

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE NUTRIÇÃO

Rafaela Valente de Freitas

ANÁLISE DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO CONDIMENTO EM PÓ DO
AÇAFRÃO DA TERRA (*Cúrcuma Longa L.*)

BELÉM

2022

Rafaela Valente de Freitas

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO CONDIMENTO
EM PÓ DO AÇAFRÃO (*Cúrcuma Longa L.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela
Universidade Federal do Pará.

ORIENTADOR:

Profa. Dra. Orquidea Vasconcelos dos Santos.

BELÉM

2022

Rafaela Valente de Freitas

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS COMPOSTOS BIOATIVOS DO CONDIMENTO
EM PÓ DO AÇAFRÃO (*Cúrcuma Longa L.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição
pela Universidade Federal do Pará.

BANCA EXAMINADORA:

Profª Drª Orquidea Vasconcelos dos Santos

(Universidade Federal do Pará – Orientador)

Profª Dr

(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

Prof.

(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe professora e doutora Roberta Valente por não medir esforços, amor, companheirismo e dedicação em toda minha vida a cada passo, a cada instante e todas as noites mal dormidas estudando comigo, dedicando o tempo disponível e indisponível para mostrar que a educação é o caminho. Infelizmente palavras nunca serão suficientes para demonstrar minha total gratidão por todos os esforços, sem ela, eu nunca poderia estar onde estou. Faço dela meu espelho de luta para alcançar todos os sonhos. Minha mãe, minha professora e minha cientista, obrigada por tudo.

Ao meu padrasto Milton Sérgio que me deu todo apoio nas correrias diárias e que pegou seu tempo para cuidar de mim e da minha irmã Beatriz, não medindo esforços para os nossos estudos e realização de sonhos.

À minha querida e amada irmã Beatriz pelo amor e fraternidade cruciais para obtenção das minhas conquistas, sempre se importou comigo e me apoiou sempre, eu te amo muito.

À minha professora e orientadora querida Orquídea por acreditar em mim e dar oportunidades para ingressar no mundo da pesquisa, tenho como agradecimentos o total comprometimento para realização, com excelência, do trabalho. Não só professora que ajudou na minha formação em trabalhos, mas muito além, me trouxe ensinamentos da vida para levar comigo. Muto obrigado por abrir sonhos e oportunidades, palavras não são suficientes para agradecer todas as oportunidades.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório e da vida Yasmin, Jade, Gustavo, Helen, Beatriz, Rosely que me ajudaram nas pesquisas, e nas análises laboratoriais, sem eles isso não seria possível de acontecer.

Ao meu amigo e irmão de coração Geraldo que fez questão sempre de estar nas minhas lutas e conquistas fazendo parte de cada pedacinho desde que entrou nela.

Quero agradecer a minha Universidade, maior do Norte, UFPA pela oportunidade de estudo acadêmico o qual sempre foi meu maior sonho pertencer.

RESUMO

O açafrão da terra é um rizoma importante devido à quantidade substancial de compostos bioativos. Assim, o consumo de açafrão como condimento em pó vem aumentando de forma constante e está em ampla venda nos mercados, podendo levar a perdas consideráveis de seus compostos não sendo tão interessantes para quem busca no condimento uma melhor qualidade de vida. **Objetivo:** Determinar os compostos bioativos do condimento em pó do açafrão da terra (*Curcuma Longa L.*). **Materiais e Métodos:** seguindo as normas estabelecidas pela AOAC e AIL. **Resultados:** o açafrão apresentou bons resultados na maioria dos compostos bioativos. O açafrão demonstrou um alto valor nutricional e biológico pela sua altíssima quantidade de compostos fenólicos (média de $485,34 \pm 43,08$) e valores relevantes de carotenoides (média de $574,41 \pm 42,81$ de α -Caroteno) mesmo com as possíveis perdas no processo de transporte. Também foi observado resultados significativos de flavonóides com média de $165,56 \pm 0,82$, antocianinas com médias de $130,31 \pm 0,13$ e zeaxantina com médias de $131,32 \pm 16,31$. Esses dados demonstram quantidades não tão significativas de perdas e mostrando um grande potencial do açafrão como coadjuvante na saúde humana.

Palavras-chave: Açafrão *in natura*, condimento em pó, compostos bioativos

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Análise centesimal da <i>Curcuma Longa L</i>	24
TABELA 2 – Análise de micronutrientes da <i>Curcuma Longa L</i>	25
TABELA 3 – Valores físico-químicos.....	44
TABELA 4 – Valores de compostos fenólicos, vitamina C, flavonoides e antocianinas.....	46
TABELA 5 – Valores de clorofila.....	49
TABELA 6- Valores de carotenóides.....	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –Processamento industrial para produção do açafrão em condimento.....	20
FIGURA 2 – Morfologia do rizoma da <i>Curcuma Longa L.</i>	21
FIGURA 3 – Versatilidade da <i>Curcuma Longa L.</i> em diversos países.....	22
FIGURA 4 – Diversidade de espécies de Cúrcuma encontrados na literatura.....	23
FIGURA 5 – Estrutura química dos componentes bioativos da cúrcuma – a) curcumina; b) desmetoxicurcumina; C) bisdesmetoxicurcumina.....	27
FIGURA 6 – Coeficiente de absorção óptica para diferentes amostras de <i>Curcuma Longa..</i>	29
FIGURA 7 – Exemplos de classes dos compostos fenólicos.....	30
FIGURA 8 – Estrutura do fenol.....	31
FIGURA 9 – Estrutura química da curcumina	32
FIGURA 10 – Estrutura química dos flavonoides.....	35
FIGURA 11 – Curva padrão de ácido gálico.....	42

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Exemplos de carotenoides encontrados na natureza, suas colorações e exemplos de fontes alimentícias.....	28
QUADRO 2 – Revisão de literatura da aplicação experimental das atividades funcionais da curcumina presente no açafrão.....	33
QUADRO 3 – Efeitos anti-inflamatórios dos flavonoides na asma, alergia alimentar, doenças cardiovasculares (DC) e câncer encontrados em literatura.....	26

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1 –: Cálculo para obtenção de ATT.....	40
EQUAÇÃO 2 – Obtenção dos teores de clorofila a e b.....	41
EQUAÇÃO 3 – Cálculo para obtenção da vitamina C.....	41
EQUAÇÃO 4- Fórmula para obtenção dos carotenoides.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 JUSTIFICATIVA.....	18
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1 Condimentos.....	19
3.2 Açafrão.....	20
3.2.1 Classificação e características botânicas.....	20
3.2.2 Distribuição geográfica e cultivo.....	21
3.2.3 Características nutricionais.....	23
3.2.4 Processo de produção e utilização.....	25
3.3 Compostos bioativos e suas funcionalidades.....	26
3.3.1 Carotenoides.....	27
3.3.2 Compostos Fenólicos.....	30
3.3.3 Curcumina.....	31
3.3.4 Flavonoides.....	34
4. OBJETIVOS.....	38
4.1 Objetivo geral.....	38
4.2 Objetivos específicos.....	38
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	39

5.1 Coleta da amostra.....	39
5.2 Caracterização biométrica do açafrão.....	39
5.3 Preparo da amostra <i>in natura</i>.....	39
5.4 análises físico-químicas.....	39
5.4.1 Atividade de água (<i>A_w</i>).....	39
5.4.2. Umidade (U).....	39
5.4.3 Análise do potencial hidrogeniônico (pH).....	40
5.4.5 Acidez Total Titulável.....	40
5.4.6 Sólidos Solúveis Totais.....	40
5.5 Análise da concentração de pigmentos.....	41
5.6 Análise da concentração de compostos bioativos.....	41
5.6.1 Carotenoides.....	42
5.6.2 Compostos fenólicos totais	43
5.6.3 Análise de flavonoides.....	44
5.6.4 Análise de vitamina C.....	44
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6.1 Avaliação físico-química.....	52
6.2 Avaliação dos compostos bioativos.....	50
7. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

1.INTRODUÇÃO

O açafrão (*Curcuma longa* L.) é uma planta nativa do Sudeste Asiático que pertence à família *Zingiberaceae*. Seus rizomas piriformes, muitas vezes curtos e ramificados, apresentam sabor picante e cor amarelo à laranja intenso. É conhecido pela medicina popular pela produção de remédios caseiros, além de ser muito usado em forma de pó seco como especiaria culinária globalmente em preparações de diversos alimentos, podendo também ser vendido em rizomas frescos, utilizado como matéria-prima para outros produtos além da culinária. Esse rizoma contém uma infinidade de benefícios à saúde humana, ajudando no combate a doenças cardiovasculares, câncer, estresse oxidativo (TELES, 2019; AKHONDZADEH *et al.*, 2022; CORTEZ, *et al.*, 2022).

Esse rizoma é rico em compostos fenólicos, com maior proporção de curcuminóides, com maior proporção a curcumina (70-75%), que está muito associada à alta funcionalidade com a atividade antioxidantes, anti-inflamatórios importante na prevenção e tratamento, como coadjuvante, de várias doenças que vão desde o câncer até as doenças autoimunes, neurológicas, cardiovasculares e diabéticas. (KOCAADAM; ŞANLIER, 2017; TUNGMUNNITHUM *et al.*, 2018; PATIL; RATHOD, 2020).

Porém, os bioativos comuns no rizoma, podem possivelmente ser alteradas com o processo de obtenção, cultivo até a chegada nos mercados e outros locais de compra, pela perda comum dos seus compostos no processo de preparo, transporte, armazenamento pelas mudanças de temperatura e tempo até a chegada ao consumidor (SANTOS. *et al.*, 2019; LEBENS *et al.*, 2019; CORTEZ *et al.*, 2020).

Além disso, pesquisas atuais demonstram que o açafrão tem expressivas quantidades de compostos bioativos, sendo em sua forma principalmente consumida em condimento em pó, além de outras formas de consumo para o aproveitamento fisiológico desses compostos. (OLIVEIRA *et al.*, 2021; MORETES, GERON, 2019). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar o teor de compostos bioativos presentes no condimento em pó do açafrão da terra vendido a granel, sem embalagem industrial, através de análises de bases experimentais.

2. JUSTIFICATIVA

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) afetam em torno de 41 milhões de pessoas a cada ano, desses números, 15 milhões de pessoas morrem entre 30 e 69 anos de idade, ocorrendo principalmente em países de baixa renda, como é o caso do Brasil. (IEPS, 2021). Em relação ao país, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2019, 54,7% dos óbitos registrados no Brasil foram causados por DCNT, sendo o total de mais de 730 mil óbitos registrados. Além disso, a OMS (2019) ressalta que o enfrentamento da obesidade e do sobrepeso são uns dos mais graves problemas de saúde pública no Brasil, juntamente com o aumento das DCNT. Sendo assim, a busca de alimentos que ajudem na prevenção dessas doenças, se torna ainda mais necessário nas dietas dos brasileiros (BARROS *et al.*, 2021).

Com base nos dados e na busca da melhor qualidade de vida, o açafrão é muito conhecido pelas suas atividades anti-inflamatórias e sua ação contra a oxidação lipídica, sendo assim, ele se destaca por ser um condimento aliado na prevenção de inúmeras doenças crônicas, como: doenças cardiovasculares, diabetes, doenças respiratórias e obesidade (CONCEPCION, *et al.*, 2018; OMOSA; MIDIWO; KUETE, 2017; KARAMALAKOVA *et al.*, 2019). Isso ocorre pelo seu alto nível de bioativos, como carotenoides e compostos fenólicos, que ajudam na manutenção celular, diminuindo a oxidação lipídica (CORY *et al.*, 2018; FORNI *et al.*, 2019; POTÌ *et al.*, 2019).

Porém, esses bioativos podem ser comprometidos por diversos motivos no processo tecnológico desse alimento, como: local de armazenamento, luminosidade, pH, tempo e temperatura, que podem causar possíveis reduções na qualidade desses compostos que são sensíveis a essas variáveis físico-químicas e perde a qualidade dos produtos alimentares que oferecem uma boa quantidade desses nutrientes para o homem. (RIBEIRA *et al.*, 2021; FERREIRA, 2019).

Sendo assim, é de grande importância estudos que analisam alimentos com possível potencial para saúde humana ricos nesses compostos bioativos, além de poderem ser interessantes no combate, como coadjuvante, de DCNT.

3. REVISÃO LITERÁRIA

3.1 Condimentos

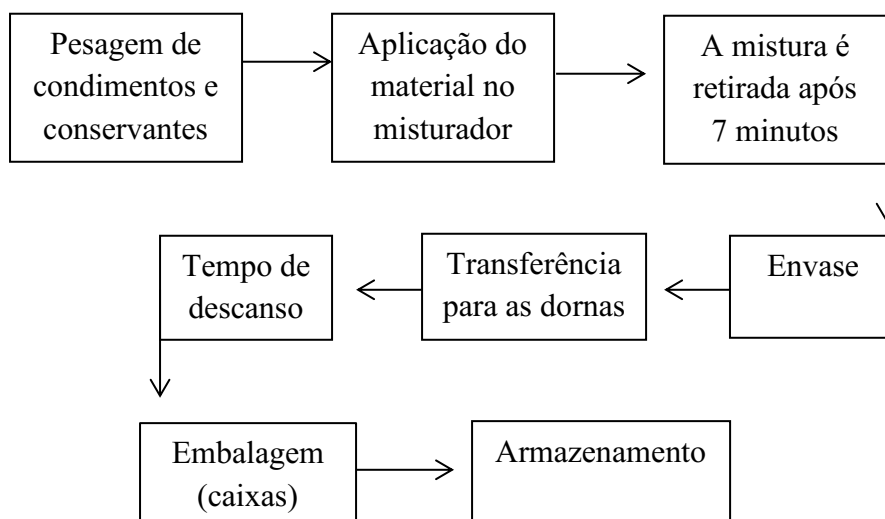
Os condimentos são produtos gerados da combinação de temperos e especiarias, com o objetivo de trazer sabor e aroma ao alimento, e podem ser designados por temperos (BRASIL, 2018). Esse tem origem vegetal como plantas ou parte dessas, interessantes por substâncias interessantes para o produto com o objetivo de exaltar sabores e propriedades organolépticas nos alimentos. (RIBEIRA *et al.*, 2021).

