

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

JÉSSICA YAN GONG

ESTUDO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS DA PIMENTA E A AÇÃO
ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA NO ORGANISMO

BAURU

2022

JESSICA YAN GONG

ESTUDO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS DA PIMENTA E A AÇÃO
ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA NO ORGANISMO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do título de bacharel em
Biomedicina - Centro Universitário
Sagrado Coração.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Paula Cerino
Coutinho

BAURU

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com
ISBD

G635e	<p>Gong, Jessica Yan</p> <p>Estudo dos compostos fenólicos da pimenta e a ação antioxidante e anti-inflamatória no organismo / Jessica Yan Gong. -- 2022. 27f. : il.</p> <p>Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Paula Cerino Coutinho</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP</p> <p>1. Antioxidante. 2. Capsaicína. 3. Compostos bioativos. 4. Compostos fenólicos. 5. Pimenta malagueta. I. Coutinho, Ana Paula Cerino. II. Título.</p>
-------	---

JESSICA YAN GONG

ESTUDO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS DA PIMENTA E A AÇÃO
ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA NO ORGANISMO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do título de bacharel em
Biomedicina - Centro Universitário
Sagrado Coração.

Aprovado em: ___/___/___.

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Ana Paula Cerino Coutinho (Orientadora)
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof.^a Dra. Rita Luiza Peruquetti
Centro Universitário Sagrado Coração

Dedico este trabalho aos meus pais, com carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família pelo amor e apoio incondicional durante toda a minha vida e graduação, em especial aos meus pais Yan e Gong e também ao meu irmão Jack.

Ao meu namorado Gustavo por cuidar tão bem de mim e por ser o meu exemplo profissional durante a minha graduação na Biomedicina.

Aos meus amigos Thamires, Alexandre, Letícia, Igor, Carolina, Stephane, Hermes, Lais e Amanda pelo companheirismo e carinho.

A Prof.^a Dra. Ana Paula por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade

A Prof.^a Dra. Rita Luiza Peruquetti por aceitar o convite de participar da banca examinadora e por toda contribuição prestada.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar os compostos fenólicos da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) e estudar seu mecanismo antioxidante e anti-inflamatório no organismo, utilizando da metodologia de análise de artigos de plataformas como Pubmed e Scielo, realizando a seleção de acordo com o assunto do trabalho, entre os anos de 1999 a 2022. O consumo de pimentas *in natura* e em conserva proporciona diversos benefícios a saúde humana, como a proteção das células contra os danos oxidativos provindo dos radicais livres e prevenção das doenças degenerativas. A grande quantidade de compostos fenólicos e capsaicina presentes na espécie de pimenta malagueta promove diversos benefícios a saúde humana, como redução do estresse oxidativo, proteção da integridade celular e prevenção do envelhecimento precoce das células.

Palavras-chave: Antioxidante; compostos fenólicos; compostos bioativos; Pimenta Malagueta.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the phenolic compounds of chili pepper (*Capsicum frutescens*) and to study its antioxidant and anti-inflammatory mechanism in the organism. The consumption of fresh and canned peppers provides several benefits to human health, such as the protection of cells against oxidative damage from free radicals and the prevention of degenerative diseases. The large amount of phenolic compounds and capsaicin present in the chili pepper species promotes several benefits to human health, such as reducing oxidative stress, protecting cellular integrity and preventing premature aging of cells.

Keywords: antioxidant; phenolic compounds; bioactive compounds; Chili Pepper

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBA - Compostos bioativos

CG – Cromatografia Gasosa

CLAE – Cromatografia Líquida de alta eficiência

DNA - Ácido desoxirribonucleico

ERO - Espécies reativas de oxigênio

H₂O₂- Peróxido de hidrogênio

HPLC- High Performance Liquid Chromatography

IL-10 – Interleucina 10

IL-4 – Interleucina 4

NCBI – National Center for Biotechnology Information

NO- Óxido Nítrico

NO₂- Dióxido de Nitrogênio

O₂-Oxigênio

OH- Hidróxido

SHU- Scoville heat units

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA.....	14
3	OBJETIVO GERAL.....	15
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1	COMPOSTOS BIOATIVOS	16
4.2	COMPOSTOS FENÓLICOS.....	19
4.3	PIMENTA.....	20
4.4	O PAPEL DO ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIO NO ORGANISMO 24	
5	CONCLUSÃO.....	27
	REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A pimenta é um fruto de grande valor financeiro no mercado brasileiro e são comercializadas *in natura*, em conserva e também como tempero. São alvos de pesquisas e desenvolvimento das indústrias alimentícias devido a alta demanda para exportação. O gênero de pimenta *Capsicum* originou nas América Central e Sul por serem naturalmente de locais tropicais e úmidos; no Brasil as principais espécies do gênero *Capsicum* domesticadas são a *Capsicum annuum* var. *annuum* que compreendem a pimenta-doce, japeleño, cayanee e serrano, e a *Capsicum baccatum* var. *pendulum* tem-se a pimenta dedo de moça e a Cambuci. Outra espécie importante no Brasil devido a identidade cultural é a *Capsicum chinense*, que engloba a pimenta de cheiro, cumari do Pará, murupi e biquinho, principalmente. (CARVALHO *et al*, 2014)

A pimenta malagueta e tabasco pertencem à espécie *Capsicum frutescens* e são conhecidas pelos seus frutos menores, alongados, de coloração vermelha, resultante do pigmento B-caroteno e carotenóides, e paredes muito finas, ricos em capsaicinas, compostos antioxidantes, bioativos e fenólicos. A pungência é característica marcante do gênero, sendo produzido pelas células epidérmicas da pimenta e estão associadas a dois capsaicinóides, a capsaicina e dihidrocapsaicina, que são substâncias alcalóides, responsável pela produção de oleoresinas, sendo estes extratos semi-sólido composto por resina e óleo essencial ou graxos. (CARVALHO *et al*, 2014)

A preservação dos compostos bioativos presentes na pimenta, como a vitamina C, carotenoides, vitamina E, e compostos fenólicos totais depende de metodologias de extração que evitem a degradação dessas substâncias em contato com o oxigênio, pois são extremamente voláteis (SANTOS *et al*, 2017).

