

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Julia Bussadori Gonzalez
Julia Helena Silva Meneghin de Souza
Laura Siqueira de Oliveira
Livia Fernandes Gomes

PROPRIEDADE ANTIFÚNGICA DO MANJERICÃO, GENGIBRE E
ALHO COMO CONSERVANTE ALIMENTÍCIO DE CONTROLE
MICROBIOLÓGICO

Fernandópolis
2025

Julia Bussadori Gonzalez
Julia Helena Silva Meneghin de Souza
Laura Siqueira de Oliveira
Livia Fernandes Gomes

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção da Habilitação Profissional Técnica
de Nível Médio de **Técnico em Química**, no
Eixo Tecnológico de **Produção Industrial**, à
Escola Técnica Estadual Professor Armando
José Farinazzo, sob orientação da Professora
Flavia Meira Cotrim.

Examinadores:

Flavia Meira Cotrim

Midian Nikel Alves de Souza

Estela Aparecida Merino Zanon

Fernandópolis
2025

PROPRIEDADE ANTIFÚNGICA DO MANJERICÃO, GENGIBRE E ALHO COMO CONSERVANTE ALIMENTÍCIO DE CONTROLE MICROBIOLÓGICO

Julia Bussadori Gonzalez
Julia Helena Silva Meneghin de Souza
Laura Siqueira de Oliveira
Lívia Fernandes Gomes

RESUMO: A indústria alimentícia brasileira ocupa posição de destaque na economia nacional, representando mais de 10% do PIB e desempenhando papel essencial na segurança alimentar e na geração de empregos. Contudo, o uso de aditivos sintéticos, especialmente conservantes como o sorbato de potássio (E202), tem levantado preocupações quanto aos impactos sobre a saúde humana. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial antifúngico das propriedades químicas e biológicas dos compostos ativos presentes nas plantas estudadas — extrato de alho (*Allium sativum*) com o composto alicina, óleo essencial de manjericão (*Ocimum basilicum*) com eugenol, metileugenol, linalol e estragol, e gengibre (*Zingiber officinale*) com gingerol e shogaol — frente ao fungo *Rhizopus stolonifer*, agente responsável pelo bolor de pães. Foram realizados testes *in vitro* do tipo antifungigrama, aplicados individualmente e em combinações. Os estudos revisados indicam que o extrato alcoólico de alho apresentou eficácia significativa na inibição do crescimento do fungo e o óleo essencial de manjericão se mostrou levemente eficaz, sendo alternativas promissoras aos conservantes sintéticos.

Palavras-chave: Atividade antifúngica, conservantes naturais, extrato de alho, óleo essencial de manjericão, *Rhizopus stolonifer*.

ABSTRACT: The Brazilian food industry holds a prominent position in the national economy, accounting for more than 10% of the GDP and playing an essential role in food security and job creation. However, the use of synthetic additives, especially preservatives such as potassium sorbate (E202), has raised concerns regarding their impacts on human health. In this context, the present study aimed to evaluate the antifungal potential of natural compounds based on the chemical and biological properties of the active compounds found in the studied plants — garlic extract (*Allium sativum*) containing allicin, basil essential oil (*Ocimum basilicum*) containing eugenol, methyl eugenol, linalool and estragole, and ginger (*Zingiber officinale*) containing gingerol and shogaol — against the fungus *Rhizopus stolonifer*, the agent responsible for bread mold. In vitro antifungigram tests were performed, applied individually and in combinations. The reviewed studies indicate that the alcoholic garlic extract showed significant efficacy in inhibiting fungal growth, and basil essential oil was slightly effective, representing promising alternatives to synthetic preservatives.

Keywords: Natural preservatives, antifungal activity, garlic extract, basil essential oil, *Rhizopus stolonifer*.

RESUMEN: La industria alimentaria brasileña ocupa un lugar destacado en la economía nacional, representando más del 10% del PIB y desempeñando un papel esencial en la seguridad alimentaria y en la generación de empleo. Sin embargo, el uso de aditivos sintéticos, especialmente conservantes como el sorbato de potasio (E202), ha generado preocupaciones sobre sus efectos en la salud humana. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial antifúngico de compuestos naturales a partir de las propiedades químicas y biológicas de los compuestos activos presentes en las plantas estudiadas — extracto de ajo (*Allium sativum*) con alicina, aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum*) con eugenol, metileugenol, linalol y estragol, y jengibre (*Zingiber officinale*) con gingerol y shogaol — frente al hongo *Rhizopus stolonifer*, agente responsable del moho del pan. Se realizaron pruebas in vitro tipo antifungigrama, aplicadas individualmente y en combinaciones. Los estudios revisados indican que el extracto alcohólico de ajo presentó una eficacia significativa en la inhibición del crecimiento del hongo, y el aceite esencial de albahaca mostró una eficacia leve, representando alternativas prometedoras a los conservantes sintéticos.

Palabras clave: Actividad antifúngica, conservantes naturales, extracto de ajo, aceite esencial de albahaca, *Rhizopus stolonifer*.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Brasil (2025), a indústria de alimentos está em pleno crescimento e tem se consolidado como uma das mais importantes do país. Ela lidera em produção, exportações e geração de empregos, sendo responsável por mais de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Além de impulsionar a economia, a indústria alimentícia tem papel fundamental na promoção da saúde e no combate à fome, contribuindo diretamente para o bem-estar da população. Apesar dos avanços, o setor ainda enfrenta desafios, como garantir a segurança alimentar, manter a qualidade dos produtos e acompanhar as exigências de um mercado cada vez mais competitivo (ALTUS, 2025).

