

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS
ALIMENTOS

Felipe de Lima Franzen

**CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA *IN VITRO* DE
EXTRATOS DE FLORES COMESTÍVEIS OBTIDOS PELO MÉTODO
CONVENCIONAL E ULTRASSOM**

Santa Maria, RS
2017

Felipe de Lima Franzen

**CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA *IN VITRO* DE EXTRATOS
DE FLORES COMESTÍVEIS OBTIDOS PELO MÉTODO CONVENCIONAL E
ULTRASSOM**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**.

Orientadora: Prof^a PhD. Leadir Lucy Martins Fries

Co-orientadora: Prof^a Dr^a. Mari Silvia Rodrigues de Oliveira

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FRANZEN, FELIPE DE LIMA
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA IN VITRO DE
EXTRATOS DE FLORES COMESTÍVEIS OBTIDOS PELO MÉTODO
CONVENCIONAL E ULTRASSOM / FELIPE DE LIMA FRANZEN.- 2017.
91 p.; 30 cm

Orientadora: Leadir Lucy Martins Fries
Coorientadora: Mari Silvia Rodrigues de Oliveira
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2017

1. Flor comestível 2. Compostos bioativos 3. DPPH 4.
Atividade antimicrobiana I. Martins Fries, Leadir Lucy
II. Rodrigues de Oliveira, Mari Silvia III. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados ao Felipe de Lima Franzen. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

e-mail: ffranzen2@gmail.com

Felipe de Lima Franzen

**CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA *IN VITRO* DE EXTRATOS
DE FLORES COMESTÍVEIS OBTIDOS PELO MÉTODO CONVENCIONAL E
ULTRASSOM**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

Aprovado em 20 de dezembro de 2017:



Leadir Lucy Martins Fries, PhD. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Marlene Terezinha Lovatto, Dra. (UFSM)



Vanusa Granella, Dra. (IFF-SVS)

Santa Maria, RS
2017

*Dedico este trabalho aos meus amados pais
Dilma e Celso Franzen, que foram os meus
primeiros mestres. A eles dedico esta conquista,
pois deixaram seus sonhos de lado para realizar
o meu.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre ao meu lado me dando forças para seguir em frente e vencer as batalhas cotidianas.

Aos meus pais Dilma e Celso, por todo amor, carinho e apoio nos momentos de dúvida e insegurança, por tudo que sempre me ensinaram e por me proporcionarem sempre às melhores condições de estudo, me incentivando nas minhas conquistas sem os quais não chegaria até aqui.

Aos meus irmãos Celso Jr. e Gilnei pela compreensão nas horas difíceis, por todo apoio e incentivo no meu crescimento e por torcerem para que tudo desse certo sempre.

Às minhas queridas orientadoras Professoras Leadir Lucy Martins Fries e Mari Silvia Rodrigues de Oliveira pela confiança na minha capacidade, pelas palavras de apoio e incentivo ao meu crescimento pessoal e profissional, agradeço pela orientação e por tudo que me ensinaram até hoje. Obrigado pela dedicação, confiança, amizade e principalmente pelo bom convívio nestes muitos anos de trabalho.

Aos professores membros da banca Prof^a Marlene Terezinha Lovatto, Prof^a Vanusa Granella e Prof. Pablo Teixeira pelas considerações e sugestões essenciais para este trabalho.

Agradeço aos Professores do Departamento de Fitotecnia da UFSM, Prof^a Fernanda e Prof. Bellé pelo espaço cedido para realização e auxílio na produção das flores, e Prof. Sidnei pela ajuda na análise estatística.

Às amigas e colegas Janine, Micheli e Jéssica que estavam sempre dispostas a me ajudar em todas as fases desse trabalho, além de dividir todos seus conhecimentos.

Agradeço aos alunos estagiários Henrique Fernando, Daniela e Jacqueline pela ajuda no laboratório, pela dedicação, comprometimento e pela amizade.

Às colegas de mestrado Dai, Tati e Gi por terem dividido além das amizades e conhecimentos, a permanente preocupação e companhia durante esse processo.

Aos funcionários do departamento Marialene, Moisés, Magé e Liana, agradeço pela colaboração na realização deste trabalho, e por tornar os dias no departamento mais agradáveis e divertidos. Em especial agradeço a Marialene pela paciência em me ouvir incansavelmente, por me encorajar em situações difíceis e por fazer o papel de mãe substituta.

Agradeço a todos meus amigos pela paciência e por muitas vezes entenderem a minha ausência nos encontros.

Ao Laboratório de Análises de Poluentes Persistentes (LAPP) do Departamento de Morfologia da UFSM, pelo empréstimo do aparelho de ultrassom para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Departamento de Farmácia Industrial pela doação das cepas das bactérias utilizadas.

Ao Prof. Sydney Hartz Alves do DEMIP pela doação dos esporos do fungo usado.

A CAPES pela bolsa de mestrado para a execução deste trabalho.

A Universidade Federal de Santa Maria por toda a aprendizagem.

Enfim, agradeço de coração a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e para minha formação.

A TODOS VOCÊS, MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

RESUMO

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA *IN VITRO* DE EXTRATOS DE FLORES COMESTÍVEIS OBTIDOS PELO MÉTODO CONVENCIONAL E ULTRASSOM

AUTOR: Felipe de Lima Franzen

ORIENTADORA: Leadir Lucy Martins Fries

Este trabalho teve como objetivo investigar a influência de diferentes métodos de extração (convencional e ultrassom) nos rendimentos e teores de extratos de pétalas de flores comestíveis cultivadas (rosa, girassol e calêndula), visando verificar a capacidade antioxidante e antimicrobiana. As flores foram cultivadas e avaliadas quanto à composição centesimal e valor calórico das pétalas. Nos métodos de extração foram utilizados diferentes solventes, tempo e temperaturas. Os extratos foram caracterizados quanto o teor de fenólicos totais e flavonoides totais. A atividade antioxidante *in vitro* foi quantificada pelo método de DPPH, foi calculado o IC₅₀ e avaliada a atividade antimicrobiana. As espécies apresentaram alto teor de água (maior que 80%), enquanto que o girassol apresentou maiores teores de cinzas (1,2%), a calêndula apresentou maior teor de extrato etéreo (1,2%) e a rosa apresentou maior teor de fibras (3,5%). Os resultados mostraram que os maiores teores de extratos das pétalas foram obtidos utilizando 120 minutos de extração, com predominância da espécie rosa, independente do método, solvente e temperatura, com exceção no método de extração convencional em água quente onde o maior teor de extrato foi no período de extração de 30 minutos. O extrato com maior rendimento foi o extraído pelo método de ultrassom em água a quente. Os extratos de pétalas de rosa e girassol obtiveram maiores rendimentos. Os extratos de pétalas de rosas obtidos pelo método ultrassom com temperaturas de 20° e 60° C apresentaram maiores conteúdos de compostos fenólicos (17,50 g EAG mL⁻¹ e 28,99 g EAG mL⁻¹ extrato, respectivamente) e de flavonoides (16,86 g EQ mL⁻¹ e 20,26 g EQ mL⁻¹ extrato, respectivamente). Os resultados obtidos indicam que os extratos etanólicos das pétalas de rosas apresentam alta capacidade antioxidante. Verificou-se que o extrato etanólico de pétalas de rosas pelo método ultrassom a uma temperatura de 20° C foi mais eficiente apresentando o valor de IC₅₀ de 0,75 mg mL⁻¹ de extrato, atividade antioxidante comprovada pelo método DPPH. Os extratos não apresentaram atividade antimicrobiana, pelo teste da difusão em disco e nem atividade antifúngica. Desta forma, os extratos de pétalas de flores demonstram ser uma alternativa viável como antioxidante natural em substituição aos antioxidantes sintéticos, com possibilidades de aplicações industriais em produtos alimentares.

Palavras-chave: Flor comestível. Compostos bioativos. DPPH. Atividade antimicrobiana.

ABSTRACT

ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL CAPACITY IN VITRO OF EXTRACTS OF EDIBLE FLOWERS OBTAINED BY THE CONVENTIONAL AND ULTRASSOM METHOD

AUTHOR: Felipe de Lima Franzen
ADVISOR: Leadir Lucy Martins Fries

The objective of this work was to investigate the influence of different methods of extraction (conventional and ultrasound) on the yield and contents of petal extracts of cultivated edible flowers (rose, sunflower and calendula), in order to verify the antioxidant and antimicrobial capacity. The flowers were cultivated and evaluated for the centesimal composition and caloric value of the petals. Different solvent, time and temperature were used in the extraction methods. The extracts were characterized as total phenolic content and total flavonoids. The antioxidant activity in vitro was quantified by the DPPH method, the IC₅₀ was calculated and the antimicrobial activity was evaluated. The species presented high water content (greater than 80%), while the sunflower had higher ash content (1,2%), marigold presented higher content of ethereal extract (1,2%) and rose presented higher content of fibers (3,5%). The results showed that the highest contents of petal extracts were obtained using 120 minutes of extraction, with predominance of the rose species, independent of the method, solvent and temperature, except in the conventional extraction method in hot water where the highest extract content was in the extraction period of 30 minutes. The extract with the highest yield was extracted by the ultrasound method in hot water. Rose and sunflower petal extracts obtained higher yields. The extracts of rose petals obtained by the ultrasonic method with temperatures of 20° and 60° C presented higher contents of phenolic compounds (17,50 g EAG mL⁻¹ and 28,99 g EAG mL⁻¹ extract, respectively) and flavonoids (16,86 g EQ mL⁻¹ and 20,26 g EQ mL⁻¹ extract, respectively). The results indicate that the ethanolic extracts of rose petals have high antioxidant capacity. It was verified that the ethanolic extract of rose petals by the ultra-sonic method at a temperature of 20° C was more efficient presenting the IC₅₀ value of 0,75 mg mL⁻¹ of extract, antioxidant activity proved by the DPPH method. The extracts did not present antimicrobial activity, by the disk diffusion test and neither antifungal activity. In this way, flower petal extracts prove to be a viable alternative as a natural antioxidant in place of synthetic antioxidants, with possibilities of industrial applications in food products.

Key words: Edible flower. Bioactive compounds. DPPH. Antimicrobial activity

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Percentagem de umidade e massa seca total (%; MST) das pétalas de calêndula (<i>Calendula officinalis</i> L.), girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) e rosa (<i>Rosa x grandiflora</i> Hort.) cultivadas em Santa Maria, RS.	36
Tabela 4.1 – Média da composição química e valor calórico das pétalas de Rosa (<i>Rosa x grandiflora</i> Hort.), Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) e Calêndula (<i>Calendula officinalis</i> L.). Santa Maria, RS, 2016.	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Flores e pétalas de rosa (<i>Rosa x grandiflora</i> Hort.)	21
Figura 1.2 – Inflorescência do girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.)	22
Figura 1.3 – Inflorescência da calêndula (<i>Calendula officinalis</i> L.)	24
Figura 1.4 – Pétalas de flores comestíveis trituradas para extração	25
Figura 1.5 – Extração convencional das pétalas de flores comestíveis por agitação em banho ultratermostatizado e agitador	26
Figura 1.6 – Extração por ultrassom de compostos bioativos das pétalas de flores comestíveis	27
Figura 1.7 – Atividade antioxidante das pétalas de flores comestíveis pelo método DPPH ...	29
Figura 3.1 – Teor de extrato de pétalas de calêndula (<i>Calendula officinalis</i> L.), girassol (<i>Heliantus annus</i> L.) e rosa (<i>Rosa x grandiflora</i> Hort.) em função de diferentes métodos de extração, solventes, temperaturas e períodos de extração. UagF: ultrassom em água a frio; UagQ: ultrassom em água a quente; UalF: ultrassom em álcool a frio; UalQ: ultrassom em álcool a quente; CagF: convencional em água a frio; CagQ: convencional em água a quente; CalF: convencional em álcool a frio; CalQ: convencional em álcool a quente. Santa Maria, RS, 2017..	37
Figura 3.2 – Rendimento de extrato de pétalas de calêndula (<i>Calendula officinalis</i> L.), girassol (<i>Heliantus annus</i> L.) e rosa (<i>Rosa x grandiflora</i> Hort.) em função de diferentes métodos de extração, solventes, temperaturas e períodos de extração. UagF: ultrassom em água a frio; UagQ: ultrassom em água a quente; UalF: ultrassom em álcool a frio; UalQ: ultrassom em álcool a quente; CagF: convencional em água a frio; CagQ: convencional em água a quente; CalF: convencional em álcool a frio; CalQ: convencional em álcool a quente. Santa Maria, RS, 2017..	39
Figura 5.1 – Compostos fenólicos totais (g mL^{-1}) presente nas pétalas de flores, submetidas à extração com álcool etílico de cereais (1:20), por 120 minutos, através dos métodos convencional e ultrassom e, temperaturas de 20 e 60° C.....	65
Figura 5.2 – Flavonoides (g mL^{-1}) presente nas pétalas de flores, submetidas à extração com álcool etílico de cereais (1:20), por 120 minutos, através dos métodos convencional e ultrassom, a temperaturas de 20 e 60° C.....	67
Figura 5.3 – IC_{50} (mg mL^{-1}) presente nos extratos de pétalas de flores obtidos através dos métodos convencional e ultrassom, a temperatura de 20 e 60° C, usando álcool etílico de cereais (1:20), por 120 minutos.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 ANTIOXIDANTES	18
2.1.1 Antioxidantes Naturais	19
2.2 ESPÉCIES DE FLORES COMESTÍVEIS UTILIZADAS	20
2.2.1 Rosa (<i>Rosa x grandiflora</i> Hort.)	21
2.2.2 Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	22
2.2.3 Calêndula (<i>Calendula officinalis</i> L.)	23
2.3 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO.....	24
2.3.1 Extração Convencional.....	25
2.3.2 Extração por Ultrassom	26
2.4 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> ...	28
3 CAPÍTULO I.....	30
TEOR E RENDIMENTO DE EXTRATOS DE FLORES OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS E PERÍODOS DE EXTRAÇÃO.....	30
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	34
Resultados e Discussão.....	35
Conclusões.....	41
Referências	42
4 CAPÍTULO II.....	46
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PÉTALAS DE FLORES COMESTÍVEIS	46
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	54
5 CAPÍTULO III	57
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DE EXTRATOS DE FLORES COMESTÍVEIS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO	57
INTRODUÇÃO.....	58
MATERIAIS E MÉTODOS.....	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS	70
6 DISCUSSÃO GERAL.....	76
7 CONCLUSÃO GERAL	83
REFERÊNCIAS GERAIS	84

1 INTRODUÇÃO GERAL

O alto consumo de alimentos industrializados associados ao sedentarismo e sobrepeso ocasionou um aumento no número de doenças crônicas relacionadas à alimentação inadequada (XAVIER, 2013). Com o foco em diminuir estas incidências a população tem buscado uma alimentação mais saudável associada à praticidade e a presença de características funcionais, sendo este um ponto importante a ser abordado por estudos e principalmente de maior interesse para as indústrias de alimentos (SKROVANKOVA et al., 2015; SPAGOLLA et al., 2009).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2004 lançou a Estratégia Global sobre Alimentação Saudável, que estabelece determinadas diretrizes com o objetivo principal de reduzir fatores de riscos ligados a tais enfermidades baseando-se em uma alimentação saudável, atividade física e saúde (WHO, 2004). Dentre as recomendações está o aumento na ingestão de legumes, frutas e verduras, além de vitaminas e minerais, pois estes alimentos possuem compostos bioativos tais como carotenoides, fitoestrógenos, glicosinolatos, compostos sulfurados, frutooligosacarídeos e flavonoides.

De acordo com a legislação brasileira vigente, alimento (ou ingrediente) com propriedade funcional ou de saúde é todo aquele alimento que, além de suas funções nutricionais básicas é capaz de produzir também efeitos benéficos à saúde, possuir consumo seguro sem a necessidade de supervisão médica (ANVISA, 1999).

Os compostos de ação antioxidante utilizados pelas indústrias de alimentos podem ser sintéticos ou naturais, sendo que os de maior utilização são os de natureza sintética. Contudo, a salubridade de alguns antioxidantes sintéticos vem sendo questionada, pois existem estudos demonstrando que os mesmos podem favorecer efeitos mutagênicos e carcinogênicos (BIRCH et al., 2001; MERCADANTE et al., 2010).

Inúmeros fitoquímicos presentes nas flores comestíveis estão relacionados com benefícios promovidos à saúde como antioxidantes, antiinflamatórios, anticancerígenos, anti-obesidade, hipoglicemiantes, e substâncias com propriedades protetoras do sistema neurológico, hepático e gastro (CUNNINGHAM, 2015; LOIZZO et al., 2016; LU; LI; YIN, 2016).

Os antioxidantes naturais apresentam-se como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos, minimizando assim os danos que esses compostos oxidativos causariam nos seres humanos (ACHKAR et al., 2013).

O uso culinário de flores comestíveis para saborizar e enfeitar pratos é realizado a centenas de anos. Os chineses introduziram as flores como ingredientes em uma grande variedade de formulações, e o uso de flores pode ser rastreado até 3000 a.C. Os primeiros relatos indicam que, na Roma antiga, as flores comestíveis de violetas e rosas foram consumidas em diversos pratos e a lavanda foi utilizada em molhos (MCGUFFIN; HOBBS; UPTON, 1997; MLCEK; ROP, 2011).

Esse novo interesse em cozinhar e enfeitar com flores despertou uma importância dos pesquisadores em analisar o valor nutritivo de flores comestíveis (ROP et al., 2012). Rop et al. (2012) escreveram que a demanda global de alimentos mais atraentes e saborosos poderia ser reforçada por flores comestíveis e realizaram um estudo com foco no valor nutritivo de 12 espécies de flores comestíveis de plantas ornamentais.

Eles concluíram que as cores das flores, assim como as cores das frutas e vegetais, indicam presença de fitoquímicos como exemplos os polifenóis ou compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides e antocianinas (ROP et al., 2012).

Xiong et al. (2014) descobriram em estudo com flores comestíveis na China que as flores apresentam grande quantidade de polifenóis, que são substâncias conhecidas por terem alta capacidade antioxidante e atividade biológica.

Na medida em que as pesquisas definem os benefícios para a saúde de componentes fisiologicamente ativos em flores, elas ainda podem ter o potencial de uso como aditivo em alimentos para ajudar a prevenir doenças crônicas e prevenir a oxidação dos alimentos (USDA, 2014).

Uma das maiores preocupações relacionadas ao consumo das flores é sua possível toxicidade. As flores comestíveis podem acrescentar sabor característico e fornecer um toque único de cor aos alimentos. No entanto, nem todas as flores são comestíveis, sendo importante identificar corretamente cada espécie e saber quais partes das flores devem ser consumidas (FERNANDES et al., 2017). As flores de floristas, viveiros ou *garden centers*, geralmente são tratadas com pesticidas, fungicidas e herbicidas não classificados para culturas alimentares e não devem ser utilizadas nas formulações e nem como acompanhamento de dietas (CUNNINGHAM, 2015).

Considerando o alto consumo das flores comestíveis, pesquisas adicionais são necessárias para avaliar o valor nutritivo e não nutritivo desses alimentos, bem como de outros compostos potencialmente benéficos que as mesmas possam conter (LIM, 2014).

Mudanças nos hábitos alimentares e comportamentais de consumidores impulsionaram a necessidade de desenvolver tecnologias limpas e capazes de assegurar a viabilidade produtiva de alimentos elaborados com ingredientes funcionais. A busca por matérias-primas benéficas à saúde e que não causem alterações sensoriais indesejáveis ao produto final ganhou ênfase e intensificou o interesse por compostos bioativos de origem vegetal. Estes compostos possuem grande apelo comercial devido à sua ação biológica e sua utilização no desenvolvimento de alimentos funcionais e também por tornarem-se uma alternativa como aditivos alimentares (corantes, aromatizantes, antioxidantes e conservantes) (CECCARELLI et al., 2010; VIERA et al., 2017).

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a atividade antioxidante e antimicrobiana *in vitro* de extratos de flores comestíveis, Rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.), Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Calêndula (*Calendula officinalis* L.) utilizando os métodos de extração convencional e ultrassom.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição centesimal e valor calórico das pétalas das flores desidratadas, visando seu uso alimentar;
- Obter extratos das pétalas das flores através dos métodos convencional e ultrassom, utilizando diferentes parâmetros de solventes, tempos e temperaturas;
- Determinar o teor e o rendimento de extratos das pétalas das flores;
- Quantificar os compostos fenólicos e flavonoides dos extratos de pétalas das flores;
- Determinar a atividade antioxidante *in vitro* dos diferentes extratos das pétalas das flores através dos percentuais de inibição de radicais livres pelo método do DPPH;
- Avaliar a atividade antibacteriana *in vitro* dos extratos das pétalas das flores frente aos microrganismos padrões de interesse em alimentos (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Typhimurium* ATCC 14028 e *Escherichia coli* ATCC 25922);
- Avaliar a atividade antifúngica *in vitro* dos extratos das pétalas das flores em presença do microrganismo *Aspergillus niger*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O hábito de comer flores remonta à Idade Média e é prática comum na Europa, destacando-se na culinária francesa e suíça, além da Ásia. No Brasil, os supermercados, empórios e lojas especializadas em produtos culinários vêm comercializando flores comestíveis, as quais são usadas em saladas, sopas, pizzas, canapés e geleias, tanto em pratos doces quanto salgados (GARZÓN; WROLSTAD, 2009).

Algumas flores comestíveis, além de possuírem a beleza do colorido e da forma de suas flores também possuem propriedades nutricionais e medicinais. Outras são mais conhecidas, por estarem nas mesas frequentemente, como couve-flor, brócolis, alcachofra e flor da abóbora, várias outras espécies são comestíveis, como nastúrcio, rosa, begônia, calêndula, amor-perfeito, crisântemo, tulipa, alfazema e as menos comuns como cravinas e verbena-limão (FARIAS et al., 2012).

Na modernidade, as senhoras inglesas, da era Vitoriana, serviam pratos sofisticados com pétalas de rosas cristalizadas. Atualmente, a rosa é oferecida em saladas, geleias e tortas (STANCATO, 2014).

De acordo com Prata (2009), a cultura gastronômica no Brasil ainda não tem estimulado o uso de flores, sendo estes “alimentos” encontrados em culinárias denominadas exóticas e a um custo elevado, ao contrário de países da Europa, nos quais a gastronomia utiliza demasiadamente as flores para fins alimentícios.

A necessidade nutricional requerida pelo organismo humano nos estados de saúde e doença tem sido objeto de intensa investigação nos últimos anos, bem como a preocupação quanto à caracterização química dos alimentos com potencial econômico e nutricional, em especial os de baixo valor calórico, uma vez que a obesidade e as doenças crônico-degenerativas passam a ser destaque em saúde pública. Por essa razão, torna-se extremamente importante o estudo da composição química dos alimentos (DUTRA-DE-OLIVEIRA; MARCHINI, 2008; OHSE et al., 2012).

As substâncias naturais, de origem vegetal, tornam o alimento mais atrativo ao consumidor, além de aumentar a vida útil pela capacidade bacteriostática e bactericida, essas substâncias retardam o começo da deterioração e o crescimento de micro-organismos indesejáveis (PEREIRA et al., 2006).

Paralelamente, alimentos industrializados contendo altos níveis de conservantes para redução da carga microbiana são indesejáveis. A pressão por parte dos consumidores se volta

para uma produção maior de alimentos frescos, com conservantes naturais e uma maior garantia de segurança (FORSYTHE, 2013).

Na perspectiva da pesquisa fitoquímica é possível conhecer os constituintes químicos das espécies vegetais ou avaliar sua presença nos mesmos. Quando não se dispõe de estudos químicos sobre a espécie de interesse, esta análise pode identificar os grupos de metabólitos secundários relevantes (SIMOES, 2006).

Comprovadamente, as flores comestíveis, assim como as frutas e hortaliças, contêm diversos compostos com propriedades antioxidantes, os quais podem ser mais eficientes e menos custosos que suplementos sintéticos para proteger o corpo contra doenças (PRATA, 2009).

Diversos estudos têm sido realizados visando verificar o potencial antioxidante dos ácidos fenólicos, com o objetivo de substituir os antioxidantes sintéticos. Diante deste fato uma diversidade de antioxidantes naturais tem sido estudada para tal fim (ANDREO; JORGE, 2007).