Além disso, os condimentos são inseridos aos alimentos de várias formas, como condimentos inteiros, condimentos moídos ou extratos de forma isolada sendo utilizados de diversas maneiras e finalidades nas indústrias. Cada um destes meios pode apresentar diferentes compostos bioativos, trazendo uma quantidade diferente de antioxidantes, compostos fenólicos e outros. (SOARES, 2020).

Esses condimentos são utilizados principalmente para conferirem sabor aos alimentos em que são utilizados, mas além deste uso existem diversos condimentos diferentes ao redor do mundo e destes pode-se realizar extração de óleo essencial, óleo resina ou até utilizá-los in natura para conferirem tais características aos alimentos, e dependendo da forma de utilização, preparo e tempo de armazenamento, há mudanças que conferem modificações físicas e químicas, alterando e podendo diminuir as proporções de compostos nutricionais importantes para o ser humano. (RIBEIRA *et al.*, 2021).

No processamento industrial, os condimentos são preparados através da amostra in natura, pesados em balança e colocados em sacos plásticos. Posteriormente, são enviados para a sala de produção de especiarias onde serão misturados com aditivos químicos e conservantes para melhor durabilidade do produto. Após 7 minutos de mistura, é transferida pela tubulação até as dornas (tanque de descanso), onde mantêm-se até o envasamento. Após isso, o condimento passa pelo processo de maturação para apuração de sabor e embalados para o armazenamento para serem embalados e levados para o comércio, como mostra na figura abaixo. (FERREIRA, 2019).

Fluxograma 1- Processamento industrial para produção do açafrão em condimento.



Adaptado de Ferreira, 2019

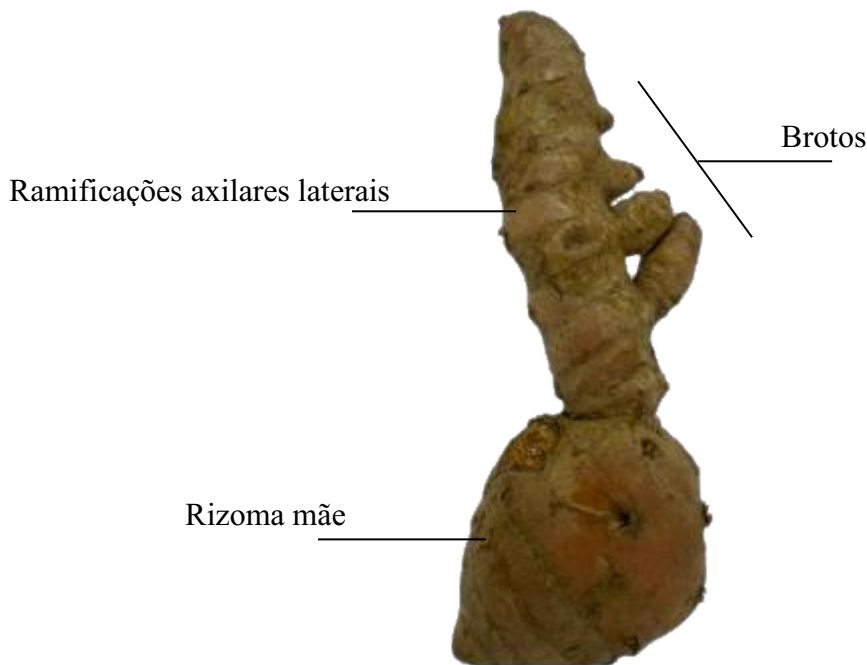
Os condimentos naturais também são conhecidos pela sua atividade antimicrobiana e antioxidante, resultado da ação de uma só substância constituinte dos condimentos vegetais em qualquer forma (*in natura*, óleo essencial, processada etc.). Em alguns casos, o uso de condimentos vegetais se mostra mais eficaz que produtos químicos (RIBEIRA *et al.*, 2021).

3.2 Açafrão

3.2.1 Classificação e características botânicas

O nome botânico do açafrão é *Curcuma Longa L.* pertence à família Zingiberaceae. Sua anatomia consiste no tubérculo, o rizoma e o caule subterrâneo da planta, que se divide em duas partes: o “rizoma mãe”, que contém medição de (em média) 10 cm, possuindo forma de pêra. A sua morfologia é caracterizada por ser uma herbácea piriforme, com formato arredondado, ramificações axilares laterais e internamente de coloração alaranjada. Além disso, esses ramos laterais geram brotos conhecidos como “dedos” com medições de 0,2 a 0,3 cm, como mostra a figura abaixo. O número de “dedos” varia de dois a cinco unidades e cresce de maneira aleatória em diferentes direções até chegar no nível do solo, ainda podendo gerar de uma a duas folhas, porém é possível existir a possibilidade de não crescer folhas. Além disso, dependendo do local de produção no Brasil é popularmente conhecida como açafrão-da-terra, Cúrcuma-da-Índia, cúrcuma, açafrão, raiz do sol, entre outros (NAIR 2019).

Figura 2 - morfologia do rizoma da *Curcuma Longa L.*



Fonte: Autora, 2022

A *Curcuma Longa L.*, é da mesma família do gengibre (Zingiberaceae) e não deve ser confundida com o açafrão, com o nome botânico de *Crocus sativus L* da família Iridaceae. As espécies têm em comum apenas o nome popular, pois seus nomes botânicos são bem diferentes. A parte mais consumida da *Curcuma Longa L.* é seu rizoma para condimentos em pó para temperos, já o *Crocus sativus L* sua parte consumível é o filamento que cresce dentro da flor gerada pela planta, desidratada para produção de especiarias também para utilizar no cozimento dos alimentos, causando mais sabor (AKHONDZADEH; *et al.*, 2022; CORTEZ, *et al.*, 2022).

3.2.2 Distribuição geográfica e cultivo

A *Curcuma Longa L.*, teve seu início de conhecimento humano, segundo Prabhakaran Nair (2019), em escrituras do período de 4000 a. C no livro de escrituras da medicina indiana. Depois, entre os anos de 1700 e 800 a. C, houve a presença do uso da cúrcuma na Índia popularizou-se e serviu muito mais que o uso medicinal, mas também se abrange como corante e aromatizante natural, ocorrendo o grande comércio de especiarias da raiz.

O condimento em pó do rizoma foi amplamente utilizado na culinária asiática, medicamentos, cosméticos e tecido tingido por mais de 20.000 anos. Após esse conhecimento diverso da utilização da cúrcuma, exploradores europeus no continente asiático, introduziram o açafrão no oeste do mundo no século XIV, onde chegou à China em 700 d. C e chegou à

África Oriental 100 anos depois e à África ocidental 500 anos depois cultivadas em hortas e vendidas em vários mercados. Desde então, a Índia lidera como maior produtora, exportadora e consumidora desse tubérculo, utilizando para atividades terapêuticas, dietéticas, culinárias, entre outras utilidades pelo mundo todo (OMOSA; MIDIWO; KUETE; 2017; MORETES; GERON; 2019; NAIR, 2019).

Essa herbácea constitui um grande período de vida e pode ser cultivada em ambientes selvagens e domésticos. Além disso, é produzida e cultivada em diversos climas tropicais, desde o nível do mar até 1.500 m de altitude, com uma faixa de temperatura de 20 a 30 graus celsius, com precipitação anual de 1.5000 mm ou mais sob chuva natural ou condições irrigadas. (CHOUDHARY; RAHI, 2018; MORETES; GERON, 2019).

Pelo mundo, é possível observar a plantação em cultivo em larga escala por diversos países, tendo em vista que esse rizoma é conhecido e comercializado mundialmente e encontrados nos países, como: Camboja, China, Índia, Nepal, Indonésia, Madagascar, Malásia, Filipinas, Vietnã, Estados Unidos, Brasil, Chile, entre outros (TARUN, 2017).

Mapa 3- versatilidade do açafrão da terra em diversos países



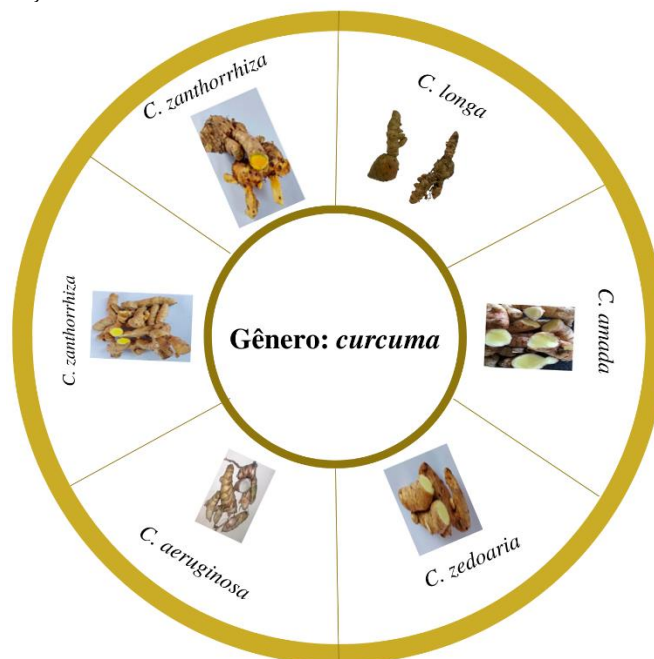
Fonte: adaptado de YADAV, TARUN, 2017; TANVIR *et al.*, 2017; EL-Hawz, 2018; BALADA *et al.*, 2021.

Nesse sentido, o Brasil também tem pontos positivos para alargar o crescimento produtivo do açafrão por conta do solo brasileiro. Foi trazido no período colonial e se tem o cultivo atualmente principalmente no estado de Goiás, com destaque para o município de Mara Rosa, sendo o maior produtor de açafrão no Brasil, além de ser também muito produzido em

Minas Gerais. Para o preparo no cultivo, o produtor deverá adquirir os rizomas na época da colheita que ocorre entre junho e agosto e o cultivo ocorre principalmente no período chuvoso, nos cultivos seguintes, basta reservar parte da produção para servir como material propagativo (PIRES; CAMPOS, 2021; BATISTA, 2021).

Além disso, é possível observar outras espécies do açafrão (*Curcuma*) encontrados na literatura muito usados na indústria farmacêutica muito cultivadas no território indiano como a *C. zanthorrhiza*, *Curcuma mangga*, *Curcuma amada*, *Curcuma zedoaria*, *Curcuma aeruginosa* (TARUN; YADAV, 2017; YUANDANI, 2021).

Figura 4 - diversas espécies de açafrão da terra encontrados na literatura



Fonte: Adaptado de TARUN, YADAV, 2017; SNAPDEAL, 2020; YUANDANI, 2021

3.2.3 Características nutricionais

Em relação ao seu aspecto nutricional do rizoma da *Curcuma Longa L*, na sua composição centesimal é possível observar que o amido, é considerado o elemento principal, seguidos da proteína, lipídios, cinzas e fibras, respectivamente (como mostra na tabela 1) além de também encontrarmos cerca de 1% de resina. Além disso, no caso da obtenção da cúrcuma em pó, é possível observar baixos valores de umidade, na obtenção do óleo, é possível encontrar umidade bem maior chegando a mais de 50%. O percentual desses nutrientes varia de acordo com a forma de cultivo, grau de maturidade dos rizomas, tipo de solo, formas de cultivos até chegada ao consumidor e, conseqüentemente, afetando diretamente o produto (NAIR, 2019; SILVA 2020; NWANKWO 2018)

Tabela 1: Análise centesimal da *Curcuma Longa L.*

Parâmetros em %	Autores			
	Sena <i>et al.</i> , (2021)	Nwankwo (2018)	Carvalho (2020)	Lima <i>et al.</i> , (2017)
Umidade	11,01	55.62±0.02	69.45±70.54	7.83
Cinzas	8,50	5.99±0.32	2.89 ± 0.07	7.77
Proteínas	7,58	5.47±0.04	2.87–2.91	8.28
Carboidratos	67,43	20.48±0.01	-	-
Lipídeos	2,80	2.05±0.01	9.49 ± 1.01	4.07
Fibra Alimentar	2,68	-	-	1.01
VET (kcal 100 g-1)	314,56	122.25±1.15	-	-

Foi possível identificar valores muito parecidos nos estudos de Sena *et. al* (2021) e Lima *et al.*, (2017) por se tratar de amostras comercializadas em pó. Já os estudos Nwankwo (2018) e Carvalho (2020) apresentaram parecidas proporções para cada análise por representarem os óleos das amostras do açafrão da terra. Além disso, a composição centesimal dos rizomas da *Curcuma longa L.* pode ser influenciada por fatores relacionados a outros como, o clima, adubação, disponibilidade hídrica, tempo para a colheita, tempo de transporte e condições de armazenamento. Tais fatores podem ter sido a causa das variações encontrados nos trabalhos (SILVA, 2020; CARVALHO 2020).