A utilização de aditivos conservantes nos produtos alimentares é sumamente relevante para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos; no entanto, há uma considerável preocupação em relação à quantidade de substâncias químicas que lhes são incorporadas. O nível de exigência dos consumidores está

constantemente crescendo, assim como a demanda do mercado, por produtos de qualidade superior que proporcionem segurança microbiológica, física e química, mas que também preservem as propriedades sensoriais e nutricionais. Embora já exista no mercado uma ampla gama de métodos de conservação de alimentos, amplamente empregados pela indústria alimentícia, são necessários estudos sobre fontes naturais de conservação de alimentos (Sousa; Souza, 2021).

De acordo com Caleja et al. (2016), o sorbato de potássio (E202) é um dos conservantes mais comuns na indústria de alimentos, pois é visto como um aditivo seguro, eficiente e com baixa toxicidade em comparação a outros conservantes. Entretanto, há diversas pesquisas que apontam uma ligação entre o consumo em excesso de aditivos sintéticos e efeitos negativos para a saúde. Portanto, tem-se buscado alternativas a esses aditivos por meio da utilização de ingredientes e/ou aditivos naturais, como extratos de plantas, algas e fungos.

Segundo Souza, Oliveira e Costa (2021), a utilização de extratos naturais de manjerição (*Ocimum basilicum*), gengibre (*Zingiber officinale*) e alho (*Allium sativum*) apresentam eficácia antimicrobiana significativa, capaz de inibir o crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes em alimentos, contribuindo para sua conservação microbiológica. Essas plantas são ricas em compostos bioativos que demonstram ampla atividade contra fungos, o alho é rico em alicina, que age inibindo enzimas essenciais para o metabolismo fungíco, o manjerição contém eugenol, metileugenol, linalol e estragol, responsáveis por sua ação na membrana celular de microrganismos e o gengibre apresenta os compostos fenólicos, gingerol, o shogaol e os óleos essenciais, associados à sua atividade antifúngica, agindo na parede celular e afetando a integridade da membrana plasmática. Dessa forma, sua aplicação como conservantes naturais pode representar uma alternativa promissora aos aditivos químicos sintéticos, promovendo segurança microbiológica sem comprometer as propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos. Considerando a crescente demanda dos consumidores por produtos mais naturais e livres de aditivos artificiais, essa abordagem pode atender às exigências do mercado por alimentos mais saudáveis e sustentáveis.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo obter o extrato vegetal de alho, óleos essenciais de manjerição e gengibre e avaliar a atividade antifúngica destes compostos naturais contra o fungo *Rhizopus stolonifer* – responsável pelo aparecimento de bolor em pães. Para isso, foram realizados testes

in vitro do tipo antifungigrama, aplicados tanto a cada produto de forma isolada quanto à combinação entre eles, além das análises organolépticas – como a textura, aparência e odor -, com o propósito de verificar o potencial desses compostos no controle microbiológico de alimentos.

Por meio do estudo aprofundado, busca-se o conhecimento específico sobre o uso de compostos naturais com potencial de preservar alimentos contra a ação do fungo *Rhizopus stolonifer*. Além disso, espera-se poder avaliar a viabilidade da utilização destes compostos naturais como conservantes alimentares e contribuir para a ampliação da base científica e prática voltada a aplicações que promovam a saúde e segurança do consumidor.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS E CONTROLE MICROBIOLÓGICO

De acordo com Vasconcelos e Melo Filho (2010), a conservação de alimentos possui um histórico milenar, retomando aos tempos do homem pré-histórico, que desde cedo compreendeu a importância de guardar sobras de alimentos, dos períodos de fartura para enfrentar os momentos de escassez. Nesse contexto, percebe-se que a conservação de alimentos praticada pelo homem ao longo da história, associa-se à necessidade de sobrevivência humana, na qual envolve as matérias-primas agroalimentares por serem de origem animal ou vegetal, se tornando susceptíveis a alterações que iniciam-se desde a colheita dos vegetais, abate dos animais (no caso dos pescados, quando são retirados de seu habitat), da qual podem ser produzidas por vários agentes, sejam eles físicos (luz e calor), químicos (oxigênio e água) ou biológicos (microrganismos e enzimas). Dessa forma, o objetivo dos métodos de conservação visa aumentar a vida útil dos alimentos, a partir de procedimentos que inibem alterações microbianas (que além de alterar os alimentos podem provocar doenças e levar o indivíduo a morte), enzimáticas, químicas e físicas, entretanto, mantendo seus nutrientes e características organolépticas (aroma, sabor, textura).

Segundo Freitas e Figueiredo (2000), a conservação de alimentos apresenta vários procedimentos, na qual pode-se destacar os principais:

- Assepsia, ou manutenção dos alimentos livres de microrganismos.
- Manutenção da anaerobiose.

- Utilização de temperaturas elevadas ou negativas.
- Utilização de conservantes químicos, produzidos por microrganismos ou que são adicionados pelo homem.
- Utilização de atmosferas modificadas ou atmosferas controladas, normalmente em conjunto com a conservação a baixas temperaturas ou à utilização de embalagens.
- Irradiação.
- Destruição mecânica de microrganismos, através da trituração do alimento ou da utilização de pressões elevadas, entre outros processos.

Assim, o método de conservação terá sua intensidade potencializada se usada de forma individualizada, porém há possibilidade da utilização de dois ou mais métodos combinados, em que aumente a eficácia e/ou reduza o custo de tratamento.

2.2. PRINCIPAIS AGENTES MICROBIOLÓGICOS CAUSADORES DE DETERIORAÇÃO EM ALIMENTOS

De acordo com Franco e Landgraf (1996), a importância dos microrganismos nos alimentos ultrapassa seu potencial patogênico por exercer papéis essenciais, em que são classificá-los por três grupos distintos; os microrganismos causadores de “deterioração microbiana”; os microrganismos patogênicos, que oferecem risco à saúde; e os microrganismos capazes de causar alterações positivas sobre um alimento, modificando suas características originais.

