



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CURSO DE NUTRIÇÃO**

MAYARA CHRISTINA WESSALOWESKI SANTANA

**PERFIL FITOQUIMICO, NUTRICIONAL E MEDICINAL DO ALHO (*ALLIUM
SATIVUM L.*) : UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA**

**REALEZA
2022**

MAYARA CHRISTINA ESSALOWSKI SANTANA

PERFIL FITOQUIMICO, NUTRICIONAL E MEDICINAL DO ALHO (*ALLIUM SATIVUM L.*): UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – *Campus* Realeza, como requisito para obter o título de Bacharelado em Nutrição.

Orientador: Prof. Wellinton Thiago Molinetti

REALEZA

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Santana, Mayara Christina Wessaloweski
PERFIL FITOQUIMICO, NUTRICIONAL E MEDICINAL DO ALHO (ALLIUM SATIVUM L.): UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA / Mayara Christina Wessaloweski Santana. -- 2023.
36 f.

Orientador: Medico Veterinário Wellington Thiago Molinetti

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Nutrição, Realeza, PR, 2023.

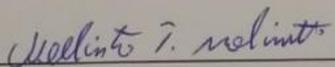
I. , Wellington Thiago Molinetti, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**ATA DA APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
(TCC)**

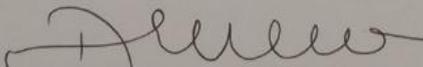
No dia dezessete do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte três, às vinte horas e trinta minutos na sala 306 do Bloco A na Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS *Campus* de Realeza, realizou-se a apresentação, presencial, do Trabalho de Conclusão de Curso "PERFIL FITOQUÍMICO, NUTRICIONAL E MEDICINAL DO ALHO (*Allium sativum* L.)", da acadêmica Mayara Christina Wessalowski Santana. A Comissão examinadora esteve constituída pelos professores: Prof. Dr. Wellinton Thiago Molinetti, Profa. Dra Denise Maria Souza de Mello e Profa. Caroline Oldra. Após a exposição do trabalho pela acadêmica e feitas as devidas arguições, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADA. Ficando a Média Final = Deserem (6,2). Ressalta-se que a acadêmica deverá proceder em tempo hábil os ajustes e correções sugeridas pela banca examinadora, estando a nota final condicionada às correções.

Ocorrências:

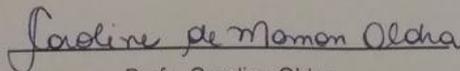
E, para constar, eu, Wellinton Thiago Molinetti professor orientador do trabalho, lavrei a presente ata. Que será assinada por mim, Presidente da Banca, e demais membros.



Prof. Dr. Wellinton Thiago Molinetti
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS
Campus de Realeza



Profa. Dra Denise Maria Souza de Mello
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS
Campus de Realeza



Profa. Caroline Oldra
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS
Campus de Realeza

MAYARA CHRISTINA WESSALOWSKI SANTANA

PERFIL FITOQUIMICO, NUTRICIONAL E MEDICINAL DO ALHO (*ALLIUM SATIVUM L.*): UMA REVISÃO NARRATIVA DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso de Nutrição Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) Com o requisito para obter o grau de Bacharelado em Nutrição.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
17/02/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Me. Wellinton Molinetti - UFFs
Orientadora

Prof. Dr. Denise Mello
Avaliador

Prof. ^a Ma. Caroline de Maman Oldra
Avaliador

Dedico este trabalho a minha mãe, Sirlei
Wessaloweski, que não poupou
esforços para que eu pudesse concluir
meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a minha mãe Sirlei Wessaloweski, pelo apoio incondicional, incentivo e dedicação que sempre teve comigo. A minha irmã Kelyn Cristina W. Santana que também sempre esteve comigo e meu namorado, Jackson Santos de Oliveira Junior que sempre esteve comigo me apoiando desde do início da formação me auxiliando nos momentos difíceis dessa caminhada. Aos meus amigos, que ganhei durante esta jornada, que deixaram essa trajetória mais leve e me deram forças para continuar. Ao Prof Me. Wellington e Profª Dr. Susana, pela orientação, correções, apoio e confiança nesta jornada. E a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha trajetória de formação o meu muito obrigado.

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça rica em amido e substâncias aromáticas de alto valor condimentar e possui ação fitoterápica com diversas propriedades farmacológicas. Seus benefícios potenciais afetam majoritariamente os sistemas imunológico e cardiovascular. Os efeitos protetores podem ser atribuídos ao seu compostos bioativos como compostos fenólicos e organosulfurados, além de fitosteróis que podem contribuir com os efeitos antioxidante e hipolipemiante. No entanto, o alho pode ter mudanças na quantidade e na efetividade dos seus compostos bioativos. Diante disso o objetivo deste estudo foi buscar na literatura estudos relacionados ao alho, procurando estabelecer uma correlação entre seu perfil fitoquímico e uma possível atividade terapêutica e ou nutricional. O método trata-se de uma revisão narrativa de literatura, de caráter amplo que se propõe a descrever o desenvolvimento de determinado assunto, sob o ponto de vista teórico ou contextual, mediante a análise e interpretação científica existentes. Constitui, basicamente, de uma análise da literatura publicada em livros, artigos de revistas impressas e ou eletrônicas, na interpretação e análise crítica pessoal do autor. Faz-se necessário estimular pesquisas voltadas para as atividades terapêutica nutricional do alho como um alimento em potencial.

Palavras-chave: Alicina; Potencial antioxidante, perfil lipídico, atividade antimicrobiana.

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) is a vegetable rich in starch and aromatic substances of high flavoring value and has phytotherapeutic action with several pharmacological properties. Its potential benefits mostly affect the immune and cardiovascular systems. The protective effects can be attributed to its bioactive compounds such as phenolic and organosulfur compounds, in addition to phytosterols that can contribute to the antioxidant and lipid-lowering effects. However, garlic may have changes in the amount and effectiveness of its bioactive compounds. Therefore, the objective of this study was to search the literature for studies related to garlic, seeking to establish a correlation between its phytochemical profile and a possible therapeutic and/or nutritional activity. The method is a broad narrative literature review that proposes to describe the development of a given subject, from a theoretical or contextual point of view, through existing scientific analysis and interpretation. It consists, basically, of an analysis of the literature published in books, articles in printed and/or electronic magazines, in the interpretation and personal critical analysis of the author. There is a need to encourage research aimed at the nutritional therapeutic activities of garlic as a potential food.

Keywords: Allicin: Antioxidant potential, lipidprofile, antimicrobial activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Organograma representando a seleção dos artigos utilizados.	16
Figura 2 - Estrutura do bulbilho de alho.	21
Figura 3 - <i>Allium sativum</i> , alimento funcional	22
Figura 4 - Composição nutricional do alho	23
Figura 5 - Compostos bioativos de enxofre em vegetais no <i>Allium</i>	24
Figura 6 - Síntese do fitoquímico alicina	25
Figura7 - Aspectos gerais de bulbos de alho	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos selecionados para compor a revisão narrativa.