Extratos de plantas ricas em polifenóis são boas opções, pois eles são facilmente obtidos a partir de fontes naturais e evitam a oxidação lipídica em produtos alimentícios. Entre os antioxidantes naturais mais utilizados podem ser citados tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia (RIBEIRO et al., 2012; WARNER; NEFF; ELLER, 2003).

Várias espécies de flores com uso comestível já são conhecidas e utilizadas na dieta alimentar e mais recentemente busca-se conhecer as propriedades de espécies ainda não utilizadas na alimentação (MELO, 2006; SANTOS et al., 2012).

Alguns alimentos derivados de plantas possuem a capacidade de reduzir o risco de doenças crônicas, sendo esta associada em parte, aos metabólitos secundários (fitoquímicos). Estes metabólitos apresentam uma baixa potência como compostos bioativos quando comparados com drogas farmacêuticas, mas, quando ingeridos regularmente e, em quantidades significativas como parte da dieta podem ter um notável efeito fisiológico. Os metabólitos que estão presentes nas dietas e estão relacionados a benefícios para saúde incluem glucosinolatos, terpenoides (carotenoides, monoterpenos, fitoesteróis) e vários grupos de polifenóis (antocianinas, flavonas, isoflavonas, ácido elágico, entre outros). A atividade destes compostos é em parte associada às propriedades antioxidantes (ESPÍN, GARCIA-CONESA, TOMÁS-BARBERÁN, 2007).

O uso das flores não tem sido meramente ornamental, uma vez que algumas espécies são utilizadas como alimentos para animais silvestres, enquanto outras possuem propriedades fitoterápicas, produzem óleos e essências empregadas na perfumaria e cosmética ou são utilizadas na culinária (BARBIERI; STUMPF, 2005).

No entanto, ainda hoje, poucos dados comprovam a comestibilidade de flores, quando relacionadas a compostos de interesse nutricional, pois não há tradição do uso de flores na alimentação, além de poucas pesquisas referentes à toxicidade de algumas espécies (FELIPPE, 2004).

A importância dos compostos fenólicos para a qualidade nutricional dos alimentos se deve à sua ação como antioxidante em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios, além de terem habilidade para doar hidrogênio ou elétrons (SILVA, 2011).

Os antioxidantes desempenham um papel protetor importante em lesões celulares promovidas por radicais livres induzidos por estresse oxidativo (KURUTAS, 2016). Alimentos contendo antioxidantes naturais, como por exemplo, polifenóis, auxiliam nos danos oxidativos do corpo humano e tem despertado o interesse dos pesquisadores (DEY; LAKSHMANAN, 2013; HOOSHMAND et al., 2015).

2.1 ANTIOXIDANTES

Segundo FDA (2009) antioxidantes são substâncias utilizadas para preservar e estender a vida-de-prateleira de produtos que contêm lipídios oxidáveis, retardando as reações de oxidação. O antioxidante deve ter propriedades desejáveis como ausência de efeitos negativos na cor, odor e sabor, deve ser eficiente em baixas concentrações, possuir estabilidade nas condições de processo e armazenamento, compatibilidade com o alimento e seus produtos de oxidação não devem ser tóxicos, mesmo em altas doses que normalmente seriam ingeridas com os alimentos.

Em alimentos, os antioxidantes podem ser definidos como compostos ou sistemas capazes de inibir ou retardar a formação de radicais livres e, conseqüentemente o desenvolvimento de rancidez, odores desagradáveis e deterioração oxidativa (BREWER, 2011; POKORNY, 2007).

A atividade antioxidante ocorre através de várias vias: como inibidores de radicais livres (oxidantes preventivos) inibindo a formação de radicais livres a partir de lipídeos; como

interruptores da propagação da cadeia de auto-oxidação; como sequestradores de oxigênio singlete; através de sinergismo com outros antioxidantes; como agentes redutores que convertem hidroperóxidos em compostos estáveis; como quelantes de metais e também como inibidores de enzimas pró-oxidativas (KANCHEVA, 2009; POKORNY, 2007).

Quanto à origem das substâncias antioxidantes, podem ser divididos em antioxidantes sintéticos ou naturais. Os antioxidantes sintéticos são adicionados aos alimentos com o intuito de reforçar a proteção contra a oxidação lipídica, uma vez que o processamento pode causar a inativação dos antioxidantes naturalmente presentes. Os mais usados em alimentos são o butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT), terc-butilhidroquinona (TBHQ) e ésteres do ácido gálico (GP) (MERCADANTE et al., 2010; SOUSA et al., 2007).

Entretanto, devido aos efeitos tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos de alguns antioxidantes sintéticos e à preferência dos consumidores por alimentos mais naturais e saudáveis, verifica-se atualmente um interesse crescente na busca por antioxidantes naturais capazes de preservar os alimentos das alterações indesejáveis causadas pelas reações de oxidação e também atuar de forma benéfica sobre a saúde (EBRAHIMABADI et al., 2010; JAYAPRAKASHA; JAGANMOHAN RAO; SAKARIAH, 2004; MERCADANTE et al., 2010; OKE et al., 2009).

Em função disso, muitos estudos têm se dirigido com o intuito de descobrir possíveis fontes de antioxidantes naturais e avaliar a ação destes em alimentos (BIRCH et al., 2001; BREWER, 2011; SELANI et al., 2011).

2.1.1 Antioxidantes Naturais

O termo antioxidante natural é geralmente empregado para definir antioxidantes que ocorrem naturalmente e que podem ser extraídos de plantas ou tecidos animais (POKORNY, 2007). Os principais antioxidantes naturais usados em alimentos são o ácido ascórbico, os carotenoides e os compostos fenólicos (tocoferóis, flavonoides e ácidos fenólicos) (BREWER, 2011; CHOE; MIN, 2009).

A determinação da atividade antioxidante de produtos naturais teve início com Chipault; Mizuno; Hawkins, (1952) em especiarias, ingredientes utilizados em alimentos desde os primórdios da história, não somente para melhorar ou ressaltar as características sensoriais dos alimentos, mas também, para preservá-los.

Os compostos antioxidantes naturais têm sido isolados de diferentes partes de plantas tais como sementes, frutas, folhas e raízes (LI et al., 2012). Esses antioxidantes podem funcionar como agentes redutores, como inibidores de radicais livres, como quelantes ou sequestrantes do oxigênio singlete e como desativadores de metais pró-oxidantes (HUDA-FAUJAN et al., 2009; KÄHKÖNEN et al., 1999; MILAN, 2011).

As plantas têm excelentes propriedades antioxidantes e seus efeitos estão principalmente atribuídos aos constituintes fenólicos. Além disso, estes compostos podem reter ou retardar o início da oxidação lipídica, influenciando tanto na decomposição de hidroperóxidos nos alimentos, como também, em tecidos animais (WETTASINGHE; SHAHIDI, 1999).

Diversos estudos têm sido realizados visando verificar o potencial antioxidante dos ácidos fenólicos, com o objetivo de substituir os antioxidantes sintéticos, largamente utilizados na conservação de alimentos lipídicos por aumentarem a vida útil de muitos produtos, nota-se que a aplicação de antioxidantes naturais tem atingido toda a cadeia de produção alimentícia, não se restringindo apenas nos produtos finais (MAESTRO DURÁN; BORJA PADILLA, 1993; PEREZ et al., 2013; RINCON; GOMEZ; MONTOYA, 2016).

2.2 ESPÉCIES DE FLORES COMESTÍVEIS UTILIZADAS

As flores comestíveis têm sido utilizadas com esta finalidade desde a Antiguidade, principalmente em países como China, Grécia, França, entre outros. Sua utilização tem sido frequente para melhorar a apresentação de pratos na culinária e torná-los sofisticados, já que as espécies apresentam características como textura, forma, cor, fragrância e sabores diversos tornando-se, recentemente um modismo na gastronomia nacional e internacional (CASHMORE, 2011; LOIZZO et al., 2016; MLCEK; ROP, 2011; ROP et al., 2012).

Segundo Lim (2014) as flores deixaram de ornamentar os ambientes e passaram a compor receitas criativas e sofisticadas. A tendência se espalha em restaurantes requintados, em que *chefs* elaboram cardápios que são embelezados pelas cores das plantas. O sabor costuma ser suave e o objetivo é trazer leveza e romantismo à culinária, com a delicadeza e o aroma das flores comestíveis.

Lim (2014) salienta ainda que os *chefs* da gastronomia garantem que o medo de experimentar novos sabores e aromas através de *menus* contendo flores deve ser deixado de

lado, é preciso experimentar as flores comestíveis, ingredientes considerados inovadores no preparo de pratos sofisticados, como saladas, cremes, sobremesas e bebidas.

2.2.1 Rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.)

A rosa é uma espécie originária da Ásia, e é considerada uma das flores mais populares do mundo (alguns artigos datam seu surgimento a mais de cinco mil anos), além de ser a flor mais cultivada no mundo. Cientificamente, as rosas pertencem à família Rosaceae e ao gênero *Rosa*, com mais de 100 espécies, e milhares de variedades, híbridos e cultivares (Figura 1.1). A planta é classificada como lenhosa, possui porte de 1 a 2 metros de altura. A espécie apresenta folhas simples partidas em 5 ou 7 lóbulos, e de flores solitárias, das mais variadas colorações (BELLÉ, 1999; PRATA, 2009).

As flores da roseira são muito utilizadas na cozinha árabe e podem ser consumidas em cremes, mousses ou combinada com frutas, saladas, sobremesas, compotas, chás e bebidas como limonadas e outros sucos de frutas, para dar um toque exótico, além disso, as flores podem ser servidas em enfeites de bolos. Normalmente, é feita uma infusão primeiro para concentrar o sabor (FELIPPE, 2004; FRANZEN et al., 2016; PRATA, 2009).

As pétalas de rosa tem um sabor muito suave e dão um toque requintado a qualquer prato, seus frutos, conforme a variedade podem também ser comestíveis. Por ser muito rica em vitaminas, tem efeito regenerador da pele e pode ser utilizada para combater gripes e constipações, como também problemas digestivos, liberando toxinas do organismo. Apresentam propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, antipiréticas, calmantes, cicatrizantes e diuréticas (FRANZEN et al., 2016; PRATA, 2009).

Figura 1.1 – Flores e pétalas de rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.)



Foto: FRANZEN, F. L. (2016).

2.2.2 Girassol (*Helianthus annuus* L.)

O girassol, como é conhecido popularmente devido ao seu heliotropismo (fato de girar e acompanhar o sol), pertence à família *Asteraceae*, e tem sua origem na América do Norte, é uma planta herbácea anual, com sua inflorescência em forma de capítulo dobrado (Figura 1.2). As variedades atuais são melhoradas para não produzirem pólen (BELLÉ, 1999; FRANZEN et al., 2016).

Sua origem na culinária data a mais de 3.000 anos, usado por povos indígenas no norte do México, onde era utilizado o óleo de suas sementes. A planta é rica em proteínas e vitaminas do complexo B, e hoje além do seu óleo, podem também ser usados seus botões florais, servidos com aspargos e suas flores em saladas (RIBEIRO, 2010).

O girassol passou a fazer parte da alimentação por meio do uso de seus brotos, os quais são consumidos por um grupo específico de pessoas, principalmente vegetarianos. A composição fitoquímica dos brotos de girassol revelou que a presença de cumarinas, heterosídeos antociânicos e catequinas são responsáveis pela atividade antioxidante apresentada pelo extrato etanólico bruto, superando a atividade da rutina, um flavonoide de reconhecida atividade antioxidante (MERCALI et al., 2012).

De acordo com Reis, Queiros e Fróes (2004), as lígulas do girassol são usadas no preparo de saladas ou sopas e recomenda-se que as mesmas devem ser rapidamente fervidas para diminuir o gosto amargo. Dentre as principais propriedades da espécie está o controle do colesterol sanguíneo, melhorias da saúde cardiovascular, combate a problemas degenerativos e ajuda na formação de hormônios para o bom funcionamento do sistema digestivo.

Figura 1.2 – Inflorescência do girassol (*Helianthus annuus* L.)



Foto: FRANZEN, F. L. (2016).

2.2.3 Calêndula (*Calendula officinalis* L.)

A espécie popularmente conhecida como Calêndula, pertence à família Asteraceae e sua origem é a região mediterrânea. É uma herbácea anual, de porte de 30 a 50 cm, cujas flores são do tipo margarida, singelas ou duplas, e de coloração amarelo limão ao laranja escuro, com ou sem o centro da inflorescência marrom ao preto (Figura 1.3). O mercado nacional já oferece cultivares com as sépalas tubulares e encurvadas. A propagação desta espécie ocorre através de sementes (BELLÉ, 1999; LORENZI, 2013).

A *Calendula officinalis* L., planta da família das Compostas, conhecida popularmente como calêndula ou maravilha, possui flores alaranjadas das quais se extrai óleo por maceração. Este óleo apresenta ação externa e interna sobre feridas traumáticas, produzindo rápida cicatrização e impedindo a supuração; (CARNEIRO; OLIVEIRA; FERREIRA, 2011; KURKIN; SHAROVA, 2007; NACHTIGALL, et al., 2007; POITEVIN, 2002; VEIGA; MELLO, 2008).

É uma planta anual cultivada no mundo todo, suas flores são usadas tanto de forma ornamental como para fins farmacêuticos e cosmetológicos (LASTRA VALDÉS; PIQUET GARCÍA, 1999). Seu poder curativo é extensamente conhecido e, portanto, tem sido largamente usada na terapia popular, uma vez que é dotada de propriedades antissépticas, anti-inflamatória, antiespasmódica, colerética, sudorífica, emenagoga, hipotensora, antibiótica, antialérgica, tonificante, calmante, cicatrizante e na prática médica é utilizada para aliviar cólicas, dores de estômago, etc (BASCH et al., 2007; DUARTE, 2006; FRANZEN et al., 2016; KURKIN; SHAROVA, 2007; NACHTIGALL et al., 2007; SIMOES, 2006; TOIGO; OLIVEIRA; MARQUES, 2004).

Espécie entre as principais plantas medicinais no Brasil, com grande demanda pela indústria farmacêutica, sendo também utilizada como fitoterápico na rede pública de saúde de alguns municípios brasileiros (DUARTE, 2006) e reconhecida oficialmente no Brasil como medicamento fitoterápico com propriedades anti-inflamatórias e antissépticas, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2014).

O cultivo de calêndula é realizado, principalmente, a céu aberto e com intensa exposição solar, pois a espécie é exigente em radiação. São plantas muito tolerantes a temperaturas baixas e suportam geadas leves (BELLÉ, 1999).

Figura 1.3 – Inflorescência da calêndula (*Calendula officinalis* L.)



Foto: FRANZEN, F. L. (2016).

2.3 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

A palavra “extrato” deriva do latim *extractus*, que significa “coisa extraída de outra”. A extração pode ser realizada através de diferentes processos, como a infusão, a decocção, a digestão, a maceração e a percolação (VIERA, 2016; TOIGO; OLIVEIRA; MARQUES, 2004).

Segundo Handa (2014) existe além destes métodos, a extração por Soxhlet, a hidroalcoólica por fermentação, a contracorrente, a por ultrassom e a supercrítica. Tem-se, assim, uma ampla variedade de métodos para a extração de compostos bioativos de plantas, devendo a escolha ser baseada na viabilidade econômica e adequabilidade a cada situação em particular.

O objetivo geral da extração é liberar os compostos fenólicos da estrutura da matriz vegetal a fim de se obter extratos com elevada atividade antioxidante. Os compostos fenólicos antioxidantes estão presentes em pequenas quantidades na matriz sólida natural e, conseqüentemente, os extratos não concentrados deveriam ser utilizados em grandes quantidades para melhorar a estabilidade dos produtos contra a oxidação (HANDA, 2008).

No entanto, isso poderia ter um efeito negativo nas características organolépticas e nas propriedades funcionais dos produtos. Deste modo, a escolha da técnica de extração adequada e do solvente é um dos procedimentos mais importantes para melhorar o rendimento da extração dos antioxidantes (FREITAS et al., 2012).

Figura 1.4 – Pétalas de flores comestíveis trituradas para extração



Foto: FRANZEN, F. L. (2016).

2.3.1 Extração Convencional

Para amostras sólidas, uma das primeiras etapas a ser realizada é a transferência dos analitos em estudo para a fase líquida, composta pelo solvente extrator adequado (LUQUE DE CASTRO; PRIEGO-CAPOTE, 2010). Esse processo, também chamado de extração sólido-líquido ou lixiviação, é uma das metodologias mais antigas empregadas no preparo de amostras (LUQUE DE CASTRO; GARCÍA-AYUSO, 1998; MILIĆ et al., 2013).

A maceração é um exemplo de extração sólido-líquida muito utilizada para obtenção de compostos fenólicos de fontes vegetais. Esse procedimento emprega calor e/ou agitação, para acelerar a dissolução dos analitos no meio extrator. Contudo, apesar da simplicidade e baixo custo, uma baixa eficiência é frequentemente observada, uma vez que o processo de extração é moroso, variando de horas a dias para ser efetuado (LUQUE DE CASTRO; GARCÍA-AYUSO, 1998; LUQUE DE CASTRO; PRIEGO-CAPOTE, 2010).

A extração convencional utilizando um solvente orgânico e/ou água é a técnica mais empregada para a obtenção de extratos com alto teor de compostos fenólicos de diversas matrizes vegetais. Os extratos obtidos são sempre uma mistura de diferentes classes de fenóis (ácidos fenólicos, antocianinas, taninos, entre outros), pois a natureza química dos compostos encontrados em plantas é heterogênea (NACZK; SHAHIDI, 2004).

Figura 1.5 – Extração convencional das pétalas de flores comestíveis por agitação em banho ultratermostatzado e agitador



Foto: FRANZEN, F. L. (2016).

2.3.2 Extração por Ultrassom

O ultrassom é uma onda mecânica que se diferencia do som audível pelos seres humanos por apresentar frequências maiores que 20 kHz (CHEMAT; ZILL-E-HUMA; KHAN, 2011; LUQUE DE CASTRO; PRIEGO-CAPOTE; PERALBO-MOLINA, 2011) e propaga-se em meios sólidos, líquidos e gasosos (PÉREZ-SERRADILLA; PRIEGO-CAPOTE; LUQUE DE CASTRO, 2007).

A utilização do ultrassom é uma tecnologia que tem sido extensivamente estudada na área de alimentos, particularmente em processos de emulsificação, esterilização, filtração, secagem, separação e extração de compostos (TAO; SUN, 2015). Uma das suas principais vantagens é a não aplicação de calor nas amostras, assim como a diminuição do uso de substâncias químicas. Este método melhora a produtividade, rendimento e seletividade em muitos processos industriais (CHEMAT; ZILL-E-HUMA; KHAN, 2011).

Um dos fenômenos produzidos quando o ultrassom propaga-se nos líquidos é o fenômeno de cavitação (ESCLAPEZ et al., 2011). A cavitação ocasiona a formação de cavidades, para onde os gases dissolvidos no sistema migram, formando microbolhas, que aumentam e diminuem de tamanho, gerando ciclos de expansão e compressão até que as bolhas implodam, liberando grande quantidade de calor e exercendo elevadas pressões próximas a região da implosão (LUQUE DE CASTRO; PRIEGO-CAPOTE, 2010; VEILLET; TOMAO; CHEMAT, 2010).

O ultrassom exerce um efeito mecânico, permitindo uma maior penetração do solvente na matriz, aumentando a área de superfície de contato entre a fase sólida e líquida (ZOU et al., 2013). Também pode produzir alguns efeitos químicos, devido à produção de radicais livres dentro das bolhas de cavitação (PANIWNYK et al., 2001).

Esses radicais são formados devido à dissociação da molécula da água ou de outros gases que possam migrar para o interior da bolha formada pelo calor e a alta pressão produzida durante a implosão das bolhas de cavitação (PÉREZ-SERRADILLA; PRIEGO-CAPOTE; LUQUE DE CASTRO, 2007).

Esses processos podem ser produzidos por diferentes equipamentos de ultrassom, sendo os mais comumente utilizados o banho de ultrassom e a sonda ultrassônica (JERMAN; TREBŠE; MOZETIČ VODOPIVEC, 2010).

Figura 1.6 – Extração por ultrassom de compostos bioativos das pétalas de flores comestíveis

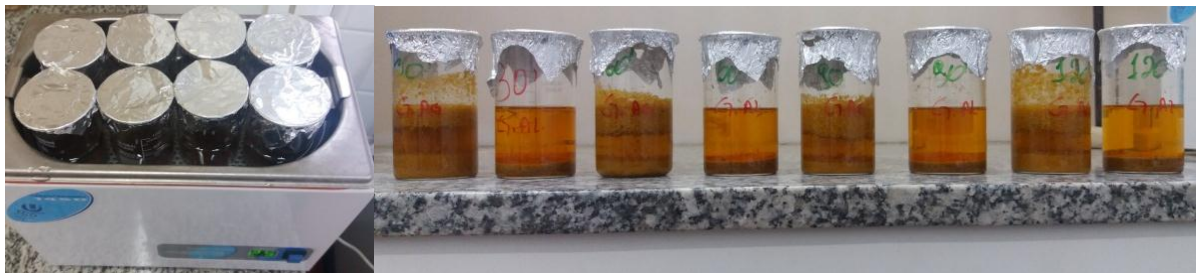


Foto: FRANZEN, F. L. (2016).

Nos últimos anos, diversos trabalhos descreveram a extração de compostos bioativos utilizando o ultrassom. Li, Hui; Chen; Yao (2005) otimizaram a extração de ácido clorogênico de folhas frescas, cascas frescas e secas de *Eucommia ulmodies Oliv.* (planta medicinal chinesa).

Zhang et al., (2009) otimizaram a extração assistida por ultrassom para extrair rutina e quercetina de *Euonymus alatus* (Thund.) e verificaram que o método ultrassônico apresentou a melhor eficiência de extração quando comparado com os métodos convencionais. Os resultados indicaram que o rendimento da rutina e quercetina foi altamente dependente do tempo, aumentando rapidamente nos primeiros 30 minutos e diminuindo mais lentamente nos próximos 90 minutos.

Pingret et al., (2012) utilizou o ultrassom para extração de compostos antioxidantes de bagaço da maçã (resíduo obtido a partir da produção do sumo ou da cidra). O conteúdo de polifenóis totais encontrados foi 30% maior do que o obtido por extração convencional.

2.4 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO*

As capacidades antioxidantes de amostras como plantas e frutas podem ser influenciadas por muitos fatores, tais como métodos de extração e/ou métodos utilizados para quantificação, portanto é necessário executar diferentes metodologias para avaliar os diversos mecanismos de ação que esses podem desenvolver. A maioria das análises realizadas utiliza processos oxidativos, os quais envolvem a adição de um agente iniciador para acelerar o processo, como temperatura, agitação, disponibilidade de oxigênio, metal de transição ou mesmo exposição à luz (ANTOLOVICH et al., 2002).

A atividade antioxidante de sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazil) pode ser expressa de duas formas, utilizando uma curva padrão com o antioxidante sintético Trolox, composto análogo à vitamina E, porém, solúvel em substâncias polares, ou através de equações para determinação da atividade antioxidante, porém o princípio da reação em ambas às análises é o mesmo (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995).

O DPPH é um radical de nitrogênio orgânico, estável de coloração violeta e possui absorção máxima na faixa de 515-520 nm. Na presença de um doador de hidrogênio, esse radical é reduzido e a intensidade de absorção diminui. Quanto maior a presença de compostos com o poder de doar esse hidrogênio maior é a perda de coloração, transformando a solução de coloração violeta para amarelo claro (DUARTE-ALMEIDA; SANTOS; GENOVESE; LAJOLO, 2006).

Quanto mais clara torna-se a solução, mais forte o potencial antioxidante da amostra analisada. Deste modo, torna-se possível avaliar a captura dos radicais livres DPPH pelo suposto antioxidante (MANSUR, 2011).

Dentre os métodos existentes baseados no sequestro de radicais livres, o DPPH é frequentemente escolhido na investigação da capacidade antioxidante de diferentes amostras, por ser um método rápido, de baixo custo e capaz de determinar o poder redutor das substâncias analisadas (RUFINO et al., 2010).

Grande parte dos estudos expressa os resultados da atividade antioxidante DPPH através do cálculo da concentração inibitória de 50% do radical DPPH (IC₅₀), que é a concentração necessária do antioxidante para reduzir em 50% o radical DPPH, sendo que quanto menor o IC₅₀, maior a atividade antioxidante do material (CHOI et al, 2002).