Em relação aos micronutrientes encontrados no açafrão-da-terra, o teor de cinzas é obtido a partir do aquecimento a altas temperaturas do produto, retirando a matéria orgânica pela queima desses compostos e deixando apenas os minerais (BRASIL, 2011). Sobre esses minerais, foram encontrados dois estudos na literatura atual (2018 e 2019) que demonstram os minerais mais encontrados nesse alimento.

Tabela 2: Análise de micronutrientes da *Cúrcuma Longa L.*

Parâmetros de (%)	Autores	
	Nwankwo (2018)	Osorio (2019)
Sódio	0.28±0.01	0,1±1,8
Potássio	2.45±0.01	2,5±0,13
Magnésio	2.55±0.01	3,2±0,01
Fósforo	2.75±0.01	4,5±0,03
Ferro	3.57±0.02	0,6±2,3

É possível observar a cúrcuma como uma boa quantidade de fósforo, magnésio e potássio, além de conter sódio e ferro na sua composição mostrados na tabela. Além disso, é possível encontrar certas vitaminas e outros alcaloides que possuem diversas funcionalidades e potenciais no metabolismo e homeostase do organismo, a deficiência desses constituintes pode resultar em uma incidência abundante de distúrbios comuns e sintomas de doenças (GHARIBZAHEDI, JAFARI, 2017; NAIR, 2019).

Além desses nutrientes, pesquisas laboratoriais indicam que dietas que incluem o rizoma açafrão estabiliza e protege biomoléculas do corpo por meio de sua ação antioxidante, antimutagênica, anticancerígena e imunológicas (NAIR, 2019; CARVALHO *et al.*, 2020).

3.2.4 Processo de produção e utilização

No processo de produção, começando na pós-colheita, os rizomas do açafrão-da-terra, têm alta taxa respiratória e transpiratória, sendo assim há a diminuição da qualidade do produto pelo processo de oxidação logo após a retirada do solo, aumentando gradativamente com a exposição do produto. Alguns fatores podem diminuir essa perda de qualidade do produto, como o armazenamento em temperaturas baixas juntamente com a diminuição de umidade daquele ambiente sendo assim, aumentando a qualidade e período de consumo positivo daquele produto contribuindo assim para a manutenção de suas características sensoriais e nutricionais, e diminuindo o crescimento dos microrganismos nesse alimento juntamente com a diminuição da oxidação. Caso armazenados em ambientes desfavoráveis, há uma modificação significativa em aspectos físicos e químicos, como: coloração, acidez total titulável, proteínas, sólidos solúveis, além da vitamina C também perdida durante o armazenamento (LEBENS *et al.*, 2019).

Além disso, rizomas e epicarpo de *C. longa* são fontes de fitoquímicos, incluindo fenólicos compostos (4-17 g GAE 100 g¹ de amostra), e principalmente o teor de curcumina (que varia de 4 a 7 mg g¹). No caso do preparo do pó seco, forma comumente comercializada, a cúrcuma apresenta 42% menos compostos fenólicos totais em comparação com a matéria fresca, pela perda no processo de preparo para comercialização do produto (TANVIR *et al.*, 2017; TINELLO, LANTE 2019).

Em relação a sua utilização, o açafrão é muito conhecido pela sua aplicação culinária, principalmente como tempero e corante natural em sua maioria disposto em condimento em pó seco nos mercados, devido à sua propriedade de corante, aroma picante e sabor amargo. Ademais, há também a utilização farmacêutica, como cosméticos com a finalidade dermatológica (NETO, LEITE, AGUIAR, 2020).

3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS E SUAS FUNCIONALIDADES

Os compostos bioativos são estruturas químicas que integram uma ação metabólica ou fisiológica específica no corpo humano (BRASIL, 2018). As substâncias bioativas compreendem, entre outras, em polifenóis, que são metabólitos secundários sintetizados abundantemente no reino vegetal que se subdividem em flavonóides, ácidos fenólicos, estilbenos e liganas, entre outros grupos e subgrupos destes), e temos os carotenóides com sua fonte nas frutas e nas verduras se subdividem em luteína, zeaxantina, β -caroteno, cantaxantina e astaxantina, entre outros (VERRUCK, PRUDENCIO, SILVEIRA, 2018). Além disso, para que uma dessas substâncias possa ser utilizada nesta categoria de produtos, é necessário que sejam encontradas naturalmente em partes comestíveis de alimentos, encontrados em qualquer parte da hortaliça ou fruta (BRASIL, 2018).

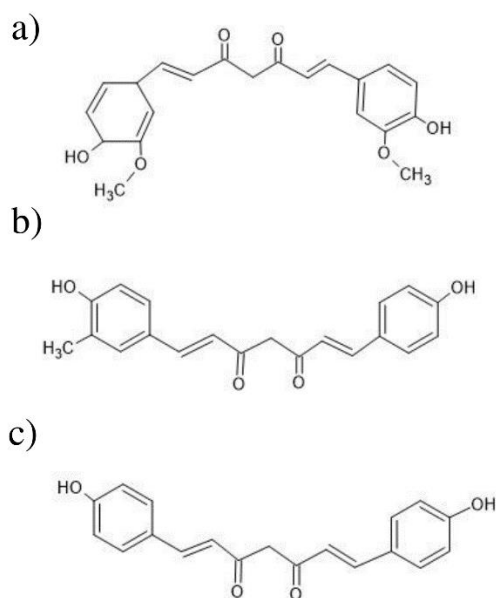
Esses compostos são considerados extranutricionais e de forte atividade biológica, pela sua ação antioxidantes no seu combate aos radicais livres produzidos naturalmente por meio de uma oxidação que tem como característica a reação com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias com poder oxidativo, causando danos à saúde e contribuindo para o envelhecimento e predisposição a doenças degenerativas, como: câncer, aterosclerose, artrite reumática, além de prevenir doenças cardiovasculares, diabetes do tipo 2 (SARAIVA, 2018; VERRUCK, PRUDENCIO, SILVEIRA, 2018; BARROS, 2021).

Sendo assim, os compostos bioativos vêm sendo mais estudados por seus vastos efeitos benéficos que protegem o organismo e trazem uma melhor qualidade de vida, através da inclusão de alimentos ricos nesses compostos em seus hábitos alimentares, pois auxiliam na

prevenção de diversas doenças (SARAIVA, 2018; VERRUCK, PRUDENCIO, SILVEIRA, 2018).

Em relação ao açafrão da terra, além de ser rico em diversos minerais como magnésio, fósforos e outros nutrientes, é também muito conhecido pelo seu potencial em certos bioativos fundamentais para a qualidade fisiológica humana. O maior componente bioativo da cúrcuma é um composto fenólico da classe de curcuminóide (2-9% da composição total) conhecida como curcumina (70-75%), seguido por demetoxicurcumina (10-25%) e bisdemetoxicurcumina (5-10%), como mostra na figura 5. Esses compostos também são responsáveis pela característica de cor amarelada, e esta composição pode variar de acordo com a condição do solo e a fonte onde é cultivado, bem como com as etapas de processamento. Contudo, a curcumina é o mais importante desses por estar presente em maior concentração (JIANG; LIAO; CHARCOSSET, 2020; PATIL, RATHOD, 2020).

Figura 5: Estrutura química dos componentes bioativos da cúrcuma – a) curcumina; b) demetoxicurcumina; C) bisdemetoxicurcumina.



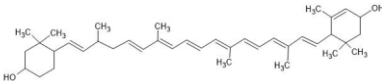
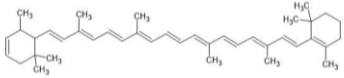
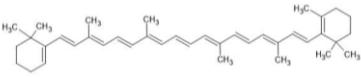
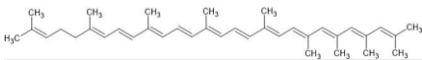
Fonte: Lima, Assis (2020)

3.3.1 Carotenoides

Os carotenóides são um grupo de > 600 pigmentos lipofílicos tri-, tetra- e pentaterpenóides (mas principalmente tetraterpenóides) com coloração amarela, laranja ou vermelha, presentes nos alimentos como: abóbora, pimentão, laranja, maracujá, tomate e outros

alimentos (como mostra no quadro 1) à exceção dos carotenóides fitoeno e fitoflueno que são incolores produzidos por plantas e muitas bactérias e fungos, mas não por humanos, sendo assim, dependem da ingestão alimentar como fonte exclusiva desse composto. (BOHM, *et al.* 2021; MESQUITA, *et al.*, 2017). Além disso, eles podem ser divididos em carotenóides pró-vitamina A (β -caroteno, α -caroteno e β criptoxantina) que consistem apenas em átomos de carbono e hidrogênio, e carotenóides não pró-vitamina A (licopeno, luteína e zeaxantina) que possuem mais átomos de oxigênio (ARRIGO, COLLETTI, 2017; EGGERSDORFER, WYSS, 2018; YOUNG, LOWE, 2018).

Quadro 1: Exemplos de carotenóides encontrados na natureza, suas colorações e exemplos de fontes alimentícias

Carotenoide	Estrutura molecular	Pigmentação	Fonte alimentar	Quantidade (mg/100g)
Luteína		Amarela	Alface	2.64
α -caroteno		Laranja	Cenoura	1,70
β -caroteno		Laranja	Cenoura	8,84
Licopeno		Vermelho	Tomate	3.03

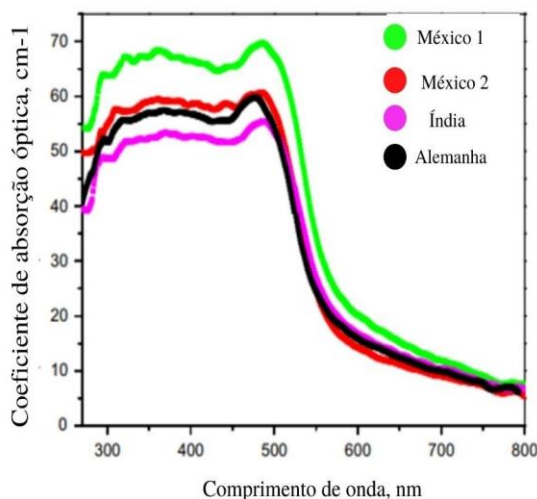
Fonte: MESQUITA, 2017; REBOUL, 2019 (adaptado)

Ademais, a ingestão normal de carotenóides (concentrações plasmáticas e séricas médias individuais e totais) indicam uma dieta variada e saudável são quantificados em: 1725 nmol/L de carotenoides totais, 100 nmol/L de α -caroteno, 500 nmol/L de β -caroteno, 600 nmol/L de licopeno, 230 nmol/L de β -criptoxantina, e 330 nmol/L de luteína e zeaxantina. Com base nessas 2 concentrações de referência e na ingestão de carotenoides observada, pode-se estimar que a ingestão diária normal de carotenoides totais seja 11,8 mg e carotenóides individuais, seja: 0,7 mg de α -caroteno; 4,1 mg de β -caroteno; 2,2 mg de luteína/zeaxantina; 0,3 mg de β -criptoxantina, 4,6 mg de licopeno. Sendo assim, é crucial uma dieta com as dosagens corretas de carotenoides para o combate a doenças crônicas. (BOHM, *et al.*, 2021).

A ingestão de carotenoides pela dieta, bem como suas concentrações em diversos compartimentos corporais, principalmente no plasma/soro, sendo correlacionada com a redução da incidência de diversas doenças crônicas incluindo diabetes tipo 2; doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral; e vários tipos de câncer, como os do trato intestinal superior, por conta da sua ação antioxidante que atua na extinção de radicais. Além dos seus benefícios no combate a doenças oculares fazendo a proteção macular da retina, auxilia na prevenção da degeneração relacionada à idade e atua contra síndromes metabólicas e para a pele, por meio da sua ação antioxidante, também demonstrado no quadro 2 (EGGERSDORFER, WYSS, 2018; BOHM, *et al.*, 2021).

No que se refere ao açafrão da terra, é observado que também existe uma elevada quantidade de carotenoides presentes no alimento, com sua maior porção, o β -caroteno (DA-YOUNG OH, HAN-SOO KIM, 2019; SANTOS 2021). Em estudos com ilustrações óticas, nos espectros PAS, que analisou a cúrcuma longa de diferentes países (Índia, México e Alemanha) é possível observar que há a presença de carotenoides com ondas de 460nm a 550nm, com absorção máxima em torno de 520nm, mostrando uma boa quantidade de carotenoides, sendo uma grande opção para a prevenção de diversas doenças (NOGUEZ *et al.*, 2018).

Figura 6: Coeficiente de absorção óptica para diferentes amostras de *Curcuma longa*.



