rubus ulmifolius*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 609-617, 2008.

MENEZES FILHO, A. C. P., DA SILVA, M. A., PEREIRA, A. V., DE OLIVEIRA FILHO, J. G., DE SOUZA CASTRO, C. F. Parâmetros físico-químicos, tecnológicos, atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais e carotenóides das farinhas dos frutos do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne). **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 1, p. 93-100, 2019.

MLCEK, J.; ROP, O. Fresh edible flowers of ornamental plants: a new source of nutraceutical foods. **Trends in Food Science & Technology**, Zlín, 27 abr de 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224411000847>> Acesso em 5 de jun.2023.

NASCIMENTO, A.L.A.A. **Efeito de diferentes tempos de exposição à luz led vermelha em compostos bioativos de flores de capuchinha (*tropaeolum majus* L.)**. 2019. 70. f. , Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/26553/2/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

NELL, T. A.; BARRETT, J. E.; LEONARD, R. T. Production factors affecting postproduction quality of flowering potted plants. **HortScience**, v. 32, n. 5, p. 817-819, 1997.

NIJVELDT, R. J; NOOD, E.; HOORN, D. E.; BOELEN, P. G.; NORREN, K.; LEEUWEN, P. A. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 74, p. 418-425, 2001.

PRATA, G. G. B. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte**. 2009. 111.f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. Centro de Tecnologia. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4035>>. Acesso 4 nov.2023.

PIRES, T.C.S.P.; BARROS, L.; SANTOS-BUELGA, C.; FERREIRA, I.C.F.R. Edible flowers: emerging components in the diet. **Trends in Food Science & Technology**, v.93, p.244-258, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.020>>. Acesso em: 12 ago. 2023.

PINTO, S. V. A. **Flores edíveis como novo conceito de novos alimentos para a promoção da saúde**. 2016. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (ciência da nutrição) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, porto, 2016.

PINEDO-ESPINOZA, J.M., GUTIÉRREZ-TLAHQUE, J., SANTIAGO-SAENZ, Y.O., AGUIRRE-MANCILLA, C.L., REYES-FUENTES, M., LÓPEZ-PALESTINA, C.U. Nutritional composition, bioactive compounds and antioxidant activity of wild edible flowers consumed in semiarid regions of Mexico. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 75, p. 413-419 2020.

POZO-INSFRAN, D., BRENES, C.H., TALCOTT, S.T. Phytochemical composition and pigment stability of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 6, p. 1539-1545, 2004.

RAMIREZ-TORTOZA, C.; ANDERESSEN, O. M.; GARDNER, P. T.; MORRICE, P. C.; WOOD, S. G.; DUTHIE, S. J.; COLLINS, A. R. Anthocyanin-rich extract decreases indices of lipid peroxidation and DNA damage in vitamin E depleted rats. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 46, p. 1033-1037, 2001.

ROSA, L.A., MORENO-ESCAMILLA, J.O., RODRIGO-GARCÍA, J., ALVAREZ-PARRILLA, E. Phenolic compounds. Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables. 1st ed. Amsterdam: Elsevier, 2019. 510 p.

RONCHETI, E.F.S. **Efeito da radiação solar e da suplementação de luz led na biossíntese de compostos bioativos em flores de capuchinha (*tropaeolum majus* L.)**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 2018, 92p.

SANTOS, A. C. D., SAGGIOMO, G. M., Silva, P. B. M. D. (2019). **Compostos bioativos em iogurte adicionado de flores comestíveis**. 2019. 61 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) - Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019.

SANTOS, I. C.; REIS, S. N. Edible flowers: traditional and current use. **Ornamental Horticulture**, v. 27, n. 4, p. 438-445, 2021.

SIDDIQ, M.; SOGI, D. S.; DOLAN, K. D. Antioxidant properties, total phenolics, and quality of fresh-cut 'Tommy Atkins' mangoes as affected by different pre-treatments. **LWT-Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 156-162, 2013.

SONEGO G.; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. **Ciência Rural**, v. 25, p. 473-479, 1995.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, no. 2, p.351-355, 2007.

SOUZA, A. G., CARVALHO, J., ANAMI, J. M., AFFONSO, E., JUNG, P. H. Refrigeração na conservação de flores de capuchinha. **Agrotrópica**, Santa Catarina, 27 jan.2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.21757/0103-3816.2020v32n3p225-232>> . Acesso em: 25 de set. 2023.

STUMPF, E; BARBIERI, R. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 3, 2005.

SULAIMAN, S.F., YUSOFF, N.A.M., ELDEEN, I.M., SEOW, E.M., SAJAK, A.A.B., OOI, K.L. Efeito de solventes na extração de polifenóis e antioxidantes de vegetais crus selecionados. **Revista de Composição e Análise de Alimentos**, v. 4-5, p. 506-515, 2011.

TAKAHASHI, J.A., REZENDE, F.A.G.G., MOURA, M.A.F., DOMINGUETE, L.C.B., SANDE, D. Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development. **Food Research International**, v. 129, p. 108868, 2020.

VIEIRA, P. M. **Avaliação da composição química, dos compostos bioativos e da atividade antioxidante em seis espécies de flores comestíveis**. 2013. 102 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2013.

WATADA, A. E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 3, p. 201-205, 1999.

WOLFE, K.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant activity of apple peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p.609-614, 2003.

ZHAO, D.; TAO, J. Recent advances on the development and regulation of flower color in ornamental plants. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.4, p.1–13, 2015.

ZHENG, J.; LU, B.; XU, B. An update on the health benefits promoted by edible flowers and involved mechanisms. **Food Chemistry**, v. 340, p. 127940, 2021.