No estudo de Silva (2008), destacou-se o grupo de microrganismos deteriorantes, no qual se incluem fungos que afetam alimentos classificados como os xerofílicos, termorresistentes e toxigênicos. Esses fungos são os principais perigos biológicos desses produtos, uma vez que algumas espécies produzem micotoxinas, que se acumulam no organismo, ocasionando diversos problemas de saúde, que variavam desde lesões hepáticas até determinados tipos de câncer.

Os fungos xerofílicos são definidos como microrganismos capazes de se desenvolver em atividade de água (a_w) inferior a 0,85, embora nem sob todas as condições de valor de pH, temperatura ou potencial redox. Dentro desse grupo, os xerofílicos moderados se desenvolveram em a_w reduzida, porém, para outras condições ambientais não apresentaram critérios rigorosos, logo, incluíram-se

espécies de *Penicillium*, *Aspergillus* (especialmente da série *A. restrictus*), *Eurotium* (série *A. glaucus*) e *Wallemia sebi*. Por outro lado, os xerofílicos fastidiosos extremos necessitam de baixa atividade de água (a_w) e seu crescimento foi condicionado na ausência de açúcares no meio, como observado em *Xeromyces bisporus* e espécies de *Chrysosporium*, *Eremascus* e bolores halofílicos (*Basipeptospora halophila* e *Polypaecilum pisce*). (Silva, 2008)

Alguns microrganismos, como *Zygosaccharomyces rouxii*, foram listados como osmofílicos, deteriorando alimentos ricos em açúcar, enquanto *X. bisporus* destacou-se como o mais xerofílico - organismos que crescem em ambientes secos ou com pouca água disponível -, portanto, segundo relata Silva (2008) o controle efetivo desse grupo envolveu a conservação da a_w abaixo de 0,65 durante o armazenamento.

Logo, Silva (2008) da continuidade em seu estudo, observando que os fungos termorresistentes englobaram espécies cujos esporos apresentaram resistência a elevadas temperaturas, sobrevivendo a processos como a pasteurização, especialmente em alimentos ácidos os quais bactérias não prosperam, entre esses, destacaram-se ascomicetos como *Byssoschlamys fulva*, *B. nivea*, *Neosartorya fischeri* e espécies de *Talaromyces*, fungos que causaram deterioração em sucos, frutas enlatadas e produtos de alto valor econômico, podendo produzir gases e comprometer a integridade das embalagens, assim a resistência varia de acordo com o pH, concentração de açúcar e presença de conservantes.

Segundo o mesmo autor, os fungos toxigênicos são aqueles capazes de produzir micotoxinas, substâncias prejudiciais à saúde humana e animal, com potencial variável tóxico. Determinadas toxinas, como a patulina, puderam ser produzidas por diferentes fungos, enquanto algumas espécies, como *Aspergillus flavus*, sintetizaram múltiplos compostos tóxicos. A produção de micotoxinas não se garante apenas pela presença de fungos, principalmente a falta de sinais visíveis de contaminação não reflete a ausência deles, visto que mesmo após a morte dos fungos, houve a persistência das micotoxinas (Silva, 2008).

Diante do estudo conduzido por Teixeira (2022), no qual analisou a situação higiênico-sanitária em padarias e os riscos à segurança do consumidor em conjunto de listas de verificação e avaliação da contaminação microbiológica no ambiente de produção, ressalta-se a necessidade de práticas rigorosas de higiene para garantir a saúde pública. Dessa forma, nos testes realizados, o grupo de

bactérias mesófilas aeróbias totais foi detectado, refletindo a presença de micro-organismos que agem em desacordo com as condições higiênico-sanitárias do ambiente. Assim, no grupo indicador de fungos e bolores, verificou-se que a contaminação apresentou menor ocorrência e menor frequência, quando comparada aos demais grupos microbianos avaliados. Apesar desses resultados serem menos alarmantes, é importante destacar que diversos fungos, como *Aspergillus versicolor*, *Neurospora sitophila*, *Penicillium spp.* e *Rhizopus nigricans*, são reconhecidos como agentes deteriorantes de pães, sendo que alguns deles são capazes de produzir micotoxinas, comprometendo a segurança alimentar dos consumidores.

No contexto da indústria de panificação, em que fungos deteriorantes como *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhizopus* representam riscos significativos à qualidade dos produtos, Teixeira (2022) realizou um estudo no qual analisou a situação higiênico-sanitária em padarias e os riscos à segurança do consumidor em conjunto de listas de verificação e avaliação da contaminação microbiológica no ambiente de produção, ressalta-se a necessidade de práticas rigorosas de higiene para garantir a saúde pública. Dessa forma, nos testes realizados, o grupo de bactérias mesófilas aeróbias totais foi detectado, refletindo a presença de micro-organismos que agem em desacordo com as condições higiênico-sanitárias do ambiente, assim, no grupo indicador de fungos e bolores, verificou-se que a contaminação apresentou menor ocorrência e menor frequência, quando comparada aos demais grupos microbianos avaliados. A avaliação da presença de bolores em uma indústria de panificação indicou que as luvas de panificação e as embalagens constituíram as principais fontes de contaminação associadas às superfícies de contato com alimentos. A coleta microbiológica, realizada após as listas de verificação, demonstrou alta contaminação por mesófilos aeróbios totais, indicando elevada carga microbiana nas áreas de produção, por mais que a presença de fungos tenha sido menor, esses microrganismos são os principais responsáveis pela deterioração de pães, sendo importante o controle no ambiente produtivo (Teixeira, 2022).