Fonte: adaptado de Noguez *et al.*, (2018)

Ademais, existem estudos que comprovam que, com o alto nível de antioxidantes dos alimentos ricos em carotenoides, como o caso do açafrão, é possível encontrar um grande efeito hepatoprotetor, por promover um efeito positivo no metabolismo dos hepatócitos devido à sua capacidade de reduzir o estresse oxidativo e regular o metabolismo lipídico dos hepatócitos por

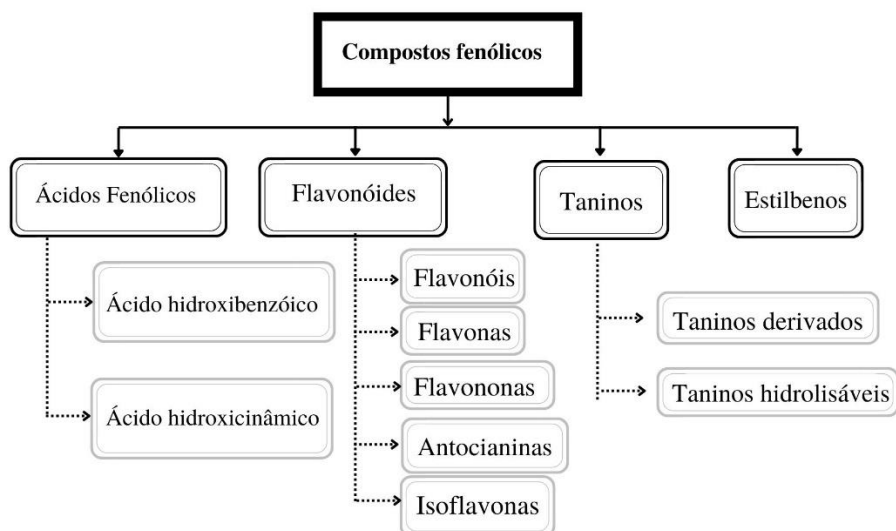
meio da modulação de certos genes em determinadas patologias hepáticas (CONCEPCION *et al.*, 2018; KARAMALAKOVA *et al.*, 2019).

Uma grande correlação é encontrada na doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA), que é atualmente considerada uma das doenças hepáticas crônicas mais frequentes no mundo, apresentando um problema clínico grave em diversos países. Sendo assim os carotenoides, como o β -caroteno, licopeno, luteína e β -criptoxantina, evitam ou retardam a oxidação comum nesta doença, neutralizando os radicais livres sequestrando oxigênio singlete e inibindo a progressão da esteatose para esteato-hepatite. Assim, fazendo a proteção contra a doença através desses carotenoides (MILANI *et al.*, 2017; CONCEPCION, *et al.*, 2018).

3.3.2 Compostos Fenólicos

Os fenólicos são encontrados principalmente em frutas, legumes, vegetais, chás, vinhos, café e são conhecidos por serem responsáveis pelas características organolépticas dos alimentos vegetais. Além disso, os compostos fenólicos se caracterizam pelo amargor das frutas devido à sua interação com a glicoproteína salivar, além de serem caracterizados por adicionar cor a muitas frutas, legumes e de trazer sabor e cor para alguns alimentos (VUOLO, LIMA, JUNIOR, 2019; ALBUQUERQUE *et al.*, 2021). Esses compostos são divididos em lignanas, taninos, ácidos fenólicos, estilbenos, flavonóides e taninos, que se subdividem em outros compostos, como mostra na figura 7 (ARNOSO, COSTA, SCHMIDT, 2019; OLUWASEUN, ABDURAHMAN, CHINONSO, 2021).

Figura 7: exemplos de classes dos compostos fenólicos.

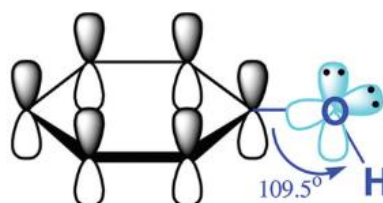


Fonte: Oluwaseun, Abdurahman, Chinonso, 2021, adaptado

Além disso, esses compostos são definidos como metabólitos naturais que surgem biogeneticamente tanto da via chiquimato/fenilpropanóide, fornecendo diretamente fenilpropanóides, que são interessantes de grande importância para a saúde do homem pelas suas características anti-inflamatórias, antioxidante, cicatrizante e antitumoral (TUNGMUNNITHUM, 2018).

Sua estrutura consiste em um ou mais anéis aromáticos acoplados a um único ou mais grupos hidroxila, onde são comumente chamados de fenólicos, como mostra a estrutura de um fenol na figura 7, podendo ir desde os fenólicos simples, como os ácidos fenólicos, aos compostos complexos, como os taninos. Além disso, eles são os metabólitos secundários comuns de plantas com mais de 8.000 estruturas conhecidas, sendo utilizados para a defesa contra a ação dos raios ultravioleta (UV) e contra patógenos (SERAGLIO, *et al.*, 2018; ARNOSO, COSTA, SCHMIDT, 2019).

Figura 8: Estrutura do fenol



Fonte: Oluwaseun R. A. Abdurahman N. H. Chinonso I. U, 2021

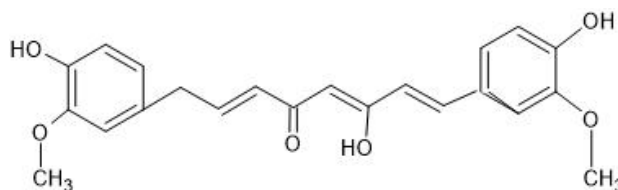
Os compostos fenólicos têm sido extensivamente estudados por sua capacidade de modular o estresse oxidativo, diminuindo as chances de um estresse crônico que pode estar ligado a diversos distúrbios do metabolismo e patologias, como: obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares (ALMEIDA *et al.*, 2018). Isso ocorre porque esses compostos têm grandes propriedades antioxidantes, que corroboram no papel preventivo em várias condições relacionadas ao estresse oxidativo celular. (ALARA *et al.*, 2018). Diferentes estudos, *in vitro* e em experimentos *in vivo*, comprovaram que os polifenóis dão resultados positivos no combate a doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, bem como em outras doenças como o câncer, pois influenciam em atividades de várias enzimas e receptores celulares. Assim, os polifenóis têm diversas ações importantes para o corpo e vão além de suas propriedades antioxidantes, como mostra na tabela abaixo (CORY *et al.*, 2018; FORNI *et al.*, 2019; POTÌ *et al.*, 2019).

3.3.3 Curcumina

A curcumina é conhecida como, “substância que dá a cor amarela” e está presente em abundância no açafrão da terra. Esse composto foi declarado como um componente biologicamente ativo, por ter propriedade antibacteriana e, portanto, eficaz contra microorganismos, como: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella paratyphi*, *Mycobacterium tuberculosis* e os tipos *Trichophyton gypseum*. Sendo indicada, com os estudos clínicos realizados com humanos, como segura e eficaz por essa propriedade. (KOCAADAM, ŞANLIER 2017; JIANG; LIAO; CHARCOSSET, 2020; PATIL, RATHOD, 2020). Outrossim, Food and Drug Administration (FDA) confirmou a curcumina como um composto “geralmente reconhecido como seguro”, podendo ser utilizado frequentemente pela dieta.

Em relação a estrutura, a denotação química da curcumina é 1,7-bis-(4-hidroxi-3-metoxifenil) -hepta-1,6-dieno-3,5-diona ou diferuloilmetano; enquanto sua fórmula química é $C_{21}H_{20}O_6$ (Fig. 8). Além disso, a curcumina não é solúvel em água em pH ácido e neutro, porém é solúvel em acetona, metanol e etanol. Além disso, é possível observar que esse composto é sensível à luz e, portanto, recomenda-se que amostras contendo curcumina devem ser protegidas da luz. (KOCAADAM, ŞANLIER, 2017; JIANG; LIAO; CHARCOSSET, 2020).

Figura 9: estrutura química da curcumina



Fonte: Kocaadam, Şanlier 2017

Além disso, é possível encontrar a presença de componentes chamados curcuminóides no açafrão tendo efeitos, como: redutor do colesterol, propriedades antidiabéticas, anti-inflamatórias e antioxidantes e ter uma atividade anticancerígena em modelos *in vitro* e *in vivo*, além de diversas outras comprovações científicas da curcumina e sua funcionalidade, como mostra no quadro da revisão literária atualizada abaixo. (KOCAADAM, ŞANLIER, 2017).

Quadro 2 :Aplicação experimental das atividades funcionais da curcumina presente no açafrão.

Atividade/efeitos	Modelo de teste/aplicação	Extrato/método	Referência
Diminuição do estresse oxidativo e diminuição do índice glicêmico	Estudo de caso- Pessoas que vivem com HIV/AIDS fazendo uso de antirretrovirais	Pílula oral	Silva (2018)
Potencial terapêutico na doença de Alzheimer (DA)	Estudo em camundongos com DA	Nanocápsulas de curcumina	Texeira <i>et al.</i> , (2020)
Atividade ansiolítica e antidepressivo.	Estudo em camundongos Swiss	Gavagem oral em um volume de 50 ml/kg	Berbigier, Marques, Souza (2017)
Tratamento da Osteoartrite (OA)	Estudo em camundongos	Injeção intra-articular de AuNPs, curcumina.	Campos <i>et al.</i> , (2017)
Atividade fisiológica e atividade antioxidante	In vitro	Extrato de cúrcuma	KIM (2019)
Atividade anti-inflamatória	Tecidos de camundongos saudáveis e/ou com colite ulcerativa moderada	Curcuma em pó e extrato farmacêutico.	Araújo (2019)
Atividade antinociceptiva e anti-inflamatória	In vitro e in vivo	Cocrystal de curcumina	Paulazzi (2020)

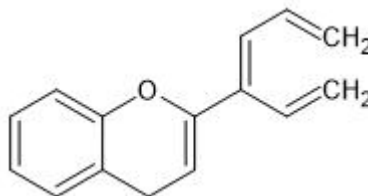
Atividade/efeitos	Modelo de teste/aplicação	Extrato/método	Referência
Cicatrização tecidual em diabéticos e anti-inflamatório	15 participantes	Lipossomas com curcumina	Santana, 2021
Anti tumoral, antioxidante e imunomodulador	Lipossacarídeo in vivo e in vitro	Curcumina liofilizada	Aguiar, 2019
Anti viral	Células Vero	Curcumina liofilizada	Albuquerque, 2021.
Anticancerígeno	Células em fase de crescimento exponencial	Uso da curcumina em uma maneira dependente da dose (20 IM a 40 IM).	Liu <i>et al.</i> , 2017.

Sendo assim, é possível considerar que a curcumina proveniente da cúrcuma tem grande potencial para inibição de diversas doenças, por isso, é possível evidenciar o seu grande potencial e importância na saúde humana.

3.3.4 Flavonoides

Os flavonoides são os principais polifenóis na dieta humana, principalmente alimentos do reino vegetal, como chás, maçã, cebola, uva, brócolis, chicória, aipo e vinho. Estruturalmente, flavonoides compostos por um núcleo flavano com 15 átomos de carbono dispostos em 3 anéis, como C6–C3–C6 rotulados A, B e C, como mostra na figura 9 e possuem um anel aromático contendo pelo menos um grupo hidroxila. Além disso, existem mais de 8 mil compostos fenólicos como substâncias naturais de plantas e são conhecidos como metabólitos secundários das plantas. (TUNGMUNNITHUM D. *et al.*, 2018; VUOLO, LIMA, JÚNIOR, 2019)

Figura 10: estrutura química dos flavonóides.



Fonte: VUOLO, LIMA, JÚNIOR, 2019

Existem seis subgrupos de flavonóides, que estão em diferentes fontes alimentares, estes são flavonas, flavanonas, flavonóis, flavanóis, antocianinas e isoflavonas, este agrupamento opera no estado de oxidação de anel C central na estrutura flavonóide, como mostra na tabela abaixo. (MALEKI, *et al.*, 2019; OLUWASEUN, ABDURAHMAN, CHINONSO, 2021). Além disso, é possível encontrar esse bioativo em diversos alimentos, como maçãs, cerejas, cebolas, tomates, que fornecem o flavonol. Também temos as frutas cítricas que contém uma porcentagem significativa de flavona e flavonona, outras frutas como amora, morango e uva são encontrados a presença de anto-cianinas. É possível encontrar também dentro das leguminosas, como a soja a presença de flavonóides da subclasse Isoflavonas (ABOTALEB, *et al.*, 2018; MALEKI, *et al.*, 2019; KARAK, 2019; CIUMĂRNEAN, *et al.*, 2020).

Essas substâncias fitoquímicas são apresentadas em nutrientes e fitoterápicos, tanto flavonóides quanto muitos outros componentes fenólicos têm sido relatados em seus eficazes antioxidantes, anticancerígenos, antibacterianos, agentes cardioprotetores, proteção da pele contra radiação UV, e diversos efeitos anti-inflamatórios em doenças, como mostrado no quadro 6. Atualmente, houve um aumento considerável de pesquisas com foco em flavonóides e outros compostos fenólicos de espécies de plantas medicinais aumentaram consideravelmente, devido aos seus benefícios versáteis para a saúde humana (KARAK, 2019; CIUMĂRNEAN, *et al.*, 2020).

Quadro 3: Efeitos anti-inflamatórios dos flavonóides na asma, alergia alimentar, doenças cardiovasculares (DC) e câncer encontrados em literaturas atualizadas

Subclasses	Doença	Efeito	Referências
Flavonol	Alergia alimentar; DC	Supressão da inflamação alérgica mediada por IgE em modelos de células intestinais; redução de liberação de histamina dos mastócitos; diminuição da alergenicidade do amendoim através da ligação covalente; Atividade anti-aterosclerótica; redução do estresse oxidativo; inibição da maturação das DCs em camundongos; propriedades cardioprotetoras contra lesões cardíacas em ratos.	Vazhappilly, Graham, Vasantha (2017); Ciumărnean, <i>et al.</i> , (2017); Komi, Bjermer (2018).
Flavonas	DC	Melhora da função sistólica/diastólica em corações de ratos após isquemia/reperfusão.	ZHU <i>et al.</i> (2017); RAVISHANKAR, <i>et al.</i> , (2017); RAVISHANKAR, <i>et al.</i> , (2019)
Iso-flavonas	Alergias alimentares; Câncer.	Supressão ex vivo da degranulação de basófilos de indivíduos alérgicos; Associação a um risco diminuído de câncer de ovário, mama, colorretal, endométrio e pulmão.	MASILAMANI, (2017); GROSSO, <i>et al.</i> , (2017).
Antociani na	Asma	Atenuação da inflamação induzida por células Th17 com diminuição da hiperreatividade das vias aéreas em um modelo de rato de asma grave.	MASILAMANI, (2017); LIU, <i>et al.</i> , (2017).