Figura 1.7 – Atividade antioxidante das pétalas de flores comestíveis pelo método DPPH

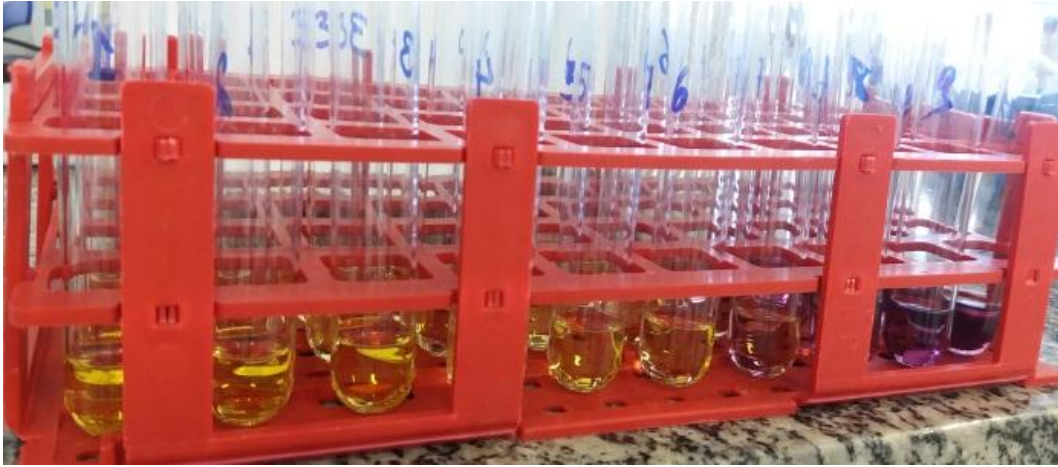


Foto: FRANZEN, F. L. (2017).

3 CAPÍTULO I

TEOR E RENDIMENTO DE EXTRATOS DE FLORES OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS E PERÍODOS DE EXTRAÇÃO¹

Teor e rendimento de extratos de flores obtidos por diferentes métodos e períodos de extração

Resumo: Os extratos podem ser obtidos através de diferentes processos, métodos, solventes e tempos, tendo como objetivo liberar os compostos da matriz vegetal a fim de se obter extratos com elevadas concentrações desses compostos presentes na matriz natural. Com este estudo objetivou-se avaliar o teor e o rendimento de extratos de flores calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) por diferentes métodos e tempos de extração. Após a produção das flores realizou-se as análises de umidade e massa seca total das pétalas e a elaboração dos extratos. Os extratos foram obtidos pelo método convencional e por ultrassom, utilizando dois solventes (água e álcool), temperaturas (20° C e 60° C) e tempos de extração diferenciados (30, 60, 90 e 120 minutos). O teor de umidade das pétalas das flores foi de 89,3, 86,4 e 84,5% para calêndula, girassol e rosas, respectivamente. As pétalas de rosas apresentaram maiores médias para a variável massa seca total. Os maiores teores de extratos de pétalas foram obtidos da espécie rosa seguidos dos de girassol (convencional e ultrassom), ambos no tempo de 120 minutos com exceção do método de extração convencional em água a quente onde o maior teor de extrato foi no tempo de extração de 30 minutos. O extrato com maior rendimento foi o de rosas extraído pelo método de ultrassom em água quente por 120 minutos. Os extratos de pétalas de rosa e girassol obtiveram maiores rendimentos.

Palavras-chave: *Calendula officinalis* L., *Helianthus annuus* L., *Rosa x grandiflora* Hort.

¹ Manuscrito submetido à Revista Acta Iguazu (24/04/2017), em formato das normas da revista.

Content and yield of flower extracts obtained by different extraction methods and periods

Abstract: The extracts can be obtained through different processes, methods, solvents and times, aiming to release the compounds of the plant matrix in order to extract extracts with high concentrations of these compounds present in the natural matrix. The objective of this study was to evaluate the content and yield of calendula flowers (*Calendula officinalis* L.), sunflower (*Helianthus annuus* L.) and rose (*Rosa x grandiflora* Hort.) by different methods and extraction times. After the flowers were produced, moisture and total dry mass of the petals were analyzed and the extracts elaborated. The extracts were obtained by conventional and ultrasonic method, using two solvents (water and alcohol), temperatures (20 ° C and 60 ° C) and differentiated extraction times (30, 60, 90 and 120 minutes). The moisture content of the flower petals was 89,3, 86,4 and 84,5% for marigold, sunflower and roses, respectively. The rose petals presented higher averages for the total dry mass variable. The highest contents of petal extracts were obtained from the rose species followed by sunflower (conventional and ultrasound), both at the time of 120 minutes, except for the conventional hot water extraction method, where the highest extract content was at extraction time of 30 minutes. The extract with the highest yield was the extract of roses extracted by the ultrasound method in hot water for 120 minutes. Rose and sunflower petal extracts obtained higher yields.

Keywords: *Calendula officinalis* L., *Helianthus annuus* L., *Rosa x grandiflora* Hort.

Introdução

A palavra “extrato” deriva do latim *extractus*, que significa “coisa extraída de outra”. A extração pode ser realizada através de diferentes processos, métodos, solventes e períodos de extração. Tem-se, assim, uma ampla variedade de métodos para a extração de compostos de plantas, devendo a escolha ser baseada na viabilidade econômica e adequabilidade a cada situação em particular (HANDA, 2008; OLIVEIRA e AKISUE, 2009; VIERA, 2016).

O objetivo geral da extração é liberar os compostos da estrutura da matriz vegetal a fim de se obter extratos com elevadas concentrações desses compostos presentes em pequenas quantidades na matriz sólida natural dos vegetais e são utilizados para melhorar a estabilidade dos produtos alimentícios contra a oxidação. Assim, a escolha da técnica de extração adequada e do solvente é um dos procedimentos mais importantes para melhorar o rendimento da extração (SANTOS, 2013; VIERA, 2016). Muitos fatores podem influenciar na extração, tais como: a metodologia de extração, a natureza da matriz vegetal, o tamanho das partículas, o solvente e a concentração utilizada, o tempo e a temperatura de extração (ANDREO e JORGE, 2006; VIERA, 2016; PIOVESAN, 2016).

Entre os métodos de extração, o convencional é realizado empregando solventes orgânicos e, geralmente é combinada com agitação e/ou aquecimento. Contudo, esses solventes, em alguns casos, tornam-se agressivos ao ambiente devido aos resíduos gerados durante o seu uso. Assim exigindo controle rigoroso de fatores como, a polaridade, o tempo e a temperatura de extração para não haver ou destruição dos compostos do extrato (ANDREO e JORGE, 2006; PIOVESAN, 2016).

Outro método utilizado é o ultrassom processo pelo qual utiliza a energia de ondas sonoras geradas em frequência superior à capacidade auditiva do ser humano que exerce um efeito mecânico, permitindo uma maior penetração do solvente na matriz, aumentando a área de superfície de contato entre a fase sólida e líquida. Essas ondas sonoras criam uma variação na pressão do líquido empregado no processo, gerando cavitação, ocasionando o rompimento das células vegetais e facilitando a difusão do solvente para o interior da matriz, liberando calor aumentando a solubilidade dos analitos e a eficiência da extração (ROSTAGNO et al., 2003; CASTRO et al., 2011; ZOU et al., 2013; VIERA, 2016).

Um dos fatores que pode influenciar significativamente no nível dos rendimentos dos extratos obtidos são os solventes utilizados, como: água, metanol, etanol, acetona, soluções aquosas e acetato de etila (HAYOUNI et al., 2007; GONZÁLEZ-MONTELONGO et al.

2010). Temperatura e tempo de extração, a proporção líquido-sólido e a cultivar, também afetam a extração com solventes (PIOVESAN, 2016).

O tempo de extração pode variar entre 1 minuto e 24 horas, dependendo do método, solvente e temperaturas empregadas no processo. Entretanto, longos períodos aumentam a possibilidade de oxidação dos compostos, exigindo que agentes redutores sejam adicionados ao solvente (SHAIIDI e NACZK, 1995; PIOVESAN, 2016). A decomposição térmica tem sido apontada como a maior causadora da redução do conteúdo de compostos extraídos durante a extração das amostras (CONDE et al., 1998; VIERA, 2016; PIOVESAN, 2016).

Os recursos naturais renováveis representados pelas plantas medicinais, condimentares e aromáticas, participam do cotidiano das ações de saúde e de alimentação, através de seus inúmeros princípios ativos e biocomplexos extraídos de diferentes métodos e processos, envolvendo diferentes solventes, permitindo o estudo dos extratos na condição de droga crua ou purificada, partindo-se de plantas *in natura* ou verdes ou ainda de plantas desidratadas (SULLIVAN, 1997; PASSOS et al., 2009).

As flores e plantas ornamentais além de embelezar locais, possuem fragrâncias e essências que são empregadas na indústria farmacêutica e cosmética, em virtude das suas propriedades medicinais e aromáticas, outras espécies são utilizadas na culinária (BARBIERI e STUMPF, 2005). Entre elas, a calêndula (*Calendula officinalis* L.) tem sido utilizada, desde a antiguidade, como medicinal e como corante têxtil, recentemente assumiu a função como flor comestível (REIS et al., 2004; FRANZEN et al., 2016). O girassol (*Helianthus annus* L.), é rico em proteínas e vitaminas do complexo B, além do óleo, pode também ser usados seus botões florais, servidos com aspargos e suas flores em saladas (RIBEIRO, 2010; FRANZEN et al., 2016). E, a rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) é uma das flores mais populares do mundo, rica em vitaminas, apresentam propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, e muito utilizada em decoração de pratos culinários, como, saladas e sopas (PRATA, 2009; FRANZEN et al., 2016).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor e o rendimento de extratos de flores calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) por diferentes métodos e períodos de extração.

Material e Métodos

A primeira etapa do experimento, produção de flores comestíveis, foi realizada no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, localizado em Santa Maria, RS (29°43'S; 53°43'W e altitude de 95 m), no período de setembro de 2016 a março de 2017. O cultivo da espécie calêndula (*Calendula officinalis* L.) foi em canteiros a céu aberto com dimensões de 10 m de comprimento e 1 m de largura, com semeadura direta, perfazendo 30 plantas m⁻². O cultivo da espécie girassol (*Helianthus annuus* L.) foi em casa de vegetação, em vasos de plástico com capacidade de 5 L com substrato comercial H-Decker, 3 plantas vaso⁻¹ e 8 vasos m⁻². As flores da espécie rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) foram coletadas de plantas cultivadas em estufa, com dois anos de cultivo. Todas as espécies foram irrigadas diariamente e cultivadas sem a utilização de fertilizantes e produtos químicos. As flores foram colhidas de maneira manual, no período da manhã e colocadas em embalagem térmica e, transportadas imediatamente até o laboratório de físico-química do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da UFSM, onde foram retiradas as pétalas e realizadas as análises de umidade e massa seca total (MST).

A umidade foi determinada, gravimetricamente, por perda de peso em estufa a 105° C até peso constante (IAL, 2008) e a MST foi determinada pela subtração do valor de umidade da amostra integral (MST = 100 – umidade). As pétalas foram colocadas em bandejas para pré-secagem em estufa de circulação de ar forçada à 55° C por 72 horas (IAL, 2008). Após foram trituradas em liquidificador doméstico (Walita Liqfaz[®]) e foram realizados os extratos.

O tratamento estatístico foi um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema 2x2x2x4 (método de extração, solventes, temperaturas e período de extração), com três repetições. O fator A foi composto por dois métodos de extração: convencional e ultrassom. Para o método convencional os extratos das pétalas das flores foram obtidos segundo metodologia usada por Kim et al., (2013) com modificações e, para método ultrassom foi utilizada a metodologia de Viera (2016) com um banho ultrassônico USC – 1450 Unique[®], operando em frequência constante de 40 KHz e potência ultrassônica de 135 W. O fator D foi composto por dois solventes: água destilada e álcool etílico de cereais 96° GL.

Os solventes foram adicionados no béquer contendo pétalas de flores secas e trituradas na proporção de 1:20 (m/v) e a mistura permaneceu sob agitação em banho termostaticado (Banho Ultratermostaticado Marconi[®] modelo MA 184), variando a

temperatura e o tempo. O fator E foi composto por duas temperaturas: 20 e 60° C, e o fator F foi composto por quatro tempos de extração: 30, 60, 90 e 120 minutos.

Todas as extrações coletadas foram filtradas através de papel-filtro-qualitativo, o filtrado obtido foi concentrado em rotaevaporador (Evaporador Rotativo MA 120 Marconi[®]) para eliminação do álcool e em liofilizador por 72 horas (Liofilizador de bancada LS3000 Terroni[®]) para a eliminação da água. Após a eliminação dos solventes, os extratos foram pesados para o cálculo da determinação do teor e rendimento de extratos, calculados pelas Equações 1 e 2.

$$\text{Teor de extrato} = (\text{Massa do extrato}/\text{Massa da amostra total}) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Rendimento de extrato} = (\% \text{ extrato} \times \text{massa seca total das pétalas})/100 \quad (2)$$

O cálculo do rendimento dos extratos foi realizada partindo-se da massa inicial das pétalas secas.

As extrações e as análises físico-químicas das pétalas das flores foram determinadas em triplicatas, a umidade seguiu os métodos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (2005) e as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os resultados obtidos foram submetidos ao tratamento estatístico mediante a Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelos testes de Tukey e regressão, ao nível de 5% de significância pelo *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

A Tabela 3.1 mostra o teor de umidade e massa seca total das pétalas das flores comestíveis, onde a calêndula, girassol e rosa apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para valores de umidade de 89,3; 86,4 e 84,5%, respectivamente, demonstrando uma considerável quantidade de água presente nas pétalas das flores. Por este motivo, se utilizadas *in natura* para elaboração de extratos, pode influenciar nos seus teores e rendimentos. Ou seja, quanto maior o teor de água retirada das pétalas, menor é o teor de rendimento do extrato final.

As pétalas de rosas apresentaram valores superiores de massa seca total (MST) entre as demais pétalas de girassol e calêndula (Tabela 3.1). Esses resultados já foram observados anteriormente por Franzen et al. (2016) quando comparadas a MST das pétalas de rosa, girassol e calêndula. Moura et al., (2009) estudando a composição química da flor da moringa

(*Moringa oleifera* Lamarck) na forma *in natura* como fonte alimentar observaram um teor de 83,4% de umidade e 16,6% de MST, que comparado aos resultados das pétalas das flores foi superior somente em MST e inferior em umidade.

Tabela 3.1 – Percentagem de umidade e massa seca total (%; MST) das pétalas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) cultivadas em Santa Maria, RS.

Pétalas florais de (g 100g ⁻¹)	Umidade	MST
	(% AI)	
Calêndula	89,35 a	10,65 c
Girassol	86,45 b	13,55 b
Rosa	84,55 c*	15,45 a
CV (%)	2,41	1,98

*Médias dentro da mesma coluna, com letras diferentes são significativamente diferentes, no nível de 5%, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV= coeficiente de variação. AI = Amostra Integral ou Produto Integral.

A Figura 3.1 demonstra o teor do extrato das pétalas das flores em função dos métodos, solventes, temperaturas e tempos de extração. Observa-se que os maiores teores de extratos foram nos períodos de 120 minutos. Para o método ultrassom em água fria (UagF) o maior teor de extrato de pétalas foi para a espécie de girassol com 66,4%. Para o método ultrassom em água quente (UagQ), ultrassom em álcool a frio (UalF) e ultrassom em álcool a quente (UalQ), os maiores teores de extratos foram para a espécie rosa com 75,4%, 37,7% e 71,4%, respectivamente.

Ao utilizar o método convencional foi observado que os maiores teores de extratos também foram nos tempos de 120 minutos para todas as espécies. No extrato obtido pelo método convencional em água a frio (CagF), o maior teor foi de 58,5% para a espécie girassol; para o método convencional em água quente (CagQ), em álcool a frio (CalF) e em álcool a quente (CalQ) o maior teor de extrato foi de 44,9%, 32,1% e 69,7%, respectivamente, para a espécie rosa, em relação ao peso da massa seca das pétalas.

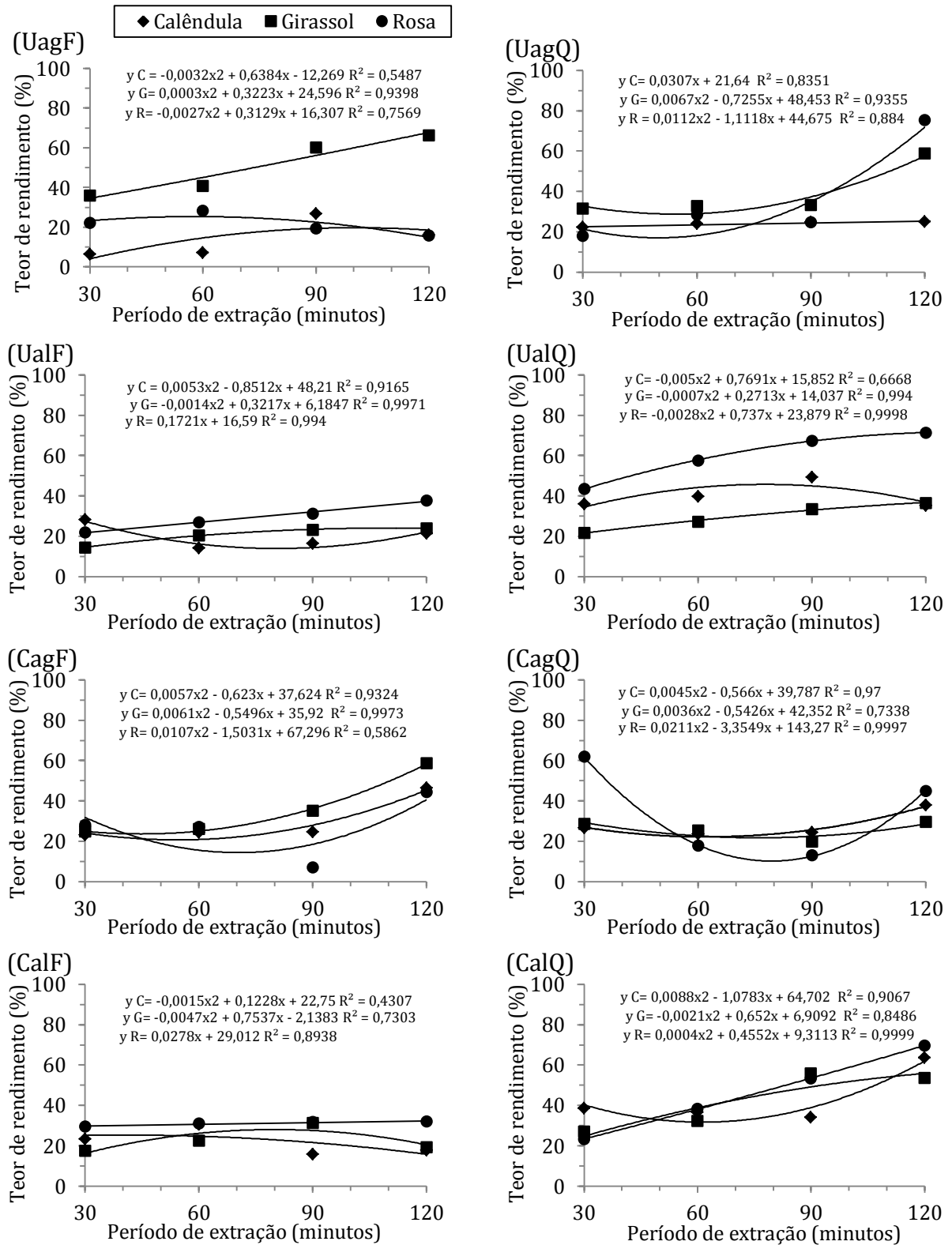


Figura 3.1 – Teor de extrato de pétalas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Heliantus annus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) em função de diferentes métodos de extração, solventes, temperaturas e períodos de extração. UagF: ultrassom em água a frio; UagQ: ultrassom em água a quente; UalF: ultrassom em álcool a frio; UalQ: ultrassom em álcool a quente; CagF: convencional em água a frio; CagQ: convencional em água a quente; CalF: convencional em álcool a frio; CalQ: convencional em álcool a quente.

CalF: convencional em álcool a frio; CalQ: convencional em álcool a quente. Santa Maria, RS, 2017.

Os maiores rendimentos de extratos foram os obtidos no tempo de 120 minutos como mostra a Figura 3.2. O método de ultrassom em água fria (UagF) apresentou um rendimento de 9,0 g para a espécie girassol, enquanto que o método ultrassom em água quente (UagQ), em álcool a frio (UalF) e a quente (UalQ), apresentou rendimento de 11,6 g, 5,8 g e 11,0 g, respectivamente, para a espécie rosa, diferindo dos demais extratos pesquisados. O método convencional em água fria (CagF) apresentou um rendimento de extrato de 7,9 g para a espécie girassol. Quando utilizado o método convencional em água quente (CagQ), em álcool a frio (CalF) e o maior rendimento foi para a espécie rosa com 6,9 g. Para o método convencional em álcool a frio (CalF) e em álcool a quente o maior rendimento foi para a espécie rosa e em álcool a quente pelo mesmo método (CalQ) o teor foi de 10,8 g para também a espécie rosa apresentando 6,9 g, 5,0 g e 10,8 g, respectivamente.

A maior parte dos extratos de pétalas de calêndula obtiveram os menores rendimentos em comparação com as demais espécies. O maior rendimento dessa espécie foi obtido utilizando o método convencional em álcool a quente (CalQ), por 120 minutos, onde obteve 6,9 g inferior as outras espécies estudadas.

Silva (2011) ao elaborar extratos etanólicos de diferentes partes da planta de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) obteve extratos etanólicos brutos com rendimentos de 8,4% da casca, 12,5% do galho e 23,6 da folha, em relação ao peso da planta seca. Indicando que a quantidade de massa fresca disponível interfere, diretamente, no rendimento do extrato final. Chaves e Costa, (2012) elaboraram extratos hexânicos das folhas de três morfotipos de crajiru (*Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.) e obtiveram teores de extratos entre 2,4 a 4,8%. Estes resultados podem ser explicados pela produção de massa seca da parte aérea das plantas que afetaram o teor e rendimento de extratos, isto também foi observado por outros autores que encontraram maiores rendimentos de óleos essenciais com o aumento dos níveis de nutrientes proporcionados pelo aumento da biomassa seca (CHAGAS et al., 2011; SALES et al., 2009; CHAVES e COSTA, 2012).