18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
<i>A. sativum</i>	<i>Allium sativum</i>
ADP	Adenosina difosfato
TACO	Tabela brasileira de composição de alimentos
g	Gramas
mg	Miligramas
fp	Folha de proteção
fr	Folha de reserva
fb	Folha de brotação
n	Número
COS	Compostos organossulfurados

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
=	Igual
()	Parênteses

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	METODOLOGIA	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1	A PLANTA ALHO.....	21
3.2	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO ALHO	23
3.3	COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA DO ALHO.....	25
3.4	PROPRIEDADES FUNCIONAIS E MEDICINAIS DO ALHO	28
4	COMCLUSÃO	32
5	REFERENCIA	33

1 INTRODUÇÃO

A origem do alho é incerta, há hipóteses que apontam a Ásia Central, mais especificamente a região da Sibéria, como berço do cultivar, havendo registros de mais 6 mil anos que citam que a hortaliça teria sido levada para o Egito por tribos asiáticas nômades. A difusão da planta teria ocorrido através das rotas do comércio com a Índia, sendo difundida no continente Europeu (HORTIFRUTI, 2017).

A hortaliça é amplamente consumida em todo o mundo, cujas propriedades benéficas são reconhecidas há mais de 5000 anos (AMAGASE et al., 2001). O gênero possui mais de 700 espécies conhecidas, incluindo a cebola, o alho poró e a cebolinha (HOLUB et al., 2002).

Taxonomicamente classificado no reino Plantae, família *Amaryllidaceae*, gênero *Allium*, espécie *A. sativum*, o alho é um dos condimentos mais popularizados e usados tanto na culinária brasileira como na mundial. A planta de característica herbácea, monocotiledônea, tem morfologia macroscópica formada por bulbo subgloboso, composto de 6 a 20 bulbilhos (“dentes” de alho), fixada pela base em um disco rígido (caule), prolongado por um escapo, sendo que os “dentes” são envoltos por folhas escamosas, de cor esbranquiçada ou rosadas (ANVISA, 2019).

É uma espécie não endêmica do Brasil, entretanto é cultivado em várias regiões do mundo com destaque de produtor para China e nas Américas para a México (BRASIL, 2015). No Brasil, os estados de Goiás, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e Bahia são os principais produtores e juntos respondem por 94% da produção brasileira (MOURA et al., 2013).

Sendo que em 2020, o consumo de alho no Brasil passou de 30 para 36 mil toneladas do produto, destacando-se as regiões do Cerrado e Sul do país como as maiores produtoras da planta, com volume aproximado de 15 toneladas por hectare (RODRIGO, 2021).

Tendo em vista que os nutrientes são obtidos através da ingestão de alimentos, que possuem um papel fundamental na formação e manutenção dos tecidos, como também na regulação das funções fisiológicas fundamentais para

sobrevivência humana. Presentes na composição nutricional do *A. sativum in natura* destacam-se as fibras, proteínas, carboidratos, cálcio, magnésio, manganês, fósforo, ferro, sódio, potássio, cobre, zinco, selênio, tiamina e piridoxina (NEP- UNICAMP, 2011).

O princípio ativo da planta é a alicina, liberado quando os dentes do alho são ofendidos/agredidos, aferindo o cheiro característico da planta que também se deve a sua molécula ativa. É uma molécula instável diante de outros elementos, de fácil volatilização e por este fator difícil de ser sintetizada (MENDES, 2008).

Embora a alicina ser difícil manipulação e de ser consumido em baixas quantidades, os compostos bioativos do *A. sativum* apresentam resultados satisfatórios no controle de hiperlipidemia, potencial antioxidante no plasma sanguíneo e nas células do tecido hepático, atuando também como coadjuvantes para aumento da atividade enzimática antioxidante envolvida nos fatores pró-saúde do organismo (QUEIROZ, 2010). Estudos apontaram o potencial antimicrobiano e antifúngico da alicina sendo semelhante à penicilina G e mais eficiente que o miconazol no tratamento *in vitro* de *Streptococcus aureus* e *Candida albicans*, respectivamente (FONSECA *et al.*, 2014).

Nesse contexto, este estudo teve com objetivo busca na literatura estudos relativos ao alho, procurando estabelecer uma correlação entre seu perfil fitoquímico e uma possível atividade terapêutica e/ou nutricional.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa de literatura, de caráter amplo que se propõe a descrever o desenvolvimento de determinado assunto, sob o ponto de vista teórico ou contextual, mediante a análise e interpretação científica existentes. Constitui, basicamente, de uma análise da literatura publicada em livros, artigos de revistas impressas e ou eletrônicas, na interpretação e análise crítica pessoal do autor. (BERNARDO; NOBRE; JATENE, 2004).

A problemática determinante para a escolha dos periódicos que nortearam a pesquisa foi: Quais os componentes do perfil fitoquímico do alho, como podem ser extraídos e quais possuem atividades terapêuticas e como atuam no organismo? Assim a discussão será norteada para como utilizar esses componentes no âmbito nutricional agregando benefícios terapêuticos.