Em relação ao açafão da terra, também é conhecido pelos seus flavonóides como a fonte promissora para combater o melanoma maligno devido a seu potencial propriedade anticancerígena na linhagem celular de melanoma murino B164A5, além do seu nível de compostos polifenóis. Além disso, os resultados de equipes de pesquisa biomédica indicaram que vários tipos de flavonóides podem promover a apoptose em várias células cancerígenas sendo principalmente a quercetina, um membro flavonol, relatada como uma substância anticancerígena interessante contra câncer de próstata e mama e que está presente na curcumina (TUNGMUNNITHUM, *et al.*, 2018).

Em relação ao consumo de flavonóides, em nível global se entende que a Austrália tem uma alta ingestão de flavonóides totais, devido ao alto consumo de chá preto, que contribuem com uma boa parte de polifenóis em uma dieta. Além disso, é perceptível uma ingestão média de flavonóides totais nos EUA varia de 250 a 400 mg/dia, sendo a principal fonte também a utilização de chás, porém o não tão elevado teor pode estar ligado ao consumo de frutas e vegetais. No México e no Brasil, o consumo de flavonóides totais é de cerca de 150 e 50 mg/dia, respectivamente, sendo o Brasil sendo conhecido como o menor consumidor de flavonóides totais, sendo o consumo maior como fonte de flavonóides totais o feijão (ELDOHAJI, *et al.*, 2020; ALZAABI, *et al.*, 2022).

Sendo assim, após observar o grande potencial dos flavonóides em diversas doenças comumente encontradas no país e observando o baixo consumo de alimentos fontes desse composto, é perceptível a necessidade e relevância na pesquisa e trabalhos para melhorar a carência nutricional dos flavonóides tão importantes para a saúde humana.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Determinar os compostos bioativos do condimento em pó do açafrão da terra (*Curcuma Longa L.*) vendido a granel, sem rotulagem industrial.

4.2 Objetivos específicos

- Avaliar as características físicas do açafrão (*Curcuma Longa L.*);
- Determinar o teor de carotenóides totais do açafrão (*Curcuma Longa L.*);
- Determinar o teor de beta caroteno, zeaxantina e alfa-caroteno do açafrão (*Curcuma Longa L.*);
- Determinar o teor de clorofilas a e b do açafrão (*Curcuma Longa L.*);
- Determinar o teor de compostos fenólicos do açafrão (*Curcuma Longa L.*);
- Determinar o teor de flavonoides do açafrão (*Curcuma Longa L.*);
- Determinar o teor de vitamina C do açafrão (*Curcuma Longa L.*).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Coleta da amostra

As amostras do açafrão comercializado em forma de condimento em pó foram obtidas em uma loja de produtos naturais localizado na Região Metropolitana do Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. Com as coordenadas geográficas, latitude: -1.46639200, longitude: -48.48327600 e 25°C. As amostras adquiridas a granel, sem rotulagem industrial, foram transportadas nas embalagens de plásticos pouches encaminhados para o Laboratório de Ciências dos Alimentos, situado na Faculdade de Nutrição da Universidade Federal do Pará (UFPA).

5.3 Análise físico-químicas

5.3.1 Atividade de água (Aw)

Para essa análise, o condimento em pó do açafrão da terra (CPAT), foi colocado no equipamento de medida direta com o instrumento Labmaster (Aw Neo Series 3TE, marca NOVASINA) cada amostra por vez, com controle interno de temperatura a 25 °C no tempo em média, 3 segundos por análise. A análise foi obtida em triplicata em cápsulas da marca novasina (ePW Dispenser) e foram utilizados aproximadamente 5 gramas de cada amostra separadamente para análise.

5.3.2. Umidade (U)

Para a determinação do teor de umidade utilizou-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985). O aparelho analisador de umidade, modelo MOC63u (Uni Bloc) da marca Shimadzu, pesou-se em balança semi-analíticas (marca Bel e modelo L303i), aproximadamente 5 g de amostra do CPAT em béqueres de 100 ml previamente tarados. Em seguida, os béqueres contendo as amostras foram colocados no prato de pesagem grande (95mm de diâmetro) com o auxílio de uma espátula e colocado no aparelho por volta de 15 minutos em temperatura de 102°C.

5.4.3 Análise do potencial hidrogeniônico (pH)

As análises foram realizadas conforme o método de nº 981.12 da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2010) do Extrato Aquoso do CPAT na diluição de 1 grama da amostra para 100ml de água destilada com pHmetro de bancada (Nova Orgânica - modelo PA200), previamente calibrado com soluções de tampão pH 4 e 7. Além disso, foram

realizadas em triplicata, a cada repetição, o eletrodo foi lavado com água destilada e enxugou-se com papel macio para validação dos resultados.

5.5.4 Acidez total titulável (ATT)

Esta análise foi realizada de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985). Na bureta utilizou-se NaOH (Hidróxido de Sódio) a 0,01 N com fator de correção de 0,9986 para titulação. Foram feitas três diluições na amostra CPAT 1g da amostra para 100ml de água destilada, sendo utilizado o papel filtro e o funil analítico para retirada de componentes sólidos. Com auxílio da pipeta foi adicionado no erlenmeyer 10 ml do extrato aquoso, posteriormente, 2 gotas de fenolftaleína (1%) e titulou até atingir a coloração levemente rosa. Esse processo foi repetido três vezes em cada amostra. A ATT foi determinada conforme equação 3, e os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico (100. g-1).

Equação 1: Cálculo para obtenção de ATT

$$\text{Acidez Total Titulável(mLNaOH,1N/100g)} = \frac{N \times Fc \times V \times 100}{m}$$

Onde:

N: normalidade de NaOH (0,01N ou 0,1N)

Fc: fator de correção do NaOH

V: volume de NaOH 0,01 ou 0,1 N

m: massa da amostra

5.6.5 Sólidos solúveis totais (SST)

A determinação dos Sólidos Solúveis Totais (SST) °Brix foi obtido por meio do índice de refração de acordo com IAL (2008) através da leitura em refratômetro digital de bancada da marca Guimis, modelo 1809001. Para tanto, as amostras foram diluídas 1g da amostra do CPAT para 100 mL de água destilada, realizado em triplicata. Após isso, foram calculados as médias e desvio padrão dos resultados obtidos.

5.7 Análise da concentração de pigmentos

A análise dos pigmentos foi feita de acordo com a metodologia de Nagata e Yamashita (1992), com adaptações. Pesou-se no tubo de ensaio 1g do CPAT e adicionou 10 ml de acetona-hexano (4:6), foi homogeneizado em Vortex Mixer (KASVI) por 1 min. Em seguida, colocou-se na centrífuga (Celm, modelo LS-3 plus) a 175 x g por 10 min, depois as amostras foram filtradas com papel macio e, por fim, foram colocadas nas cubetas para leitura no espectrofotômetro UV-Vis (modelo IL- 592 KASUAKI) no comprimento de onda de 663, 645,

505, 453 nm. A análise foi realizada em triplicata para cada amostra em triplicata e o resultado calculado usando as seguintes fórmulas:

Equações 2: obtenção dos teores de clorofila a (1) e b (2)

Teores de clorofila a (1)

$$\text{Clorofila a (mg/g)} = -0,999A_{663} + 0,989A_{645}$$

Teores de clorofila b (2)

$$\text{Clorofila b (mg/g)} = -0,328A_{663} + 1,77A_{645}$$

5.8 Análise da concentração de compostos bioativos

5.8.1 Carotenoides

A determinação do conteúdo de carotenoides foi realizada conforme as metodologias descritas por Rodriguez-Amaya (2001), com adaptações. Utilizou-se 1g de amostra para 50 ml de éter de petróleo, macerou-se por 3 min em gral com pistilo, seguido por filtração em papel filtro e o conteúdo líquido analisado em espectrofotômetro UV-Vis (modelo IL- 592, KASUAKI). A leitura da absorbância aconteceu no comprimento de onda de 450 nm para betacaroteno e 449 nm para zeaxantina e beta-criptoxantina. Os resultados foram calculados conforme a fórmula a seguir:

Equação 3: fórmula para obtenção dos carotenoides

$$X (\mu\text{g}) = \frac{A \times V(\text{mL}) \times 10^6}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times 100} = \text{Carotenoide } (\mu\text{g/g}) = \frac{X (\mu\text{g})}{m_0}$$

Onde, X (μg) = concentração de carotenoides

V = Volume total (mL)

A = Absorbância

$A_{1\text{cm}}^{1\%}$ = Coeficiente de absorção do carotenoide no solvente usado (2592 para betacaroteno, 2348 para zeaxantina e 2386 para beta-criptoxantina)

m_0 = Massa da amostra (g)

5.8.2 Compostos fenólicos totais

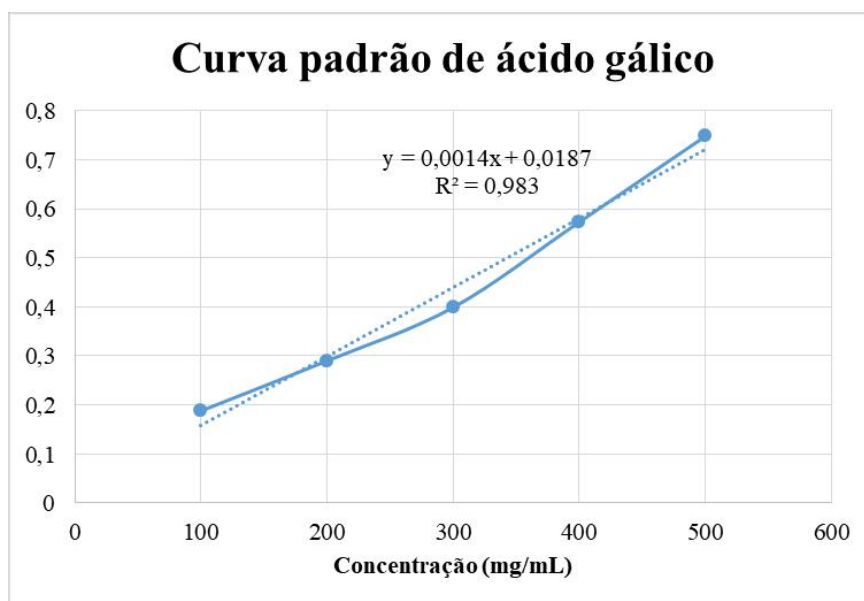
O teor de polifenóis totais foi analisado conforme o ensaio de Folin Ciocalteu, tal como descrito por Ali akbarian *et al.*, (2011), com adaptações. O extrato foi feito em tubo Falcon

com 0,5 g do CPAT e adicionou-se 50 ml de metanol, depois foi homogeneizado em Vortex Mixer (KASVI) por 3 min. Em seguida, os extratos metanólicos foram filtrados.

Em tubos Falcon, foi adicionado 0,5 ml de extrato metanólico das amostras, 0,2 ml de Folin (10%) e 2 ml de água destilada e aguardou 3 min em repouso, seguida pela adição de 1 ml da solução carbonato de sódio, sendo três tubos para cada amostra.

Em seguida, os tubos foram colocados no escuro por um período de 1h e 30min, e no final realizou-se a leitura no espectrofotômetro UV-Vis (modelo IL-592, KASUAKI), a um comprimento de onda de 760 nm. Foi utilizada a Curva padrão de ácido gálico feita em concentração de 100 a 500 mg/mL em Equivalentes de Ácido Gálico (EAG).

Figura 11 – Curva padrão de ácido gálico (100-500 mg/mL).



Onde, $V_{\text{balão}}$ (mL) = volume do extrato após extração; F_{dil} = fator de diluição do extrato para leitura; m_{amostra} (g) = massa da amostra

Com os dados de concentração obtidos para os extratos, foi utilizada a Equação X para calcular o teor de compostos fenólicos totais que foi extraído da amostra vegetal.

5.8.3 Análise de flavonoides

A determinação de flavonoides foi analisada segundo a metodologia descrita por Lees & Francis (1972). Primeiramente, pesou 1 g de CPAT em béquer, separadamente, foi adicionado 30 ml de solução de álcool etílico e HCL 1,5 N (85:15), homogeneizou-se durante 1 minuto. Em seguida o extrato foi colocado no balão volumétrico de 50 ml e completou o volume com a mesma solução.

O balão foi vedado, protegido com papel alumínio e posto em refrigeração por 16h. Em seguida, os extratos foram filtrados para realização da leitura em espectrofotômetro UV-Vis (modelo IL- 592 KASUAKI) no comprimento de onda de 374 nm para flavonoides.

5.8.4 Análise de vitamina C

Para a análise de vitamina C, a bureta foi preenchida com DCFI 0,01%, foi colocado no erlenmeyer 10ml do extrato da amostra mais 50 ml de ácido oxálico, foi posteriormente realizado a titulação até atingir a cor rosa bebê durante 30 segundos. O resultado foi obtido em triplicata e expressa em mg/100g (AOAC, 1995).