A concentração de flavonoides e capsaicinoides em pimentas malaguetas está associada ao grau de maturação do fruto e das sementes. A ação dos flavonoides e capsaicinoides no organismo tem como função biológica retardar o processo de envelhecimento das células e eliminação dos radicais livres. O consumo de pimentas *in natura* e em conserva proporciona diversos efeitos na saúde humana, como as propriedades antioxidantes que protegem as células contra os danos oxidativos, prevenindo o desenvolvimento de doenças degenerativas comuns, como diabetes e doenças cardiovasculares. A grande quantidade de compostos

fenólicos ou flavonoides presentes na espécie de pimenta malagueta também impedem a oxidação de gorduras essenciais. Já a identificação de alimentos ricos em vitamina C é essencial para uma variedade de funções biológicas atuando como cofator em várias reações de hidroxilação, como a síntese de colesterol, aminoácidos e alguns hormônios peptídicos, além da biossíntese de colágeno (CHÁVEZ-MENDOZA *et al.*, 2015)

As metodologias mais abordadas para a extração dos compostos pesquisados na pimenta malagueta são as de cromatografia líquida de alta eficiência e cromatografia gasosa (MELO *et al.*, 2011)

2 METODOLOGIA

Foi realizada a busca nas bases de dados indexadas SCIELO, NCBI, Pub Med e RESEARCHGATE utilizando-se para a pesquisa o termo *Capsicum frutescens*, antioxidante, compostos fenólicos e capsaicina. Foram incluídas produções científicas que abordassem Compostos Bioativos e Fenólicos como tema central, escrito em inglês ou português, publicados no período de 1999 a 2022. Como questão norteadora do estudo elegeu-se a seguinte indagação: Como a ação antioxidante dos compostos bioativos e fenólicos da pimenta *Capsicum frutescens* influenciam na prevenção de doenças?

3 OBJETIVO GERAL

Avaliar os compostos fenólicos da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) e estudar seu mecanismo antioxidante e anti-inflamatório no organismo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos (CBA) podem ser definidos como nutrientes ou não que exercem funções metabólicas e fisiológicas específicas atuando como antioxidantes, inibindo a ação de colesterol, bloqueando a atividade antibacteriana e entre outros. Os compostos bioativos dão funcionalidade em alimentos e estão presentes em frutas, hortaliças, fibras e cereais, e possuem mecanismo de ação diversos devido a diferentes sítios celulares. O consumo diário de compostos bioativos pode variar de 6,5 a 14,2mg e são encontrados na cenoura, couve, batata-doce, tomate, beterraba, mamão papaia, manga, brócolis e espinafre (BASTOS, 2009)

Os principais compostos bioativos são as antocianinas, resveratrol, carotenoides, licopeno, polifenóis, compostos organossulfurados, isoflavonas, fitoesteróis, tocotrienóis, provitamina A, e tocoferóis. O consumo de alimentos ricos em compostos bioativos confere diversos benefícios, como redução do risco de desenvolvimento de doenças degenerativas, cardiovasculares, osteoporose, inflamação, diabetes tipo II e manutenção e prevenção da saúde (SOARES *et al.*, 2015)

As antocianinas são pigmentos solúveis encontrados em muitas plantas e fazem parte do grupo flavonoides e estão presentes em alimentos como açaí, ameixa, amora, cereja, figo, morango, acerola, repolho roxo, berinjela, uva e batata roxa. São pigmentos hidrossolúveis e podem variar de cor azul a escarlate e podem estar presentes em caules, raízes, flores e frutos de tecidos vegetais. O valor diário é de 23,69mg/dia e desempenham funções biológicas importantes como prevenção de alergias, osteoporose, doenças neurodegenerativas, entre outras (SOARES *et al.*, 2015)

O resveratrol, pertence ao grupo dos estilbenos e estão presentes em cascas de uvas tintas, amendoim e frutas vermelhas. As propriedades desse grupo de CBA são anti-inflamatórias, antioxidante, prevenção de aterosclerose e ainda, atuar como quelante de espécies reativas de oxigênio (ERO) e ferro. O valor de consumo diário é de 30 e 120mg, não podendo exceder 5g/dia (BASTOS, 2009)

Há mais de 70 diferentes tipos de compostos sulfurados e estes podem ser encontrados em alimentos como brócolis, couve-flor, nabos, rúcula e couve e alho. Possuem importância biológica devido a importantes modeladores das enzimas que protegem o DNA, combate de radicais livres, inibidores da inflamação e ação direta ou indireta como antioxidantes atuando no controle da apoptose e ciclo celular (MORAES; COLLA., 2006)

Os carotenoides ou pigmentos naturais são lipofílicos e incluem o alfa caroteno, betacaroteno, beta criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina e são responsáveis pela coloração amarela, laranja ou vermelha em vegetais e frutas. O consumo diário é 9 a 18 mil mg/dia e os principais alimentos ricos em carotenoides são cenoura, couve, abóbora, batata doce, tomate, beterraba, mamão papaia e espinafre. Entre os diversos benefícios estão a redução da degeneração macular, doenças cardiovasculares e catarata (NOGUEIRA *et al*, 2018). Na pimenta, os níveis de carotenoides podem variar pelo grau de maturidade, genótipos e condições de cultivo e processamento (CHUAH *et al.*, 2008)