2.3. MICRORGANISMOS FÚNGICOS EM ALIMENTOS

Os fungos são classificados como seres eucarióticos que não produzem seu próprio alimento e possuem uma parede celular composta de quitina. Podem existir na forma de organismos simples, como unicelulares, ou na forma de estruturas

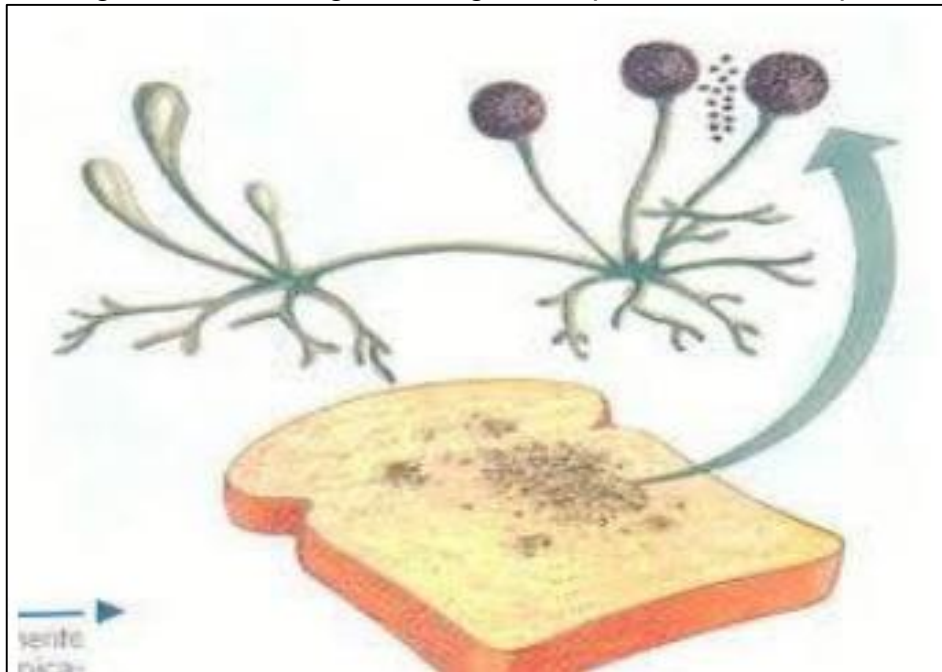
mais elaboradas, como multicelulares. Eles se desenvolvem em seres vivos como animais, vegetais e humanos, pois oferecem uma fonte acessível de nutrientes, possibilitando a contaminação de alimentos. Dentro do grupo dos fungos, estão as leveduras e os bolores que são amplamente encontrados no cotidiano e representam diferentes categorias de fungos (Nawaf, 2023).

Segundo Carneiro (2022), os fungos filamentosos, comumente denominados como bolores ou mofos, referem-se a organismos que se proliferam em substâncias orgânicas. Os bolores têm uma membrana celular parecida com a das bactérias, em ambos apresentando uma bicamada lipídica com proteínas - exercem a função vital de permeabilidade seletiva - porém muito maiores, chegando a mais de 100 micrômetros (μm) de tamanho. Além disso, suas paredes celulares podem ter composições diferentes, dependendo da espécie: em alguns casos, predominam a celulose e a hemicelulose, enquanto em outros a quitina é mais presente. Assim como a maioria dos mofos, o bolor de pão costuma ter uma aparência semelhante a algodão e o que vemos nos alimentos são as hifas (os filamentos que formam o corpo dos fungos). Quanto à cor, os bolores podem ser verdes, azulados, avermelhados, pretos ou brancos. Nawaf (2023) complementa dizendo que os esporos dos bolores podem viajar pelo ar, pela água ou até mesmo pelos insetos, facilitando as contaminações.

2.3.1 Fungo *Rhizopus stolonifer* – bolor de pão

No âmbito dos fungos deteriorantes, destaca-se o papel das espécies que afetam produtos de panificação. Segundo Castro (2014), *Rhizopus stolonifer* é classificado dentro do Reino Fungi, Domínio *Eukarya*, Filo *Zygomycota*, Classe *Zygomycetes*, Ordem *Mucorales*, Família *Mucoraceae* e Gênero *Rhizopus*. Este fungo zigomiceto é filamentoso e apresenta hifas cenocíticas, com um micélio que se estende sobre o substrato, ocasionalmente formando esporângios. Quando os esporângios na fase madura se abrem, liberam esporos que, ao caírem em condições favoráveis, germinam e dão origem a um novo corpo de fungo, conforme a estrutura apresentada na Figura 1. Os esporos assexuais do *R. stolonifer* são conhecidos como esporangiosporos e geralmente encontrados em tonalidades negras ou verdes. Este fungo é a causa do bolor negro em pães, desenvolvendo-se em ambientes úmidos e ricos em açúcares, como pães e frutas.

Figura 1 – Morfologia do fungo *Rhizopus stolonifer* no pão



Fonte: (Castro, 2014, p. 114).

O *R. stolonifer* tem a capacidade de infectar plantas (danificando grãos), animais e seres humanos (causando zigomicoses), isso pode ocorrer por meio do ar ou dos alimentos que são consumidos, os quais podem ter micotoxinas e outros compostos bioativos (como terpenos e esteroides). Esses compostos são suscetíveis à degradação e biotransformação devido às enzimas sintetizadas pelo fungo. Essas enzimas são capazes de degradar substâncias orgânicas que são difíceis de quebrar, como inseticidas, dioxinas, corantes, entre outros. Por isso, acredita-se que sua utilização pode ajudar a reduzir os impactos em vários ambientes contaminados (Castro, 2019).

Castro (2019) complementa dizendo que os fungos possuem um ciclo de reprodução que varia de 7 a 15 dias, como por exemplo, o *R. stolonifer* finaliza seu ciclo em cerca de uma semana. Em situações ambientais apropriadas, essa espécie pode soltar mais de 1.000.000 de esporos por metro cúbico. No entanto, mesmo em condições menos ideais de oxigenação, umidade e temperatura, eles ainda conseguem reproduzir-se, embora em menor quantidade.

De acordo com Nawaf (2023), micotoxinas são substâncias nocivas geradas pelos fungos *Rhizopus*, e por outros como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium spp.* e por alguns tipos de cogumelos. Essas toxinas podem ser encontradas no micélio ou nos esporos dos fungos e contaminam os alimentos com os quais entram

em contato, em qualquer etapa da produção, desde a colheita até o armazenamento. Quando são ingeridas, podem desencadear problemas de saúde nas pessoas. Esse tipo de contaminação ocorre com maior frequência em nações onde há altas temperaturas e umidade, como nas áreas tropicais. O uso de alimentos e ração contaminados por mofo é prejudicial tanto para seres humanos quanto para animais.