Equação 4- cálculo para obtenção da vitamina C

$$AA = \frac{100 * n'}{\left(\frac{n}{5}\right) * P}$$

Onde, n': volume de DCFI gasto na titulação da amostra; n: volume de DCFI gasto na padronização; P: massa da amostra em grama ou volume usado na titulação.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliação físico-química

A qualidade dos alimentos é um conceito multifacetado e muito subjetivo, e todos os motivos de escolha alimentar avaliados por os consumidores estão de alguma forma relacionados com essa qualidade. Sendo assim, os fatores intrínsecos e extrínsecos, mostrados na tabela 4, são parâmetros utilizados pela indústria de alimentos os quais permitem observar a vida de prateleira do produto, além disso também relacionado a questão de saúde pública, por conhecer a capacidade de crescimento microbiano causadores de infecções e possíveis produções de toxinas prejudiciais podendo gerar toxinfecções, tendo em vista que esse crescimento depende desses fatores intrínsecos e extrínsecos favoráveis para essa produção, esses são essenciais serem analisados (Smet *et al.*, 2018; Horbe e Costa 2020).

Sendo assim, é de grande importância as análises físico-químicas para observar o possível potencial de crescimento microbiológico, nesse sentido é possível observar na tabela 4 a avaliação físico-química do açafrão comercializado e *in natura*.

Tabela 4 – valores físico-químicos do CPAT

Análises	Açafrão comercial á granel
A _w	0,65 ±0,00
Umidade (%)	5,68 ± 0,58
pH	6,35 ±0,07
A.T.T (%)	0,47 ± 0,153
S.S.T (°Brix)	0,25 ±0,00

Valores de médias ± desvio padrão obtidos por medições realizadas em triplicatas.

Fonte: Autor (2022).

Em relação a atividade de água, foi possível observar que apresentou 0,65 em 25 °C na amostra. O valor absoluto de A_w, indica segurança da quantidade de água livre dentro do alimento, sendo está a única forma que a água é utilizada pelos microrganismos. Sendo assim, o valor encontrado classifica o condimento com atividade de água intermediária (A_w entre 0,60 e 0,90), podendo ser uma via para crescimento microbiano e fúngico prejudiciais à saúde humana, além de diminuir o tempo de prateleira desse produto. Sendo assim, é interessante armazenar em um local adequado para aumentar o período para o consumo (REGO, *et al.*, 2020).

A umidade para os alimentos condimentados sob forma seca, como muitos dos suplementos alimentares, formulações em pó e condimentos que o teor de umidade desses deve estar no nível mais baixo possível, consistente com o processo de fabricação do produto. Em

alguns casos, pode ser necessário selecionar lotes de ingredientes com menor teor de umidade, ou mesmo considerar a secagem adicional do ingrediente, para não ocorrer a mudança dos fatores extrínsecos gerando modificações do produto indesejáveis e crescimento microbiano. (ANVISA, 2018)

Vale ressaltar que, a umidade de todos os componentes está abaixo do máximo permitido por BRASIL (2003) que é de no máximo 13%. Fontes (2018), analisando os teores de umidade de amostras de rizomas-filho comerciais do açafrão da terra na forma seca, obteve valores que variam de 3,1 a 10,0% o que se assemelham aos resultados encontrados. Esta mudança de porcentagem pode estar relacionada ao método de secagem feito no laboratório, podendo ter sido mais eficiente do que o encontrado em outras literaturas. Isso condiz com os estudos de Silvio *et al.*, (2020), que relacionou diferentes tipos de secagem do açafrão da terra o qual mostrou que a secagem em estufa realmente era mais eficiente, trazendo uma porcentagem menor de amostras secar em sol e micro-ondas. Além disso, o tempo de secagem do produto, quanto o menor tempo de secagem desse produto, maior será a sua porcentagem de umidade no açafrão da terra (Fernando *et al.*, 2021; Saha *et al.*, 2022).

Foi possível observar um teor neutro de pH, a observação pode ser atribuída à natureza da própria cúrcuma. (Martina *et al.*, 2020; FIB, 2022). O resultado compara-se nos dados de Osorio *et al.*, (2020) o qual comparou amostras em solos convencionais em diferentes locais da Colômbia, também foi possível encontrar médias de 5.79 ± 0.01 a 6.74 ± 0.01 em solos convencionais e 5.53 ± 0.01 a 5.79 ± 0.01 em solos agroecológicos.

Comparando com os estudos de Ajayi e Bankole (2020), o qual foi analisado o açafrão em diferentes períodos pós-colheita, após a colheita (0 dias) encontrou-se valores de 5.9 -6.1, após 15 dias pH com valores de 5.2 -6.8, e 30 dias após a colheita os valores de 4.8 -6.5. Visto que a amostra está entre os valores de 6 a 5 de pH é possível observar que os valores condizem com os encontrados pelos autores.

Os órgãos vegetais durante o armazenamento tendem a reduzir o teor de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável, pois são absorvidos na respiração. Dessa forma, o Açafrão-da-Terra pode ter apresentado esses valores de SST e ATT por conta da sua taxa respiratória ter aumentado ao longo do armazenamento do produto até a análise (LEBENS *et al.*, 2019). Nos resultados encontrados de LEBENS *et al.*, (2019), é possível observar que a ATT foi, em média, 1,5 com desvio padrão de 0,16 após 7 dias de colheita, os valores encontrados menores podem ser ditos pelo tempo de colheita até a chegada ao consumidor, tendo em vista que o valor além de não se dissociar tanto, foi passado pelo processo de colheita até chegada ao laboratório.

Nos resultados encontrados de LEBENS *et al.*, (2019) também foi analisado os valores de Sólidos Solúveis Totais que identificaram 5,7 com desvio padrão de 1,44, que se diferenciou dos encontrados do açafrão analisado, também justificável pelo seu tempo de colheita até o momento da análise que altera os valores da amostra. Nesse sentido, os valores estão dentro dos padrões legislativos, não oferecendo riscos de contaminação microbiana e consequente degradação celular e riscos à saúde humana.

6.2 Compostos bioativos

Vários compostos bioativos podem ser encontrados em diferentes alimentos, produtos alimentícios e amostras de ervas. (Adefegha Oboh, Oluokun, 2022). Sua ação antioxidantes no seu combate aos radicais livres produzidos naturalmente por meio de uma oxidação que tem como característica a reação com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias com poder oxidativo, causando danos à saúde e contribuindo para o envelhecimento e predisposição a doenças degenerativas, como: câncer, aterosclerose, artrite reumática, além de prevenir doenças cardiovasculares, diabetes do tipo 2 (SARAIVA, 2018; VERRUCK, PRUDENCIO, SILVEIRA, 2018; BARROS, 2021). Tendo em vista sua vasta qualidade na prevenção de doenças foram realizados os resultados de compostos bioativos no açafrão para verificar seu possível potencial para saúde humana mostrados na tabela 5.

Tabela 5: Valores de compostos fenólicos, vitamina C, flavonoides e antocianinas

Compostos	Compostos fenólicos (mg GAE/g)	Vitamina C (mg 100 g-1)	Flavonoides (g CE/100 g)	Antocianinas
Açafrão da terra	485,34± 43,08	9,33 ± 2,89	179,33 ± 1,17	165,56 ± 0,82

Fonte: autora (2022)

Em relação aos compostos fenólicos, os valores encontrados do açafrão foram considerados relevantes, quando comparado a outras variedades da *Curcuma Longa*, como Kopil moni mura, Kopil moni chora, Chittagong mura e Chittagong chora comuns em Bangladesh, na Ásia Meridional é possível observar valores de compostos fenólicos inferiores a 16.07 ± 0.301 (TANVIR *et al.*, 2017).

Um alimento rico em compostos fenólicos mostra um grande potencial na área da saúde pois os vegetais com esse constituinte contribuem para a qualidade funcional e têm papéis significativos pois são sequestradores de radicais livres, ajudando a minimizar os danos celulares oxidativos. Os benefícios para a saúde dos fenólicos são principalmente derivados de

seus potenciais antioxidantes porque os radicais produzidos após a doação de hidrogênio ou elétrons são estabilizados por ressonância e, portanto, relativamente estáveis. Para combater os riscos potenciais de danos oxidativos, o consumo dietético de antioxidantes como a vitamina C e desses compostos, incluindo ácidos fenólicos e flavonóides, são uma das principais linhas de defesa para imunidade, sendo assim, o consumo de alimentos ricos nesses compostos pode ser interessante na prevenção de doenças e, como coadjuvante, no tratamento (TANVIR, *et al.*, 2017; FILHO *et al.*, 2021).

A vitamina C do condimento em pó do açafrão da terra foram baixas em comparação a alimentos conhecidos pelo seu alto teor de vitamina C como a laranja e o limão comumente conhecidos isso ocorre porque a concentração desse ácido nas plantas varia entre os tecidos, com maiores concentrações em folhas e flores e menores concentrações em tecidos menos fotossinteticamente ativos, como caules e raízes, os teores de ácido ascórbico alteram em quantidades expressivas nos alimentos (SMIRNOFF, 2018). Por ser hidrossolúvel, é muito sensível ao calor e à oxidação, e a destruição do ascorbato é exclusiva de cada alimento, nesse sentido, a presença de fatores externos e período de exposição aos mesmos, também podem influenciar nos resultados (CARITÁ, *et al.*, 2020). Além disso, essa perda ponderal pode ocorrer pela exposição ao meio externo (luminosidade, tempo, temperatura) essas perdas podem ocorrer do transporte até a chegada para análise (LEBENS *et al.*, 2019)

As doses dietéticas atualmente Recommended Dietary Allowance (RDA) para o ácido ascórbico são para adultos com 19 anos ou mais 90 mg/dia e 75 mg/dia para homens e mulheres. Sendo assim, o açafrão da terra pode ajudar a suprir essas necessidades diárias associado a outros alimentos fontes de vitamina C na dieta.

Um estudo de Oliveira (2017), analisou o açafrão da terra em diferentes temperaturas de secagem o qual teve resultados de $1,70 \pm 0,07$, $1,59 \pm 0,04$, $1,85 \pm 0,04$ para as temperaturas de 40 °C, 60 °C e 80 °C, respectivamente. Isso demonstra que a temperatura de secagem da amostra pode influenciar nos seus resultados de ácido ascórbico. Os dados foram diferentes dos encontrados por podem ter tido outros fatores extrínsecos, como o tempo de exposição a essa temperatura que afeta na quantidade dessa vitamina na cúrcuma.

Além disso, o local de plantação também é um fator interessante para a mudança de resultados do ácido ascórbico. Nos trabalhos de Tanvir *et al.*, (2017) o qual avaliou o açafrão da terra cultivado em diferentes locais do sul da Ásia e teve uma diferença de 0.03 a 0.11 mg/100 g para cada local cultivado, podendo ser um motivo pelo seu resultado diferenciado de outros autores.

Além disso, a fertilização também pode influenciar na quantidade de vitamina C, como analisado nos estudos de Osorio *et al.*, (2019), foi analisado o ácido ascórbico do açafrão da terra em uma plantação com a utilização de fertilizantes e sem fertilizantes, onde se nota que a atividade antioxidante é muito melhor na cúrcuma cultivadas em solos com adubação orgânica e sem aplicação de agrotóxicos além dos solos convencionais.

Em comparação a outros rizomas, a taioba contém o teor de vitamina c de $0,51 \pm 0,44$ mg/100g o qual é menor que o valor encontrado no açafrão da terra (SOUZA, 2018), porém é menor do que o encontrado no rizoma de Cana-da-Índia (*Canna indica*) que tem o valor de 11 mg/100g (AYUSMAN, *et al.*, 2020) Sendo assim, é um rizoma considerado com uma quantidade baixa em comparação a outros rizomas, porém é possível aumentar essa quantidade observando as formas de processamento e exposição.

Em relação aos flavonoides, é possível observar que o açafrão analisado apresentou expressivos valores desse tendo em vista que, assim como a vitamina C o flavonoide também pode estar sujeito a perdas pelas exposições externas do produto e processo de secagem. Isto condiz com os estudos de Chumroenphat *et al.*, (2020), o qual analisou o açafrão da terra fresco, liofilizado, em ar quente seco, seco ao sol e percebeu que teve uma diminuição de acordo com o método de secagem, além disso, no açafrão fresco, teve como resultado 173.82 ± 0.14 o qual se aproxima dos valores do in natura, o que teve menos perdas pelo processo de secagem foi o liofilizado o qual teve valores de 158.79 ± 0.76 o qual se aproxima dos valores do comercializado.

Em comparação a outras espécies de Cúrcuma, como a *C. caesia* e a *C. amada* é possível observar que o açafrão da terra contém maiores valores encontrados de flavonoides que as outras duas outras espécies, sendo evidente que as espécies podem trazer valores diferentes desse composto bioativo (YADAV, SARAVANAN, 2019). Além disso, o local de plantio também pode influenciar na sua quantidade de flavonoides, nos estudos de Tanvir (2017) foi analisado o Açafrão da Terra em diferentes locais de plantio o qual relatou uma diferença significativa para cada local de plantio desse rizoma, podendo também ser uma explicativa da diferença de flavonóides das duas amostras.

Em relação a antocianina foi possível observar também que o açafrão teve valores também expressivos, em comparação a outros alimentos, como o arroz branco que contém $41,03 \pm 3.17$, a adição de açafrão da terra no cozimento do arroz pode ser uma ótima alternativa para aumentar o consumo de antocianinas diárias pela população, tendo em vista que a antocianina também é um antioxidante que são uma fonte compostos bioativos de origem vegetal promovendo a saúde, retardando o processo de envelhecimento e prevenindo doenças.