A provitamina A possui grande importância no desenvolvimento embrionário, proteção do organismo contra o estresse oxidativo e funcionamento do sistema imune. Está presente em alimentos de origem vegetal, como a cenoura, abóbora e espinafre. O betacaroteno é o precursor da provitamina A e pode ser encontrado em ovo, peixe, queijo, manteiga e fígado, sendo que a ingestão diária recomendada é de 700mg em mulheres, 770mg em gestantes, 1300 mg em lactantes e 900mg em homens. (CARVALHO *et a.l*, 2006)

O licopeno possui características lipofílicas e faz parte dos 600 pigmentos carotenoides encontrados na natureza e um dos 25 encontrados no plasma e tecidos humanos com grande distribuição no fígado, pulmão, coluna cervical, pele e mama. O licopeno é adquirido pela alimentação porque não são sintetizados no organismo humano, estão presente nos frutos como tomate, mamão papaia, goiaba vermelha, pitanga e melancia. A concentração desse composto bioativo varia de acordo com a maturação do fruto, clima, local de plantio, manejo pós-coleta e armazenamento, encontra-se em maior quantidade na maioria das vezes nas cascas dos frutos quando comparado com a polpa. A concentração de licopeno se encontra em maior quantidade nos frutos vermelhos quando comparados com os frutos de cor amarela e maiores índices nas estações climáticas quentes, como o verão. Dietas ricas em licopeno podem reduzir o risco de câncer de esôfago, pulmão e próstata,

pela capacidade antioxidante contra os radicais livres e ainda, produzir efeitos benéficos ao sistema imunológico (MORITZ; TRAMONTE., 2006).

Os produtos comerciais de tomate, como molhos, extratos, sucos e ketchup possuem altas concentrações de licopeno, porém, depende dos métodos de extração da matéria prima. A quantidade diária desse composto bioativo é de 4 a 35mg, mas não existe uma quantidade mínima e máxima considerada segura para a ingestão. Pesquisas realizadas por Rao e Shen (2022) ressalta que a quantidade de 5 a 10mg de licopeno diário para pessoas saudáveis são suficientes para obtenção dos benefícios, entretanto para a prevenção de determinadas doenças a quantidade deve ser aumentada.

O licopeno possui estrutura química simétrica acíclica de carbonos e hidrogênio em ligações duplas e duas ligações não conjugadas e a absorção no organismo depende de fatores físico-químicos e pH do estômago. Outro fator que interfere na biodisponibilidade do licopeno no organismo é a competição com outros carotenoides durante a absorção intestinal, e pode ser diminuída quando ingerido com fibras de celulose, pectina, cereal de trigo e alginato (MORITZ e TRAMONTE, 2006)

A vitamina C é um dos macros nutrientes e compostos de grande relevância clínica, devido a ação protetora no sistema imune contrarreações alérgicas e doenças como diabetes e aterosclerose. A vitamina C é encontrada em frutas cítricas, pimentão verde e vermelho, morangos, tomates, brócolis, nabo, groselha indiana e outros vegetais folhosos. Estudos sugerem que 45mg/dia de vitamina C são suficientes para adultos saudáveis, mas há estudos que recomendam até 100mg/dia para potencializar o efeito benefícios à saúde. A absorção da vitamina C no organismo ocorre pelas células do intestino delgado e a biodisponibilidade pode ser reduzida na ingestão de álcool, febre, doenças virais tabagismo, uso de antibióticos, analgésicos, exposição a produtos petrolíferos ou monóxido de carbono e toxicidade de metais pesados (CARR e SILVA, 2017)

A vitamina C protege importantes biomoléculas, como proteínas, lipídios, ácidos nucleicos e carboidratos de riscos de estresse oxidativos provindo do próprio metabolismo celular, toxinas e poluição do ambiente. Baixos níveis de vitamina C no organismo pode facilitar o desenvolvimento de patologias e infecções como consequência do enfraquecimento do metabolismo e de estruturas de colágeno. O sinal mais comum da deficiência de vitamina C no organismo é a susceptibilidade de

infecções no trato respiratório que podem acompanhar sangramento gengival, hematomas e machucados que não cicatrizam. O escorbuto é uma patologia associada a baixos níveis de vitamina C no plasma e pode ser fatal para pacientes imudeprimidos (MANELA-AZULAY *et al*, 2003).

A ação antioxidante da vitamina C está relacionada com a capacidade de doação de elétrons durante processos de biossíntese de proteínas e respiração celular através do transporte de ácidos graxos para a produção de energia celular na mitocôndria. A atividade enzimática também é outro fator que atua no mecanismo antioxidante, a vitamina é um cofator no ciclo monociclogenases e desoxigenases (VIDAL & FREITAS, 2014)

No sistema imune, a vitamina C se encontra em concentrações plasmática intracelular em células como monócito, neutrófilo e linfócito T que atuam como mediador para reações oxidativas, quimiotaxia de neutrófilos por Inter leucinas (IL-4 e IL-10) durante a resposta anti-inflamatória e hiper estímulo do sistema imune na presença de fungo, bactérias e vírus. Pacientes com casos de pneumonia e infecções respiratória apresentam melhoras quando acompanhados de suplementação intravenosa de vitamina C, reduzindo os sintomas colaterais e ainda, prevenção de resfriados (SARNI *et al.*, 2010)