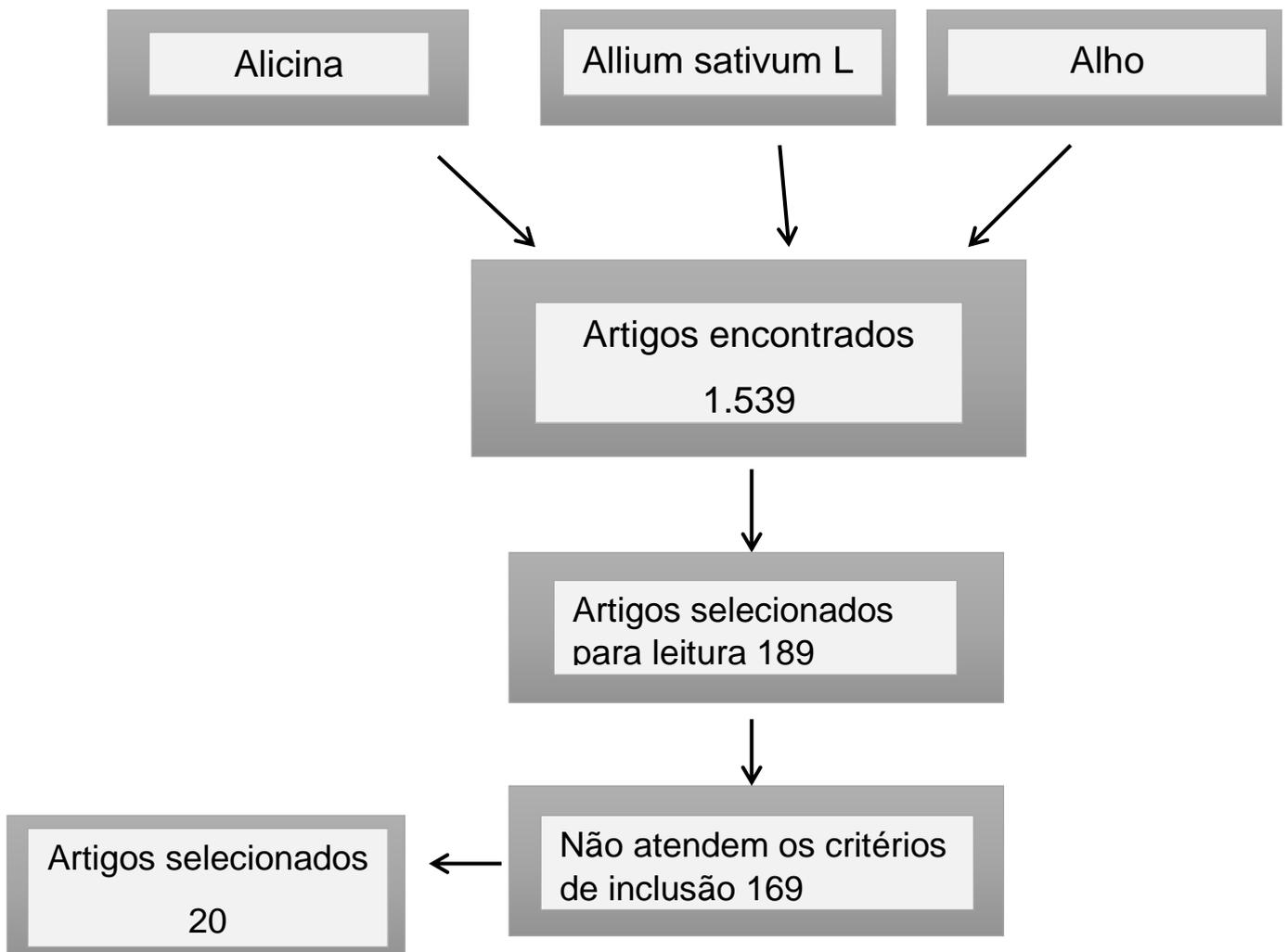
Para a busca dos artigos, foram utilizados os termos “alho”, “alicina” e “*allium sativum*”, sendo preconizados estudos descritivos sobre o alho, trabalhos com o componente alho *in natura* e ou com o extrato da planta. Assim, o trabalho envolveu atividade de busca, tabulação dos dados e montagem de um fluxograma.

A pesquisa foi realizada através das plataformas Pubmed, Scielo e Google acadêmico, sendo indexado para busca os seguintes descritores: alho e alicina e alho *sativum* L na busca. Como resultado de busca entre as plataformas totalizaram-se 1.539 artigos científicos, conforme os descritores. A partir do n= 1.539, foram aplicados critérios de exclusão, sendo eles: repetição de título e ou resumo, títulos referentes que abordaram cultivo da planta, artigos de acesso restrito, artigos não publicados em sua integralidade, artigos que não em português ou inglês, já para os critérios de inclusão foram utilizados artigos publicados até dez anos, artigos publicados na íntegra para o *download*, teses e dissertações.

Após a aplicação dos critérios de exclusão, o total de artigos passou a ser n= 1.350, os quais foram lidos em sua integralidade, visando um novo refinamento de pesquisa que gerou a exclusão de 169 artigos, pois não se encaixavam nos critérios de seleção que foram: artigos que trazem diretamente os valores nutricionais e os compostos nutricionais do *A. sativum*, artigos relacionados à composição e extração

dos compostos fitoquímicos do *A. sativum* L, artigos que descrevem a ação do principal princípio ativo de nível terapêutico do alho (alicina) e sua ação *in-vitro* ou *in-vivo*, artigos com palavras chave fitoquímica, anti-hipertensiva, antioxidante, antiplaquetária, antitumoral e hipolipemiante. Devido a indisponibilidade de artigos relacionados à composição nutricional, abordando quantidade e teor dos componentes do alho, abriu-se exceção para o uso da tabela TACO (NEPA-UNCAMP,2011). Após aplicação dos critérios de seleção o total de artigos compatíveis com o interesse passou a ser n= 20. A figura 1. traz a esquematização do Diagrama de fluxo PRISMA, adaptado para pesquisa em questão.

Figura1. Organograma representando a seleção dos artigos utilizados.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos selecionados com base da revisão foram organizados e tabulados descritos com nome do autor e ano publicação, o título da pesquisa e uma breve conclusão. tais informações descritas no quadro 1.

Quadro 1. Artigos selecionados para compor a revisão narrativa.

Autor e ano de publicação	Titulo da pesquisa	Conclusão
Caldas <i>et al.</i> 2019	Alho e cebola: suas propriedades de prevenção do câncer	Estudos mostram que os mecanismos potenciais da atividade anticancerígena de vários extratos e preparações vegetais de <i>Allium</i> e destacam as atividades dos compostos contendo enxofre. Esses compostos têm efeitos em cada estágio da carcinogênese e afetam muitos processos fisiológicos que modificam o risco de câncer
Fonseca <i>et al.</i> 2019	Análise fitoquímica e atividades biológicas do alho.	A análise fitoquímica qualitativa aponta a presença de metabólitos secundários como a cumarinas, esteroides, terpenoides e alcaloides no extrato etanólico das folhas do alho. A avaliação antioxidante do extrato etanólico das folhas e dos bulbos do alho mostra-se com moderada atividade já nas folhas e nos bulbos apresenta uma maior atividade.
Fontaneile <i>et al.</i> 2015	Avaliação da atividade antimicrobiana do alho (<i>Allium sativum L.</i>) e de seu extrato aquoso	A pesquisa que as amostras trazem não perderam a sua ação e eficácia da sua ação farmacológica e antifúngica.
Miront <i>et al.</i> 2014	Alicina: preparação e aplicação.	O uso do alho e sua molécula que é alicina mostra ter a ação antifúngica e pode ser usado como um farmacocinético por intervenção média.
Majewski. 2014	<i>Allium sativum</i> : fatos e mitos sobre a saúde humana	Nos últimos anos tem sido realizadas pesquisas clínicas e <i>in vitro</i> , as quais mostram que o produto obtido mesmo sem alicina, como AGE têm efeitos