2.4. PROPRIEDADES ANTIFÚNGICAS DO MANJERICÃO (*OCIMUM BASILICUM*)

Ocimum basilicum (Figura 2), comumente chamado de manjerição,   uma erva aromática que pertence à família *Lamiaceae* e se origina da Ásia, especialmente na  ndia, onde seu cultivo remonta a mais de cinco mil nios. Esta erva aromática chegou   Europa por meio do Oriente Médio, o que contribuiu para sua propagação e cultivo ao longo do tempo. No Brasil, o manjeriço foi introduzido no período colonial e rapidamente incorporado   culinária local devido às suas características e ao sabor característico. (Embrapa, 2025; Esalq - USP, 2025)

Figura 2 – Planta do Manjeriço

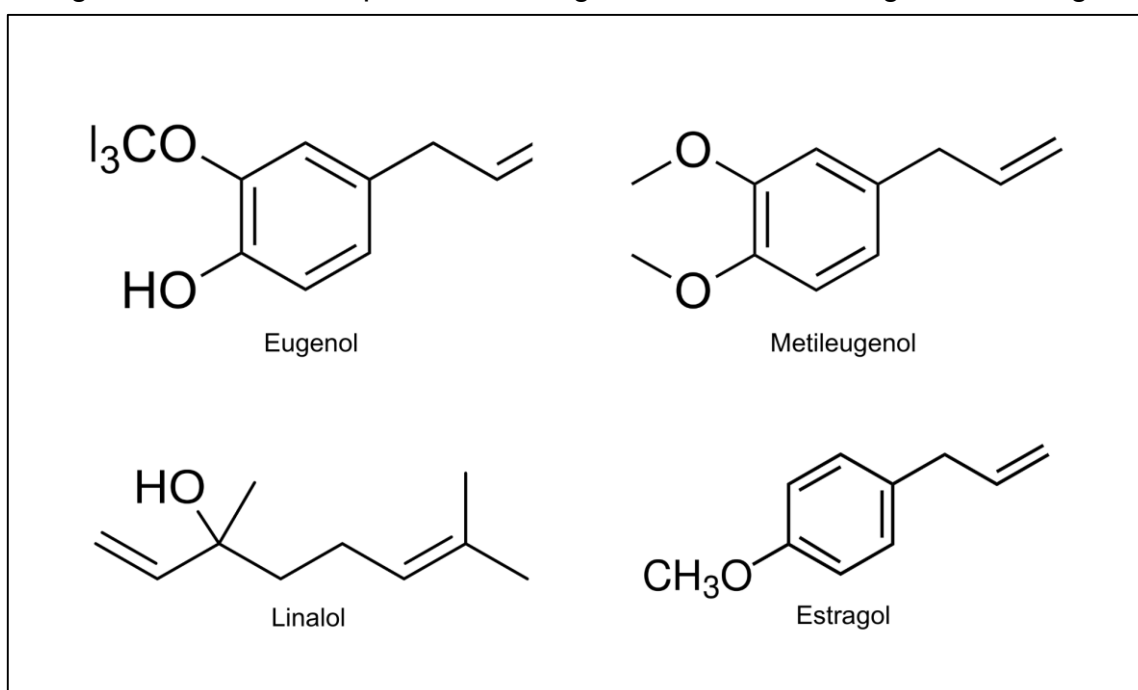


Fonte: (Embrapa, 2001)

O manjeriço é uma planta herbácea que pode atingir até 50 cm de altura. O caule apresenta ramos dispostos em quatro lados, t pico da família *Lamiaceae*, sendo eretos e cobertos de pelos. As folhas, que são carnosas e ovaladas, apresentam superfície lisa e coloração verde intensa, além de possuir depressões na face inferior, onde se produzem pequenas gotículas de óleo essencial (Rodrigues; Gonzaga, 2001).

De acordo com Embrapa (2019), o manjeriço representa uma relevante fonte de óleos essenciais, localizados nas folhas, flores e sementes, que são amplamente utilizados na indústria farmacêutica, devido à presença de eugenol, metileugenol, linalol e estragol (Figura 3). A essência do manjeriço possui substâncias ativas biologicamente que são empregadas de forma natural como inseticida, nematicida, fungicida ou antimicrobiano.

Figura 3 – Estruturas químicas do Eugenol, Linalol, Metileugenol e Estragol



Fonte: Autoria própria, elaborado a partir de (Cymit Química, [s.d.]; UNII Química UNAM, [s.d.]).

Segundo Rodrigues e Gonzaga (2001), a definição de Eugenol, é um guaiacol que possui uma cadeia alil na sua estrutura, o que o caracteriza como 2-metoxi-4-(2-propenil) fenol, sendo parte da categoria de substâncias químicas conhecidas como alilbenzenos. O eugenol apresenta uma ampla gama de atividades biológicas, sendo a atividade antifúngica uma das mais estudadas. Sua ação antifúngica pode ser explicada por diferentes mecanismos, como a modificação da permeabilidade das membranas celulares dos fungos, a supressão da produção de ergosterol e a perturbação das funções mitocondriais.

O metileugenol, um composto fenólico derivado do eugenol com fórmula química $C_{11}H_{14}O_2$, é reconhecido por suas propriedades antifúngicas, atuando na alteração da membrana celular e inibindo a síntese de ergosterol. Sua eficácia contra diversos fungos o torna um composto de interesse em aplicações farmacêuticas e

industriais. O linalol é um composto terpênico amplamente encontrado em várias plantas aromáticas, incluindo o manjeriço. É um monoterpene com fórmula química $C_{10}H_{18}O$. Sua estrutura química é caracterizada por um grupo hidroxila (-OH) ligado a uma cadeia de carbono, o que lhe confere propriedades químicas com ações biológicas (Rodrigues; Gonzaga, 2001).