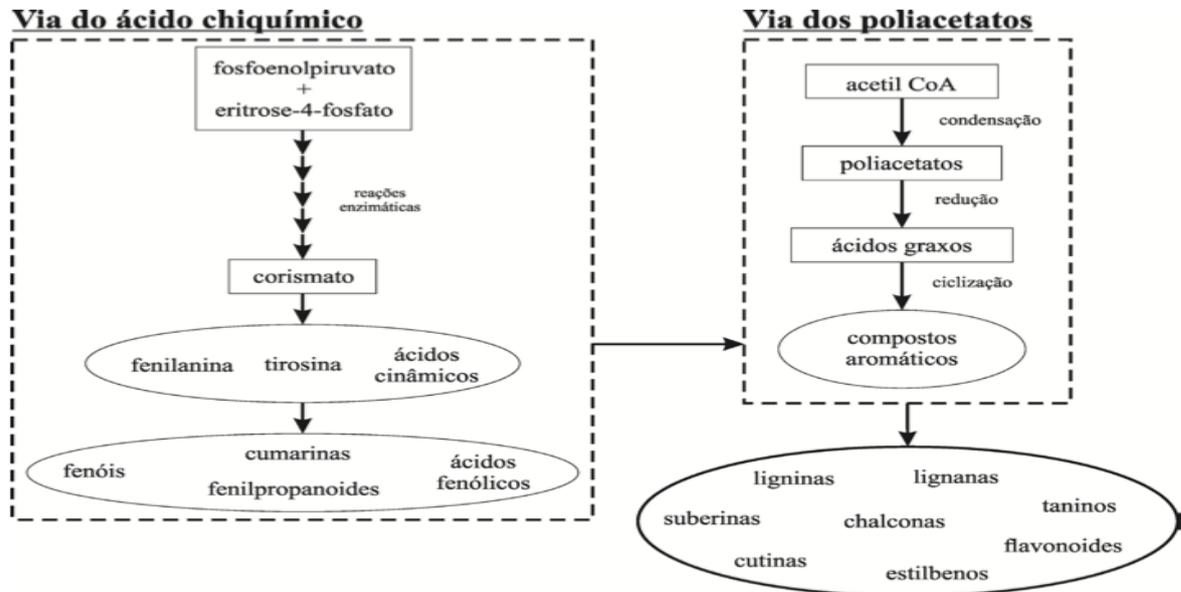
4.2 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os principais compostos fenólicos encontrados em alimentos pertencem à classe flavonoides, ácidos fenólicos, estilenos e taninos, e são quimicamente constituídos de anéis benzênicos, com um ou mais substituintes da hidroxila, e podem variar de simples moléculas fenólicas a compostos altamente polimerizados como o ácido rosmarínico quando comparado com o ácido gálico. Em razão da presença de anéis aromáticos e hidroxilas na composição química, os flavonoides são capazes de sequestrar os radicais livres, sendo caracterizado pela ação antioxidante (LIN *et al.*, 2016).

Atualmente já foram identificados cerca de 8.000 tipos de compostos fenólicos em alimentos, principalmente em vegetais. Nos alimentos, os compostos fenólicos possuem atributos de cor em tons azuis, roxo e vermelho em vegetais, sabor adstringente, amargo e doce, aroma, estabilidade oxidativa e propriedades funcionais (FREIRE *et al.*, 2017)

A biossíntese de compostos fenólicos nos vegetais pode ocorrer através do ácido chiquímico ou através dos poliacetatos, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Representação esquemática da biossíntese de fenólicos em vegetais



Fonte: NASCIMENTO, 2012

A via do ácido chiquímico é responsável pela maioria da síntese dos compostos fenólicos vegetais, a síntese nesta via possui sete reações enzimáticas e como produto final tem-se os aminoácidos aromáticos, como a tirosina, fenilalanina, ácido cinâmico e seus derivados como cumarinas, lignanas e derivados de fenilpropanóides. A via dos poliacetatos inicia com uma molécula de acetil CoA e através de uma série de reação de condensação e redução, forma-se uma variedade de metabólitos como a quinona e flavonoides (FERREIRA *et al*, 2016).

Na pimenta do gênero *Capsicum*, o principal composto fenólico são os capsinóides que podem melhorar a capacidade de absorção dos nutrientes no intestino e ainda atuar como cicatrizante de feridas e no controle do colesterol (BARDUZZI, 2011)

4.3 PIMENTA

As pimentas são originárias das Américas, pertencem a família Solanaceae e de acordo com a classificação taxonômica, 35 espécies são do gênero *Capsicum*. Estas crescem em ambientes de zonas tropicais e úmidas (SANTOS *et al*, 2012)

O gênero de pimenta *Capsicum* são amplamente distribuídas ao redor do mundo e são conhecidos pelas diversas variações morfológicas de frutos com diversos formatos, cores e tamanhos. Além das propriedades nutritivas, são ricos em vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina C e vitamina E. A coloração do fruto maduro desta espécie é na maioria das vezes vermelha, mas pode variar de amarelo a roxo (SANTOS *et al*, 2012)

Apesar da ampla comercialização no mundo, apenas cinco espécies são domesticadas e cultivadas, sendo a *Capsicum annun*, *C. baccatum*, *C. chieneses*, *C. frutencens* e *C. pubencens*. No Brasil, o primeiro registro de consumo e profilaxia de pimentas foi observado nas tribos indígenas, e eram utilizadas para tratar coceiras, reumatismo, dor de dente e inchaço empregando o fruto, folhas ou ramos (BARBOSA *et al.*, 2002)

Atualmente, o mercado de pimentas se distribui pelo mundo e são consumidas, na maioria das vezes, como condimentos e *in natura*. No Brasil, a comercialização possui grande valor econômico para pequeno-médios produtores, além das indústrias alimentícias, cosmética e farmacêutica (BARBIERI; NEITZKE; UENO, 2015)

O gênero *Capsicum* possui cerca de vinte espécies pelo mundo e foram agrupadas de acordo com a exploração do homem, como domesticadas (largamente cultivadas), semi domesticada (pouco cultivada) e silvestres (não cultivadas comercialmente). Além do consumo *in natura* ou na forma de condimentos, as pimentas são comercializadas como plantas ornamentais em razão dos frutos possuírem diferentes colorações (ROMAN *et al*, 2011)