		biológicos claros e significativos no tratamento de doenças cardiovasculares, câncer, problemas hepáticos e melhora imunológica.
Lima neto <i>et. al.</i> 2015	Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso.	Considerando que substâncias naturais podem ser responsáveis pelo efeito de proteção contra os riscos de muitos processos patológicos, os resultados descritos neste trabalho, estimulam a continuidade dos estudos para avaliar a ação antioxidante de substâncias isoladas das espécies
Lanzotti. 2006	Análise de cebola e alho.	Esses compostos, característicos da cebola e do alho demonstraram ser quimicamente reativos de organossulfurados, principalmente dissulfetosi e trissulfetos, que também exibem atividades farmacológica.
Hiyasat. <i>et. al.</i> 2009	Atividade antiplaquetária de <i>Allium ursinum</i> e <i>Allium sativum</i> .	O componente farmacologicamente ativo dos extratos parece ser lipofílico em vez de hidrofílico, mas a substância química precisa ainda é desconhecida. Este é o primeiro relato da atividade antiplaquetária.
Ellmore Feldberg 1994	Localização da Allin Liase na bainha do feixe de dente de alho (<i>Allium sativum</i>).	A enzima alicina mostra o compostos contendo enxofre responsáveis pelo sabor, odor e propriedades farmacológicas do alho (<i>Allium sativum</i>) na sua ação que esta restrita a bainha de feixe e demonstrado pelo controle imunocitoquímico promovendo a ação dos anticorpos.
Durak <i>et. al.</i> 2009.	Efeitos da suplementação com extrato de alho nos parâmetros lipídicos e antioxidantes do sangue e no processo de formação da placa aterosclerótica em coelhos alimentados com colesterol	A suplementação com extrato de alho melhora o perfil lipídico do sangue e aumenta o potencial antioxidante. O tratamento com extrato pode reduzir significativamente a área de superfície da placa na aorta. Nossos resultados sugerem que o aumento do potencial antioxidante do sangue devido à suplementação com extrato pode ser um dos fatores.
Dorrigiv <i>et. al.</i> 2020.	Alho (<i>Allium sativum</i>) como antioto ou agente protetor contra toxicidades naturais ou químicas uma revisão abrangente e atualizada.	O estudo morte que os ensaios clínicos mostram que alho tem a ação de anti-inflamatória, agente quelante, atividades citoprotetoras, aumento da síntese de proteínas em tecidos danificados, supressão da apoptose, modulação de p53, fosfoinositídeo 3-quinase que mostra que pode ter

		introduzido como um antídoto universal ou planta protetora contra muitos agentes tóxicos
Corzo-Martinez <i>et.al.</i> 2007	Propriedades biológicas da cebola e do alho	O alho em pó tem na sua composição a extração de seu óleo essencial e suas produtos comerciais são menos abundantes do alho uma das importâncias dessas hortaliças tanto na alimentação quanto na terapêutica, no presente trabalho foram revisadas as principais atividades biológicas do alho e da cebola, indicando os compostos responsáveis por cada uma delas.
Bianco, 2008	A Construção das Alegações de Saúde para Alimentos Funcionais	Os alimentos que são considerados funcionais tem a sua ação comprovada por estudos científicos que mostram a eficácia dos mesmos.
Bayan Koulivand; 2014.	Alho: uma revisão dos potenciais efeitos terapêuticos	O presente estudo mostra que o mecanismo exato de todos os ingredientes e seus efeitos a longo prazo não são totalmente compreendidos. Novos estudos são necessários para elucidar os mecanismos fisiopatológicos de ação do alho, bem como sua eficácia e segurança no tratamento de diversas doenças
Baghalian <i>et.al</i> 2005	Avaliação do teor de alicina e características botânicas em ecótipos de alho iraniano (<i>Allium sativum</i> L.)	Em geral não detectamos relação significativa entre diversidade genética e origens geográficas, então provavelmente os fatores genéticos têm mais influência do que a ecologia.
Al-Qattab <i>et. al</i> 2003	Mecanismo da redução da hipertensão induzida pelo (<i>Allium sativum</i>) em ratos 2R-1C: uma possível mediação da isoforma-1 do trocador Na/H	O presente estudo mostrou que os benefícios do alho mostram que pode ser usado com uma terapia complementar natural no tratamento da hipertensão arterial.
Fonseca <i>et.al</i> 2019	Análise fitoquímica e atividade biológica do alho.	A análise fitoquímica qualitativa aponta a presença de metabólitos secundários como a cumarinas, esteroides, terpenoides e alcaloides no extrato etanólico das folhas do alho.
Chung.. 2006.	As propriedades antioxidantes dos compostos do alho: Alil cistina, allina, alicina e dissulfato de alilo.	A enzima alicina mostra que dissulfeto de alila, aliina, alicina e alil cisteína exibem diferentes padrões de atividades antioxidantes como compostos protetores contra os danos dos radicais livres no organismo

		humano.
Lima neto. <i>et. al</i> 2015	Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso	A tese mostra que os dados sugerem a ausência de componentes citotóxicos nestas espécies. Contudo, para avaliação da toxicidade de plantas outros ensaios são propostos pela literatura e devem ser realizados.
Nicastro <i>et.al.</i> 2015	Alho e cebola: suas propriedades de prevenção do câncer.	Estudos mecanísticos indicam mecanismos potenciais da atividade anticancerígena de vários extratos e preparações vegetais de <i>Allium</i> e destacam as atividades dos compostos contendo enxofre. Esses compostos têm efeitos em cada estágio da carcinogênese e afetam muitos processos fisiológicos que modificam o risco de câncer.
Vieira. 2012.	Aspectos fisiológicos e fitossanitários na micropropagação para a obtenção de alhosemente livre de vírus	O alho apresenta eficácia na eliminação de fungos e virose nas plantas que foram feitas as análise mostrando assim a sua ação em forma de limpeza.

Elaborado pela autora (2023).

O alho é uma hortaliça considerada um alimento funcional devido os sua composta bioativa comprovados presentes, já na sua composição nutricional apresenta nutrientes que fazem parte da sua estrutura. A planta apresenta na sua composição fotoquímicos com o selênio, ajoeno, tiosulfinato e a alicina que são responsável pelo odor e sua ação bioativas presentes com isso pode se ter uma a função medicinal e funcional presente na planta que é amplamente consumida com tempero na culinária Brasileira e mundial.

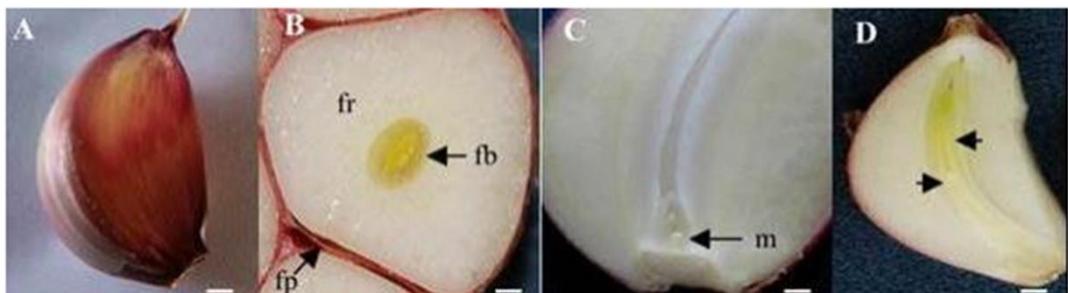
3.1 A PLANTA ALHO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça rica em amido e substâncias aromáticas de alto valor condimentar e possui ação fitoterápica com diversas propriedades farmacológicas. Seus benefícios potenciais afetam majoritariamente os sistemas imunológico e cardiovascular. Segundo FONSECA *et al.* (2014)., tal é o seu aporte nutricional, que por vezes é conhecido como penicilina.