Segundo Trevisan (2015), o estragol é um componente encontrado naturalmente em várias espécies vegetais, como o manjeriço, a erva-doce, o anis estrelado e o *Croton*, uma planta muito conhecida no nordeste do Brasil. É um composto orgânico aromático pertencente à classe dos fenilpropanoides derivados de aldeídos cinâmicos presente em óleos essenciais. A sua composição química é formada por um anel benzeno que possui um grupo metoxilo e um grupo alilo. Trata-se de um isômero do anetol, variando na posição da ligação dupla. É um líquido sem cor, embora amostras contaminadas possam ter uma aparência amarelada.

Nesse contexto, as propriedades antifúngicas do manjeriço (*Ocimum basilicum*) têm motivado um interesse crescente, especialmente no âmbito da indústria alimentícia, onde a demanda por alternativas naturais aos conservantes químicos tem adquirido importância estratégica. O objetivo deste estudo é avaliar a eficácia do manjeriço na inibição do crescimento de *Rhizopus stolonifer*, um fungo patogênico responsável pela deterioração de alimentos e que representa um obstáculo significativo à segurança alimentar global.

Logo, a incorporação do manjeriço como conservante natural oferece uma perspectiva promissora em substituição aos aditivos sintéticos, cuja utilização levanta preocupações relacionadas à saúde humana e à segurança dos consumidores. Evidências científicas já indicam que os compostos bioativos encontrados nesta planta possuem propriedades antimicrobianas. Esse fundamento sugere que o manjeriço pode desempenhar um papel relevante não apenas na mitigação dos efeitos adversos provocados por *Rhizopus stolonifer*, mas também na extensão da vida útil dos alimentos, contribuindo para melhorias significativas na sustentabilidade da cadeia produtiva alimentar.

2.5. PROPRIEDADES ANTIFÚNGICAS DO GENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE*)

O gengibre é o tubérculo de uma planta conhecida como *Zingiber officinale* Roscoe, pertencente à família *Zingiberaceae*, que se originou no sul da Ásia,

mas que hoje está presente em diversas regiões do mundo (Junior e Lemos, 2010). O gengibre foi introduzido no Brasil pelos portugueses. Cada vez mais, ele é empregado na gastronomia devido ao seu cheiro e sabor apimentado, além de ser bastante requisitado pelos setores de cosméticos, bebidas e farmacêuticos.

A planta herbácea pode chegar a uma altura de 1,50 m, apresenta um caule articulado e um rizoma horizontal, alongado lateralmente, com ramificações que se encontram no mesmo plano (Figura 4). O rizoma é a seção comercial da planta e serve como uma fonte de antioxidantes, contendo compostos ativos, como os óleos essenciais gingeróis, shogaóis, zingibereno, beta-pineno, cineol e carboidratos (Nicácio et al., 2018).

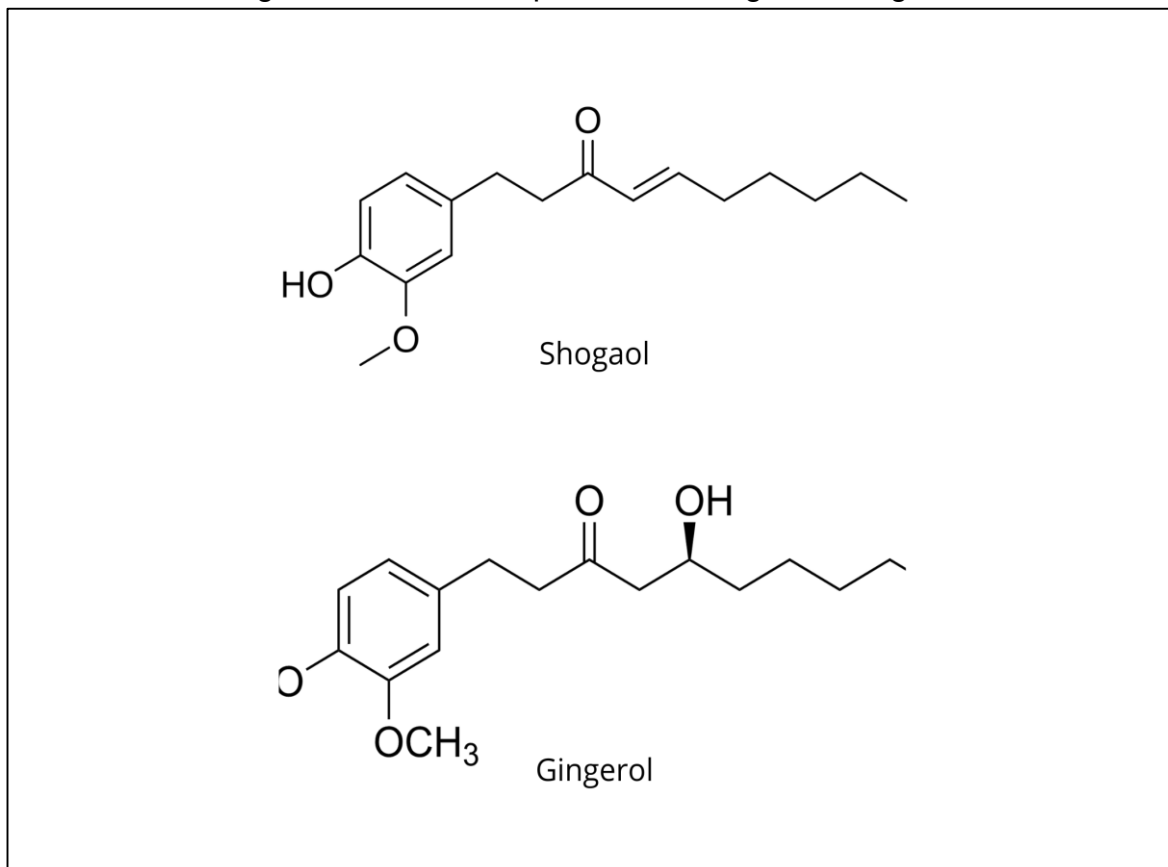
Figura 4 – Raiz do gengibre



Fonte: (Embrapa, 2001)

O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma planta amplamente utilizada na medicina tradicional e na culinária, conhecida por suas propriedades terapêuticas. Entre suas diversas aplicações, destaca-se a atividade antifúngica, que atrai a atenção de pesquisadores. A planta contém uma variedade de compostos bioativos, sendo os mais relevantes para a atividade antifúngica os compostos fenólicos - entre eles o gingerol e shogaol - e os óleos essenciais (Figura 5).