Como resultado, os constituintes antioxidantes no material vegetal despertaram o interesse de cientistas, fabricantes de alimentos, cultivadores e consumidores por seus papéis na manutenção da saúde humana (TARNIR, 2017; RATSEWO, WARREN, SIRIAMORNUN, 2019).

A cor é o parâmetro de qualidade mais importante para os agricultores acessarem a maturidade da colheita enquanto os índices confiáveis do consumidor definem aceitabilidade ou rejeição. Os vegetais coloridos contêm compostos bioativos como clorofilas, carotenóides, betalaínas, antocianinas etc. bem reconhecidos por suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas, hipolipidêmicas, neuroprotetoras, antienvhecimento, diuréticas e antidiabéticas, dependendo da sua coloração, alguns podem conter mais um composto bioativo que outros. Sendo assim, foi analisado a quantidade de clorofila nas amostras do rizoma como demonstra os resultados na tabela 6 para avaliar a quantidade existente (Sharma, *et al.*, 2021)

Tabela 6: Valores de clorofila encontrados no ATIN e do ATC

Clorofila	Clorofila A	Clorofila B
Açafrão da terra	0,018 ± 0,002	0,032 ± 0,002

Fonte: autora, 2022

Pode-se observar que a clorofila A apresentou média de 0,018 e a clorofila B com média de 0,032 no açafrão, um valor inferior a diversas outras plantas, demonstrando seu baixo teor nesse composto. É possível observar que os valores de clorofila nas duas amostras se encontram baixas encontrados nos valores médios de clorofila em folha por exemplo, por não pertencer essa cloração nos rizomas. Isso ocorre porque a necessidade de uma hortaliça ter clorofila para sua metabolização se encontra principalmente em folhas e caules, não sendo tão interessante em rizomas, tendo em vista que a principal função da clorofila é o seu processo de fotossíntese, convertendo a energia luminosa em química nas plantas (Sharma, *et al.*, 2021; OLIOSI *et al.*, 2017).

Tabela 7: Valores de carotenóides do ATIN e do ATC

Açafrão da terra	Carotenoides		
	Zeaxantina g-1	α -Caroteno g-1	β -caroteno. g-1
Açafrão da terra	180,29± 24,43	574,41 ± 42, 81	41, 88 ± 3,76

Fonte: autor, 2022

Embora os carotenoides sejam amplamente distribuídos em sistemas naturais, as análises se concentraram apenas em alguns compostos que estão envolvidos em aspectos da

saúde humana tendo em vista que eles se comportam em sistemas biológicos, especialmente humanos como antioxidantes e pró-oxidantes sob diferentes condições, além disso, os α -Caroteno e β -caroteno são precursores da biossíntese do retinol (vitamina A). As Frutas e vegetais são considerados as fontes mais importantes de carotenóides na dieta (MARTINEZ, *et al*, 2021).

Os valores encontrados de carotenóides no açafrão são considerados segundo os estudos de (MARTÍNEZ, *et al.*, 2021). Neste ponto, é importante observar que os níveis de carotenóides em produtos alimentícios dependem de fatores de natureza diversa, incluindo genótipo, condições climáticas da área de produção, fatores agrônômicos, métodos de cozimento, processamento e preservação (DIAS *et al.*, 2018; SCHWEIGGERT; CARLE, 2017). Uma vez que as alterações climáticas são um grande desafio a enfrentar na agroalimentar, são necessários mais estudos sobre o seu impacto nos carotenóides. Recentemente, foi demonstrado que a mudança climática pode ter um impacto positivo nos níveis de carotenóides pró-vitamina A das bananas, possivelmente (MARTÍNEZ *et al* 2020). em relação às mudanças no índice UV-B do sol (DZOMEKU *et al.*, 2020). Sendo assim, na busca de um alimento com maior potencial nutricional e todos os benefícios dos compostos bioativos, o açafrão da terra se encontra com ótimos valores. (YOUNG, LOWE, 2018; ROSÁRIO *et al.*, 2021).

Os carotenoides tendem a ser perdidos com métodos como corte, fatiamento, ralagem ou trituração para geração de um produto por conta da liberação de ácidos graxos, além disso o tratamento térmico pode também ser um fato que altera a qualidade de carotenóides do produto por provocar a isomerização trans-cis sendo assim, um tratamento térmico tão agressivo pode alterar a quantidade desse composto (BRASIL, 2008).

Como um condimento para dar sabor, em outros estudos relatados por ROZAN (2017), foi possível observar que em uma geleia de cenoura o qual usou 0, 2, 4 e 6 gramas de açafrão da terra, houve uma alteração da amostra de 5.91 ± 0.06 , 6.534 ± 0.04 , 6.746 ± 0.07 , 6.831 ± 0.07 de β -caroteno e de 2.041 ± 0.04 , 2.683 ± 0.05 , 2.794 ± 0.05 , 2.822 ± 0.03 de α -Caroteno, respectivamente. Isso demonstra que o açafrão pode ter grande potencial para enriquecer com carotenoides um alimento, além de agregar sabor e aroma para ele.

Ainda não existem recomendações de carotenoides diários para saúde humana, tendo em vista que sua carência não causa problemas a saúde. Entretanto, estudos demonstram que a ingestão de 7,4 mg/dia de carotenoides tem uma ótima relação à resposta sérica em adultos. Tendo em vista isso, o consumo diário em gramas desse condimento pode ajudar na obtenção desses compostos diários através de uma dieta balanceada e de qualidade (BÖHM, 2021).

7. CONCLUSÃO

O açafão da terra mostrou ter um alto potencial de compostos bioativos com ênfase nos compostos fenólicos e α -Caroteno, interessantes para a saúde humana por serem antioxidantes sob diferentes condições, além disso, os α -Caroteno e β -caroteno são precursores da biossíntese do retinol (vitamina A), também foi visto valores interessantes de vitamina C, zeaxantina, flavonoides e antocianinas, além de ajudar como coadjuvante de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT). Porém, é possível observar que há muitas perdas no transporte que é, possivelmente, a principal causa dos danos mecânicos, cuja intensidade varia com a distância a ser percorrida e o tipo de produto transportado, além de outros fatores com a exposição solar e tempo de armazenamento nos locais de venda. Nesse sentido, é possível observar que o açafão da terra tem ótimo valor nutricional e importante para saúde humana, mas o processo até a chegada a mesa do consumidor, pode afetar o seu valor biológico, sendo interessante a busca pelo condimento vendido em fontes confiáveis, do plantio até o seu armazenamento.

REFERÊNCIAS

ADEFEGHA, S. A.; OBOH, G.; OLUOKUN, O. O.. Food bioactives: the food image behind the curtain of health promotion and prevention against several degenerative diseases. *In: FOOD bioactives: the food image behind the curtain of health promotion and prevention against several degenerative diseases. Studies in Natural Products Chemistry*, 2022. v. 72, cap. 11, p. 391-421. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823944-5.00012-0>.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. GUIA PARA DETERMINAÇÃO DE PRAZOS DE VALIDADE DE ALIMENTOS VIGENTE. 2018

AGUIAR G. C. S. Efeito da curcumina sobre a resposta inflamatória estimulada pelo lipossacarídeo in vitro e in vivo. Escola de enfermagem de Ribeirão Preto. 2019 DOI: <https://doi.org/10.11606/D.22.2020.tde-17122019-183534>

AJAYI A. O, BANKOLE T I. Preservative effects of ginger (zingiber officinale), tumeric (curcuma longa) extract and citric acid and pasteurization on the nutritional quality and shelf life of tiger-nut non-dairy milk *Journal of Food Technology Research*. 2020. Vol.7, No.2, pp.202-211. DOI: 10.18488/journal.58.2020.72.202.211.

AKHONDZADEH S.; *et al.*, A placebo controlled randomized clinical trial of *crocus sativus l.* (saffron) on depression and food craving among overweight women with mild to moderate depression. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*. v. 45 Ed. 1 pp 134-143 2019 DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpt.13040>

ALARA O.R., ABDURAHMAN N.H. C.I. UKAEGBU J. A. Soxhlet extraction of phenolic compounds from Vernonia cinerea leaves and its antioxidant activity *Res. Med. Aromat. Plants*. pp.1-6 2018,. DOI:[10.1016/j.jarmap.2018.07.003](https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2018.07.003)

ALBUQUERQUE B. R. *et al.*, Phenolic compounds: current industrial applications, limitations and future challenges. *Food Funct*. V.12 p. 14-29, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1039/D0FO02324H>

ALMEIDA G. S, SILVA R. J. N, GONÇALVES E. M. Compostos fenólicos totais e características físico-químicas de frutos de jabuticaba. *Gaia Scientia*. V. 12 N. 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n1.30418>

ALZAABI, M.M. *et al.*, Flavonoids are promising safe therapy against COVID-19. *Phytochem Rev* v. 21, p. 291–312, 2022.

ARAÚJO, O. R. P. Avaliação da capacidade antioxidante e anti-inflamatória da Curcuma Longa, em diferentes tecidos de camundongos saudáveis e/ou com colite ulcerativa moderada induzida por sulfato de sódio dextrana. Tese (Doutorado em Química e Biotecnologia) – **Instituto de Química e Biotecnologia**, Programa de Pós-graduação em Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

ARRIGO F.G. C. COLLETTI A. Effects of Carotenoids on Health: Are All the Same? Results from Clinical Trials. **Bentham Science Publishers**, Vol. 23, No. 17, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28176669/> . Acesso em: 03 de março de 2022. DOI: <https://doi.org/10.2174/1381612823666170207095459>

AYUSMA, S., Duraivadivel, P., Gowtham, H. G., Sharma, S., & Hariprasad, P. Bioactive constituents, vitamin analysis, antioxidant capacity and α -glucosidase inhibition of *Canna indica* L. rhizome extracts. *Food Bioscience*, v 35, p 100544, 2020.

BARROS *et al.*, A influência da transição alimentar e nutricional sobre o aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis. **Brazilian Journal Development**. V. 7, n. 7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-579> .

BERBIGIER I., MARQUES J. G. S., SOUZA A. H. Efeito da curcumina na depressão induzida por estresse crônico moderado e imprevisível em camundongos. 69ª Reunião Anual da SBPC. 2017, UFMG - Belo Horizonte/MG.

BÖHM, G. L. *et al.*, From carotenoid intake to carotenoid blood and tissue concentrations – implications for dietary intake recommendations. **Nutrition Reviews**, V. 79, Issue 5, Pages 544–573, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa008>

BRASIL, Fontes Brasileiras de Carotenóides. Tabela Brasileira de Composição de Carotenóides em Alimentos. **Ministerio de Meio Ambiente**, 2008

BRASIL. RESOLUÇÃO-RE Nº 09. DE 16 DE JANEIRO DE 2003. 1-14, 2003.

CAMPOS *et al.*, Synthesis and characterization of gold nanoparticles combined with curcumin and its effects on experimentally induced osteoarthritis. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.47: 07, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20161001>

CARITÁ, Amanda Costa; SANTOS, Bruno Fonseca-Santos; SHULTZ, Jemima Daniela; KOHN, Bozena Michniak; CHORILLI, Marlus; LEONARDI, Gislaïne Ricci. Vitamin C: One compound, several uses. Advances for delivery, efficiency and stability, Nanomedicine. **Nanotechnology, Biology and Medicine**, [s. l.], v. 24, ed. 102117, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2019.102117>.

CARVALHO *et. al.* Turmeric (*Curcuma longa* L.) extract on oxidative stability, physicochemical and sensory properties of fresh lamb sausage with fat replacement by tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil. **Food Research International**. V. 136, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109487>

CARVALHO, M. T; BERGAMASCO, R.; GOMES, R. G. Métodos de extração de compostos bioativos: aproveitamento de subprodutos na agroindústria. **Revista UNINGÁ**. Review, Maringá, v. 33, n. 1, p. 66-84. 2018.

CHOUHDARY, A. K.; RAHI, S. Organic cultivation of high yielding turmeric (*Curcuma Longa L.*) Cultivars: a viable alternative to enhance rhizome productivity, profitability, quality and resource-use efficiency in monkey–menace areas of north-western himalayas. **Journal and books Industrial Crops and Products**, v. 124 , 15 de novembro de 2018 , Páginas 495-504. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.069>

CHUMROENPHAt, Theeraphan; Somboonwatthanakul, Issaraporn; Saensouk, Surapon; Siriamornpun, Sirithon. *Changes in curcuminoids and chemical components of turmeric (Curcuma longa L.) under freeze-drying and low-temperature drying methods.* **Food Chemistry**, 339, 1281212021, – . doi:10.1016/j.foodchem.2020.128121

CIUMĂRNEAN, L. *et al.* The Effects of Flavonoids in Cardiovascular Diseases. **Molecules**. V. 25, ed. 18, p. 2-18, 2017 . DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25184320>

CONCEPCION, M. R. *et al.* A global perspective on carotenoids: Metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health, **Progress in Lipid Research**, V. 70, Pages 62-93, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2018.04.004>

CORTEZ, M. V, PEROVIC, N.R., E. A. SORIA, DEFAGÓ, M. D. Effect of heat and microwave treatments on phenolic compounds and fatty acids of turmeric (*curcuma longa l.*) and saffron (*crocus sativus l.*). v. 23, pp. 1-7 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.20519>

CORY *et al.*, The role of polyphenols in human health and food systems: a mini-review. **Front. Nutr.**, v.5, pp. 1-9, 2018, Acesso em 4 de março de 2022. DOI: [10.3389/fnut.2018.00087](https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00087)

DIAS, M. G., B. Olmedilla-Alonso, D. Hornero-Mendez, A. Z. Mercadante, C. Osorio, L. Vargas-Murga, and A. J. MelendezMartinez. 2018. Comprehensive Database of Carotenoid Contents in Ibero-American Foods. A Valuable Tool in the Context of Functional Foods and the Establishment of Recommended Intakes of Bioactives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66 (20): 5055–107. doi: 10.1021/acs.jafc.7b06148.