Vieira (2012), descreve o alho (Figura 1A) como um bulbilho formado a partir de uma gema axilar dormente, contém um meristema apical, rodeado por três folhas modificadas (Figura 1C) - uma fina folha periférica de proteção, uma folha de armazenamento (ou de reserva), e uma folha de brotação. A folha de proteção do bulbilho apresenta uma superfície dura lignificada, sendo uma barreira à penetração de pragas e doenças, e abrange a folha de reserva que constitui a maior porção do bulbilho. Ela consiste quase que inteiramente de bainha, é tubular em forma, e envolve o desenvolvimento da folhagem da planta. A folha de brotação consiste de uma bainha que rodeia completamente os primórdios funcionais que envolvem o meristema apical, sendo caracterizada por tecidos extremamente vacuolizados que isolam fisiologicamente o meristema (Figuras 1B e 1D).

Figura 2 - Estrutura do bulbilho de alho. O aspecto geral do bulbilho inteiro. B, secção transversal do bulbilho indicando detalhes da estrutura interna; fp: folha de proteção; fr: folha de reserva; fb: folha de brotação. C, secção longitudinal do bulbilho indicando a posição do meristema apical (m) envolto pela bainha da folha de brotação. D, folha de brotação com primórdios desenvolvidos (setas). Barras: A e D = 0,5 cm, B e C= 1 cm.

Figura 2 – Estrutura do bulbilho do alho.



Fonte: Vieira (2012)

O alho desde a sua origem na Ásia Central, passou a ser utilizado não só como alimento (Figura 3), mas, também, como remédio, e nunca deixou de ser utilizado para fins medicinais (FONTENELIE et al., 2015).

Figura 3. *Allium sativum*, alimento funcional.



Fonte: Colomer (2020).

3.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO ALHO

O alho pertence ao grupo da cebola, plantas com um odor pungente típico. O bulbo e os dentes de alho são as partes mais utilizadas das plantas para fins medicinais (ELLMORE; FELDBERG, 1994).

Ao longo da história, muitas culturas diferentes reconheceram o uso potencial do alho para prevenção e tratamento de diferentes doenças. Atualmente, é considerado um alimento funcional (BIANCO, 2008). Para um alimento apresentar alegações de propriedade funcional e/ ou, de saúde, tanto os alimentos como as substâncias probióticos e bioativas isolados devem ser, obrigatoriamente, registrados perante o órgão competente. Para que haja propaganda destes produtos o conteúdo não pode ser diferente em seu significado, daquele aprovado para a rotulagem.

Os nutrientes que são encontrados nos alimentos têm um papel fundamental na manutenção do organismo e com isso são considerados importantes na alimentação, pois todos os alimentos têm uma composição benéfica que ajudam na manutenção da saúde.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, 4ª em sua edição revisada e ampliada (TACO, 2011), demonstra a composição do alho cru por 100 gramas de parte comestível, a qual está abaixo representada (Figura 4):

Figura 4. Composição nutricional do alho.

	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos	Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil	Tabela de Composição de Alimentos: suporte para decisão nutricional
Umidade	67,5%	-	-
Energia	113 Kcal 473 KJ	149 Kcal	149 Kcal
Proteína	7,0 g	6,36 g	6,37 g
Lipídios	0,2 g	0,50 g	0,50 g
Colesterol	0 mg	0 mg	0 mg
Carboidratos	23,9 g	33,06 g	33,10 g
Fibra alimentar	4,3 g	2,10 g	2,10 g
Cinzas	1,3 g	0 g	0 g
Cálcio	14 mg	1,81 mg	1,10 mg
Magnésio	21 mg	25 mg	25 mg
Manganês	0,24 mg	1,67 mg	1,67 mg
Fósforo	149 mg	153 gm	401 mg
Ferro	0,8 mg	1,70 mg	1,70 mg
Sódio	5 mg	17 mg	17 mg
Potássio	535 mg	401 mg	153 mg
Cobre	0,15 mg	0,30 mg	0,30 mg
Zinco	0,8 mg	1,16 mg	1,17 mg
Tiamina	0,18 mg	0,20 mg	0,20 mg
Piridoxina	0,44 mg	1,24 mg	1,24 mg

Fonte: Elaborada pelo autor, (2022).

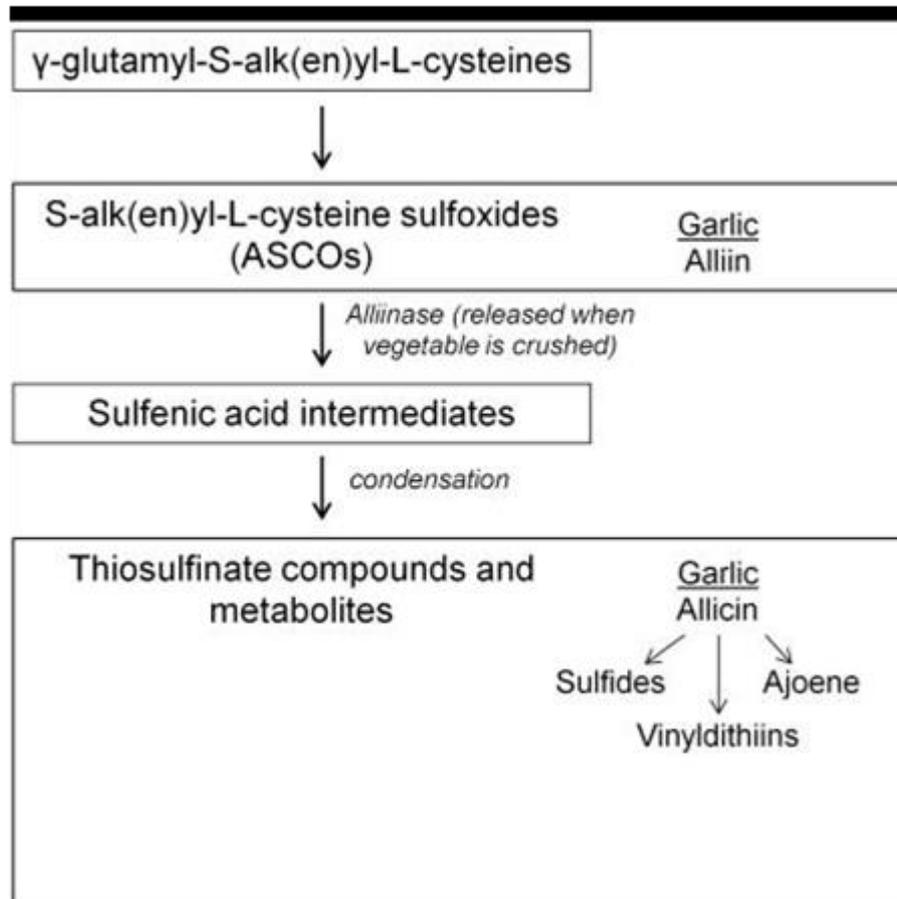
Observando a figura 4, pode ser feito uma comparação entre as tabelas Brasileira de composição de alimentos (TACO), Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil (IBGE) e Tabela de Composição de Alimentos: suporte para decisão nutricional, mostrando que as quantidades dos nutrientes encontrados no alho com o carboidrato, fibras, cálcio, magnésio, manganês, fósforo, ferro e potássio apresentam uma diferença na sua composição de acordo com as tabelas de composição dos alimentos, que pode estar relacionado ao local e o método utilizado para a extração destes nutrientes.