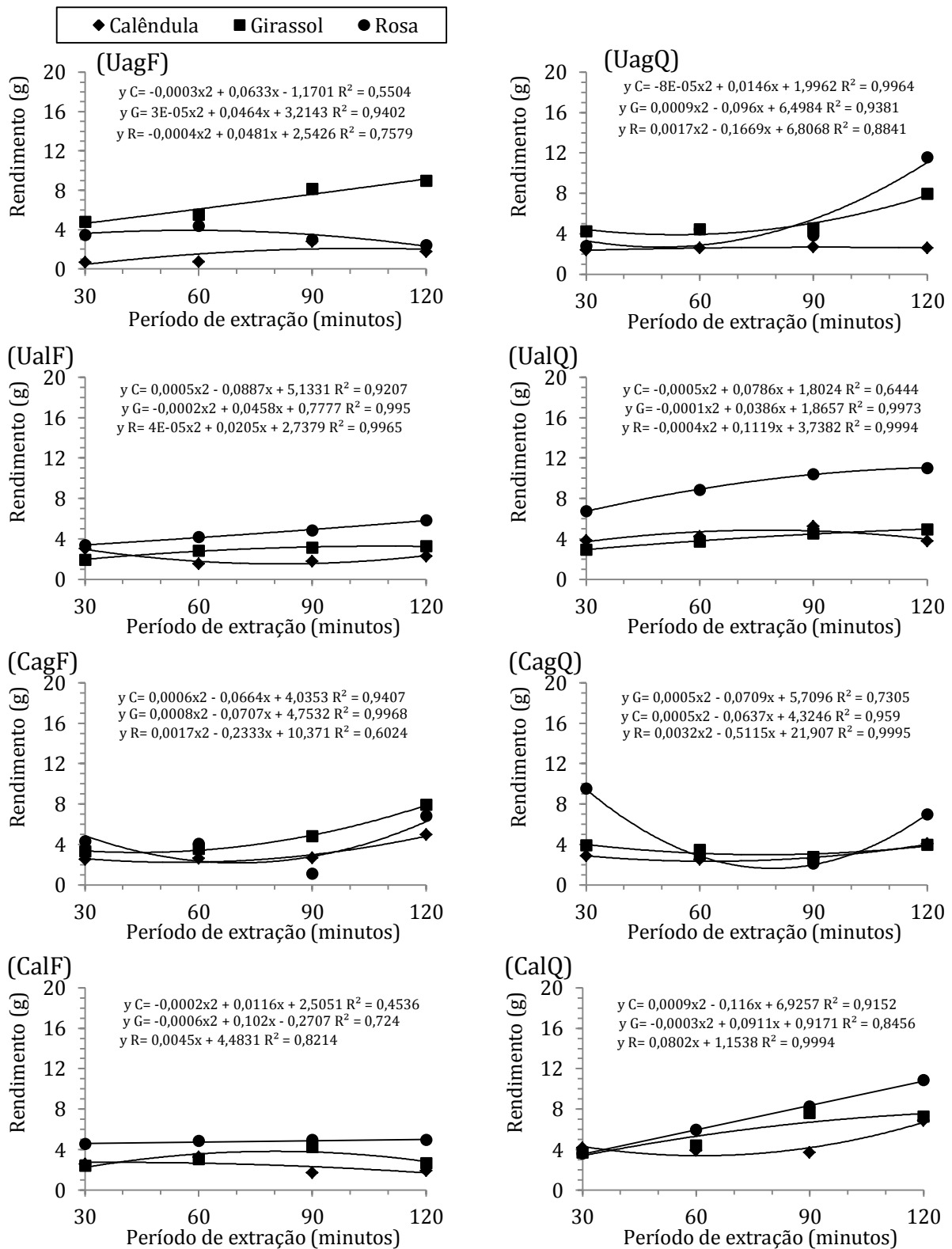


Figura 3.2 – Rendimento de extrato de pétalas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Heliantus annus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) em função de diferentes métodos de extração, solventes, temperaturas e períodos de extração. UagF: ultrassom em água a frio; UagQ: ultrassom em água a quente; UalF: ultrassom em álcool a frio; UalQ: ultrassom em álcool a quente; CagF: convencional em água a frio; CagQ: convencional em água a quente; CalF: convencional em álcool a frio; CalQ: convencional em álcool a quente. Santa Maria, RS, 2017.

Silval et al. (2013) elaboraram extratos de folhas de pereira (*Aspidosperma pyriformium*) à frio com os solventes hexano e etanol por 7 dias e obtiveram percentual do extrato etanólico de 31%. Estes resultados assemelham-se com os nossos para os extratos de pétalas de rosa, girassol e calêndula elaborados com álcool à frio pelo método convencional do presente estudo e percentual do extrato hexânico de 3,7%, resultado inferior aos encontrados pelo método convencional utilizando álcool à frio como solvente para elaborar extratos das pétalas desse estudo.

Grüner et al. (2012) ao elaborarem extratos aquosos e metanólicos das folhas de erva-de-passarinho (*Tripodanthus acutifolius*) através da técnica de maceração (24 horas), obtiveram rendimentos de 30 g de extrato aquoso bruto (rendimento de 30%), e 20 g de extrato metanólico bruto (rendimento de 20%). A água, por ser um solvente de amplo espectro é capaz de extrair um maior número de compostos do que o metanol. Isto se evidencia nos rendimentos dos extratos elaborados a partir das pétalas das flores utilizadas neste estudo.

Aguiar et al. (2008) obtiveram rendimentos de 15,6 g de extrato bruto de folhas de erva-cidreira-brasileira (*Lippia alba*), valores superiores de rendimentos foram encontrados nos extratos aquosos de pétalas de rosas elaborados pelo método ultrassom. Munhoz et al. (2012) obtiveram em seu estudo 39,5% de teor extrativos utilizando as flores de cravo-de-defunto (*Tagetes patula*) como droga vegetal submetida à decocção com 100,0 mL de água, durante 10 minutos. Valores superiores de teores de extratos de pétalas de rosas, girassol e calêndula foram encontrados no método convencional em álcool a quente.

Sousa et al. (2007) elaboraram extratos por maceração com etanol à temperatura ambiente de folhas de quatro plantas medicinais amêndoa-brava (*Terminalia brasiliensis*), cachaporra-do-gentio (*Terminalia fagifolia*), caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*) e pau-terra (*Qualea grandiflora*) obtiveram teores de extratos de 5,8, 22, 13,7 e 9,8%, respectivamente. Valores superiores foram encontrados no presente estudo para teores de extratos de pétalas de rosa, girassol e calêndula utilizando álcool como solvente em ambos os métodos de extração.

Bezerra et al. (2008) elaboraram extratos etanólico e clorofórmico de macela (*Egletes viscosa*), obtendo da parte aérea (caule e folhas) e os capítulos, maior rendimento dos extratos etanólico e clorofórmico do que das raízes. Os rendimentos dos extratos variaram no transcurso da fase reprodutiva da planta. Os picos foram: raízes: 0,34 e 0,17 g para respectivamente rendimento extrato etanólico e rendimento extrato clorofórmico; capítulos:

3,92 e 18,02 g para respectivamente rendimento extrato etanólico e rendimento extrato clorofórmico e parte aérea: 3,02 e 11,70 g, respectivamente, rendimento extrato etanólico e rendimento extrato clorofórmico. Valores semelhantes de rendimentos de extratos de pétalas de rosa, girassol e calêndula foram encontrados no presente estudo.

A determinação do teor de extrativos é um ensaio utilizado para estimar o potencial de substâncias extraíveis da droga vegetal em água, como aminoácidos, açúcares, heterosídeos flavonoídicos e mucilagens. Esta característica individual pode ser considerada como um parâmetro importante na avaliação da qualidade da droga vegetal, pois está relacionada às características sazonais, ou seja, a produção de determinados grupos de metabólitos secundários, durante as estações do ano (OLIVEIRA et al., 2001; MUNHOZ et al., 2012).

Piovesan (2016) em seu estudo utilizando mirtilo (*Vaccinium ashei*) obteve pelo método convencional de extração as melhores condições de extração para os compostos fenólicos, flavonóides e antocianinas utilizando 60% de solvente, 60 minutos e à 40°C, porém as antocianinas, não sofreram influencia do tempo e da temperatura. Pelo método de ultrassom Piovesan (2016) também obteve melhores condições de extração de fenólicos, flavonóides e antocianinas utilizando 60% de solvente, 20 minutos e 80 W de potência, sendo que os compostos fenólicos não sofreram influência da potência e os flavonoides não foram influenciados pelo solvente.

Conclusões

Os melhores resultados de teor e rendimento de extratos de pétalas de rosas foram obtidos pelo método ultrassom utilizando água quente como solvente no período de 120 minutos de extração. O maior teor e rendimento de extratos de pétalas de girassol foram obtidos pelo método ultrassom utilizando água fria como solvente no período de extração de 120 minutos. Para a espécie calêndula os melhores resultados de teor e rendimento de extratos de suas pétalas foram pelo método convencional utilizando álcool a quente como solvente no período de 120 minutos de extração. Os resultados obtidos de teores e rendimentos de extratos das espécies rosa, girassol e calêndula, permitem considerar estas plantas como fonte natural para a identificação de novos compostos bioativos. Deste modo, novos estudos devem ser realizados para investigar a composição química das partes das plantas e dos extratos dessas plantas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por fornecer bolsa de mestrado ao primeiro autor, aos professores do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, Dr^a. Fernanda Alice Antonello Londero Backes e Dr. Rogério Antônio Bellé pela colaboração e auxílio na produção e obtenção das flores e ao Laboratório de Análises de Poluentes Persistentes (LAPP) do Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Santa Maria (RS), pelo empréstimo do aparelho de ultrassom para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- AGUIAR, J. S.; COSTA, M. C. C. D.; NASCIMENTO, S. C.; SENA, K. X. F. R. Atividade antimicrobiana de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia – Brazilian Journal of Pharmacognosy* 18(3): 436-440, Jul./Set. 2008.
- ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, vol. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) **International. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed, Washington, p. 35-38, 2005.
- BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, p. 267-271, 2005.
- BEZERRA A. M. E.; MEDEIROS FILHO S.; OLIVEIRA L. D. M.; SILVEIRA E. R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, jan.-mar. 2008.
- CASTRO, M. D. L.; PRIEGO-CAPOTE, F.; PERALBO-MOLINA, A. The role of ultrasound in analytical derivatizations. **Journal of Chromatography**, v. 879, p. 1189-1195, 2011.
- CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SANTOS, F. M.; BOTREL, P. P.; PINTO, L. B. B. Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 29, n3, p. 412-417, 2011.
- CHAVES, F. C. M.; COSTA, J. S. Teor e rendimento de extrato das folhas de três morfotipos de *Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl. em função de adubação orgânica em Manaus, AM. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS. 2012. Belém. Anais. Belém-PA: 4p.
- CONDE, E.; CADAHÍA, E.; GARCIA-VALLEJO, M. C.; SIMÓN, B. F. Polyphenolic composition of *Quercus suber* cork from different Spanish provenances. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 8, p. 3166-3171, 1998.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.35 no.6 Lavras Nov./Dec. 2011.

FRANZEN, F. L. RICHARDS, N. S. P. S. OLIVEIRA, M. S. R. BACKES, F. A. A. L. MENEGAES, J. F. ZAGO, A. P. Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.5, n.3, p. 58-70, 2016.

GONZÁLEZ-MONTELONGO R.; LOBO M. G.; GONZÁLEZ M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 119, p. 1030–1039, 2010.

GRÜNER, J. M., SOUZA, T. K., BENITEZ, L. B., SILVA, C. M. Análise do perfil fitoquímico de *Tripodanthus acutifolius* (Ruiz & Pavón) Tieghem, Loranthaceae. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, n. 1, p. 9-17, 2012.

HANDA, S. S. **An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants**. In: HANDA, S. S.; KHANUJA, S. P. S.; LONGO, G.; RAKESH, D. D. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. Trieste: United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology (ICS - UNIDO), 2008. 260 p.

HAYOUNI, E. A.; ABEDRABBA, M.; BOUIX, M.; HAMDI, M. The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruits extracts. **Food Chemistry**, v. 105, n.3, p. 1126-1134, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). ZENEBON, O; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coordenadores). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Edição - 1ª Versão eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 27 set. 2016.

KIM, S.J.; MIN, S.C.; SHIN, H.J., LEE, Y.J., CHO, A. R., KIM, S. Y., & HAN, J. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. **Meat Science**, v.93, n.3, p. 715-722, 2013.

MOURA, A. S.; SOUZA, A. L. G.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M.; LIRA, M. L.; SILVA, G. L. Caracterização físico-química da folha, flor e vagem da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck). In: ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA 02 A 04 DE SETEMBRO DE 2009. Anais. Aracaju – Sergipe, 4p..

MUNHOZ, V. M.; LONGHINI, R.; SILVA, T. A. P.; LONNI, A. A. S. G.; SOUZA, J. R. P.; LOPES, G. C.; MELLO, J. C. P. Pharmacognostic study of the flowers of *Tagetes patula* L. (Asteraceae). **Revista Fitos**. Vol. 7 – nº 04 – out/dez, 2012.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de Farmacobotânica e de Morfologia Vegetal**. 3ª Ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2009. 228 p.

OLIVEIRA, A. L., PADILHA, C. D., ORTEGA, G. G., PETROVICK, P. R. *Achyrocline satureioides* (LAM.) DC. (Marcela), Asteraceae, avaliação comparativa da droga vegetal e estudos preliminares de otimização da extração. **Caderno de Farmácia**, 17(1): 33-38. 2001.

PASSOS, M. G.; CARVALHO, H.; WIEST, J. M. Inibição e inativação *in vitro* de diferentes métodos de extração de *Ocimum gratissimum* L. (“alfavacão”, “alfavaca”, “alfavaca-cravo”) - *Labiatae (Lamiaceae)*, frente a bactérias de interesse em alimentos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.11, n.1, p.71-78, 2009.

PIOVESAN, N. **Influência de diferentes parâmetros em métodos de extração de compostos bioativos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e atividade antioxidante e antimicrobiana.** 120p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

PRATA, G. G. B. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte.** 111p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2009.

REIS, C.; QUEIROS, F.; FROES, M. Jardins Comestíveis. IPEMA – **Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica.** Ubatuba/SP. 2004. 18p.

RIBEIRO, B. Curiosidades: uso de flores comestíveis na alimentação. **Revista Rolão.** Set./Out. 2010.

ROSTAGNO, M. A.; PALMA, M.; BARROSO, C. G. Ultrasound-assisted extraction of soy isoflavones. **Journal of Chromatography**, v. 1012, p. 119-128, 2003.

SALES, J. F.; PINTO, J. E. B. P.; BOTREL, P. P.; SILVA, F. G.; CORREA, R. M.; CARVALHO, J. G.; Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marrubioides* Epl.) cultivado sob adubação orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 60-68, Jan./Feb. 2009.

SANTOS, W. J. **Extração de compostos antioxidantes da folha da mangueira (*Mangifera indica* L.) utilizando CO₂ supercrítico, água e etanol.** 112p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SHAIIDI, F; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: **Technomic Publishing**, p. 281-319, 1995.

SILVA, K. O. **Avaliação das atividades antimicrobiana, aderência, antioxidante, anti-inflamatória e antinociceptiva de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Vitória da Conquista, 2011.

SILVAL, R. C.; FERNANDES, P. R. D.; MORAES, A. R.; BIZERRA, A. M. C. Testes fitoquímicos em extratos orgânicos de *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro). In: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 2013. Anais. Currais Novos/RN, IFRN, 8p.

SOUSA, C. M. M., SILVA, H. R., VIEIRA JUNIOR, 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. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 2, 351-355, 2007.

SULLIVAN, K. **The complete family guide to natural home remedies.** Boston: Element, 1997. 256p.

VIERA, V. B. **Compostos bioativos, atividade antioxidante e antimicrobiana na casca de cebola roxa (*Allium cepa* L.) submetidos a diferentes métodos de extração.** 123p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

ZOU, T. B.; JIA, Q.; LI, H. W.; WANG, C. X.; WU, H.F. Response surface methodology for ultrasound-assisted extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*. **Marine Drugs**, v. 11, n. 5, p. 1644–1655, 2013.

4 CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PÉTALAS DE FLORES COMESTÍVEIS²

Caracterização físico-química de pétalas de flores comestíveis

A preocupação quanto à caracterização química dos alimentos com potencial econômico e nutricional, em especial os de baixo valor calórico, uma vez que a obesidade e as doenças crônico-degenerativas passam a ser destaque em saúde pública. As flores comestíveis têm na sua constituição proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas, importantes para uma alimentação saudável. O objetivo do trabalho foi caracterizar físico-quimicamente pétalas das espécies de Rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.), Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Calêndula (*Calendula officinalis* L). As plantas foram cultivadas em ambiente protegido e céu aberto e após a colheita foram realizadas as análises físico-químicas (umidade, cinza, extrato etéreo, proteína, fibra e carboidrato). Observou-se que as espécies apresentaram alto teor de água (maior que 80%), girassol maiores teores de cinzas (1,2%), calêndula maior teor de extrato etéreo (1,2%) e a rosa maior teor de fibras (3,50%). As pétalas das flores de rosa, girassol e calêndula apresentaram composição química com nutrientes essenciais, podendo ser incluídas nos cardápios diários por conterem nutrientes essenciais para uma dieta saudável.

Palavras-chave: planta comestível, caracterização química, valor nutricional.

Physicochemical characterization of petals of edible flowers

Concern about the chemical characterization of foods with economic and nutritional potential, especially those with low caloric value, since obesity and chronic-degenerative diseases are now prominent in public health. The edible flowers have in their constitution proteins, lipids, carbohydrates, minerals and vitamins, important for a healthy diet. The objective of the work was to characterize physicochemically petals of the species of Rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.), Sunflower (*Helianthus annuus* L.) and *Calendula officinalis* (L). The plants were cultivated in protected environment and open sky and after the harvest the physical-chemical analyzes (humidity, ash, ethereal extract, protein, fiber and carbohydrate) were performed. It was observed that the species had high water content (greater than 80%), sunflower higher ash contents (1,2%), marigold higher content of ethereal extract (1,2%) and rose higher fiber content (3,50%). The petals of rose, sunflower and calendula flowers have chemical composition with essential nutrients, and can be included in the daily menus because they contain essential nutrients for a healthy diet.

Keywords: edible plant, chemical characterization, nutritional value.

² Manuscrito submetido à Revista Segurança Alimentar e Nutricional (10/11/2017), em formato das normas da revista.

INTRODUÇÃO

Algumas flores comestíveis, além de possuírem a beleza do colorido e da forma de suas pétalas também possuem propriedades nutricionais e medicinais. As flores comestíveis mais conhecidas e utilizadas mais frequentemente são: couve-flor, brócolis, alcachofra e flor da abóbora, entre outras. Outras espécies também são comestíveis tais como nastúrcio, rosa, begônia, calêndula, amor-perfeito, crisântemo, tulipa, alfazema e as menos comuns, cravinas e verbena-limão [1].

O hábito de comer flores é prática comum na Europa, destacando-se na culinária francesa e suíça, além da Ásia. No Brasil, os supermercados, empórios e lojas especializadas em produtos culinários vêm comercializando flores comestíveis, as quais são usadas em saladas, sopas, pizzas, canapés e geleias, tanto em pratos doces quanto salgados [2].

Várias espécies de flores com uso comestível já são conhecidas e, mais recentemente, busca-se conhecer as propriedades de espécies ainda não utilizadas na alimentação. Em geral, as flores comestíveis servem como um complemento para tornar os pratos mais refinados e podem ser utilizadas em combinação com outros alimentos na confecção e arranjo do prato [1, 2].

O cultivo de flores vem ganhando destaque na economia e nas exportações desde o final da década de noventa. O uso das flores não tem sido meramente decorativo, uma vez que algumas espécies são utilizadas como alimento para animais silvestres, enquanto outras possuem propriedades fitoterápicas, produzem óleos e essências, que são empregados na perfumaria e cosmética ou são utilizadas na culinária [3].

Nos dias de hoje, poucos dados comprovam a comestibilidade de flores, quando relacionadas a compostos de interesse nutricional, pois não há tradição do uso de flores na alimentação, além de poucas pesquisas referentes à toxicidade de algumas espécies [2].

Desde a antiguidade as flores vêm sendo utilizadas para fins comestíveis e medicinais de forma muito específica. Por exemplo, a *Althaeaofficinalis*, da família das Malváceas, conhecida pelos ingleses como *marshmallow*, eram utilizadas em saladas e, da mucilagem das raízes, faziam-se doces, além de servir como alimento, sendo que a flor tinha propriedades laxantes [4,5].

Na modernidade, as senhoras inglesas, da era Vitoriana, serviam pratos sofisticados com pétalas de rosas cristalizadas. Atualmente, a rosa é oferecida em saladas, geleias e tortas [5].

De acordo com Prata [4], a cultura gastronômica brasileira não tem estimulado o uso de flores na alimentação, sendo estes “alimentos” encontrados em culinárias exóticas e a um custo elevado, ao contrário de países da Europa, nos quais a gastronomia utiliza em demasia as flores para fins alimentícios.

A necessidade nutricional requerida pelo organismo humano nos estados de saúde e doença tem sido objeto de intensa investigação nos últimos anos, bem como a preocupação quanto à caracterização química dos alimentos com potencial econômico e nutricional, em especial os de baixo valor calórico, uma vez que a obesidade e as doenças crônico-degenerativas passam a ser destaque em saúde pública. Por essa razão, torna-se extremamente importante o estudo da composição química dos alimentos [6,7].

As substâncias naturais, de origem vegetal, tornam o alimento mais atrativo ao consumidor, além de aumentar a vida útil pela capacidade bacteriostática e bactericida, retardando o começo da deterioração e o crescimento de micro-organismos indesejáveis [8]. Paralelamente, alimentos industrializados contendo altos níveis de conservantes para redução da carga microbiana são indesejáveis. A pressão por parte dos consumidores se volta para uma produção maior de alimentos frescos, com conservantes naturais e uma maior garantia de segurança [9].

Na perspectiva da pesquisa fitoquímica é possível conhecer os constituintes químicos das espécies vegetais ou avaliar sua presença nos mesmos. Quando não se dispõe de estudos químicos sobre a espécie de interesse, esta análise pode identificar os grupos de metabólitos secundários relevantes [10]. Comprovadamente, as flores comestíveis, assim como frutas e hortaliças, contêm diversos compostos com propriedade antioxidante, os quais podem ser mais eficientes e menos custosos que suplementos sintéticos para proteger o corpo contra doenças [4].

A rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) é uma espécie originária da Ásia, e é considerada uma das flores mais populares do mundo (alguns artigos datam seu surgimento a mais de cinco mil anos), além de ser a flor mais cultivada no mundo. Cientificamente, as rosas pertencem à família *Rosaceae* e ao gênero *Rosa*, com mais de 100 espécies, e milhares de variedades, híbridos e cultivares. A planta é classificada como lenhosa, possui porte de 1 a 2 metros de altura. A espécie apresenta folhas simples partidas em 5 ou 7 lóbulos, e de flores solitárias, das mais variadas colorações [4,11].

As flores da roseira são muito utilizadas na cozinha árabe e podem ser consumidas em cremes, mousses ou combinada com sucos de frutas, saladas, sobremesas, compotas, chás,

gelados e bebidas como limonadas e sucos de laranja, para dar um toque exótico. Além disso, as flores podem ser servidas em enfeites de bolos. Normalmente, é feita uma infusão primeiro para concentrar o sabor [2,4]. Por ser muito rica em vitaminas, tem efeito regenerador da pele e também pode ser utilizada para combater gripes e constipações, como também problemas digestivos, libertando o corpo de toxinas, pois apresentam propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, antipiréticas, calmantes, cicatrizantes e diuréticas [4].

O girassol (*Helianthus annuus* L.), como é conhecido popularmente devido ao seu heliotropismo, pertencente à família *Asteraceae*, sua origem na culinária se dá a mais de 3.000 anos, usado por povos indígenas no norte do México, onde era utilizado o óleo de suas sementes. A planta é rica em proteínas e vitaminas do complexo B, e hoje além do óleo, podem também ser usados seus botões florais, servidos com aspargos e suas flores em saladas [12]. Segundo Reis et al. [13], as principais propriedades da espécie está o controle do colesterol no sangue, melhorias da saúde cardiovascular, combate a problemas degenerativos e ajuda na formação de hormônios para o bom funcionamento do sistema digestivo.

A espécie popularmente conhecida como calêndula (*Calendula officinalis* L.), pertence à família *Asteraceae* e sua origem é a região mediterrânea [11,14]. Essa planta tem sido utilizada, desde a antiguidade, como medicinal e como corante têxtil. Recentemente assumiu a função como flor comestível. Suas pétalas têm sido utilizadas em enfeites de coberturas de bolos, doces e salgados. A utilização da espécie na culinária requer a retirada do pólen já que este pode causar reações alérgicas. As flores de calêndula são ricas em substâncias como carotenóides e óleos essenciais e apresentam um paladar picante, podendo ser utilizadas em arroz, peixes, queijos, manteigas, iogurtes e omeletes, muitas vezes substituindo o sabor do açafrão [13].

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar físico-quimicamente pétalas de flores, das espécies de Rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.), Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Calêndula (*Calendula officinalis* L), para futura aplicação em alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de março a outubro de 2016, em duas etapas com a produção das flores e a sua caracterização química. A primeira etapa foi realizada no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, localizado em Santa Maria, RS (29°43'S; 53°43'W e altitude de 95 m). A espécie girassol (*Helianthus annuus* L.), foi semeada em vasos de plástico com capacidade de 5 L, em substrato comercial H-Decker, com

média de 3 plantas vaso⁻¹ e, cultivada em casa de vegetação. A espécie de calêndula (*Calendula officinalis* L.) foi semeada em canteiros a céu aberto com dimensões de 10 m de comprimento e 1 m de largura, perfazendo 30 plantas m⁻². As flores da espécie rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) foram coletadas de plantas cultivadas em estufa, com dois anos de cultivo. Todas as espécies foram irrigadas diariamente e, cultivadas sem a utilização de fertilizantes e produtos químicos. As flores foram colhidas de maneira manual, no período da manhã e alocadas em embalagem térmica, sendo transportadas até o laboratório de físico-química.