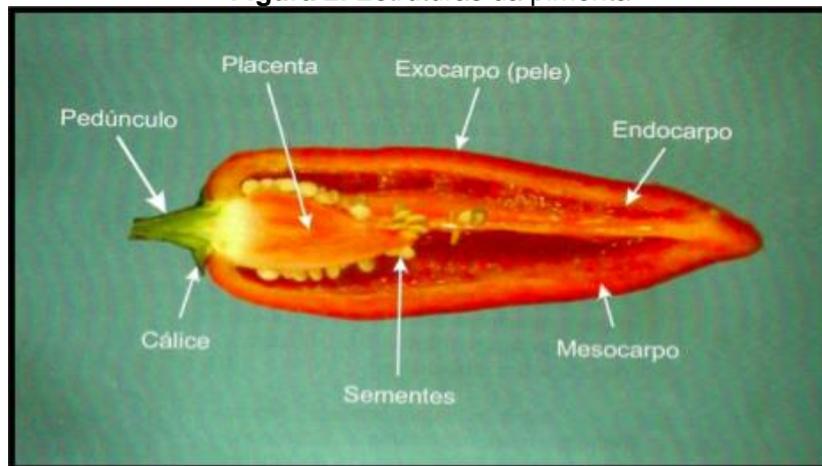
Uma característica marcante do gênero *Capsicum* é a pungência, atribuída a superfície das células epidérmicas da placenta (tecido localizado na parte interna do fruto onde estão inseridas as sementes) responsável pela produção de oleoresinas, capsaicina, dihidrocapsaicina e substância alcaloide, e são liberados quando o fruto sofre algum dano físico (COSTA *et al*, 2015)

A espécie *Capsicum frutescens* é conhecida como malaguetas, no Brasil, são encontradas nas regiões Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e na Zona da Mata Mineira. Anualmente são produzidas mais de 90 toneladas para consumo *in natura*, molhos e em conserva. No geral, os frutos medem de 1cm a 3cm de comprimento por 0,4 cm a 0,6 cm de largura, são verdes quando imaturos e vermelho quando maduros. A planta é arbustiva e pode chegar a 2 metros de altura com 2 a 5 frutos

por inserção, e existe ainda a diferença entre malaguetinha e malaguetão devido ao tamanho. A culinária Nordestina utiliza largamente o tempero na preparação de pratos típicos da Bahia, como o acarajé e pratos à base de peixes. As propriedades químicas presentes nos frutos são justificadas pela variedade genética, refletindo nos teores de pungência (ardume ou picância), formatos, cores e tamanho (THUPAIRO *et al*, 2019)

A Figura 2 mostra a estrutura da pimenta.

Figura 2. Estruturas da pimenta

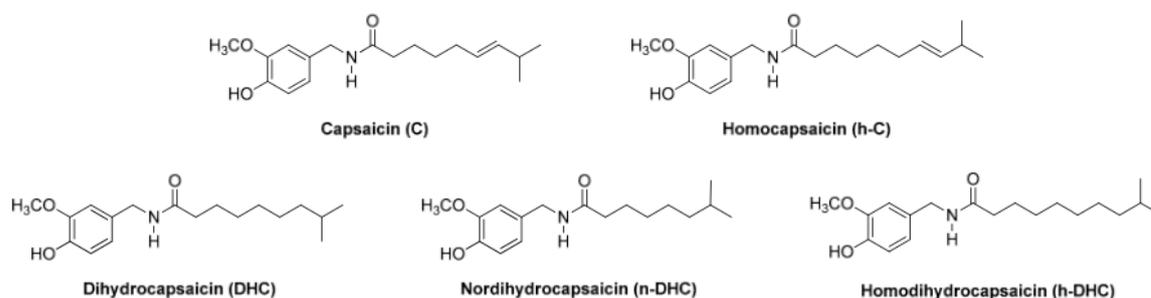


Fonte: Lopes, 2008

As capsaicinas e dihidrocapsacinas são substâncias encontradas no fruto, e são caracterizadas por amidas ácidas de ácido graxos de cadeia ramificada com propriedades alcaloides. Os capsaicinóides são encontrados na placenta do fruto durante a maturação e atingem altos teores em 40 a 60 dias de maturação, após esse período os compostos são degradados pela ação de peroxidases, ademais, fatores como disponibilidade de nutrientes, disponibilidade de água e estágio de desenvolvimento do fruto interferem na quantidade de do acúmulo de capsaicinóides (COSTA *et al*, 2009).

A Figura 3 mostra a estruturas químicas dos principais capsaicinóides.

Figura 3. Estruturas químicas dos principais capsaicinóides capsaicina, homocapsaicina, dihidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina e homodihidrocapsaicina.



Fonte: FAYOS, 2017

Para a extração das substâncias ativas da pimenta deve considerar o volume do solvente, quantidade da amostra, temperatura e teor de capsaicinóides. As principais metodologias utilizadas para a extração de capsaicinóides são cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e cromatografia gasosa (CG). A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) é um método analítico de separação dos componentes da amostra analisada através da fase estacionária e fase móvel (FILHO *et al*, 2010)