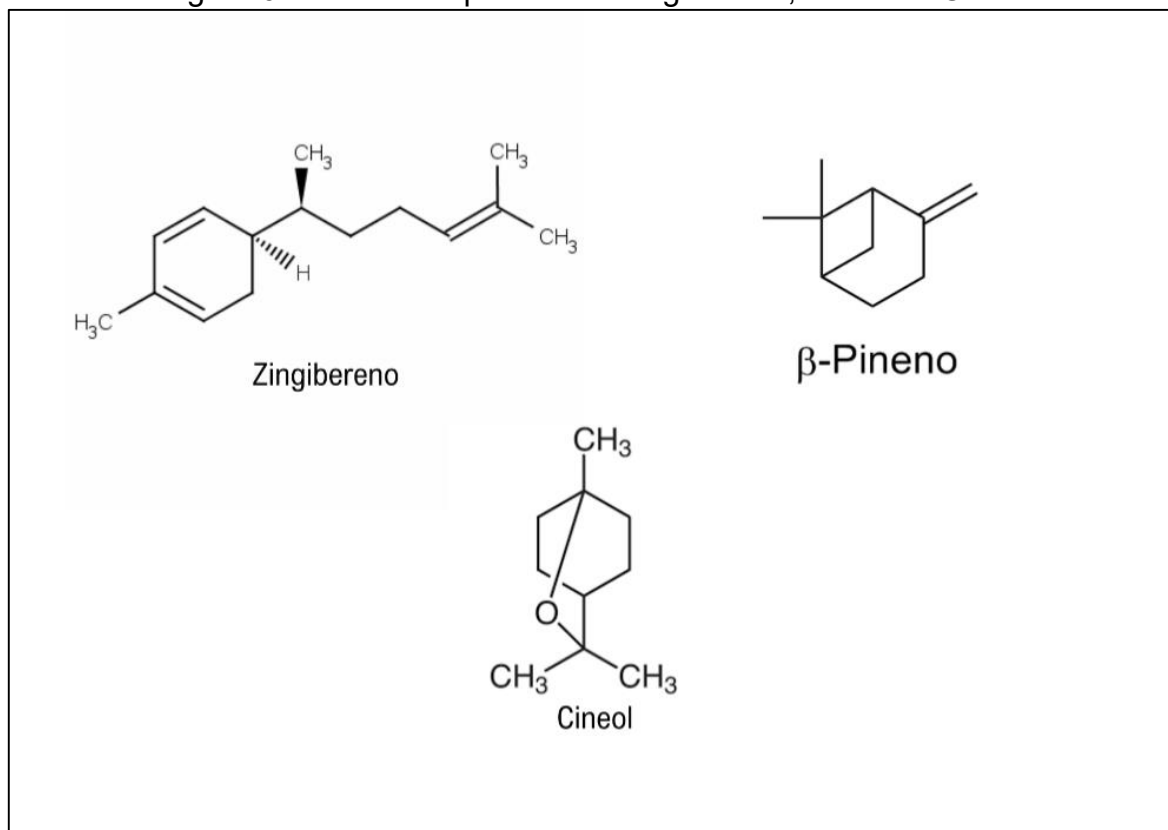
Figura 5 – Estrutura química do Shogaol e Gingerol



Fonte: (Autoria própria, elaborado a partir de All for Drugs, 2013; Underfungus, [s.d].).

O gingerol é o componente bioativo mais importante do gengibre fresco, sendo o responsável por seu gosto ardente e por diversas de suas qualidades terapêuticas. Pesquisas indicam que o gingerol apresenta uma notável atividade antifúngica, inibindo a proliferação de fungos (Khan et al., 2019). O mecanismo de ação do gingerol pode envolver a alteração da permeabilidade da membrana celular e a inibição da síntese da parede celular. O shogaol é uma substância que se origina do gingerol durante o aquecimento ou a secagem do gengibre. Em certos aspectos biológicos, ele é considerado mais eficaz do que o gingerol, especialmente no que se refere às suas propriedades antifúngicas (Zhang et al., 2020). Além disso, o shogaol pode desempenhar um papel na inibição da produção de proteínas e na promoção de estresse oxidativo em células de fungos. Os óleos essenciais de gengibre são extraídos principalmente das raízes e contêm uma mistura complexa de compostos voláteis. Os principais componentes incluem zingibereno, beta-pineno e cineol, também conhecido como eucaliptol (Figura 6).

Figura 6 – Estrutura química do Zingibereno, Pineno e Cineol



Fonte: (Autoria própria, elaborado a partir de Cymit Química, [s.d].; UNII Química UNAM, [s.d].).

O zingibereno é um dos principais sesquiterpenos que se encontram no óleo essencial de gengibre. Pesquisas apontam que o zingibereno apresenta características antimicrobianas, incluindo ação antifúngica (Bakkali et al., 2008). O beta-pineno, um monoterpene, é reconhecido por suas propriedades antimicrobianas e pode ajudar na atividade antifúngica do óleo essencial de gengibre. Além disso, o cineol, também conhecido como eucaliptol, é um composto que demonstrou eficácia antifúngica contra diversas cepas de fungos, atuando ao modificar a permeabilidade da membrana celular (Bakkali et al., 2008).