A segunda etapa do experimento foi realizada no laboratório de físico-química no Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da UFSM, onde realizou-se a retirada das pétalas e foram feitas as análises: a umidade foi determinada, gravimetricamente, por perda de peso em estufa a 105° C até peso constante [16,17]; cinzas foram obtidas por incineração do material em mufla a 550-600° C [16,17]; extrato etéreo foi realizado por extração contínua, em aparelho de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente orgânico [16,17]. O método utilizado, para a determinação do nitrogênio total, foi o de Kjeldahl; composto por três etapas: digestão da amostra, destilação e titulação; utilizando-se como catalisador sulfato de cobre e selênio e, ácido bórico como solução receptora da amônia na destilação [16,17]; determinação de fibra bruta foi feita pelo método análise de fibra em saco filtrante (AOCS Ba 6a-05) [16,17]; carboidratos foi obtido pela subtração dos valores de umidade, cinza, proteína, extrato etéreo e fibra bruta e, o valor calórico bruto (VCB) das pétalas analisadas foi obtido utilizando-se os fatores de conversões tradicionais de 4 Kcal g⁻¹ para carboidrato e proteína, enquanto que, para os lipídeos, foi utilizado de 9 Kcal g⁻¹ [15].

A composição química das pétalas das flores foi determinada em triplicatas, as quais seguiram os métodos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists [16] e as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz [17].

Os resultados obtidos foram submetidos ao tratamento estatístico mediante a Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si através do teste de Tukey ao nível de 5% de significância pelo Sistema IBM[®] SPSS[®] Statistics (Versão 20). As médias dos resultados e o desvio-padrão foram calculados no Excel[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4.1 são apresentados os teores percentuais (g 100 g⁻¹) de umidade, matéria seca, cinza, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta, carboidrato e valor calórico bruto das

pétalas das espécies de flores. Observa-se que os constituintes químicos analisados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as espécies de flores.

O percentual de umidade das pétalas das flores foi de 89,34, 86,45 e 84,56% para calêndula, girassol e rosa, respectivamente. Isso demonstra uma considerável quantidade de água presente nas pétalas das flores, colabora para a hidratação, melhorando o funcionamento intestinal. Sendo a água um componente essencial de todos os tecidos corporais, necessária para todas as reações e nos processos fisiológicos de digestão, absorção e excreção, a água pode ser ingerida como parte dos alimentos [18].

O teor de cinzas (Tabela 4.1) se refere à quantidade total de minerais presentes nas plantas, apresentando um percentual nas pétalas das flores que variou estatisticamente ($p < 0,05$) de 1,25% a 0,72% em base úmida entre as espécies, e o girassol apresentou maior quantidade de cinzas. Silva [19] observou o percentual de cinzas para hibisco vermelho e branco de 0,74 e 0,80%, respectivamente, semelhantes aos resultados encontrados para rosa e calêndula utilizadas neste experimento.

Os teores de extrato etéreo nas pétalas das flores (Tabela 4.1) variaram de 1,32% para a calêndula a 0,23% para a rosa, apresentando um baixo teor de extrato etéreo. Takeiti et al. [20] e Rocha et al. [21] em suas pesquisas utilizando folhas de ora-pro-nóbis, obtiveram teores de lipídeos de 4,1 g% e 3,64 g%, respectivamente, sendo estes teores inferiores ao encontrado nas pétalas das flores estudadas. Dentro dos teores de extrato etéreo não se encontra somente lipídeos, pode-se encontrar outras substâncias orgânicas solúveis em éter, como os pigmentos, ácidos graxos, ceras, entre outras.

Villas Boas et al. [22] determinaram que, valores de lipídeos menos de 1%, podem ser indicados para dietas de redução de peso, pois este valor compreende a maioria dos frutos, hortaliças folhosas e flores comestíveis. Monteiro [23] verificou que o consumo integral dos vegetais pode aumentar o consumo de gorduras de boa qualidade, dentro dos limites de recomendação para lipídeos, colaborando na prevenção de doenças cardiovasculares.

Na Tabela 4.1 observaram-se diferenças nas quantidades de proteína em base úmida entre as espécies, onde a calêndula apresentou menor quantidade (1,20%) que a rosa e o girassol (1,88% e 1,75%, respectivamente). Com base nestes resultados, verifica-se que as pétalas das flores apresentaram baixos teores de proteína, não devendo ser considerados como boas fontes proteicas para o alcance das necessidades nutricionais, por serem de baixo valor biológico [6,7].

Tabela 4.1 – Média da composição química e valor calórico das pétalas de Rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.), Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Calêndula (*Calendula officinalis* L.). Santa Maria, RS, 2016.

Espécie**	Umidade	Matéria seca	Cinza	Extrato etéreo
	(% AI)			
Rosa	84,56 ^{c*}	15,44 ^a	0,72 ^c	0,23 ^c
Girassol	86,45 ^b	13,55 ^b	1,25 ^a	0,86 ^b
Calêndula	89,34 ^a	10,66 ^c	0,93 ^b	1,32 ^a

Espécie**	Proteína	Fibra bruta	Carboidrato	Valor calórico***
	(% AI)			
Rosa	1,88 ^a	3,20 ^a	9,41 ^a	60,03 ^a
Girassol	1,75 ^b	2,12 ^b	7,57 ^b	53,50 ^b
Calêndula	1,20 ^c	1,59 ^c	5,62 ^c	45,52 ^c

*Médias dentro da mesma coluna, com letras diferentes são significativamente diferentes, no nível de 5%, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ** = ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$). *** = ($\text{Kcal } 100\text{g}^{-1}$). AI = Amostra Integral ou Produto Integral.

Na caracterização da fibra bruta (Tabela 4.1), as pétalas de rosas foram as que apresentaram maior quantidade de fibra bruta (3,20%), seguida do girassol (2,12%) e calêndula (1,59%). As pétalas de rosa podem ser caracterizadas como fonte de fibras, pois de acordo com a RDC nº 54, para um alimento ser caracterizado como fonte de fibras deve ter mínimo de 3 g de fibras 100g^{-1} (sólidos) [24].

Elleuch et al. [25] salientam que as fibras alimentares quando adicionadas nos produtos, aumentam a capacidade de retenção de água, capacidade de retenção de gordura, emulsificação e formação de gel. Além disso, evita a sinérese (a separação de líquido a partir de um gel provocada por contração) e melhora a vida de prateleira dos produtos.

Kinupp e Barros [26] destacam que as hortaliças não convencionais tais como sálvia-azul, hibisco-do-banhado, pimenta-cumari, fisális, entre outras, às vezes possuem maior concentração em fibras, compostos antioxidantes e proteínas que as fontes de hortaliças convencionais como alface, rúcula, tomate e etc., favorecendo assim, uma dieta de melhor qualidade nutricional.

As flores comestíveis rosa, girassol e calêndula apresentaram 9,41, 7,57 e 5,62%, respectivamente, de carboidratos totais (Tabela 1). O teor médio de carboidratos foi calculado por diferença a partir dos nutrientes encontrados, onde se classificam as flores comestíveis como uma hortaliça do grupo A, segundo a proposta de Ornellas [27], por possuírem cerca de 5% de glicídios totais. Rodrigues [28] em seu trabalho utilizando amostra das folhas de ora-

pro-nóbis desidratada obteve um valor de 8,49 g% para carboidrato, valores que se assemelham aos encontrados.

As flores comestíveis rosa, girassol e calêndula apresentaram 60,03, 53,50 e 45,52%, respectivamente, de valor calórico. Quanto ao valor calórico calculado pelos quatro macronutrientes citados anteriormente (carboidrato, fibra, proteína e lipídeos), as quantidades indicadas em base úmida das pétalas das flores, orienta-se como alimentos de baixo valor calórico, conforme descrito por Reis et al. [13], onde as flores comestíveis em geral possuem 40 calorias por 100g.

Monteiro [23] verificou para flor de brócolis 4,83 g de fibras para 100 g de vegetal fresco e, para couve-flor 1,74 g proteínas e 2,08 g fibras para 100 g de vegetal fresco. Estes valores corroboram com os resultados deste estudo para as espécies de rosa, girassol e calêndula.

Souza et al. [30] avaliaram a composição centesimal do mirtilo e descobriram que em 100g de fruto contém 83-87g de água, 51-62 kcal, 0,4-0,7g de proteínas, 0,5g de lipídios, 11,4g de carboidratos, 1-1,5g de fibras e 0,19-0,25g de cinzas, valores estes que se assemelham com os encontrados nas pétalas das flores, mostrando que nutricionalmente as flores comestíveis se igualam com alguns frutos e até mesmo outros vegetais convencionais.

Moura et al. [29] estudando a composição química da flor da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck) como fonte alimentar, na forma *in natura* apresentou um teor de 83,40% de umidade, 8,55% de carboidratos, 2,54% de proteínas, 2,50% de cinzas e 3,00% de lipídios, que comparado aos resultados das pétalas das flores foram superiores somente em proteínas, cinzas e lipídios.

Franzen et al. [2] caracterizaram oito espécies de flores ornamentais quanto a composição química e valor calórico das pétalas e encontraram para cada 100 g de pétalas frescas de rosa: 72 calorias, 10,9 g carboidratos, 1,84 g proteínas, 0,28 g extrato etéreo e 3,5 g fibras. Para espécie girassol: 61,8 calorias, 8,57 g carboidratos, 1,74 g proteínas, 0,85 g extrato etéreo e 2,07 g fibras e para espécie calêndula, encontraram 49,1 calorias, 6,16 g carboidratos, 1,18 g proteínas, 1,20 g extrato etéreo e 1,35 g fibras, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Rosa [31] também avaliou a composição centesimal de mirtilo em seu trabalho que apresentou um teor de umidade de 85,26%, cinzas 0,18 %, proteína bruta 0,63%, lipídios 0,32% e carboidratos de 12,93%. Esses resultados se assemelham aos valores de Souza et al. [30] e Souza et al. [32] que obtiveram resultados de 87,70% para umidade, 0,08% para cinzas,

proteína 0,48%, lipídios de 0,19% e carboidratos de 11,54%, sendo os valores encontrados para proteínas e lipídios inferiores.

As flores comestíveis rosa, girassol e calêndula, apresentam características químicas semelhantes a hortaliças convencionais, como, flor de brócolis e couve-flor, as pequenas frutas, como, mirtilo e, hortaliças não convencionais, como, sálvia-azul, hibisco-do-banhado, pimenta-cumari, fisális, entre outras, conforme os autores supracitados. Sendo, essas flores produtos alimentícios aplicados na dieta ou como ingredientes alimentares.

CONCLUSÃO

As pétalas das flores comestíveis analisadas apresentaram em sua composição química teores de umidade, proteína e fibra relevantes. Ao mesmo tempo, apresentaram baixo teor de extrato etéreo e baixo valor calórico, característica adequada para constituição de dietas especiais. Além disso, as pétalas possuem teores de cinzas o que indica presença de minerais importantes para nutrição. As flores comestíveis de rosa, girassol e calêndula são matérias-primas indicadas para alimentação humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Santos OS, Melo EFRQ, Menegaes JF. Cultivo hidropônico de nastúrcio. In: Santos OS. Cultivo Hidropônico Santa Maria: UFSM/Colégio Politécnico, 2012. 264p.
- [2] Franzen FL, Richards NSPS, Oliveira MSR, Backes FAAL, Menegaes JF, Zago AP. Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.5, n.3, p. 58-70, 2016.
- [3] Barbieri RL, Stumpf ERT. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. *Revista Brasileira Agrocência*, Pelotas, v.11, n.3, p. 267-271, 2005.
- [4] Prata GGB. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte. (Dissertação). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba. 2009. 111 p.
- [5] Stancato, GC Flores comestíveis – Sabores e aromas. Instituto Agrônomo (IAC). Centro de Horticultura. Campinas; São Paulo: 2014.
- [6] Dutra-de-Oliveira, JE & Marchini, JC Ciências Nutricionais – aprendendo a aprender. 2.ed. São Paulo: Sarvier; 2008.
- [7] Ohse S, Carvalho SM, Rezende BLA, Oliveira JB, Manfron PA, Dourado-Neto D. Produção e composição química de hortaliças folhosas em hidroponia *Bioscience Journal*. Uberlândia. 2012; v. 28, n. 2, p. 155-163.

- [8] Pereira MC, Vilela GR, Costa LMAS, Silva RF, Fernandes AF, Fonseca EWN, Piccoli RH. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. *Ciência e Agrotecnologia*. 2006; Lavras, v. 30, n. 4:731-738.
- [9] Forsythe, SJ *Microbiologia da segurança dos alimentos*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed Editora; 2013. 607p.
- [10] Simões, CMO *Farmacognosia, da planta ao medicamento*. 3 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; 2006.
- [11] Bellé, RA *Caderno Didático de Floricultura*. Santa Maria: UFSM; 1999. 147p.
- [12] Ribeiro B. Curiosidades: uso de flores comestíveis na alimentação. *Revista Rolão*. 2010.
- [13] Reis C, Queiros F, Froes M. *Jardins Comestíveis*. IPEMA – Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica. Ubatuba/SP. 2004. 18p.
- [14] Lorenzi, H & Souza, HM *Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 1999. 1.088p.
- [15] Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da União*. 26 de dezembro de 2003.
- [16] Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 18. ed, Washington: 2005.
- [17] Instituto Adolfo Lutz (IAL). Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P (coordenadores). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4º Edição - 1º Versão eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf
- [18] Mahan KL & Escott-Stump SK. *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. ed.11. São Paulo: Roca; 2005.
- [19] Silva AB. Caracterização antibacteriana, química e fitoquímica de flores de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (mimo-de-vênus) e *Hibiscus sriacus* L. (hibisco-da-síria) como fonte de alimento (Dissertação). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2014. 106 p.
- [20] Takeiti CY, Antonio GC, Motta EMP, Collares-Queiroz FP, Park KJ. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Mill). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2009; v.60, n.1: 148-160.
- [21] Rocha DRC, Pereira Júnior GA, Vieira G, Pantoja L, Santos AS, Pinto NAVD. Macarrão adicionado de Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill) desidratado. *Alimentos e Nutrição*. 2008; v. 19, n. 4: 459-465.
- [22] Villas Boas EVB, Oliveira ECM, Oliveira ER, Lima LCO. Composição centesimal do cogumelo do sol (*Agaricus blazei*). *Revista da Universidade de Alfenas*. Alfenas: 1999; 5:169-172.

- [23] Monteiro BA. Valor nutricional de partes convencionais e não convencionais de frutas e hortaliças. (Dissertação). Botucatu: Universidade Estadual Paulista. 2009. 62 p.
- [24] Brasil. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 nov. 2012.
- [25] Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and comercial applications. A review, FoodChemistry. 2011; v124: 411-421.
- [26] Kinupp VF, Barros IBI. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. Food Science Technology. 2008; v. 28, n.4:846-57.
- [27] Ornellas, LH Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos. 5.ed. São Paulo: Atheneu; 1988.
- [28] Rodrigues AS. Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de ora pro-nóbis (*Pereskiaaculeata* Mill.) e sua aplicação em mortadela (Dissertação). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2016. 91 p.
- [29] Moura AS, Souza ALG, Oliveira Junior AM, Lira ML & Silva GL. Caracterização físico-química da folha, flor e vagem da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck). Encontro Nacional de Moringa, 2009 2 – 4 de setembro; Aracaju, Sergipe: 2009.
- [30] Souza MB, Curado T, Vasconcellos FN, Trigo MJ. Mirtilo: qualidade pós-colheita. Alentejo, Portugal, Folhas de Divulgação AGRO 556. 2007. v. 556, n.8.
- [31] Rosa JR. Microencapsulação de compostos antociânicos extraídos do mirtilo (*Vaccinium spp.*) por *spray dryer*: caracterização, estudo da estabilidade e condições gastrointestinais simuladas (Dissertação). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2017. 83 p.
- [32] Souza VR, Pereira PAP, Silva TLT, Lima LCO, Queiroz F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruit. FoodChemistry. 2014; v. 156: 362-368.

5 CAPÍTULO III

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DE EXTRATOS DE FLORES COMESTÍVEIS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO³

Resumo

Existe no mercado uma grande demanda por produtos naturais derivados de plantas. As flores comestíveis têm na sua constituição proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas, importantes para uma alimentação saudável. A atividade antioxidante e os compostos fenólicos presentes nas flores proporcionam diversos efeitos benéficos à saúde humana. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o conteúdo de compostos fenólicos, flavonóides totais e capacidade antioxidante e antimicrobiana *in vitro* de extratos de pétalas de flores comestíveis (rosa, girassol e calêndula), obtidos por extração convencional e ultrassom. Os extratos de rosas diferiram-se das outras espécies ($p < 0,05$) para o conteúdo de compostos fenólicos totais. O extrato obtido pelo método ultrassom a temperatura de 60° C apresentou maior teor de compostos fenólicos totais (28,99 g EAG mL⁻¹ extrato) e maior teor de flavonoides (20,26 g EQ mL⁻¹ extrato). Os extratos de pétalas de rosas obtidos a 20° C em ambos os métodos apresentaram maior atividade antioxidante (IC₅₀ de 0,75 mg mL⁻¹ de extrato para inibir 50% do radical DPPH). Os extratos não apresentaram atividade antimicrobiana e antifúngica. Os resultados desse estudo demonstram que os extratos de pétalas de flores podem ser uma alternativa viável como antioxidante natural em substituição aos antioxidantes sintéticos.

Palavras-chave: Fenólicos. Flavonoides. DPPH. *Rosa x grandiflora* Hort. *Helianthus annuus* L.

ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF EXTRACTS OF EDIBLE FLOWERS OBTAINED BY DIFFERENT METHODS OF EXTRACTION

Abstract

There is a great demand in the market for natural products derived from plants. The edible flowers have in their constitution proteins, lipids, carbohydrates, minerals and vitamins, important for a healthy diet. The antioxidant activity and phenolic compounds present in flowers provide several beneficial effects to human health. The objective of this study was to evaluate the content of phenolic compounds, total flavonoids and antioxidant and antimicrobial capacity *in vitro* of extracts of edible flower petals (rose, sunflower and calendula) obtained by conventional extraction and ultrasound. Rose extracts differed from the other species ($p < 0,05$) for total phenolic compounds content. The extract obtained by the ultrasound method at 60° C presented a higher content of total phenolic compounds (28,99 g EAG mL⁻¹ extract) and higher flavonoid content (20,26 g EQ mL⁻¹ extract). Rose petal extracts obtained at 20° C in both methods had higher antioxidant activity (IC₅₀ of 0,75 mg mL⁻¹ of extract to inhibit 50% of the DPPH radical). The extracts did not present antimicrobial and antifungal activity. The results of this study demonstrate that flower petal extracts may be a viable alternative as a natural antioxidant in place of synthetic antioxidants.

Keywords: Phenolics. Flavonoids. DPPH. *Rosa x grandiflora* Hort. *Helianthus annuus* L.

³Manuscrito em fase de revisão pelos autores para submissão à revista *Food Chemistry*.

INTRODUÇÃO

Existe no mercado uma grande demanda por produtos naturais derivados de plantas, tais como chá verde, decocção de ervas e flores e a formulação de fitoterápicos. Nestes produtos podem-se encontrar partes aéreas de plantas, sementes, frutas, raízes e flores usadas em diversas aplicações comerciais, como chás, preparações gastronômicas, extratos e óleos essenciais (VOON et al., 2012).

As flores comestíveis são amplamente exploradas no desenvolvimento de chás florais, corantes alimentícios, aromas, bebidas, produtos de panificação ou pela comercialização *in natura* no varejo. Estão cada vez mais populares, evidenciadas pelo aumento de livros de receitas, artigos de revistas e sites sobre o tema, superando o conhecimento científico relacionado ao seu potencial nutricional (KELLEY et al., 2003; ROP et al., 2012; VOON et al., 2012).

Há evidências históricas da aplicação de flores na alimentação pelos romanos, chineses e povos do Médio Oriente. As flores de laranjeiras e roseiras são muito utilizadas desde a antiguidade no Médio e Extremo Oriente (ORTIZ, 1992). Já as flores de *courgette* recheadas são apreciadas como entrada na região mediterrânea (NEWMAN & O'CONNOR, 2009; ROP et al., 2012).

As flores são utilizadas na culinária para melhorar os atributos sensoriais das preparações gastronômicas, tais como cor, aroma e sabor. Geralmente, as espécies comestíveis são utilizadas na preparação de molhos, guarnições, saladas, produtos de panificação, geleias, xarope, mel, vinagre, azeite, chás, açúcares de flores, flores cristalizadas, flores congeladas em cubos de gelo, adicionadas a queijos, panquecas, crepes e waffles. Contudo, algumas são incorporadas em vinhos e licores aromatizados, como por exemplo, o clássico licor verde *Chartreuse*, de origem francesa, que utiliza como ingrediente pétalas de cravo (FELIPPE, 2004). Já espécies maiores, como a de abóbora, podem ainda ser recheadas e fritas (ORTIZ, 1992; CREASY, 1999; FELIPPE, 2004; ROP et al., 2012).

As flores comestíveis têm na sua constituição proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas A, B, C e E, importantes para uma alimentação saudável (GEGNER, 2004; NEWMAN & O'CONNOR, 2009). Estas são consideradas fontes de compostos polifenólicos que apresentam elevada atividade antioxidante (XIONG et al., 2014). A variedade de cores reflete os diversos tipos de carotenoides e antocianinas presentes na composição química das flores. O teor de antocianinas encontra-se associado aos níveis de

flavonoides, logo à atividade antioxidante, o que as torna uma fonte de nutracêuticos para a alimentação humana (FU & MAO, 2008; MLCEK & ROP, 2011; ROP et al., 2012).

A atividade antioxidante e os compostos fenólicos presentes nas flores proporcionam diversos efeitos benéficos à saúde humana. A importância da ingestão de alimentos que apresentem substâncias com potencial antioxidante para a prevenção de doenças crônicas como as cardiovasculares, câncer e doenças cerebrais degenerativas relacionadas com o envelhecimento, tem sido demonstrada (IKRAM et al., 2009; LIN, CHUNG e HSU, 2012; BESBES et al., 2013; HSU, FANG & YEN, 2013;). Estes fitoquímicos além da ação antioxidante possuem características anti-inflamatórias, antiobesidade, hipoglicemiantes e propriedades protetoras do sistema neurológico, hepático e gastrointestinal (CUNNINGHAM, 2015; LOIZZO et al., 2016; LU, LI, & YIN, 2016).

Os extratos vegetais são usados como antioxidantes naturais para evitar a oxidação lipídica que é uma grande preocupação na indústria de alimentos, porque gera produtos que são indesejáveis como a degradação de lipídios e a produção de compostos voláteis que podem tornar o alimento inaceitável sensorialmente, bem como produzir substâncias potencialmente tóxicas (TABEE et al., 2008). A indústria tem utilizado preferencialmente os antioxidantes naturais, mas ainda há pouco conhecimento sobre a capacidade antioxidante de flores comestíveis, uma boa alternativa para o consumidor que procura alimentos mais saudáveis (WARAHO et al., 2011).

Extratos de flores têm sido bastante utilizados e as metodologias de suas obtenções são muito variadas, porém a utilização de solventes orgânicos apolares melhoram o desempenho de extração dos compostos bioativos de uma forma geral (SAIKIA et al., 2015).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o conteúdo de compostos fenólicos, flavonóides totais e capacidade antioxidante e antimicrobiana *in vitro* de extratos de pétalas de flores comestíveis, obtidos por extração convencional e ultrassom.

MATERIAIS E MÉTODOS

Produção das Flores

O experimento foi realizado, no período de março de 2016 a julho de 2017, em três etapas com a produção de flores comestíveis, realização dos extratos e a caracterização dos extratos.

A produção de flores comestíveis foi realizada no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, localizado em Santa Maria, RS (29°43'S; 53°43'W e altitude de 95 m). O cultivo da espécie calêndula (*Calendula officinalis* L.) foi em canteiros a céu aberto com dimensões de 10 m de comprimento e 1 m de largura, com semeadura direta, perfazendo 30 plantas m⁻². O cultivo da espécie girassol (*Helianthus annuus* L.) foi em casa de vegetação, em vasos de plástico com capacidade de 5 L com substrato comercial H-Decker, com 3 plantas vaso⁻¹ e com distribuição de 8 vasos m⁻². As flores da espécie rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) foram coletadas de plantas cultivadas em estufa, com dois anos de cultivo. Todas as espécies foram irrigadas diariamente e cultivadas sem a utilização de fertilizantes e produtos químicos. As flores foram colhidas de maneira manual, no período da manhã e alocadas em embalagem térmica, sendo transportadas até o laboratório de físico-química.