Conforme Colomer (2022), o alho apresenta vitamina B6 e C, e com respeito ao conteúdo mineral, inclui bons valores de selênio e cálcio. Cerca de 65% do dente é água; dentre os 28% de hidratos de carbono, majoritariamente são frutanos, derivados da inulina; e 2% de proteína, principalmente alinase e glicoproteínas, 1,2% de aminoácidos livres, como arginina, cisteína e metionina. Os compostos organosulfurados são princípios bioativos, entre os quais aliina, ajoeno, g-glutamil-S-alil-mercaptop-L-cisteína, sulfóxido de S-metilcisteína.

3.3 COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA DO ALHO

O alho apresenta em sua composição fitoquímica mais de 100 compostos biologicamente ativos (Figura 4), destacando-se o selênio, o ajoeno, o tiosulfonato e a alicina, óleo responsável pelo seu odor característico (CALDAS et al., 2019; SILVA; SANTOS; SIQUEIRA, 2020).

Figura 5. Compostos bioativos de enxofre em vegetais no *Allium*.



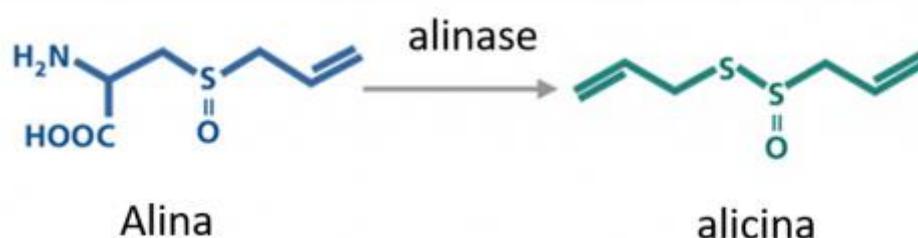
O efeito curativo do alho deve-se à composição de substâncias biológicas ativas, que incluem enzimas, como a alinase; compostos sulfurados, destacando-se a alicina; e componentes produzidos enzima ricamente, como a alicina (MAJEWSKI, 2014).

O alho contém 33 compostos organossulfurados (COS), sendo que 1g de alho fresco contém de 11 a 35 mg dessas substâncias; possui ainda quase quatro vezes mais COS (por grama de peso fresco) do que a cebola, brócolis, couve-flor e damasco (HOLUB et al., 2002).

Dentre os compostos com elevado valor funcional nos bulbos, destaca-se a alicina, um líquido volátil responsável pelo odor pungente do alho. Quimicamente, a alicina é uma molécula instável e altamente reativa. É o composto bioativo mais comum e representa cerca de 70% dos compostos sulfurados presentes nessa hortaliça (MIRON et al., 2004).

Quando os bulbos de alho são cortados ou esmagados, a alicina é produzida pela enzima por hidrólise através da interação do aminoácido não protéico aliina [(+)-S-allil-L-sulfóxido cisteína], abundante nos “dentes” de alho, com a enzima alinase. Durante a reação enzimática, amônia e piruvato também são formados figura 6. Os elementos responsáveis pela quebra da alicina são o ar, a água e temperaturas elevadas (MIRON et al., 2002, 2004; BAGHALIAN et al., 2005; SANCE et al., 2006).

Figura 6. Síntese do fitoquímico alicina.



Fonte: Clube da Química (2022)

A alicina, também conhecida como dialil tiosulfonato, não existe no alho fresco, sendo obtida através da trituração do vegetal com auxílio da enzima alinase e, além do seu forte aroma, este fitoquímico é considerado o princípio ativo de maior valor biológico do extrato de alho, devido às suas atividades antimicrobiana, anti trombótica, hipolipidêmica e anticancerígena (BAGHALIAN et al., 2005).

Por ser um tiosulfato, a alicina é uma espécie reativa de enxofre e sofre uma reação redox com grupos de tiol em glutatona e proteínas que acredita ser essencial para sua atividade biológica. É fisiologicamente ativa em células microbianas, vegetais e de mamíferos. De uma forma dose dependente, a alicina pode inibir a proliferação de bactérias e fungos ou matar células, incluindo cepas resistentes a antibióticos como *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina. Além disso, em linhas de células de mamíferos, incluindo células cancerosas, induz a morte celular e inibe a proliferação celular (BORLINGHAUS et al., 2014).

Lima Neto et al. (2015) relataram que os compostos fenólicos possuem um ou mais grupos hidroxilas ligados a um anel aromático e destacam-se de outras classes de metabólitos secundários porque são amplamente distribuídos e por apresentarem

inúmeras atividades farmacológicas, cientificamente comprovadas, sendo representadas por taninos, flavonóides e cumarinas.

Informação essa confirmado por Fonseca et al. (2019), os quais descreveram que a análise fitoquímica qualitativa aponta a presença de metabólitos secundários como cumarinas, esteróides, terpenóides e alcalóides no extrato etanólico das folhas do alho.

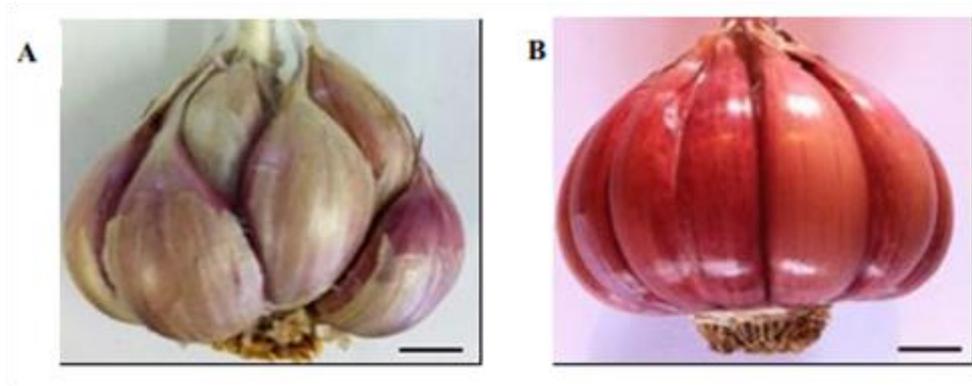
Corzo-Martínez et al. (2007) ressaltam que alguns compostos sulfurados presentes no alho determinam suas atividades como hipotensor, hipoglicemiante, hipocolesterolêmico e antiagregante plaquetário, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares.