DZOMEKU, B. M., J. P. Wald, J. N. W€unsche, D. Nohr, and H. K. Biesalski. 2020. Climate Change Enhanced Carotenoid Pro-Vitamin A Levels of Selected Plantain Cultivars. *Plants* 9 (4):541. doi: 10.3390/plants9040541.

ELDOHAJI, L. M. *et al.*, Avicennia marina a natural reservoir of phytopharmaceuticals: Curative power and platform of medicines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 263, p. 113179, 2020.

FERNANDO, *et al.*, Drying turmeric (*Curcuma longa* L.) using far-Infrared radiation: Drying characteristics and process optimization. **J Food Process Eng.** 2021; ed 13780. 2021 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.13780>.

FERREIRA V. S. C. Avaliação do processo produtivo da empresa cheiro verde indústria e comércio ltda. **Universidade federal rural do semi-árido pró-reitoria de graduação centro de engenharias.** 2019.

FONTES, S. M. S. *Curcuma longa* L.: caracterização química e estudo da capacidade antioxidante., 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos, Área: Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, universidade Estadual de Campinas, Campinas–SP, 2018.

FORNI *et al.*, Beneficial role of phytochemicals on oxidative stress and age-related diseases **Res. Int.** pp.1-16, 2019, Acesso em 4 de março de 2022. DOI: [10.1155/2019/8748253](https://doi.org/10.1155/2019/8748253)

GOUVEA *et al.*, Caracterização física e química de farinha de talo de beterraba. **BrazilianJournalofDevelopment.** **BrazilianJournalofDevelopmentBraz.** J. ofDevelop., Curitiba, v. 6, n. 3, p.15814-15823, 2020.

GROSSO, G. *et al.*, A comprehensive meta-analysis on dietary flavonoid and lignan intake and cancer risk: Level of evidence and limitations. **Molecular nutrition & food research**, v. 61, n. 4, p. 160-930, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600930>

KARAK P. Biological activities of flavonoids: an overview. **International journal of pharmaceutical sciences and research.** V. 10 ed.4: p. 1567-1574, DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.10(4).1567-74

KOCAAADAM B, ŞANLIER N. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. **Crit Rev Food Sci Nutr.** 2017 Sep 2;57(13):2889-2895. doi: 10.1080/10408398.2015.1077195.

KOMI D. E. A. BJERMER F. Mast Cell-Mediated Orchestration of the Immune Responses in Human Allergic Asthma: Current Insights. **Clinical Reviews in Allergy & Immunology.** V. 56, p. 234–247, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12016-018-8720-1>.

LEBENS *et. al.* Conservação e potencial de comercialização do açafreão-da-terra e da ora-pro-nóbis sob o método de refrigeração. **Instituto federal de santa catarina câmpus são miguel do Oeste** 2019.

LIMA *et al.*, Physical and chemical characteristics and drying kinetics of turmeric (*Curcuma longa* L.). **African journal of Agritural Research.** v. 12. Ed. 1. p. 28-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11738>

- LIU, Yufei *et al.*, Curcumin inhibits growth of human breast cancer cells through demethylation of DLC1 promoter. **Molecular And Cellular Biochemistry**, v. 425, n. 1-2, p. 47-58, 2017. DOI:10.1007/s11010-016-2861-4.
- MALEKİ S. J., CRESPO J. F. CABANILLAS B. Anti-inflammatory effects of flavonoids. **Food Chem.** 2019. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125124.
- MARK R *et al.*, Sustainable production of natural phenolics for functional food applications. **J. Funct. Foods.** v. 57, 233–254, 2019.
- MARTINA C. E *et al.*, Effect of the incorporation of graded levels of turmeric (*Curcuma longa*) on different qualities of stirred yoghurt. **African Journal of Food Science.** Vol. 14(3) pp. 7185, April 2020 DOI: 10.5897/AJFS2020.1903.
- MARTÍNEZ A. J. *et al* A comprehensive review on carotenoids in foods and feeds: status quo, applications, patents, and research need. **Critical reviews in food science and nutrition.** VOL. 62, NO. 8, 1999–2049. 2021 DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867959>
- MASILAMANI, M. Dietary isoflavone supplementation for food allergy: A pilot study. **The Journal of Allergy and Clinical Immunology Practice.** v. 5, ed. 6, p. 1760–1762, 2017. DOI: 10.1016/j.jaip.2017.04.005.
- MÉLO M. C. S. Adulteration analysis of *Curcuma longa* L. powder sold in Campina Grande – PB and Pocinhos-PB Análisis de adulteración del polvo de *Curcuma longa* L. vendido en Campina Grande – PB y Pocinhos-PB. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16233>
- MILANI A. *et al.*, Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. **British journal of pharmathologic.** v.174, ed. 11, p. 1290-1324, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/bph.13625> .
- Ministério da saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas e agravos não transmissíveis no brasil, 2021.
- MORETES, D. N.; GERON, V.L.M.G. Os benefícios medicinais da *Curcuma Longa* L. (açafão da terra). **Rev Cient da Fac Educ e Meio Ambiente: Revista da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, Ariquemes**, v. 10, n. 1, p. 108-116, jan.-jun. 2019. DOI: 10.31072/rcf.v10iedesp.
- NAIR. K. P. Turmeric (*Curcuma Longa* L.) And ginger (*Zingiber O- Cinale Rosc.*) - world's invaluable medicinal spices. The agronomy and economy of turmeric and ginger. **Editora: Springer**, v.1, p.1-577, 2019. doi:10.1007/978-3-030-29189-1
- NETO F. S., LEITE I. B., AGUIAR A. M. Análise bromatológica do teor sódio no condimento em pó açafão (*Curcuma Longa* L.). **Revista: Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente.** V. 1. 6 pp. 173- 183, 2020

NOGUEZ *et al.* Photothermal Techniques Applied to the Thermal and Optical Characterization of *Curcuma longa*. International Journal of Thermophysics. v. 39 ed. 99, 2018.

NWANKWO P.O. A comparative study of the phytochemical constituents, proximate and mineral compositions of *Zingiber officinale*, *Curcuma longa*, *Aframomum sceptrum* and *Monodora myristica*. Nigerian Agricultural Journal. V. 49 Number 2, p. 22-25, 2018.

OH D. Y, KIM H. S. Effects of turmeric (*Curcuma longa*) bioactivity compounds and lipid peroxidation inhibitory action. Journal of the Korean Applied Science and Technology. v. 36 ed. 2, pp. 8-600, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.12925/jkocs.2019.36.2.600>

OLIOSI, G. *et al.*, Fluorescência transiente da clorofila a e crescimento vegetativo em cafeeiro conilon sob diferentes fontes nitrogenadas. Coffee Science, Lavras, v. 12, n. 2, p. 248 - 259, abr./jun. 2017.

OLIVEIRA FILHO, J.G., DE ALMEIDA, M.J., SOUSA, T.L., DOS SANTOS, D.C., EGEA, M.B. Bioactive Compounds of Turmeric (*Curcuma longa* L.). In: Murthy, H.N., Paek, K.Y. (eds) Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. (2021) https://doi.org/10.1007/978-3-030-57415-4_37

OLIVEIRA, TAILA FERNANDA VOLPATO. Características químicas e microbiológicas do açafrão-da-terra (*curcuma longa*). 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) (Tecnologia dos alimentos) - <Http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5504>, [S. l.], 2017.

OLUWASEUN R. A. ABDURAHMAN N. H. CHINONSO I. U. Extraction of phenolic compounds: A review. Current Research in Food Science. V. 4 p. 200-214, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.03.011>

OMOSA, L. K., MIDIWO, J. O., KUETE, V. *Curcuma Longa*. Medicinal spices and vegetables from africa. **Book: Medicinal Spices and Vegetables from Africa: Therapeutic Potential Against Metabolic, Inflammatory, Infectious and Systemic Diseases**, v. 19, p. 425–435, 2017. DOI:10.1016/b978-0-12-809286-6.00019-4

OSORIO J. R. Determination of nutritional value of turmeric flour and the antioxidant activity of *Curcuma longa* rhizome extracts from agroecological and conventional crops of Valle del Cauca-Colombia. **Rev. Colomb. Quim.** vol. 49, ed. 1, pp. 26-32, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v1n49.79334>

PAULAZZI A. R. COCRISTAL de curcumina e n-acetilcisteína: síntese, caracterização e atividades antinociceptiva e anti-inflamatória in vitro e in vivo. Programa de pós-graduação em engenharia química. 2020

PIRES, I. L.; CAMPOS, M. R. D. C. . Morfogênese in vitro da *Curcuma Longa*. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 92, 2021. DOI: 10.51189/rema/1661

POTÌ *et al.*, Polyphenol health effects on cardiovascular and neurodegenerative disorders: a review and meta-analysis **Int. J. Mol. Sci.** v. 20, p.351, 2019. DOI: [10.3390/ijms20020351](https://doi.org/10.3390/ijms20020351).

RAVISHANKAR, D. *et al.*, Ruthenium-conjugated chrysin analogues modulate platelet activity, thrombus formation and haemostasis with enhanced efficacy. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05936-3>

REGO J. A. R. Análise isotérmica da atividade de água (aw) de sementes de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*, L.) em câmara de secagem. **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 14, n. 1: p. 2983-2994. 2020.

RIBEIRA *et. al.* Uso de condimentos naturais na qualidade microbiológica de alimentos: uma revisão através de seus constituintes majoritários. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. v. 22, núm. 2, 2021.

ROSÁRIO, Victória Natalia Moura. Capsicum annuum Capsicum chinense: características físicas, físico-químicas, bioativas e atividade antioxidante **Brazilian Journal of Development** 50414 Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.5, p.50414-50432 2021.

SAHA *et al.*, Dynamics of Drying Turmeric Rhizomes (*Curcuma longa* L.) with Respect to Its Moisture, Color, Texture and Quality. **Agronomy**, v. 12, p. 1420, 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061420>.

SANTANA T. F. Análise da inflamação e estresse oxidativo no processo de cicatrização tecidual após o uso combinado de lipossomas com curcumina em biomembranas de látex natural e ledterapia para regeneração tecidual em portadores de úlcera diabética. 109 f., il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Brasília, 2021.

SARAIVA, *et al.* Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. **Pubsaúde**, 1, a009, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.31533/pubsaude1.a007>

SCHWEIGGERT, R. M., and R. Carle. 2017. Carotenoid deposition in plant and animal foods and its impact on bioavailability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** 57 (9):1807–30. doi: 10.1080/10408398.2015.1012756.

SENA J. P. *et. al.* Concentração de açafraão-da-terra na fabricação de farinha de mandioca com base na caracterização e classificação. **Seminário da embrapa acre de iniciação científica e pós-graduação**, v. 3., p. 137-142, 2021, Rio Branco, AC. Ciência e tecnologia na sociedade digital (edição on-line).

SILVIO V. M. *et al.* Physical and chemical parameters of saffron and use as a color in Greek yogurt flavored with passion fruit jelly. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 5, p, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3244>

SMET, C *et al.*, Combined effect of cold atmospheric plasma, intrinsic and extrinsic factors on the microbial behavior in/on (food) model systems during storage. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 2018. doi:10.1016/j.ifset.2018.05.016

SOUZA, JAQUELINE SILVA DOS SANTOS. **Caracterização nutricional, fitoquímica e biológica da taioba (*xanthosoma sagittifolium* (L.) shott.** 2018. Dissertação (Nutrição) - <https://hdl.handle.net/1884/65624>, [S. l.], 2018.

TANVIR E. *et al.* Antioxidant properties of popular turmeric (*Curcuma longa*) varieties from Bangladesh. **J Food Qual** v. 2017, p. 2-8, 2017. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2017/8471785/> .Acesso em: 11 de março de 2022. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/8471785> .

TINELLO F, LANTE A Valorisation of ginger and turmeric peels as source of natural antioxidants. **Plant Foods Hum Nutr.** 74 ed.3 pp. 443-445, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00748-4> .

TUNGMUNNITHUM D. *et al.*, Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. **Medicines.** V. 5 ed. 3 p:93. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicines5030093> .

VAZHAPPILLY C. G., GRAHAM D., VASANTHA R. H.P. Plant flavonoids in cancer chemoprevention: role in genome stability. **The Journal of Nutritional Biochemistry.** V. 45, Pages 1-14, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2016.11.007> .

YUANDANI, JANTAN I, ROHANI AS AND SUMANTRI IB Immunomodulatory Effects and Mechanisms of Curcuma Species and Their Bioactive Compounds: A Review. **Front. Pharmacol.** 12:643119. (2021) doi: 10.3389/fphar.2021.643119

ZHU, S. *et al.*, Luteolin enhances sarcoplasmic reticulum Ca²⁺-ATPase activity through p38 MAPK signaling thus improving rat cardiac function after ischemia/reperfusion. **Cellular Physiology and Biochemistry**, v. 41, p. 999–1010, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1159/000460837>