Preparação das Amostras

A preparação das amostras foi realizada no laboratório de físico-química no DTCA-Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da UFSM, para isto as pétalas foram retiradas manualmente e colocadas em bandejas para pré-secagem em estufa de circulação de ar forçada (Marconi®) à 55° C por 72 horas. Após foram trituradas em liquidificador doméstico (Walita Liqfaz®) e acondicionadas em embalagens plásticas hermeticamente fechadas e submetidas à temperatura de congelamento (-12° C) até o momento da elaboração dos extratos.

Preparação dos Extratos

Extração Convencional

Para o método de extração convencional, os extratos das pétalas das flores foram obtidos segundo metodologia usada por Viera (2016). As pétalas trituradas foram misturadas com o solvente (álcool etílico de cereais 96° GL) na proporção de 1:20 (p/V). A mistura permaneceu sob agitação em banho termostaticado (Banho Ultratermostaticado Marconi® modelo MA 184) durante 120 minutos.

Extração por Ultrassom

Para o método de extração por ultrassom foi utilizado um banho ultrassônico USC – 1450 Unique®, operando em frequência constante de 40 KHz e potência ultrassônica de 135 W, com o solvente álcool etílico de cereais 96° GL na proporção de 1:20 (p/V) com período de extração de 120 minutos (VIEIRA,2016).

Para as extrações dos dois métodos foram utilizadas duas temperaturas de extração, 20 e 60° C, e os extratos foram filtrados através de papel filtro qualitativo (N° 1). Posteriormente, o filtrado obtido foi concentrado em rotaevaporador (Evaporador Rotativo MA 120 Marconi®) para eliminação do álcool. Os extratos foram colocados em um frasco âmbar e armazenados em um congelador (-12° C) até o momento das análises.

Compostos Fenólicos Totais (TPC)

Para a determinação de compostos fenólicos totais nos extratos foi utilizado o método de *Folin-Ciocalteu* com curva padrão de ácido gálico $y=0,016x+0,1012$ com $R^2= 0,9961$, com adaptações na técnica descrita por Miliukaus et al. (2004) para estimar a concentração de TPC na amostra.

Em tubos de ensaio devidamente identificados foram adicionados 400 µL de extrato, diluído 1:500 para espécie rosa e 1:100 para as demais espécies e adicionado 2mL de *Folin-Ciocalteu* 2N diluído 1:10. As soluções foram completamente homogeneizadas e incubadas à temperatura ambiente (27° C) durante 3 minutos. Após, adicionou-se 1,6mL de carbonato de sódio 7% (Na₂CO₃) previamente filtrado e novamente incubou-se em banho-maria a 50°C durante 5 minutos. Após o resfriamento das amostras foram realizadas leituras utilizando um espectrofotômetro UV-Vis (Biospectro, modelo: SP-220) a 760nm. O TPC foi expresso como g de equivalentes de ácido gálico (EAG) por mL de extrato. As análises foram realizadas em triplicada, para maior exatidão nos resultados.

Determinação de Flavonóides Totais

O conteúdo total de flavonóides foi determinado utilizando o ensaio colorimétrico desenvolvido por Zhishen et al. (1999). Um volume conhecido (0,5 mL) do extrato foi adicionado a um tubo de ensaio e no tempo zero, foram adicionados 150 µL de uma solução

de nitrito de sódio (NaNO_2) a 5%. Após 5 min, adicionou-se 150 μL de uma solução de tricloreto de alumínio (AlCl_3) a 10% e deixou-se em repouso durante mais 6 min e depois adicionou-se 1 mL de NaOH 1 M, seguido da adição de 1,2 mL de água destilada. A absorvância a 510 nm foi utilizada para a gravação de espectro UV-Vis, utilizando um espectrofotômetro (Biospectro SP-220, São Paulo, Brasil). A absorvância do extrato foi comparada com uma curva padrão de quercetina ($Y = 0,0028x + 0,1036$, $R^2 = 0,9968$) para estimar a concentração de conteúdo de flavonóides na amostra. O conteúdo de flavonóides foi expresso como g de equivalentes de quercetina (EQ) por mL de extrato.

Capacidade Antioxidante dos extratos a partir do radical estável 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH)

A capacidade antioxidante foi determinada pela redução do radical estável 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) através da ação dos antioxidantes presentes na amostra (extratos), de acordo com a metodologia de Brand-Willams et al., (1995), com modificações de Kim et al., (2002). Alíquotas de 0,5 mL de solução metanólica contendo diferentes diluições foram adicionadas a 2,5 mL de solução de DPPH. A mistura foi agitada suavemente e deixada em repouso à temperatura ambiente no escuro durante 30 min. Posteriormente, a absorvância foi lida a 517 nm. A atividade de eliminação foi medida como a diminuição da absorvância das amostras em comparação com a solução padrão (controle) DPPH. A solução padrão do radical foi preparada diariamente para utilização. Os resultados foram expressos como percentagem de atividade de eliminação radical (%) do radical DPPH de acordo com a Equação (1).

$$\% \text{DPPH}_{\text{radical eliminado}} = [(A_0 - A_a) / A_0] \times 100 \quad (1)$$

Onde A_0 é a absorvância do controle e A_a é a absorvância da amostra. A concentração efetiva tinha 50% de atividade de inibição radical (IC_{50}), expressa em mg mL^{-1} de extrato, que foi determinada a partir do gráfico da atividade de eliminação de radicais livres (%) contra a concentração de extrato.

Determinação da Atividade Antimicrobiana *in vitro*

Os extratos de pétalas de flores (*Rosa x grandiflora*, *Helianthus annuus* e *Calendula officinalis*) foram testados individualmente contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Aspergillus niger*. As cepas foram doadas pelo Departamento de farmácia Industrial da UFSM.

As cepas foram mantidas a -18 °C nos meios de cultura apropriados adicionados de 10% de glicerol, e repicadas a cada 15 dias para tubos inclinados de ágar triptose de soja (TSA) para as bactérias e meio de cultivo BDA (Batata-Dextrose-Ágar) para o fungo e mantidos a 4° C.

Deteção da Atividade antibacteriana – ensaio de difusão em disco

A detecção de atividade antibacteriana dos extratos sobre os micro-organismos testados foi realizada através do método de difusão em disco (CLSI, 2009a). Para a técnica de difusão do disco, as suspensões de micro-organismos foram preparadas em solução de NaCl a 0,9% e comparadas com a turbidez de 0,5 na escala de Mcfarland (equivalente a aproximadamente $1,5 \times 10^8$ unidades formadoras de colônias/mL). Utilizando esfregaços estéreis, as suspensões bacterianas foram semeadas na superfície de placas de Petri contendo cerca de 15 mL de ágar Mueller-Hinton com uma espessura de aproximadamente 4 mm. Discos de papel de filtro esterilizado com nove milímetros de diâmetro foram impregnados com 25µL de cada extrato e depositados sobre as placas inoculadas, incubadas a 36° C por 24 h. Como controles de inibição foram utilizados: cloranfenicol (Cloranfenicol[®]) 0,4% (25µL/disco) foi utilizado como controle positivo, e discos impregnados com água destilada (25µL/disco) como controles negativos. Após o tempo de incubação, analisou-se a formação de halos. O diâmetro da zona de inibição (halo) foi medido em milímetros. Os testes foram realizados em quadruplicata e os resultados foram expressos em mm, como a média aritmética do diâmetro dos halos de inibição que foram formados em torno dos discos.

Atividade Antifúngica

Para avaliação da atividade antifúngica dos extratos das pétalas das flores, foi utilizado o método adaptado de Auer e Bettioli (1986) e Stangarlin et al. (1999). Os extratos puros foram incorporados ao meio de cultivo BDA (Batata-Dextrose-Ágar) na concentração de 4% (1 mL extrato para 25 mL BDA/placa) e as placas foram invertidas por 1 hora. Após foi inoculado esporos do patógeno *Aspergillus niger*, e em seguida as placas foram incubadas a temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C}\pm 1$), no escuro, durante 7 dias em uma estufa de incubação. Os controles foram: Ciclopirox olamina 10mg/mL (Loprox[®]) como controle positivo, apenas o meio BDA com esporos do patógeno como controle negativo e apenas o meio BDA como controle do meio. Os testes foram realizados em quadruplicata para confirmação dos resultados.

Tratamento Estatístico

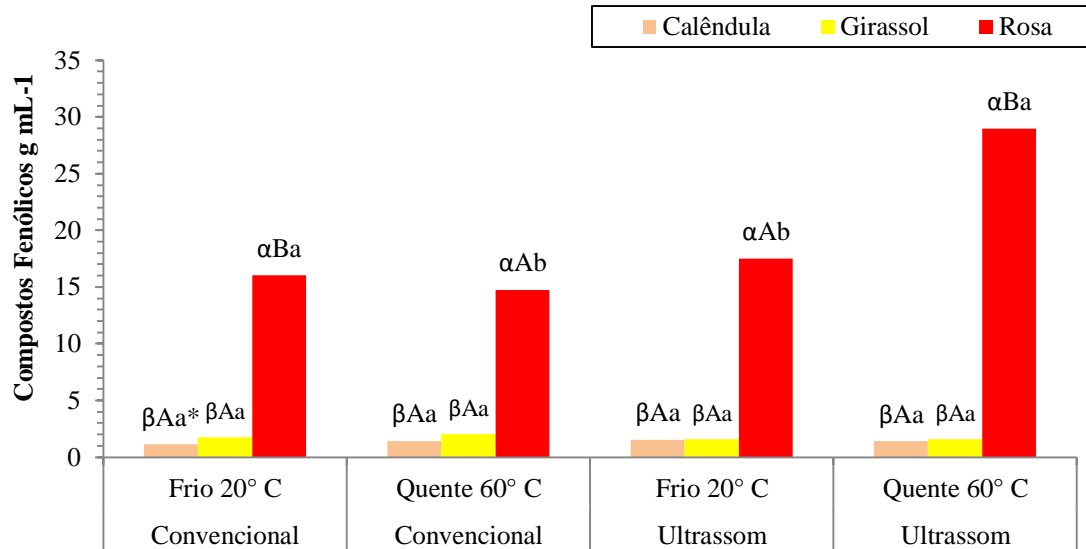
Para obter os extratos foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema $2 \times 1 \times 2$ (método de extração, solvente e temperaturas), com três repetições. O fator A foi composto por dois métodos de extração: convencional e ultrassom. O fator B foi composto por um solvente. O fator C foi composto por duas temperaturas: 20 e 60° C.

Os resultados obtidos foram submetidos ao tratamento estatístico mediante a Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelos testes de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância pelo software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 5.1, os extratos de rosa apresentaram diferença das outras espécies ($p < 0,05$) para o conteúdo de compostos fenólicos totais em todos os métodos testados, sendo que o método de ultrassom a temperatura de 60° C foi o que apresentou teor superior de compostos fenólicos totais (28,99 g EAG mL⁻¹ extrato) para a rosa.

Figura 5.1 – Compostos fenólicos totais (g mL^{-1}) presente nas pétalas de flores, submetidas à extração com álcool etílico de cereais (1:20), por 120 minutos, através dos métodos convencional e ultrassom e, temperaturas de 20 e 60° C.



*As médias seguidas das letras gregas diferem estatisticamente as espécies de flores, as letras maiúsculas romanas diferem estatisticamente os métodos de extração e, as letras minúsculas romanas diferem estatisticamente as temperaturas de extração, pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de significância do erro. Coeficiente de variação 10,46%.

Kim et al. (2013) ao analisarem a quantidade de fenólicos totais nos extratos de plantas comestíveis, obtiveram ampla margem de variação de 3,13 a 72,30 mg GAE/g extrato, sendo a extração mais eficiente a realizada com etanol em comparação com outros solventes utilizados.

Wang et al.(2003) encontraram valores de 62 mg/g de compostos fenólicos em folhas de alcachofra e 14 mg/g em frutos de alcachofra. Ao estudar a quantidade de fenólicos do brócolis e aspargo, Sun et al. (2007) encontraram quantidades semelhantes para os extratos metanólicos (4,9 mg/g em base seca). Já para os extratos aquosos, os autores encontraram resultado maior para aspargo (4,9 mg/g em base seca) em relação ao brócolis (4,5 mg/g em base seca).

Estudo realizado por Asolini et al. (2006), no qual analisaram as concentrações de fenólicos de diversas plantas usadas como chás, os extratos etanólicos de sálvia e camomila apresentaram teores de compostos fenólicos em torno de 25 mg EAG mL^{-1} , valor aproximado ao encontrado por Rodrigues (2016) no extrato etanólico (25,66 mg EAG mL^{-1} extrato) das folhas de ora-pro-nóbis desidratadas, mas ambos inferiores aos observados no presente estudo.

Segundo Pereira (2009), ao realizar análises *in vitro* do conteúdo de fenólicos em extratos vegetais, observou uma relação direta em relação a atividade antioxidante, ou seja, quanto maior o conteúdo de fenólicos mais elevada é a atividade antioxidante dos extratos.

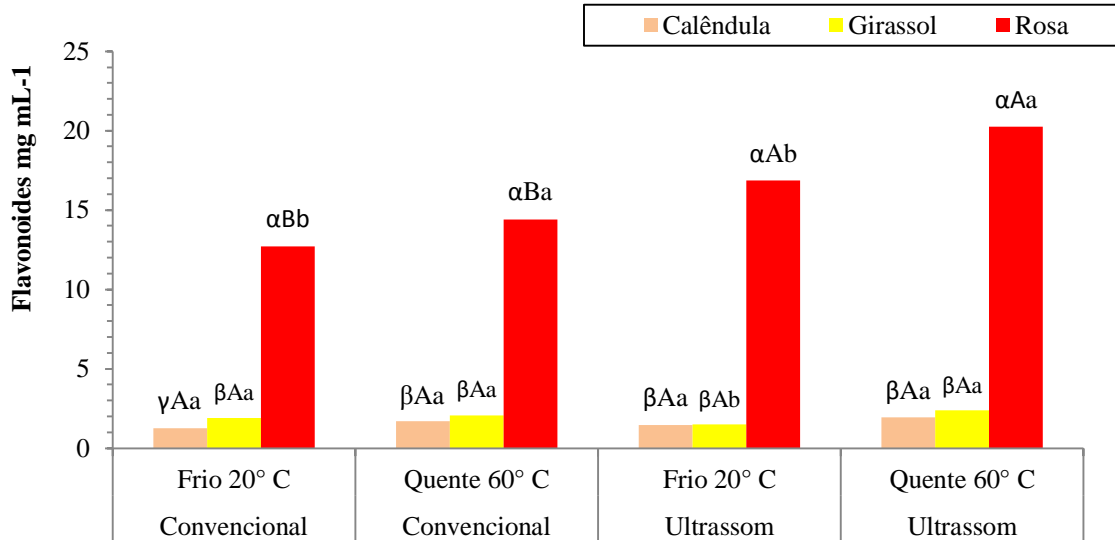
Caetano (2009) em seu estudo com resíduo agroindustrial de acerola encontrou um teor de fenólicos de 1,78 mg em equivalente de catequina mL⁻¹ em seu extrato hidroetanólico (80%) independente da temperatura usada no processo de extração. A solubilidade dos compostos fenólicos em um determinado solvente é uma característica peculiar do fitoquímico, o que explica a inexistência de um procedimento universal e aponta para a necessidade da seleção criteriosa do método de extração para cada fonte natural de antioxidante. Neste sentido, considerando que nos vegetais há polifenóis com polaridade diversificada, para a extração eficiente destes constituintes se faz necessário o uso de solventes com diferentes polaridades (CAETANO, 2009).

A eficácia dos solventes dependerá da polaridade dos polifenóis presentes na amostra, bem como do grau de polimerização e da interação com outros constituintes (NACZK; SHAHIDI, 2004).

Pérez-Jiménez et al. (2008) ressaltam que para a eficiência do processo de extração deve-se combinar pelo menos dois ciclos de extração utilizando-se soluções de solventes orgânicos, com diferentes polaridades, de modo a extrair compostos com diferentes estruturas químicas.

A Figura 5.2 apresenta os valores médios do conteúdo de flavonoides totais dos extratos de pétalas de calêndula, girassol e rosa, obtidos pelo método convencional e ultrassom em diferentes condições de temperatura, utilizando álcool etílico de cereais como solvente, durante 120 minutos de extração.

Figura 5.2 – Flavonoides (g mL^{-1}) presente nas pétalas de flores, submetidas à extração com álcool etílico de cereais (1:20), por 120 minutos, através dos métodos convencional e ultrassom, a temperaturas de 20 e 60° C.



*As médias seguidas das letras gregas diferem estatisticamente as espécies de flores, as letras maiúsculas romanas diferem estatisticamente os métodos de extração e, as letras minúsculas romanas diferem estatisticamente as temperaturas de extração, pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de significância do erro. Coeficiente de variação 5,49%.

Os resultados evidenciam que houve diferença ($p < 0,05$) para a quantidade de flavonoides encontrada nos extratos entre os métodos e as pétalas de flores. Os valores de flavonoides encontrados para o método convencional frio e quente e para o método de ultrassom frio e quente, respectivamente, foram: 12,73, 14,42, 16,86 e 20,26 g EQ mL^{-1} extrato de pétalas de rosas; 1,89, 2,06, 1,48 e 2,37 g EQ mL^{-1} extrato de pétalas de girassol; 1,26, 1,71, 1,45 e 1,92 g EQ mL^{-1} extrato de pétalas de calêndula.

Para os teores de flavonoides totais (Figura 5.2), observa-se que a espécie rosa apresentou valores superiores do que as outras espécies, tanto para os métodos quanto para as temperaturas testadas.

O extrato de rosas obtido pelo método de ultrassom a temperatura de 60° C apresentou o maior teor de flavonoides (20,26 g EQ mL^{-1} extrato) do que o método convencional e das demais espécies estudadas, enquanto que o extrato de calêndula (1,26 g EQ mL^{-1} extrato) obteve o menor resultado. Estudo realizado por Pereira (2009) encontrou em amostra de marcela, um valor de 12,69 mg EQ g^{-1} para flavonoides, resultado esse inferior aos encontrados neste estudo para os extratos de rosa. Rodrigues (2016), observou em seus extratos de folhas de ora-pro-nóbis valores de flavonoides de 16,31, 4,98 e 7,73 mg EQ mL^{-1} extrato, valores inferiores aos encontrados neste estudo para os extratos de rosa.

Os resultados dos potenciais antioxidantes (IC_{50}) dos extratos das pétalas de flores comestíveis, obtidos através dos métodos convencional e ultrassom, a temperatura de 20 e 60° C, usando álcool etílico de cereais (1:20), por 120 minutos são apresentados na Figura 5.3.

IC_{50} é um parâmetro usado para determinar o potencial antioxidante das plantas. Ele demonstra a quantidade necessária da planta para reduzir em 50% o DPPH, simulando assim como a planta atuará em um radical livre no organismo (NEGRI; POSSAMAI; NAKASHIMA, 2009). Logo, quanto menor é o valor de IC_{50} , maior é a capacidade antioxidante do material vegetal analisado.

Ao analisar os resultados, verificou-se que os extratos de pétalas de rosas obtidos a 20° C em ambos os métodos apresentaram maior atividade antioxidante, em relação das demais espécies estudadas. Houve diferença entre as espécies e entre as temperaturas, independentemente do método utilizado nas extrações. Verifica-se que a extração pelo método ultrassom a uma temperatura de 20° C utilizado na espécie rosa foi mais eficiente, sendo necessário somente $0,75 \text{ mg mL}^{-1}$ de extrato para inibir 50% do radical DPPH.

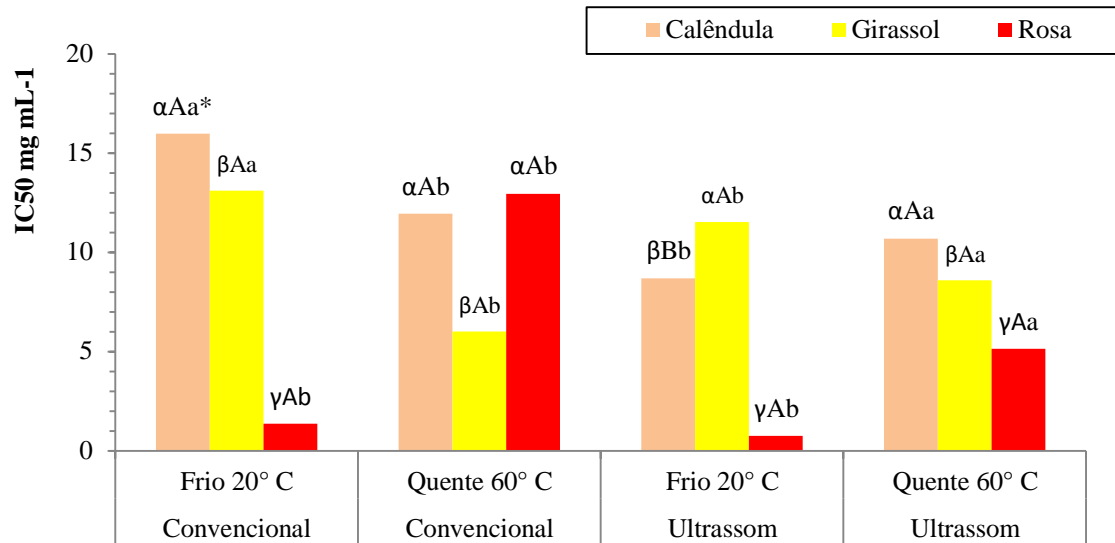
A planta *Ginkgo biloba*, considerada com alta atividade antioxidante, apresentou um IC_{50} de $0,04 \text{ mg mL}^{-1}$, em experimento conduzido por Mensor et al. (2001). Palezi (2011) analisou extratos etanólicos elaborados com 80% de álcool e obteve IC_{50} de $0,13 \text{ mg mL}^{-1}$, já Pereira (2009) encontrou valor de $5,26 \text{ mg mL}^{-1}$ para marcela. Rodrigues (2016) encontrou em seu extrato etanólico de folhas de ora-pro-nóbis valores para IC_{50} de $3,87 \text{ mg mL}^{-1}$ de extrato, valores de inibição maiores aos encontrados para rosa, em ambos os métodos de extração a temperatura de 20° C, usando álcool etílico de cereais (Figura 5.3).

A espécie calêndula apresentou uma maior concentração de extrato para IC_{50} ($15,97 \text{ mg mL}^{-1}$ de extrato) com o método convencional, a temperatura de 20° C, resultando em uma baixa atividade antioxidante comparada com as demais espécies analisadas no presente estudo (Figura 5.3). Cabe salientar que diferentes autores têm apresentado valores de IC_{50} de antioxidantes naturais com grandes diferenças, dificultando a comparação dos resultados, pois depende da espécie envolvida e da metodologia de extração utilizada.

Ainda que a temperatura favoreça a extração dos compostos fenólicos, deve-se destacar que a mesma também poderá desencadear a sua degradação com possível prejuízo da ação antioxidante (PINELO et al., 2005; YILMAZ; TOLEDO, 2006; CAETANO, 2009).

A rosa mostrou-se mais eficiente contra inibição do radical DPPH e com isso maior atividade antioxidante.

Figura 5.3 – IC₅₀ (mg mL⁻¹) presente nos extratos de pétalas de flores obtidos através dos métodos convencional e ultrassom, a temperatura de 20 e 60° C, usando álcool etílico de cereais (1:20), por 120 minutos.



*As médias seguidas das letras gregas diferem estatisticamente as espécies de flores, as letras maiúsculas romanas diferem estatisticamente os métodos de extração e, as letras minúsculas romanas diferem estatisticamente as temperaturas de extração, pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de significância do erro. Coeficiente de variação 12,59%.

Os extratos de pétalas de rosas, girassol e calêndula não apresentaram atividade antimicrobiana sobre os micro-organismos *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Aspergillus niger* (dados não apresentados).