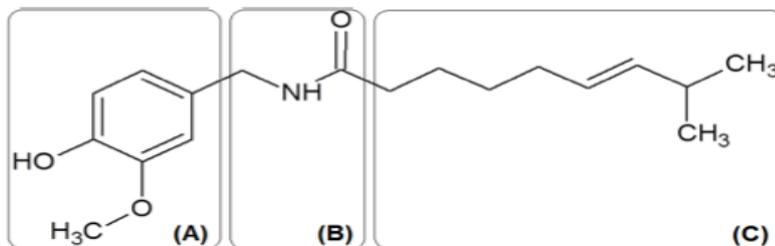
O estudo realizado por Othman (2011) avaliou o teor de capsinóides por cromatografia líquida de alta eficiência e revelou que a concentração de capsaicina e dihidrocapsaicina, moléculas presente em grande quantidade nas pimentas são maiores no gênero *Capsicum*, representadas pelas pimentas *Capsicum frutescens* (Malagueta) e *Capsicum annum* (Cayenne e Jalapennõ), quando comparadas com pimentas verdes, não pungentes. A pungência das pimentas malaguetas analisadas foi quantificada em torno de 67984,60 a 4949,08 SHU na escala de Scoville, sendo classificados como altamente e moderadamente pungentes para as amostras estudadas. Uma das vantagens de utilizar a CLAE para análises de alimentos é a alta precisão e fácil execução, no estudo, as moléculas capsaicinóides e dihidrocapcionóides foram observados na fase líquida da CLAE, apresentando altos picos no cromato grama e atingindo máxima absorbância em 228nm no espectrofotômetro.

A técnica de cromatografia gasosa (CG) foi desenvolvida por James e Martins em 1952 e tem como base a separação de compostos ou substâncias voláteis de acordo com a fase gasosa ou estacionária, e mensurada por um detector em tempos diferentes. É uma técnica sensível com alto poder de resolução que

requer pequenas quantidades de amostra para análise e amplamente aproveitado para extratos do gênero *Capsicum* spp., e podem ser usados com finalidade qualitativa ou quantitativa. Estudos realizados por Valim, Thays Cardoso (2019) identificou os principais compostos voláteis na pimenta do gênero *Capsicum* spp., sendo caracterizados por ésteres, terpenos, alcanos álcoois, cetonas e ácidos graxos (VALIM, 2019)

A estrutura química da capsaicina, como mostra a Figura 4, possui três regiões e são divididas entre os grupos funcionais. A função antioxidante está na porção A, representada pelo fenol e éter, os compostos fenólicos na porção B e a cadeia lateral hidrofóbica em C (NASCIMENTO, 2012)

Figura 4. Estrutura química da capsaicina



Fonte: BARDUZZI, 2011

4.4 O PAPEL DO ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIO NO ORGANISMO

O consumo de alimentos ricos em compostos bioativos auxilia no combate de radicais livres produzidos pelo organismo e proteção das biomoléculas fundamentais, como o DNA. O estresse oxidativo é resultado do desequilíbrio entre substâncias oxidantes e antioxidantes em células, sendo que os danos oxidativos podem estar relacionados com etiologias de doenças degenerativas. Os radicais livres são encontrados em diversos locais no organismo, mas na célula, frequentemente estão relacionados com o sítio de metabolismo, como citoplasma e mitocôndria. O OH⁻ é conhecido por ser um dos principais radicais livres na indução de lesão celular, enquanto que o H₂O₂ estimula danos ao DNA pelas reações enzimáticas e capacidade de atravessar membranas (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

A atuação dos compostos bioativos no combate dos radicais livres está associada ao reparo das lesões e à proteção da integridade celular. As vitaminas C, E e A agem em conjunto com os flavonóides e carotenóides atuando na interceptação

dos radicais livres, e também no sistema imune durante o processo inflamatório através da recrutação das células neutrofílicas, citocinas e interleucinas na região lesionada. Durante o processo inflamatório há o aumento da síntese de enzimas antioxidantes, a glutathiona peroxidase, catalase e dismutase para a proteção das células e tecidos do estresse oxidativo (MUSFIROH *et al*, 2012)

A suplementação por meio de vitaminas é uma outra alternativa para o combate dos radicais livres. A vitamina C (ácido ascórbico) inibe a formação de metabólitos nitrosos que são tóxicos para as células e em altas quantidade podem desencadear alteração celular e conseqüentemente a mutagênese. A vitamina E está associada à proteção das membranas celulares e do DNA pois minimiza ou impede as irregularidades provocados pelos radicais livres associados ao envelhecimento celular e de doenças como catarata, artrite e câncer através da inibição da peroxidação dos lipídios. A vitamina A é um fator importante na diferenciação celular e crescimento saudável das células, possui efeito antioxidante e ação preventiva no avanço de tumores no estômago, bexiga, mama e pele (MUSFIROH *et al*, 2012)

A presença de vitamina A e E, bioflavonoides e betacaroteno na pimenta malagueta são fundamentais para o combate de radicais livres provindo de processos metabólitos de síntese complexa a partir do oxigênio e respiração celular. A produção de radicais livres no organismo humano pode ser potencializada com a poluição ambiental, alto consumo de gorduras saturadas, álcool e cigarro. Substâncias protetoras como a capsaicina e piperina na pimenta possuem potente ação antiinflamatória e antioxidante, prevenindo o envelhecimento celular precoce e dano genético pela neutralização dos radicais livres. O consumo de pimenta *in natura* ou em conserva durante as refeições melhora a absorção dos nutrientes por estímulo do sistema nervoso simpático levando a produção de catecolaminas, um dos compostos orgânicos que são responsáveis pela sensação de sacies, além de diminuir o apetite e necessidade de ingestão calórica provindas de fontes de alimentos ricos em gorduras e proteínas nas próximas refeições. Isso acontece porque a pimenta possui fibras, proteínas, lipídios, minerais e vitaminas essenciais para o equilíbrio biológico e manutenção das funções vitais do organismo (BARDUZZI, 2011).

A atividade antioxidante da pimenta malagueta possui como componente antioxidante ativo os compostos fenólicos, quercetina e luteolina e a concentração

dessas substâncias no fruto depende do grau de maturação. Os capsinóides possui grande importância clínica pois atuam como cicatrizantes de ferida, dissolução de coágulos sanguíneos, controle do colesterol, redução de inflamações e prevenção de doenças degenerativas como a aterosclerose (KASBIA, 2005; ADAMS, 2007).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a pimenta malagueta da espécie *Capsicum frutescens* possui ótima ação antioxidante no organismo e mecanismos de combate aos radicais livres pela presença de compostos bioativos, prevenindo o estresse e envelhecimento celular. Além da atividade antioxidante, é uma excelente fonte de vitaminas A, E e C e promove melhor absorção dos nutrientes provindo da dieta.