Diversos metabólitos secundários são utilizados como potencial biológico, servindo de base fundamental para medicamentos tradicionais. Alguns pesquisadores comprovaram que o extrato do alho é capaz de estimular o sistema imunológico, gerando uma ação pró-inflamatório a partir da proliferação e amplificação da medida das células, além da maior produção de citocinas pró-inflamatórias sem efeito hepatotóxico (CORZO-MARTÍNEZ et al., 2007; LOZANO et al., 2015).

3.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS E MEDICINAIS DO ALHO

Na medicina popular, o alho (Figura 6) é utilizado com a função de prevenir e tratar infecções diversas. Estudos científicos comprovaram que o extrato do alho é capaz de estimular o sistema imunológico, gerando uma ação pró-inflamatória a partir da proliferação e maior produção de citocinas pró-inflamatórias sem que se observe efeito hepatotóxico. A comprovação científica dos benefícios associados à baixa toxicidade do alho e ao estímulo do sistema imune permite que este vegetal seja administrado no tratamento e prevenção de vários processos inflamatórios (LOZANO et al., 2015).

Figura 7 - Aspectos gerais de bulbos de alho do grupo comum (A) e do grupo nobre (B). Barras: (1 cm).



Fonte: Vieira (2012)

O extrato aquoso de alho, popularmente, é utilizado com a finalidade de prevenir e de tratar afecções diversas, como artrite, dor de dente, tosse crônica, constipação, infestação parasitária, picadas de cobras e insetos, doenças ginecológicas e outras infecções de modo geral (BAYAN; KOULIVAND; GORJI, 2014).

Segundo Marchiori (2003), já foram identificados cerca de 30 componentes do alho com efeitos terapêuticos. Algumas dessas propriedades farmacológicas estão bem estabelecidas, como ação antibacteriana (CUTLER; WILSON, 2004), antioxidante (DROBIOVA et al., 2009), fibrinolítica (RAHMAN, 2001), anticoagulante e antihipertensiva (ALLI-QATTAN et al., 2003), estimulante da secreção de insulina e ação hipoglicêmica (AUGUSTI; SHEELA 1996), ação hipolipidêmica (ISMAIL; GIPPERT, ., 1999), além de prevenção da arteriosclerose (DURAK et al., 2002).

Sobenin et al. (2019), descrevem que geralmente as preparações à base de alho são capazes de melhorar o perfil lipídico em humanos, inibir a biossíntese do colesterol, suprimir a oxidação da lipoproteína de baixa densidade, modular a pressão arterial, suprimir a agregação de plaquetas, reduzir o nível de fibrinogênio plasmático e aumentar a atividade fibrinolítica, fornecendo efeitos cardioprotetores e anti-ateroscleróticos clinicamente relevantes.

A. sativum exerce efeitos anti agregadores. Conforme Hiyasat et al. (2009), os extratos de alho agem pela inibição da via ADP; seus mecanismos de ação são comparáveis aos da droga controle, clopidogrel, O componente farmacologicamente ativo dos extratos parece ser lipofílico em vez de hidrofílico, mas a substância química precisa ainda é desconhecida.

Zhu et al. (2018), com base na pesquisa que realizaram, concluíram que o alho afeta favoravelmente a aterosclerose, a hipertensão e a diabetes, e ajuda a diminuir o risco de infarto do miocárdio e derrame isquêmico.

Mesmo como suplemento alimentar, o alho tem potencial para proteção cardiovascular baseada na redução do fator de risco (hipertensão e colesterol total) e marcadores substitutos de aterosclerose, sugeriram os estudos de Varshney e Budoff (2016).

Já na visão de Ried (2016), os suplementos de alho têm o potencial de diminuir a pressão arterial em indivíduos hipertensos, para regular concentrações de colesterol ligeiramente elevadas, e para estimular o sistema imunológico. Os suplementos de alho são altamente tolerados e podem ser considerados como uma opção de tratamento complementar.

Para Lanzotti (2006), o alho constitui rica fonte de vários fitonutrientes reconhecidos como elementos importantes da dieta mediterrânea, mas também são usados no tratamento e prevenção de uma série de doenças, incluindo câncer, doença cardíaca coronariana, obesidade, hipercolesterolemia, diabetes tipo 2, hipertensão, catarata e distúrbios do trato gastrointestinal (por exemplo, dor cólica, flatulenta e dispepsia).

Nicastro, Ross e Milner (2015), descreveram que a maioria das evidências de apoio sobre os efeitos preventivos do câncer pelo alho destacam mecanismos potenciais de compostos individuais contendo enxofre e de várias preparações e extratos desses vegetais, incluindo diminuição da bioativação de cancerígenos, atividades antimicrobianas e modificação de redox.

Por outro lado Zhang et al. (2020), relataram que dos inúmeros benefícios para a saúde, o efeito anticancerígeno do alho é provavelmente o mais perceptível.

Observações nos últimos anos mostraram que o consumo de alho na dieta proporciona forte proteção contra o risco de câncer.

Extratos de alho e o alho *in natura*, através de suas atividades antioxidantes, têm sido relatados na proteção contra danos de radicais livres no corpo (Chung, 2006).

Dorrigiv, Zareiyan e Hosseinadeh (2020), demonstraram que o alho e seus principais componentes podem amenizar a toxicidade de diferentes agentes no cérebro, rim, sangue, fígado, embrião, baço, pâncreas, coração e sistema reprodutivo por seu efeito antioxidante, redução da peroxidação lipídica, anti-inflamatório, agente quelante, atividades citoprotetoras, aumento da síntese proteica em tecidos danificados, supressão da apoptose, modulação de p53, dentre outros efeitos.

4 CONCLUSÃO

Diante do que foi exposto no trabalho concluiu-se que o alho tem uma ação fotoquímica e com isso a sua composição bioativa mostra que a alicina tem uma eficácia comprovada diante das inflamações, infecções e outras doenças. No entanto não se deve deixar de fazer o consumo dos medicamentos prescrito pelo médico os fitoterápicos são recontados para auxiliar no tratamento médico.

5. REFERENCIA

AL-QATTAN, K.K. et al. Mechanism of garlic (*Allium sativum*) induced reduction of hypertension in 2K-1C rats: a possible mediation of Na/H exchanger isoform-1. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v.69, n.4, p.217-22, 2003.

AMAGASE, H. et al. Intake of garlic and its bioactive components. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.131, p.S955-S962, 2001. Disponível em: <<http://jn.nutrition.org/cgi/reprint/131/3/955S>>. Acesso em: 15 jul. 2022. DOI: 0022-3166/01.

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos. Comissões e Grupos de Trabalho. Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. Brasil; 2005.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**. Vol. II. 6. ed. Brasília, 2019.

Augusti, K.T.; Sheela, C.G. Antiperoxide effect os sallylcysteine sulfoxide, an insulin secretagogue, in diabetic rats. *Experientia*, v.52, n.2, p.115-20, 1996.

BAGHALIAN, K. et al. Evaluation of allicin content and botanical traits in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. **Scientia Horticulturae**, Netherlands, v.103, n.2, p.155-166, 2005.