Rodrigues (2016), também não encontrou em seu estudo com extratos de ora-pro-nóbis atividade antimicrobiana sobre os micro-organismos *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Enteritidis*, *Salmonella entérica subsp. enterica serovar Choleraesuis*, *Salmonella enterica subsp. entérica serovar Typhimurium*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* e *Enterobacter aerogenes*, segundo o teste de difusão de disco.

Os extratos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) obtidos através de diferentes metodologias de extração elaborados por Piovesan (2016) também não apresentaram atividade antimicrobiana frente aos micro-organismos *Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus aureus*.

Viera et al., (2017) em seu estudo elaborando extratos da casca de cebola roxa (*Allium cepa* L.) constataram uma atividade antimicrobiana negativa perante os micro-organismos

testados (*Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus aureus*).

Apesar dos extratos de pétalas das rosas estudadas conterem um alto teor de compostos fenólicos e flavonóides, a atividade antimicrobiana não parece estar intimamente relacionada a esses compostos metabólicos secundários. O motivo destes resultados divergentes pode ser devido ao processo de extração, a fonte das matérias-primas testadas e os micro-organismos que foram testados (VIERA et al., 2017).

CONCLUSÃO

Entre as espécies avaliadas (rosa, girassol e calêndula) destacou-se os extratos de pétalas de rosas obtidos pelo método ultrassom com temperaturas de 20° e 60° C apresentaram maiores teores de compostos fenólicos e de flavonoides. O extrato das pétalas de rosas obtido por ultrassom a uma temperatura de 20° C utilizando álcool etílico de cereais 96° GL, como solvente, foi o que apresentou maior atividade antioxidante, comprovada pelo método DPPH. Dessa forma, visando obter extratos etanólicos de pétalas de rosas com maior teor de fenólicos e flavonoides totais e atividade antioxidante, a extração por ultrassom é a mais indicada.

Os extratos não apresentaram atividade antibacteriana sobre os micro-organismos *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Typhimurium*, *Escherichia coli* e atividade antifúngica sobre o fungo *Aspergillus niger*.

Esses resultados demonstram que a utilização de extratos de pétalas de flores pode ser uma alternativa promissora como antioxidante natural, em substituição aos antioxidantes sintéticos, com possibilidade de aplicação industrial em produtos alimentares.

REFERÊNCIAS

ASOLINI, F. C.; TEDESCO, A. M.; CARPES, S.T. Antioxidant and Antibacterial Activities of Phenolic Compounds from Extracts of Plants Used as Tea. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.9, n.3, p.209-215,2006.

AUER, C. G.; BETTIOL, W. Efeito da serapilheira de *Eucalyptus grandis* no crescimento micelial de *Pisolithus tinctorius* em meio de cultura. *IPEF*, n.32, p.49-51, 1986.

BESBES, H. M., OMRI, A., BEN, J. H., LAMARI, A., AOUNI, M., & SELMI, B. (2013). Phenolic composition, antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of the Tunisian *Scabiosa arenaria*. *Pharmaceutical Biology*, 51(5), 525–532.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v. 22, p. 25-30, 1995.

CAETANO, A. C. S. **Potencial antioxidante de extratos de resíduos de acerolas (*Malpighia emarginata* D. C.) em diferentes sistemas modelos e na estabilidade oxidativa de óleo de soja.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009. 113 f.

CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard – Tenth Edition.** CLSI document M2-A10 [ISBN 1-56238-688-3]. CLSI, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, PA 19087 USA, 2009a.

Creasy, R., 1999. *The Edible Flower Garden* (Edible Garden Series). Singapura: Periplus Editions, Boston, pp. 1–106.

CUNNINGHAM, E. (2015). What nutritional contribution do edible flowers make? *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115(5), 856.

FELIPPE, G. M. *Entre o jardim e a horta: as flores que vão para a mesa*. 2. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004. 286 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. vol.35 no.6 Lavras Nov./Dec. 2011.

Fu, M. R., & Mao, L. C. (2008). In vitro antioxidant activities of five cultivars of daylily flowers from China. *Natural Product Research*, 22, 584e591.

GEGNER, L. *Edible flowers*. The National Sustainable Agriculture Information Service, Califórnia. 2004.

HSU, C., FANG, S., & YEN, G. (2013). Anti-inflammatory effects of phenolic compounds isolated from the flowers of *Nymphaea mexicana* Zucc. *Food & Function*, 4(8), 1216–1222.

IKRAM, E. H. K.; ENG, K. H.; JALIL, A. M. M.; ISMAIL, A.; IDRIS, S.; AZLAN, A.; NAZRI, H. S. M.; DITON, N. A. M.; MOKHTAR, R. A. M. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 22, n. 5, p. 388-393, 2009.

KELLEY, K.M., CAMERON, A.C., BIERNBAUM, J.A., POFF, K.L., 2003. Effect of storage temperature on the quality of edible flowers. Postharvest *Biol. Technol.* 27,341–344.

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, J. H.; LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. *Journal of Agricultural of food Science Technology*, v.37, n.2, p.153-161, 2002.

KIM, S.J.; MIN, S.C.; SHIN, H.J., LEE, Y.J., CHO, A. R., KIM, S. Y., & HAN, J. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Science*, v.93, n.3, p. 715-722, 2013.

KIM, S.J.; MIN, S.C.; SHIN, H.J., LEE, Y.J., CHO, A. R., KIM, S. Y., & HAN, J. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Science*, v.93, n.3, p. 715-722, 2013.

LIN, C., CHUNG, Y., & HSU, C. (2012). Potential roles of longan flower and seed extracts for anti-cancer. *World Journal of Experimental Medicine*, 2(4), 78–85.

LOIZZO, M. R., PUGLIESE, A., BONESI, M., TENUTA, M. C., MENICHINI, F., XIAO, J., et al. (2016). Edible flowers: a rich source of phytochemicals with antioxidant and hypoglycemic properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(12), 2467–2474.

LU, B., LI, M., & YIN, R. (2016). Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: A review (2000–2015). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(Suppl 1), S130–S148.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; SANTOS, T.C.; CINTIA, S.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytotherapy Research*, v.15, n.2, p. 127-130, 2001.

MILIAUKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; VAN BEEK, T. A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, v. 85, p. 231-237, 2004.

MLCEK, J., & ROP, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants – A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science and Technology*, 22(10), 561–569.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of chromatography A*, Amsterdam, v.1054, n.1-2, p.95-111, 2004.

NEWMAN, S. E., & O'CONNOR, A. S. (2009). Edible Flowers. CSU Extension, 7237, 1–5.

ORTIZ, E.L. Bons sabores – Guia prático para cozinhar com ervas aromáticas, especiarias & condimentos. Lisboa: Editorial Verbo, 1992.

PALEZI, S. C. **Embutido Emulsionado a Base de Pescado (*Micropogonias furnieri*) com adição de Isolado Proteico de Pescado e Antioxidante Natural de Marcela (*Achyrocline satureioides*)**. 2011. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

PEREIRA, M. G.; **Aplicação de Antioxidantes Naturais em Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Ave**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M.; DÍAZ-RUBIO, M.E.; SERRANO, J.; GONI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant, food, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. *Food Research International*, Toronto, v.41, n.3, p.274-285, 2008.

PINELO, M. RUBILAR, M.; JEREZ, M.; SINEIRO, J.; NUNEZ, M. J. . Effect of solvent, temperature, and solvent-to-solid ratio on the total phenolic content and antiradical activity of extracts from different components of grape pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 53, p.2111–2117, 2005.

PIOVESAN, N. **Influência de diferentes parâmetros em métodos de extração de compostos bioativos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e atividade antioxidante e antimicrobiana**. 120p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

RODRIGUES A. S. **Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de ora pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) e sua aplicação em mortadela.** (Dissertação). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2016. 91 p.

ROP, O., MLCEK, J., JURIKOVA, T., NEUGEBAUEROVA, J., VABKOVA, J., 2012. Edible flowers – a new promising source of mineral elements in human nutrition. *Molecules* 17 (6), 6672–6683.

SAIKIA, S.; MAHNOT, N. K.; MAHANTA, C. L. Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chemistry*, p.144-152, 2015.

SPIGNO,G; TRAMELLI, L; FAVERI, D. M. Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, California, v.81, n.1, p.200-208, 2007.

STANGARLIN, J. R. et al. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, Brasília, v.11, p. 16-21, 1999.

SUN, T.; POWERS, J. R.; TANG, J. Evaluation of the antioxidante activity of asparagus, broccoli and their juices. *Food Chemistry*, v. 105, n.1, p.101-106, 2007.

TABEE, E.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; JAGESTAD, M.; DUTTA, P. C. Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 21, n. 2, p. 169-177, 2008.

VIERA, V. B. **Compostos bioativos, atividade antioxidante e antimicrobiana na casca de cebola roxa (*Allium cepa* L.) submetidos a diferentes métodos de extração.** 123p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

VIERA, V.B., PIOVESAN, N., RODRIGUES, J.B., MELLO, R. DE O., PRESTES, R.C., SANTOS, R.C. V DOS., VAUCHER, R. DE A., HAUTRIVE, T. P. E KUBOTA, E. H. Extraction of phenolic compounds and evaluation of the antioxidant and antimicrobial capacity of red onion skin (*Allium cepa* L.). *International Food Research Journal* 24(3): 990-999. 2017.

VOON, H.C.; BHAT, R.; RUSUL, G. Flower extracts and their essential oils as potential antimicrobial agents for food uses and pharmaceutical applications. *Comp. Rev. Food Sci. F.*, v.11, p. 34-55, 2012.

WANG, M.; SIMON, J. E.; AVILES, I. F.; HE, K.; ZHENG, Q. Y.; TADMOR, Y. Analysis of antioxidative phenolics compounds in artichoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, n. 3, p.601-608, 2003.

WARAHO, T.; Mc CLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. *Trends in Food Science & Technology*, v. 22, n. 1, p. 3-13, 2011.

XIONG, L., YANG, J., JIANG, Y., LU, B., HU, Y., ZHOU, F., MAO, S., & SHEN, C. (2014). Phenolic compounds and antioxidant capacities of 10 common edible flowers from China. *Journal of Food Science*, 79(4), C517–C525.

YILMAZ, Y.; TOLEDO, R. T. Oxygen radical absorbance capacities of grape/wine industry byproducts and effect of solvent type on extraction of grape seed polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis*, Rome, v.19, n.1, p.41–44, 2006.

ZHISHEN, J., MENGCHENG, T., JIANMING, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food.Chem.* 64, 555–559.

6 DISCUSSÃO GERAL

As pétalas de rosas apresentaram maiores médias para a variável massa seca total (MST) entre as demais pétalas de girassol e calêndula. Franzen et al. (2016) verificaram que as pétalas de rosas apresentaram maior massa seca total, na sequência pétalas de girassol e calêndula, entre outras. Moura et al. (2009) estudando a composição química da flor da moringa (*Moringa oleifera Lamarck*) como fonte alimentar, na forma *in natura* apresentou um teor de 83,4% de umidade e 16,6% de MST, que comparado aos resultados das pétalas das flores foi superior somente em MST e inferior em umidade.

Silva (2011) ao elaborar extratos etanólicos de diferentes partes da planta de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) obtendo extratos etanólicos brutos com rendimentos de 8,4% da casca, 12,5% do galho e 23,6 da folha, em relação ao peso da planta seca. Indicando que a quantidade de massa fresca disponível resulta, diretamente, no rendimento do extrato final. Chaves e Costa (2012) elaboraram extratos hexânico das folhas de três morfotipos de crajiru (*Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.) planta medicinal e obteve teor de extrato entre 2,4 a 4,8%. Estes resultados podem ser explicados pela produção de massa seca da parte aérea das plantas que afetaram o teor e rendimento de extratos, e observado por outros autores que encontraram maiores rendimentos de óleos essenciais com o aumento dos níveis de nutrientes proporcionados pelo aumento da biomassa seca (CHAGAS et al., 2011; CHAVES e COSTA, 2012; SALES et al., 2009).

Bezerra et al. (2008) elaboraram extratos etanólico e clorofórmico de macela (*Egletes viscosa*), obtendo da parte aérea (caule e folhas) e os capítulos, maior rendimento dos extratos etanólico e clorofórmico do que das raízes. Os rendimentos dos extratos variaram no transcurso da fase reprodutiva da planta. Valores semelhantes de rendimentos de extratos de pétalas de rosa, girassol e calêndula foram encontrados no presente estudo.

A determinação do teor de extrativos é um ensaio utilizado para estimar o potencial de substâncias extraíveis da droga vegetal em água, como aminoácidos, açúcares, heterosídeos flavonoídicos e mucilagens. Esta característica individual pode ser considerada como um parâmetro importante na avaliação da qualidade da droga vegetal, pois está relacionada às características sazonais, ou seja, a produção de determinados grupos de metabólitos secundários, durante as estações do ano (MUNHOZ et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2001).

O teor de umidade residual das pétalas das flores das amostras integrais foi maior nas pétalas de calêndula com 89,34% de água, variando esse percentual entre as outras pétalas de

86,45% das pétalas do girassol a 84,56% das pétalas de rosa. Isso demonstra uma considerável quantidade de água presente nas pétalas e nos alimentos, que colabora para a hidratação, melhorando o funcionamento intestinal. Sendo a água um componente essencial de todos os tecidos corporais, necessária para todas as reações e nos processos fisiológicos de digestão, absorção e excreção, a água pode ser ingerida como parte dos alimentos (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005).

O teor de cinzas se refere à quantidade total de minerais presentes nas plantas, apresentando um percentual nas pétalas de 1,25% a 0,72% em base úmida entre as espécies de resíduo mineral total. Silva (2014) observou o percentual de cinzas para de hibisco 0,74% e 0,80% para a coloração vermelho e branco, respectivamente, semelhantes ao encontrado nas espécies rosa e calêndula utilizadas neste experimento de 0,72% a 0,93%, respectivamente.

Os teores de extrato etéreo nas pétalas variaram de 1,32% para a calêndula a 0,23% para a rosa, apresentando um baixo teor de lipídios. Takeiti et al. (2009) e Rocha et al. (2008), relataram em suas pesquisas utilizando folhas de ora-pro-nóbis obtiveram teores de lipídeos de 4,1 g% e 3,64 g% respectivamente. Dentro dos teores de extrato etéreo não se encontra somente lipídeos, pode-se encontrar outras substâncias orgânicas como os pigmentos. Villas Boas et al. (1999) determinaram que os valores de lipídeos menos de 1%, podem ser indicados para dietas de redução de peso, pois este valor compreende a maioria dos frutos, hortaliças folhosas e flores comestíveis. Monteiro (2009) verificou que o consumo integral dos vegetais pode aumentar o consumo de gorduras de boa qualidade, dentro dos limites de recomendação para lipídeos, colaborando na prevenção de doenças cardiovasculares.

Observaram-se as quantidades de proteína em base úmida similar entre as espécies de rosa e girassol, obtendo percentuais como 1,88% e 1,75%, respectivamente. Verificou-se que neste trabalho que as pétalas das flores apresentaram baixos teores de proteína, não devendo ser considerados como boas fontes proteicas para o alcance das necessidades nutricionais, por serem de baixo valor biológico (DUTRA-DE-OLIVEIRA; MARCHINI, 2008; OHSE et al., 2012).

Na caracterização da fibra bruta, observou-se que as pétalas de rosa e girassol contêm teores significativos, podendo ser boas fontes de fibras. As pétalas de rosas foram as que apresentaram maior quantidade de fibra bruta com 3,20%, seguida do girassol com 2,12% e calêndula com 1,59% de fibra bruta em suas pétalas. O menor teor de fibra bruta encontrado foi nas pétalas de calêndula com aproximadamente 1,6%. As pétalas de rosa podem ser caracterizadas como fonte de fibras, pois de acordo com a Portaria SVS/MS n.º 29 de 13 de

janeiro de 1998, para um alimento ser caracterizado como fonte de fibras deve ter mínimo de 3g de fibras 100g⁻¹ (sólidos) (BRASIL, 1998).

Elleuch et al. (2011) salientam que as fibras alimentares quando adicionadas nos produtos, aumentam a capacidade de retenção de água, capacidade de retenção de gordura, emulsificação e formação de gel. Além disso, evita a sinérese (a separação de líquido a partir de um gel provocada por contração) e melhora a vida de prateleira dos produtos.

Kinupp e Barros (2008) destacam que as hortaliças não convencionais às vezes possuem maior concentração em fibras, compostos antioxidantes e proteínas que as fontes de hortaliças convencionais, favorecendo assim, uma dieta de melhor qualidade nutricional.

O teor médio de carboidratos foi calculado por diferença a partir dos nutrientes encontrados, onde se classificam as flores comestíveis como uma hortaliça do grupo A, segundo a proposta de Ornellas (1988), por possuírem cerca de 5% de glicídios totais. O presente trabalho mostrou que as flores comestíveis rosa, girassol e calêndula apresentaram 9,41%, 7,57% e 5,62% de carboidratos totais. Rodrigues (2016) em seu trabalho utilizando amostra das folhas de ora-pro-nóbis desidratada obteve um valor de 8,49 g% para carboidrato, valores que se assemelham aos encontrados.

Quanto ao valor calórico calculado pelos quatro macronutrientes citados anteriormente, as quantidades indicadas em base úmida das pétalas das flores, orienta-se como alimentos de baixo valor calórico, conforme descrito por Reis, Queiros e Froes (2004), onde as flores comestíveis em geral possuem 40 calorias por 100g.

Monteiro (2009) verificou que na flor de brócolis encontraram-se valores médios em 100 g de vegetal fresco: 28 calorias, 1,21 g carboidratos, 5,72 g proteínas, 0,03 g lipídios, 4,83 g fibras. Já na couve-flor foram detectados os nutrientes: 17,78 calorias, 2,50 g carboidratos, 1,74 g proteínas, 0,05 g lipídios, 2,08 g fibras, valores esses próximos aos encontrados no presente estudo.

Moura et al. (2009) estudando a composição química da flor da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck) como fonte alimentar, na forma in natura apresentou um teor de 83,40% de umidade, 8,55% de carboidratos, 2,54% de proteínas, 2,50% de cinzas e 3,00% de lipídios, que comparado aos resultados das pétalas das flores foram superiores somente em proteínas, cinzas e lipídios.

Franzen et al. (2016) caracterizaram oito espécies de flores ornamentais quanto a composição química e valor calórico das pétalas e encontraram para cada 100 g de pétalas frescas de rosa (*Rosa x grandiflora*): 72 calorias, 10,9 g carboidratos, 1,84 g proteínas, 0,28 g

extrato etéreo e 3,5 g fibras. Para espécie girassol (*Helianthus annuus*): 61,8 calorias, 8,57 g carboidratos, 1,74 g proteínas, 0,85 g extrato etéreo e 2,07 g fibras e para espécie calêndula (*Calendula officinalis*), encontraram 49,1 calorias, 6,16 g carboidratos, 1,18 g proteínas, 1,20 g extrato etéreo e 1,35 g fibras, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Souza et al. (2007) avaliaram a composição centesimal do mirtilo e descobriram que em 100g de fruto contém 83-87g de água, 51-62 kcal, 0,4-0,7g de proteínas, 0,5g de lipídios, 11,4g de carboidratos, 1-1,5g de fibras e 0,19-0,25g de cinzas, valores estes que se assemelham com os encontrados nas pétalas das flores, mostrando que nutricionalmente as flores comestíveis se igualam com alguns frutos e até mesmo outros vegetais convencionais. Rosa (2017), também, avaliou a composição centesimal de mirtilo em seu trabalho que apresentou um teor de umidade de 85,26%, cinzas 0,18 %, proteína bruta 0,63%, lipídios 0,32% e carboidratos de 12,93%. Souza et al. (2007; 2014) obtiveram resultados de 87,70% para umidade, 0,08% para cinzas, proteína 0,48%, lipídios de 0,19% e carboidratos de 11,54%, sendo os valores encontrados para proteínas e lipídios inferiores.

Os extratos de rosas apresentaram diferença estatística das outras espécies ($p < 0,05$) para o conteúdo de compostos fenólicos totais. Entretanto, o extrato obtido pelo método ultrassom a temperatura de 60° C apresentou maior teor de compostos fenólicos totais (28,99 g EAG mL⁻¹ extrato) e o extrato de calêndula obtido pelo método convencional a temperatura de 20° C apresentou menor valor de compostos fenólicos (1,11 g EAG mL⁻¹ extrato).

Observou-se que a espécie rosa pelo método ultrassom independente da temperatura foi mais eficiente em relação às demais espécies e ao método convencional na extração de compostos fenólicos totais. Isto pode ser atribuído a obtenção de diferentes compostos fenólicos pela influência dos distintos métodos e temperaturas de extração utilizados atribuindo melhor resposta. Kim et al. (2013) ao analisarem a quantidade de fenólicos totais nos extratos de plantas comestíveis, obtiveram ampla margem de variação de 3,13 a 72,30 mg GAE g⁻¹ extrato, sendo a extração mais eficiente foi com o etanol em comparação com outros solventes utilizados.

Pereira (2009) ao realizar análises *in vitro* em extratos vegetais observou uma relação direta, quanto maior o conteúdo de fenólicos mais elevada é a atividade antioxidante dos extratos. Caetano (2009) em seu estudo com resíduo agroindustrial de acerola encontrou um teor de fenólicos em seu extrato hidroetanólico (80%) independente da temperatura usada no processo de extração, 1,78 mg em equivalente de catequina mL⁻¹.

A solubilidade dos compostos fenólicos em um determinado solvente é uma característica peculiar do fitoquímico, o que explica a inexistência de um procedimento universal e aponta para a necessidade de seleção criteriosa do método de extração para cada fonte natural de antioxidante. Neste sentido, considerando que nos vegetais há polifenóis com polaridade diversificada, para a extração eficiente destes constituintes se faz necessário o uso de solventes com diferentes polaridades (CAETANO, 2009).

A eficácia dos solventes dependerá da polaridade dos polifenóis presentes na amostra, bem como do grau de polimerização e da interação com outros constituintes (NACZK; SHAHIDI, 2004). Pérez-Jiménez et al. (2008) ressaltam que para a eficiência do processo de extração deve-se combinar pelo menos dois ciclos de extração utilizando-se soluções de solventes orgânicos, com diferentes polaridades, de modo a extrair compostos com diferentes estruturas químicas.

De maneira geral, o tempo e a temperatura de extração são parâmetros a serem aperfeiçoados a fim de diminuir o tempo e custo do processo de extração (CAETANO, 2009; SPIGNO et al., 2007). Ainda que a temperatura favoreça a extração dos compostos fenólicos, deve-se destacar que a mesma também poderá desencadear a sua degradação com possível prejuízo da ação antioxidante (CAETANO, 2009; PINELO et al., 2005; YILMAZ; TOLEDO, 2006).

Os resultados do conteúdo de flavonoides totais dos extratos de pétalas de flores evidenciam que houve diferença significativa ($p < 0,05$) dos extratos entre os métodos e as espécies e que estes apresentaram valores de flavonoides de 12,73, 14,42, 16,86 e 20,26 g EQ mL⁻¹ extrato de pétalas de rosas; 1,89, 2,06, 1,48 e 2,37 g EQ mL⁻¹ extrato de pétalas de girassol; 1,26, 1,71, 1,45 e 1,92 g EQ mL⁻¹ extrato de pétalas de calêndula.

O extrato de rosas obtido pelo método ultrassom a temperatura de 60° C apresentou o maior teor de flavonoides (20,26 g EQ mL⁻¹ extrato), diferindo significativamente ($p > 0,05$) do método convencional e das demais espécies estudadas, enquanto que o extrato de calêndula (1,26 g EQ mL⁻¹ extrato) obteve o menor resultado. Estudo realizado por Pereira (2009), encontrou em amostra de marcela, um valor de 12,69 mg EQ g⁻¹ para flavonoides, resultado esse inferior aos encontrados neste estudo.

Rodrigues (2016), observou em seus extratos de folhas de ora-pro-nóbis valores de flavonoides de 16,31, 4,98 e 7,73 mg EQ mL⁻¹ extrato, valores inferiores aos encontrados. Para os teores de flavonoides totais, observa-se que a espécie rosa apresentou os maiores

valores para os dois métodos e para as duas temperaturas diferindo estatisticamente das outras espécies (calêndula e girassol).