REFERÊNCIAS

AV Rao, H Shen. Effect of low dose lycopene intake on lycopene bioavailability and oxidative stress. *Nutr Res* **22**:1125-1131, 2002

BARBOSA, R. I. *et al.* Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia Brasileira. I. Espécies domesticadas. *Acta Amazônica*, Roraima, v. 32, n. 2, p. 132-177, fev./2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/Nb563cz89PjF9xNy4g3JpVc/?lang=pt>. Acesso em: 13 nov. 2022.

BARDUZZI, Juliana Ferreira. EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA CAPSAICINA EM PIMENTA DEDO- DE- MOÇA. Elaine Amorim Soares Menegon. 2011. 1-45. Trabalho de conclusão de curso - Química, Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2011.

BASTOS, D. H. M; ROGERO, Marcelo M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. *Arq Bras Endocrinol Metab*, Departamento de Nutrição, v. 53, n. 5, p. 646-655, jun./2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abem/a/cSRtQcqJygrLCFgTC5ct5Dr/?lang=pt>. Acesso em: 3 out. 2022.

BATIHA, G. E. *et al.* Biological Properties, Bioactive Constituents, and Pharmacokinetics of Some *Capsicum* spp. and Capsaicinoids: Review. *Internacional Journal of Molecular Science*, Damanhour University, v. 21, n. 15, p. 1-35, jun./2022.

BIANCHI, M. D. L. P; ANTUNES, L. M. G. RADICAIS LIVRES E OS PRINCIPAIS ANTIOXIDANTES DA DIETA. *Rev. Nutr., Campinas*, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 123-130, nov./1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/bzHBTqBfJr8jmJn3ZXx9nMs/>. Acesso em: 1 nov. 2022.

CARR, Anita C.; MAGGINI, Silvia. Vitamin C and Immune Function. *Nutrients*, Department of Pathology, v. 9, n. 1211, p. 2-25, nov./2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5707683/>. Acesso em: 31 out. 2022.

CARVALHO, A. V. *et al.* Mudanças nos compostos bioativos e atividade antioxidante de pimentas da região amazônica. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 44, n. 4, p. 399-408, nov./2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/S5kv3K3RXGcgBP8R3KvM8GC/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 19 ago. 2022.

CARVALHO, P. G. B. D. *et al.* Hortaliças como alimentos funcionais. **SCIELO**, Embrapa Hortaliças, v. 24, n. 4, p. 397-404, dez./2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/L9XJQSJkrsncCgrKSGYQPHd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 1 nov. 2022.

CARVALHO, S. *et al.* Transferability of microsatellite markers of *Capsicum annuum* L. to *C. frutescens* L. and *C. chinense* Jacq. **Genetics and Molecular Research**, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, v. 14, n. 3, p. 7937-7946, jun./2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1020630/1/gmr5272.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022.

CHAMBIAL, S. *et al.* Vitamin C in Disease Prevention and Cure: An Overview: Review Article. **Association of Clinical Biochemists of India**, University of Rajasthan, v. 28, n. 4, p. 314-328, set./2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3783921/>. Acesso em: 6 set. 2022.

CHÁVEZ-MENDOZA, C. *et al.* Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Grafted Varieties of Bell Pepper. Pub Med Central, Mexico, v. 4, n. 2, p. 427-446, jun./2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4665466/>. Acesso em: 17 nov. 2022.

COSTA, L. M. D. *et al.* Atividade antioxidante de pimentas do gênero *Capsicum*: Antioxidant activities of peppers of the genus *Capsicum*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Universidade Comunitária Regional de Chapecó, v. 0101, n. 2061, p. 1-9, jan./2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/Wp8VHB7QhJyKMSyrRdKq53h/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 ago. 2022.

COSTA, L. V. *et al.* Caracterização de acessos de pimentas do Amazonas. **Horticultura Brasileira**, Amazônias, v. 33, n. 3, p. 290-298, mar./2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/QPyVfm3vr6CYNSXm94qbqmh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 nov. 2022.

FAYOS, O. *et al.* Ontogenetic Variation of Individual and Total Capsaicinoids in Malagueta Peppers (*Capsicum frutescens*) during Fruit Maturation. **Molecules**, Agrifood Research Centre of Aragón, v. 22, n. 736, p. 1-12, mai./2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/194988>. Acesso em: 4 out. 2022.

FERRERA, T. *et al.* Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erva-mate sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. *Rev. Bras. Pl. Med*, Rio Grande do Sul, v. 18, n. 2, p. 588-596, ago./2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/QvFTbwXjYw3Cm8rdQMK384c/?lang=pt>. Acesso em: 12 out. 2022.

FILHO, J. G. D. S. *et al.* Avaliação via cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) do perfil de carotenóides em acessos de quatro espécies de *Capsicum*. **Horticultura Brasileira**, Roraima, v. 28, n. 2, p. 926-931, jun./2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/863190/1/A3061T5104Comp.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2022.

FREIRE, L. C. C. *et al.* AVALIAÇÃO DO TEOR DE FENÓIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE *Capsicum frutescens* L: IX Congresso de iniciação científica do IFRN. **Ministério da Educação**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 05, n. 1, p. 938-945, mai./2017.

LEMOS, Virgínia Carvalho; WORMIT, J. J. R. E. A. Color for Life: Biosynthesis and Distribution of Phenolic Compounds in Pepper (*Capsicum annuum*). MDPI, Germany, v. 9, n. 4, p. 2-29, abr./2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/9/4/81>. Acesso em: 12 set. 2022.