BAYAN, L.; KOULIVAND, P. H.; GORJI, A. Garlic: a review of potential therapeutic effects. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v. 4, n. 1, p. 1-14, 2014.

BERNARDO, W.M.; NOBRE, M.R.C.; JATENE, F.B. A prática clínica baseada em evidências. Parte II: buscando as evidências em fontes de informação. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.50, n.1, p.1-9, 2004.

BIANCO, A.L. **A construção das alegações de saúde para os alimentos funcionais**. Brasília; Embrapa informação Tecnológica, 2008.113p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monografia da espécie *Allium sativum* L.(alho)**. Brasília, 2015.

BORLINGHASJ, Albrecht, Gruhlke, MCH, Nwachukwu, ID, Allicin: Chemistry and biological properties. *Molecules* 2014.

CALDAS, F. F. et al. Atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* L.) frente a bactéria causadora de infecção do trato urinário. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.7, n.1, p. 217-224, 2019.

CHUNG, L.Y. The antioxidant properties of garlic compounds: allyl cysteine, alliin, allicin, and allyl disulfide. **Journal of Medicinal Food**, v.9, n.2, p.:205-13, 2006. DOI: 10.1089/jmf.2006.9.205.

CORZO-MARTÍNEZ, M. et al. Biological properties of onions and garlic. **Trends in Food Science & Technology**, v.18, n.12, p.609-25, 2007.

CUTLER, R.R.; WILSON, P. Antibacterial activity of a new stable aqueous extract of allicin against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. **British Journal of Biomedical Science**, v.61, n.2, p.71-4, 2004.

DORRIGIV, M.; ZAREIYAN, A.; HOSSEINZADEH, H. Garlic (*Allium sativum*) as an antidote or a protective agent against natural or chemical toxicities: A comprehensive update review. **Phytotherapy Research**, v.34, n.8, p.1770-1797. aug. 2020. DOI: 10.1002/ptr.6645.

DROBIOVA, H. *et al.* Garlic increases antioxidant levels in diabetic and hypertensive rats determined by a modified peroxidase method. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, art. ID 703049, 2009. DOI: 10.1093/ecam/nep011.

DURAK, I. *et al* Effects of garlic extract supplementation on blood lipid and antioxidant parameters and atherosclerotic plaque formation process in cholesterol fed rabbits. **Journal of Herbal Pharmacotherapy**, v.2, n.2, p.19-32, 2002.

ELLMORE, G.S.; FELDBERG, R.S. Alliin lyase localization in bundle sheaths of the garlic clove (*Allium sativum*). *American Journal of Botany*, v. 81, p. 89-94, 1994.

FONSECA, A.M. et al. Análise fitoquímica e atividades biológicas do alho. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.16, n.29, p. 141-156, 2019.

FONSECA, G.M. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* Liliaceae) e de seu extrato aquoso. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n.3, supl. I, p.679-684, 2014.

FONTENELLE, L. M. dos S. et al. Qualidade microbiológica do alho (*Allium sativum*) produzido e comercializado em mercados públicos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 74, n. 4, 2015.

HIYASAT, B. et al. Antiplatelet activity of *Allium ursinum* and *Allium sativum*. *Pharmacology*, v.83, p.197-204, 2009.

HORTIFRUTI. **Cinco curiosidades sobre o alho**. 2017. Disponível em: saberhortifruti.com.br. Acesso em: 29 jul. 2017.

HOLUB, B.J. et al. Organosulfur compounds from garlic. In: SHI, J. et al. **Functional foods: biochemical and processing aspects**. Washington: CRC, 2002. Cap.7, p.213-238.

ISMAIL, F. S. A. ; GIPPERT, T. Using sunflower by-product in growing rabbit diets. **Egyptian Journal Rabbit Science**, v.9, n.2, p. 285-295, 1999

LANZOTTI, V. The analysis of onion and garlic. **Journal of Chromatography**. v.1112, n.1-2, p.3-22, abr. 2006. DOI: 10.1016/j.chroma.2005.12.016.

LIMA NETO, G.A. et al. Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.4, p.1069-1077, 2015.

LOUIS, X.L. et al. Garlic extracts prevent oxidative stress, hypertrophy and apoptosis in cardiomyocytes: a role for nitric oxide and hydrogen sulfide. **BMC Complement Alternative Medicine**, v. 12, p.140, 2012.

MAJEWSKI, M. *Allium sativum*: facts and myths regarding human health. **Rocz Panstw Zakl Hig.**, n. 2, v. 65, n. 1, p. 1-8, 2014.

MENDES, P.A.P. **Estudo do teor de alicina em alho**. 2008. Tese (Doutorado) - Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Bragança, 2008.

MIRON, T. et al. A spectrophotometric assay for allicin, alliin, and alliinase (alliin lyase) with a chromogenic thiol: reaction of 4-mercaptopyridine with thiosulfinates. **Analytical Biochemistry**, v.307, n.1, p.76-83, 2002.

MIRON, T. et al. Allicin: preparation and applications. **Analytical Biochemistry**, v.331, p.364-369, 2004.

MOURA, A.P. et al. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular Técnica: Recomendações técnicas para o manejo integrado de pragas da cultura do alho**. Brasília: Embrapa, n. 118 , p. 1-13, 2013.

NEPA-UNICAMP. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação - Universidade Estadual de Campinas. **TACO - Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

NICASTRO, H.L.; ROSS, S.A.; MILNER, J.A. Garlic and onions: their cancer prevention properties. **Cancer Prevention Research**, v.8, n.3, p.181-9, mar. 2015. DOI: 10.1158/1940-6207.

PANTOJA, C.V. *et al* Purification and bioassays of a diuretic and natriuretic fraction from garlic (*Allium sativum*). **Journal of Ethnopharmacology**, v.70, n.1, p.35-40, 2000.

QUEIROZ, Y.S. de. **Efeito do processamento do alho (*Allium sativum* L.) sobre os seus compostos bioativos e potencial antioxidante *in vitro* e *in vivo***. 2010.Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Rahman, K. Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. *Journal of Nutrition*, v.131, n.3S, p.977S-9S, 2001.

SANCE, M.M. *et al*. Evaluation of the Argentinean garlic germplasm in relation to its aptitude for the freeze drying process. *Molecular Medicinal Chemistry, Argentina*, v.10, p.33-34, 2006.

Silva, S. B. D., Santos, A. N. D., & Siqueira, L. D. P. (2020). Ação antimicrobiana e toxicidade do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e da alicina, sua utilização em formas farmacêuticas e possível associação para o tratamento de infecções dérmicas. *Brasiliiana Journal of Development*.

Varshney, R., & Budoff, M. J. 2016 Garlic and Heart Disease. *The Journal of nutrition*, Acessado em 2022.

VIEIRA, Renato Luis. **Aspectos fisiológicos e fitossanitários na micropropagação para a obtenção de alhosemente livre de vírus**. Tese (Doutorado em Ciências) – Florianópolis 2012.