IC₅₀ é um parâmetro usado para determinar o potencial antioxidante das plantas. Ele demonstra a quantidade necessária da planta para reduzir em 50% o DPPH, simulando assim como a planta atuará em um radical livre no organismo. Ao analisar os resultados, verificou-se que os extratos de pétalas de rosas obtidos a 20° C em ambos os métodos apresentaram maior atividade antioxidante, diferindo significativamente (P<0,05) das demais espécies. Houve diferença entre as espécies e entre as temperaturas, independentemente do método utilizado nas extrações. Verifica-se que a extração pelo método ultrassom a uma temperatura de 20° C utilizado na espécie rosa foi mais eficiente apresentando o valor de IC₅₀ de 0,75 mg mL⁻¹ de extrato para inibir 50% do radical DPPH.

A espécie *Ginkgo biloba*, considerada com alta atividade antioxidante, apresentou um IC₅₀ de 0,04 mg mL⁻¹, em experimento conduzido por Mensor et al. (2001). Estudo realizado por Palezi (2011) encontrou valor inferior para IC₅₀ (0,13 mg mL⁻¹) em extratos de marcela extraídos com etanol 80% e Pereira (2009), encontrou valor de 5,26 mg mL⁻¹ para marcela, considerando que quanto menor é o valor de IC₅₀, maior é a capacidade antioxidante do material vegetal analisado.

Rodrigues (2016), encontrou em seu extrato etanólico de folhas de ora-pro-nóbis valores para IC₅₀ de 3,87 mg mL⁻¹ de extrato, valores de inibição maiores aos encontrados. O extrato hidroetanólico elaborado por Caetano (2009), independente da concentração e da temperatura de obtenção, apresentou maior capacidade de sequestro do radical DPPH. Portanto, evidencia-se que a temperatura de obtenção de extratos não influencia de forma marcante a ação antioxidante dos mesmos.

A espécie calêndula apresentou uma maior concentração de extrato para IC₅₀ (15,97 mg mL⁻¹ de extrato) para o método convencional a temperatura de 20° C resultando em uma baixa atividade antioxidante comparada com as demais espécies analisadas. Cabe salientar que diferentes autores têm apresentado valores de IC₅₀ de antioxidantes naturais com grandes diferenças, dificultando a comparação dos resultados. A rosa mostrou-se mais eficiente contra inibição do radical DPPH e com isso maior atividade antioxidante.

Os extratos de pétalas de rosas, girassol e calêndula não apresentaram atividade antimicrobiana sobre os micro-organismos *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Typhimurium* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Aspergillus niger*.

Rodrigues (2016), também não encontrou em seu estudo com extratos de ora-pro-nóbis atividade antimicrobiana sobre os micro-organismos *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica subsp. enterica serovar Enteritidis*, *Salmonella entérica subsp. enterica serovar Choleraesuis*, *Salmonella enterica subsp. entérica serovar Typhimurium*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* e *Enterobacter aerogenes*, segundo o teste de difusão de disco.

Os extratos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) obtidos através de diferentes metodologias de extração elaborados por Piovesan (2016) também não apresentaram atividade antimicrobiana frente aos micro-organismos *Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus aureus*.

Viera et al., (2017) em seu estudo elaborando extratos da casca de cebola roxa (*Allium cepa* L.) constataram uma atividade antimicrobiana negativa perante os micro-organismos testados (*Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus aureus*).

Apesar dos extratos de pétalas das flores estudadas conterem um alto teor de compostos fenólicos e flavonóides, a atividade antimicrobiana não parece estar intimamente relacionada a esses pigmentos. A causa desses resultados contrários pode ter sido devido ao processo de extração, a fonte das matérias-primas testadas e os micro-organismos que foram testados (VIERA et al., 2017).

7 CONCLUSÃO GERAL

Os melhores resultados de teor e rendimento de extratos de pétalas de rosas foram obtidos pelo método ultrassom utilizando água quente como solvente no período de 120 minutos de extração. O maior teor e rendimento de extratos de pétalas de girassol foram obtidos pelo método ultrassom utilizando água fria como solvente no período de extração de 120 minutos. Para a espécie calêndula os melhores resultados de teor e rendimento de extratos de suas pétalas foram pelo método convencional utilizando álcool a quente como solvente no período de 120 minutos de extração. Os resultados obtidos de teores e rendimentos de extratos das espécies rosa, girassol e calêndula, permitem considerar estas plantas como uma fonte natural para a identificação de novos compostos bioativos.

As flores comestíveis e suas pétalas apresentam composição centesimal significativa com teores de umidade, proteína e fibra relevantes para uma boa dieta. As pétalas das flores analisadas apresentaram baixo teor de extrato etéreo e baixo valor calórico, permitindo o consumo por pessoas que necessitam de dietas especiais.

Os extratos etanólicos de pétalas de rosas obtidos pelo método ultrassom com temperaturas de 20° e 60° C apresentaram maiores conteúdos de compostos fenólicos e de flavonoides. Dessa forma, visando obter extratos etanólicos de pétalas de rosas com maior teor de fenólicos e flavonoides totais a extração por ultrassom é a mais indicada. O extrato obtido por ultrassom a uma temperatura de 20° C utilizando álcool etílico de cereais 96° GL como solvente foi o que apresentou maior atividade antioxidante, comprovada pelo método DPPH.

Os extratos de pétalas de flores demonstraram serem uma alternativa viável como antioxidante natural em substituição aos antioxidantes sintéticos, com potencial para aplicação industrial em produtos alimentares. As flores comestíveis de rosa, girassol e calêndula são matérias-primas viáveis para alimentação humana e podem ser consumidas acompanhadas com outros alimentos e ainda podendo ser utilizadas como ingredientes.

Nos testes antibacteriano e antifúngico ocorreu uma ausência de atividade antimicrobiana das substâncias presentes nos extratos das pétalas das flores sobre os microrganismos testados, não atingindo a concentração inibitória mínima.

REFERÊNCIAS GERAIS

- BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. Origem, evolução e história das rosas cultivadas. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, p. 267-271, 2005.
- BELLÉ, R. A. **Caderno Didático de Floricultura**. Santa Maria: UFSM; 1999. 147p.
- CHEMAT, F. et al. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.18, n.4, p.813-835, 2011.
- CUNNINGHAM, E. (2015). What nutritional contribution do edible flowers make? **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, 115(5), 856.
- DEY, A., LAKSHMANAN, J., 2013. The role of antioxidants and other agents in alleviating hyperglycemia mediated oxidative stress and injury in liver. **Food & Function** 4, 1148–1184.
- DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. C. **Ciências Nutricionais – aprendendo a aprender**. 2.ed. São Paulo: Sarvier; 2008.
- ESPÍN, C. E.; GARCIA-CONESA T. M.; TOMÁS-BARBERÁN, A. F. Nutraceuticals: Facts and fiction. **Phytochemistry, Murcia**, v.68, p.2956-3008, out. 2007.
- FELIPPE, G. M. **Entre o jardim e a horta: as flores que vão para a mesa**. 2. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004. 286 p.
- FERNANDES, L.; CASAL, S.; PEREIRA, J. A.; SARAIVA, J. A.; RAMALHOSA, E. Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. **Journal of Food Composition and Analysis**. V.60 (38–50). 2017.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed Editora; 2013. 607p.
- HOOSHMAND, S., KUMAR, A., ZHANG, J.Y., JOHNSON, S.A., CHAI, S.C., ARJMANDI, B.H., 2015. Evidence for anti-inflammatory and antioxidative properties of dried plum polyphenols in macrophage RAW 264.7 cells. **Food & Function** 6, 1719–1725.
- KURUTAS, E.B., 2016. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative nitrosative stress: current state. **Nutrition Journal** 15, 1–22
- LOIZZO, M. R., PUGLIESE, A., BONESI, M., TENUTA, M. C., MENICHINI, F., XIAO, J., ET AL. (2016). Edible flowers: a rich source of phytochemicals with antioxidant and hypoglycemic properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 64(12), 2467–2474.
- LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras**. Nova Odessa. Instituto Plantarum, 2013.1120p.
- LU, B., LI, M., & YIN, R. (2016). Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: A review (2000–2015). **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 56(Suppl 1), S130–S148.

- MELO, E. F. R. Q. **Produção de nastúrcio em cultivo hidropônico com diferentes soluções nutritivas**. 2006. 126f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.
- MERCALI, C. A.; HIROTA, B. C. K.; MIYAZAKI, C. M. S.; de LIMA, C. P.; VERDAM, M. C.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Phytochemical study and biological activities of sunflower bud (*Helianthus annuus* L.). **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.13, n.3, Jul. 2012.
- OHSE, S.; CARVALHO, S. M.; REZENDE, B. L. A.; OLIVEIRA, J. B.; MANFRON, P. A.; DOURADO-NETO, D. Produção e composição química de hortaliças folhosas em hidroponia. **Bioscience Journal**. Uberlândia. 2012; v. 28, n. 2, p. 155-163.
- PEREIRA, M. G.; **Aplicação de Antioxidantes Naturais em Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Ave**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PRATA, G. G. B. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte**. 111p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2009.
- REIS, C.; QUEIROS, F.; FROES, M. Jardins Comestíveis. IPEMA – **Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica**. Ubatuba/SP. 2004. 18p.
- RIBEIRO, B. **Curiosidades: uso de flores comestíveis na alimentação**. Revista Rolão. Set./Out. 2010.
- RIBEIRO, D. S., MELO, D. B., GUIMARÃES, A. G., VELOZO, E. S.; **Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 687-696, abr. 2012.
- SANTOS, O. S.; MELO, E. F. R. Q.; MENEGAES, J. F. **Cultivo hidropônico de nastúrcio**. In: Santos OS. Cultivo Hidropônico Santa Maria: UFSM/Colégio Politécnico, 2012. 264p.
- SILVA, K. O. **Avaliação das atividades antimicrobiana, aderência, antioxidante, anti-inflamatória e antinociceptiva de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Vitória da Conquista, 2011.
- STANCATO, G. C. **Flores comestíveis – Sabores e aromas**. Instituto Agrônomo (IAC). Centro de Horticultura. Campinas; São Paulo: 2014.
- TAO, Y.; SUN, D. Enhancement of food processes by ultrasound: a review. **Food Science and Nutrition**, v.55, n.4, p.570-594, 2015.
- XAVIER, D. **Desenvolvimento de produto alimentício à base de farinha de trigo integral e ingredientes funcionais**. Dissertação, Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Programa de Pós Graduação em Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Paraná, Pato Branco. 185f. 2013.
- W. H. O. Estratégia global em alimentação saudável, atividade física e saúde. **Genebra: WHO**, 2004. p. 1–23. Disponível em: <http://www.prosaude.org/publicacoes/diversos/Estrategia_Global_portugues.pdf>.
- ACHKAR, M. T. *et al.* Propriedade Antioxidante de Compostos Fenólicos: Importância na

Dieta e na Conservação de Alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, [S.l.], 2013.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes Naturais: Técnicas De Extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 2007. v. 24, n. 2, p. 319–336. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/alimentos/article/view/7489>>.

ANVISA. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999 - Diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 1999. p. 3–6.

BASCH, E. *et al.* Marigold (*Calendula officinalis* L.). **Journal Of Herbal Pharmacotherapy**, 2007. v. 6, n. 3, p. 135–159. Disponível em: <http://www.informaworld.com/openurl?genre=article&doi=10.1300/J157v06n03_08&magic=crossref%7C%7CD404A21C5BB053405B1A640AFFD44AE3>.

BIRCH, A. E. *et al.* Antioxidant properties of evening primrose seed extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2001. v. 49, n. 9, p. 4502–4507.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 26 de 13 de maio de 2014. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. **Diário Oficial da União**, 2014. p. 8 de abril de.

BREWER, M. S. Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2011. v. 10, n. 4, p. 221–247.

CARNEIRO, S. M. De T. G. P.; OLIVEIRA, B. G. De; FERREIRA, I. F. Efeito de medicamentos homeopáticos, isoterápicos e substâncias em altas diluições em plantas: revisão bibliográfica. **Revista de Homeopatia**, 2011. v. 74, n. 1/2, p. 9–32. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/Carneiro_Efeito_medicamentos_homeopaticos.pdf>.

CASHMORE, K. Edible Flowers. **The Guru 40 Spring**, 2011. n. 40, p. 1–7.

CECCARELLI, N. *et al.* Globe artichoke as a functional food. **Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism**.

CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. [S.l.]: [s.n.], 2011. V. 18, p. 813–835.

CHIPAULT, J. R.; MIZUNO, G. R.; HAWKINS, J. M. The antioxidant properties of natural spices. **Food Research**, 1952. v. 17, p. 46–55.

CHOE, E.; MIN, D. B. **Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.**

CUNNINGHAM, E. What Nutritional Contribution Do Edible Flowers Make? **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, 2015. v. 115, n. 5, p. 856.

DEY, A.; LAKSHMANAN, J. The role of antioxidants and other agents in alleviating hyperglycemia mediated oxidative stress and injury in liver. **Food & Function**, 2013. v. 4, n.

8, p. 1148. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=c3fo30317a>>.

DUARTE, M. Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. **Multiciência**, 2006. v. 7, p. 16. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_07/a_05_7.pdf>.

EBRAHIMABADI, A. H. *et al.* Composition and antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *Stachys inflata* Benth from Iran. **Food Chemistry**, 2010. v. 119, n. 2, p. 452–458.

ESCLAPEZ, M. D. *et al.* **Ultrasound-Assisted Extraction of Natural Products. Food Engineering Reviews.**

FARIAS, J. *et al.* Produção sustentável de alimentos em cultivo hidropônico Sustainable food production in hydroponics. **Revista Monografias Ambientais Santa Maria**, 1059. v. 14, n. 3, p. 102–108. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/24259959-Producao-sustentavel-de-alimentos-em-cultivo-hidroponico.html>>.

FDA. Food and Drug Administration: 2009 Food Code. **Fda**, 2009. p. 2–102.11–2–103.11.

FRANZEN, F. D. L. *et al.* Characteristics and nutritional quality of petals ornamental flowers [Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais]. **Acta Iguazu, Cascavel**, 2016. v. 5, n. 3, p. 58–70.

FREITAS, E. R. *et al.* Extratos etanólicos da manga como antioxidantes para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2012. v. 47, n. 8, p. 1025–1030.

GARZÓN, G. A.; WROLSTAD, R. E. Major anthocyanins and antioxidant activity of *Nasturtium* flowers (*Tropaeolum majus*). **Food Chemistry**, 2009. v. 114, n. 1, p. 44–49.

HANDA, S. S. An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. **Extraction Technologies For Medicinal And Aromatic Plants**. [S.l.]: [s.n.], 2008, p. 21–52.

HOOSHMAND, S. *et al.* Evidence for anti-inflammatory and antioxidative properties of dried plum polyphenols in macrophage RAW 264.7 cells. **Food Funct.**, 2015. v. 6, n. 5, p. 1719–1725. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C5FO00173K>>.

HUDA-FAUJAN, N. *et al.* Antioxidant activity of plants methanolic extracts containing phenolic compounds. **African Journal of Biotechnology**, 2009. v. 47, n. 3, p. 484–489. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf990146l>>.

JAYAPRAKASHA, G. K.; JAGANMOHAN RAO, L.; SAKARIAH, K. K. Antioxidant activities of flavidin in different in vitro model systems. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, 2004. v. 12, n. 19, p. 5141–5146.

JERMAN, T.; TREBŠE, P.; MOZETIČ VODOPIVEC, B. Ultrasound-assisted solid liquid extraction (USLE) of olive fruit (*Olea europaea*) phenolic compounds. **Food Chemistry**, 2010. v. 123, n. 1, p. 175–182.

KÄHKÖNEN, M. P. *et al.* Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 1999. v. 47, n. 10, p. 3954–

3962.

KANCHEVA, V. D. Phenolic antioxidants - Radical-scavenging and chain-breaking activity: A comparative study. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 2009. v. 111, n. 11, p. 1072–1089.

KURKIN, V. A.; SHAROVA, O. V. Flavonoids from *Calendula officinalis* flowers. **Chemistry of Natural Compounds**, 2007. v. 43, n. 2, p. 216–217.

KURUTAS, E. B. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative / nitrosative stress: current state. **Nutrition Journal**, 2016. p. 1–22. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s12937-016-0186-5>>.

LASTRA VALDÉS, H.; PIQUET GARCÍA, R. Artículos de Revisión CALENDULA OFFICINALIS. **Rev Cubana Farm**, 1999. v. 33, n. 3, p. 188–94.

LI, H. *et al.* Highly pigmented vegetables: Anthocyanin compositions and their role in antioxidant activities. **Food Research International**, 2012. v. 46, n. 1, p. 250–259.

LI, H.; CHEN, B.; YAO, S. Application of ultrasonic technique for extracting chlorogenic acid from *Eucommia ulmoides* Oliv. (*E. ulmoides*). **Ultrasonics Sonochemistry**, 2005. v. 12, n. 4, p. 295–300.

LIM, T. K. **Edible medicinal and non medicinal plants: Volume 8, flowers**. [S.l.]: [s.n.], 2014.

LOIZZO, M. R. *et al.* Edible Flowers: A Rich Source of Phytochemicals with Antioxidant and Hypoglycemic Properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2016. v. 64, n. 12, p. 2467–2474.

LU, B.; LI, M.; YIN, R. Phytochemical Content, Health Benefits, and Toxicology of Common Edible Flowers: A Review (2000–2015). **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2016. v. 56, p. S130–S148.

LUQUE DE CASTRO, M. D.; GARCÍA-AYUSO, L. E. Soxhlet extraction of solid materials: An outdated technique with a promising innovative future. **Analytica Chimica Acta**.

_____; PRIEGO-CAPOTE, F. Soxhlet extraction: Past and present panacea. **Journal of Chromatography A**.

_____; _____; PERALBO-MOLINA, A. The role of ultrasound in analytical derivatizations. **Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences**.

MAESTRO DURÁN, R.; BORJA PADILLA, R. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. **Grasas y Aceites**, 1993. v. 44, n. 2, p. 101–106.

MANKE NACHTIGALL, A. *et al.* Determinação do teor de luteína em hortaliças. **b.ceppa, curitiba**, 2007. v. 25, n. 2, p. 181–192.

MCGUFFIN, M.; HOBBS, C.; UPTON, R. *Et Al.* Botanical safety handbook. **New York:**

CXRC Press, 1997.

MERCADANTE, A. Z. *et al.* Effect of natural pigments on the oxidative stability of sausages stored under refrigeration. **Meat Science**, 2010. v. 84, n. 4, p. 718–726.

MILAN S., S. Total Phenolic Content, Flavonoid Concentration and Antioxidant Actibity of Marrubium peregrinum L. Extracts. **Kragujevac J. Sci**, 2011. v. 33, p. 63–72.

MILIĆ, P. S. P. S. . *et al.* Kinetic modeling and optimization of maceration and ultrasound-extraction of resinoid from the aerial parts of white lady's bedstraw (*Galium mollugo* L.). **Ultrasonics Sonochemistry**, 2013. v. 20, n. 1, p. 525–534. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84867745537&doi=10.1016%2Fj.ultsonch.2012.07.017&partnerID=40&md5=c343c6cc0867c7d59d0433bbd228c726%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2012.07.017>>.

MLCEK, J.; ROP, O. **Fresh edible flowers of ornamental plants - A new source of nutraceutical foods.** **Trends in Food Science and Technology.**

NACZK, M.; SHAHIDI, F. **Extraction and analysis of phenolics in food.** **Journal of Chromatography A.**

OKE, F. *et al.* Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. **Food Chemistry**, 2009. v. 112, n. 4, p. 874–879.

PANIWNYK, L. *et al.* The extraction of rutin from flower buds of *Sophora japonica*. [S.l.]: [s.n.], 2001. V. 8, p. 299–301.

PEREIRA, M. C. *et al.* Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, 2006. v. 30, n. 4, p. 731–738. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000400020&lng=pt&tlng=pt>.

PÉREZ-SERRADILLA, J. A.; PRIEGO-CAPOTE, F.; LUQUE DE CASTRO, M. D. Simultaneous ultrasound-assisted emulsification-extraction of polar and nonpolar compounds from solid plant samples. **Analytical Chemistry**, 2007. v. 79, n. 17, p. 6767–6774.

PEREZ, V. *et al.* Extracción de compuestos fenólicos de lima (*Citrus limetta* Risso) y determinación de su actividad antioxidante. **Revista De Ciencias Biologicas Y De La Salud**, 2013. p. 18–22.

PINGRET, D. *et al.* Lab and pilot-scale ultrasound-assisted water extraction of polyphenols from apple pomace. **Journal of Food Engineering**, 2012. v. 111, n. 1, p. 73–81.

POITEVIN, B. Tratado De Homeopatía. **Tratado de Homeopatía.** [S.l.]: [s.n.], 2002, p. 151.

POKORNY, J. Antioxidants in food preservation. **Handbook of Food Preservation.** [S.l.]: [s.n.], 2007, p. 259–286.

RINCON, C. T. S.; GOMEZ, G. L. C.; MONTROYA, J. E. Z. Extraccion de compuestos fenolicos y actividad antioxidante de hojas de *Bixa orellana* L. (achiote). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, 2016. v. 21, n. 2, p. 133–144.

ROP, O. *et al.* Edible Flowers—A New Promising Source of Mineral Elements in Human Nutrition. **Molecules**, 2012. v. 17, n. 12, p. 6672–6683. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/17/6/6672/>>.

SELANI, M. M. *et al.* Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. **Meat Science**, 2011. v. 88, n. 3, p. 397–403.

SIMOES, C. M. O. **Farmacognosia, da Planta ao Medicamento**. [S.l.]: [s.n.], 2006. V. 1.

SKROVANKOVA, S. *et al.* **Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries**. **International Journal of Molecular Sciences**.

SOUSA, C. M. D. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, 2007. v. 30, n. 2, p. 351–355.

SPAGOLLA, L. C. *et al.* Extração alcoólica de fenólicos e flavonóides totais de mirtilo “Rabbiteye” (*Vaccinium ashei*) e sua atividade antioxidante. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, 2009. v. 30, n. 2, p. 187–191.

SUKHDEV SWAMI HANDA. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. **Uma ética para quantos?**, 2014. v. XXXIII, n. 2, p. 81–87. Disponível em: <http://www.americanbanker.com/issues/179_124/which-city-is-the-next-big-fintech-hub-new-york-stakes-its-claim-1068345-1.html> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161> <http://cid.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/cid/cir991> <http://www.scielo.org>.

TAO, Y.; SUN, D. W. Enhancement of Food Processes by Ultrasound: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2015. v. 55, n. 4, p. 570–594.

TOIGO, L.; OLIVEIRA, F. De; MARQUES, M. O. M. Caracterização farmacobotânica, estudo do óleo essencial e atividade antimicrobiana da erva de São Simão *Vernonia scorpioides* (Lam.) Pers. **Revista Brasileira de Farmácia**, 2004. v. 85, n. 2, p. 49–55.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, A. R. S. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. **Nutrient Data Laboratory Home Page**, [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>>.

VEIGA, V. F.; MELLO, J. C. P. **As monografias sobre plantas medicinais**. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**.

VEILLET, S.; TOMAO, V.; CHEMAT, F. Ultrasound assisted maceration: An original procedure for direct aromatisation of olive oil with basil. **Food Chemistry**, 2010. v. 123, n. 3, p. 905–911.

VIERA, V. B. *et al.* Extraction of phenolic compounds and evaluation of the antioxidant and antimicrobial capacity of red onion skin (*Allium cepa* L.). **International Food Research Journal**, 2017. v. 24, n. 3, p. 990–999.

WARNER, K.; NEFF, W. E.; ELLER, F. J. Enhancing quality and oxidative stability of aged fried food with γ -tocopherol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2003. v. 51, n. 3, p. 623–627.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Antioxidant and free radical-scavenging properties of ethanolic extracts of defatted borage (*Borago officinalis* L.) seeds. **Food Chemistry**, 1999. v. 67, n. 4, p. 399–414.

XIONG, L. *et al.* Phenolic Compounds and Antioxidant Capacities of 10 Common Edible Flowers from China. **Journal of Food Science**, 2014. v. 79, n. 4.

ZHANG, F. *et al.* Microwave-assisted extraction of rutin and quercetin from the stalks of *Euonymus alatus* (Thunb.) sieb. **Phytochemical Analysis**, 2009. v. 20, n. 1, p. 33–37.

ZOU, T. Bin *et al.* Response surface methodology for ultrasound-assisted extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*. **Marine Drugs**, 2013. v. 11, n. 5, p. 1644–1655.