LIN, D. et al. An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. *Molecules*, Sichuan, v. 21, n. 10, p. 2-19, out./2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6274266/pdf/molecules-21-01374.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2022.

MANELA-AZULAY, M. et al. Vitamina C. **An bras Dermatol**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 265-274, mar./2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/hgLDMrqkx63MpNKC8XH5TzG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 out. 2022.

MELO, C. M. T. et al. COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE PIMENTAS *Capsicum chinense* (bode), *Capsicum baccatum* variedade *praetermissum* (cumari) e *Capsicum frutescens* (malagueta). **Centro Científico Conhecer**, Universidade Federal de Uberlândia, v. 7, n. 12, p. 1-6, mai./2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4580>. Acesso em: 29 ago. 2022.

MORAES, Fernanda P.; COLLA, Luciane M.. ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS: DEFINIÇÕES, LEGISLAÇÃO E BENEFÍCIOS À SAÚDE. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Rio Grande do Sul, v. 3, n. 2, p. 99-112, nov./2006. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ref/article/view/2082>. Acesso em: 7 nov. 2022.

MORITZ, Bettina; TRAMONTE, V. L. C. Bioavailability of lycopene. **Revista de Nutrição Campinas**, Departamento de Nutrição, v. 19, n. 2, p. 265-273, abr./2006.

MUSFIROH, I. et al. CAPSAICIN LEVEL OF VARIOUS CAPSICUM FRUITS. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, Indonésia, v. 5, n. 1, p. 248-251, nov./2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Kamon-Chaiyasit/publication/24176349_Pharmacokinetic_and_The_Effect_of_Capsaicin_in_Capsicum_frutescens_on_Decreasing_Plasma_Glucose_Level/links/5720ec8308ae5454b230f9c0/Pharmacokinetic-and-The-Effect-of-Capsaicin-in-Capsicum-frutescens-on-Decreasing-Plasma-Gluco. Acesso em: 6 nov. 2022.

NASCIMENTO, P. L. A. et al. Quantification, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Phenolics Isolated from Different Extracts of *Capsicum frutescens* (Pimenta Malagueta). **Molecules**, Department of Morphology and Animal Physiology, v. 2014, n. 19, p. 5434-5447, abr./2014. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/19/4/5434>. Acesso em: 28 ago. 2022.

NEITZKE, R. S. et al. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). *Horticultura Brasileira*, Rio Grande do Sul, v. 33, n. 4, p. 415-421, mai./2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/hb/a/6JwV8fqdxV7gk6LdsQtrkrJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 set. 2022.

NOGUEIRA, T. B. D. B. *et al.* Acessibilidade, biodisponibilidade e consumo de alimentos ricos em carotenoides e vitamina A em crianças de até 5 anos. **SEMEAR: Revista de Alimentação, Nutrição e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-13, nov./2018. Disponível em: <http://seer.unirio.br/ralnuts/article/view/8308>. Acesso em: 8 nov. 2022.

OTHMAN, Z. A. A. *et al.* Determination of Capsaicin and Dihydrocapsaicin in Capsicum Fruit Samples using High Performance Liquid Chromatography. *Molecules*, Vitória, v. 16, n. 10, p. 8920-8929, out./2011. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/16/10/8919>. Acesso em: 28 set. 2022.

ROMAN, A. L. C. *et al.* Uso medicinal da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em uma comunidade de várzea à margem do rio Amazonas, Santarém, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, v. 6, n. 3, p. 543-557, out./2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/gtVMnM5g9WHnXv4dnSs9pkp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 1 set. 2022.

SANTOS *et al.* MICROENCAPSULAÇÃO E EXTRAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DA *Capsicum frutescens*. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, UFSCAR, v. 1, n. 4, p. 1-5, jun./2017. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/microencapsulao-e-extrao-dos-compostos-bioativos-da-capsicum-frutescens-26177>. Acesso em: 21 set. 2022.

SANTOS, C. F. M. D; BRACHT, Fabiano; CONCEIÇÃO, G. C. D. A carreira da malagueta: uso e disseminação das plantas do gênero *Capsicum* nos séculos XVI e XVII. **IDeAS**, Maringá, v. 6, n. 2, p. 134-169, dez./2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4322436>. Acesso em: 31 out. 2022.

SARNI, R. O. S. *et al.* Micronutrientes e sistema imunológico. **Revista brasileira alergologia imunopatologia**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 9-13, mai./2010.

SOARES, E. D. R. *et al.* Compostos bioativos em alimentos, estresse oxidativo e inflamação: uma visão molecular da nutrição. **Hospital Universitário Pedro Ernesto**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 64-72, jul./2015.

THUPHAIRO K, SORNCHAN P, SUTTISANSANEE U. Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Inhibition of Key Enzymes Relevant to Alzheimer's Disease from Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) Extracts. **Institute of Nutrition**, Mahidol University, v. 24, n. 3, p. 327-337, set./2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6779089/>. Acesso em: 26 set. 2022.

TUNGMUNNITHUM, D. *et al.* Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. **Medicines**, Department of Pharmaceutical Botany, v. 5, n. 3, p. 1-16, ago./2018.

VALIM, Thays Cardoso. Estudo da Pimenta Malagueta (*Capsicum frutescens*) e seus Componentes usando a técnica de Ressonância Magnética Nuclear. Álvaro Cunha Neto. 2019. 19-93. Dissertação (Mestrado) - Química, Centro de Ciências e Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

VIDAL, P. C. L; FREITAS, Geyse. ESTUDO DA ANTIOXIDAÇÃO CELULAR ATRAVÉS DO USO DA VITAMINA C. **Revista UNINGÁ Review**, Maringá, v. 21, n. 1, p. 60-64, out./2014.