Diante das promissoras propriedades antifúngicas do gengibre (*Zingiber officinale*), particularmente associadas aos compostos bioativos como gingerol, shogaol e os elementos do óleo essencial, este estudo sugere a investigação da eficácia do gengibre contra *Rhizopus stolonifer*, um fungo patogênico reconhecido por causar a deterioração de alimentos e infecções em seres humanos. A importância do bolor preto presente no pão no âmbito da saúde pública e da segurança alimentar justifica a necessidade de explorar alternativas naturais para o controle de infecções fúngicas.

Logo, o gengibre, reconhecido por suas propriedades antimicrobianas, pode ser uma opção promissora para substituir conservantes sintéticos, frequentemente ligados a impactos negativos na saúde. Este estudo tem como foco avaliar a atividade antifúngica do óleo essencial e métodos de aplicação sobre o bolor preto do pão. A expectativa é que os resultados forneçam insights relevantes sobre o potencial do gengibre como um agente antifúngico eficiente, apresentando uma alternativa natural no tratamento de infecções fúngicas, com destaque para aquelas provocadas por *Rhizopus stolonifer*.

2.6. PROPRIEDADES ANTIFÚNGICAS DO ALHO (*ALLIUM SATIVUM*)

O alho, de nome científico *Allium sativum* (Figura 7), é um vegetal classificado como: Domínio: *Eukaryota*, Classe: *Liliopsida*, Ordem: *Asparagales*, Família: *Alliaceae*, Gênero: *Allium*, Espécie: *Allium sativum* L. (ANVISA, 2020). Ele tem sido objeto de diversos estudos científicos devido às suas propriedades medicinais, especialmente sua atividade antimicrobiana e antifúngica. Seu uso é amplamente documentado tanto na medicina tradicional quanto na ciência moderna, com aplicação no controle de infecções fúngicas e na conservação de alimentos (Santos et al., 2021).

Figura 7 - Alho (*Allium sativum*)

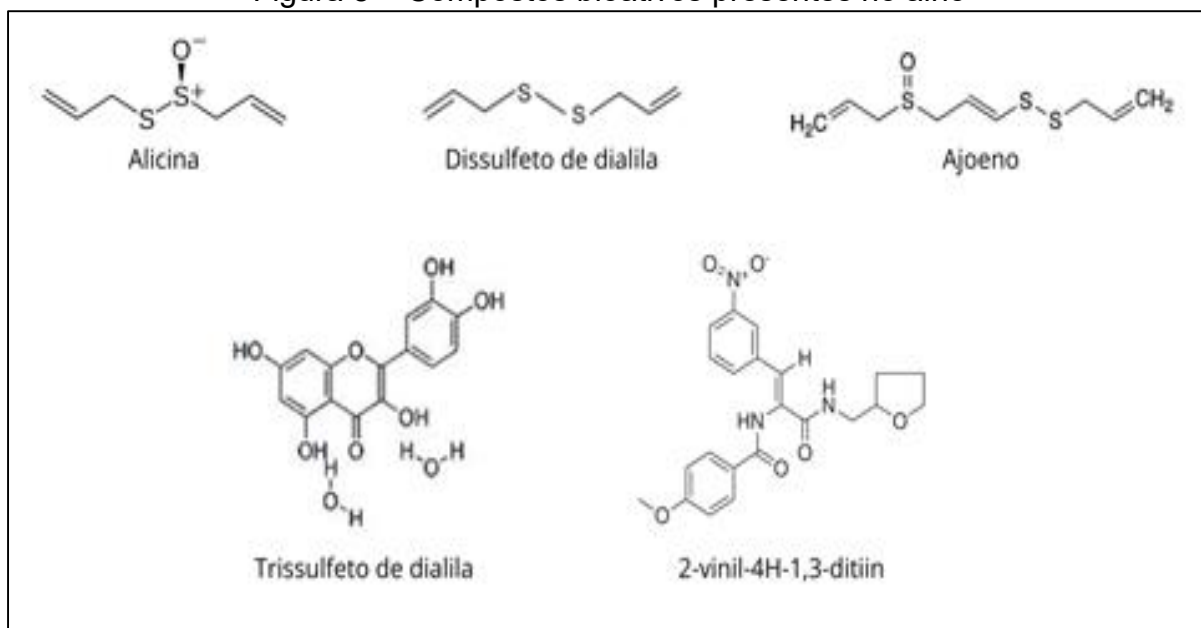


Fonte: (Pinheiro, 2020)

A eficácia do alho como agente antifúngico está relacionada, principalmente, à presença de compostos organossulfurados bioativos, com destaque

para a alicina, que é formada pela conversão da aliina catalisada pela enzima alinase, após o esmagamento do dente de alho. Além da alicina, outros compostos com ação biológica relevante incluem o dissulfeto de dialila, o trissulfeto de dialila, o ajoeno e a 2-vinil-4H-1,3-ditiin (Figura 8), encontrados sobretudo nos óleos essenciais extraídos do bulbo (Barbosa et al., 2020; Machado et al., 2020).

Figura 8 – Compostos bioativos presentes no alho



Fonte: (Elaboração própria a partir de Furian (2023), Atkins (2000), Farmacia Las Fuentes (2019), Keying Chemical – *Diallyl Trisulfide* (s.d.) e Sigma-Aldrich – *2-Vinyl-4H-1,3-dithiin* (s.d.))

Esses compostos atuam por múltiplos mecanismos no controle de fungos. A alicina, por exemplo, interage com grupos sulfidríla (-SH) de proteínas fúngicas, inibindo enzimas essenciais ao metabolismo celular, como a RNA polimerase e outras enzimas envolvidas na síntese de lipídios e proteínas, o que leva à interrupção do crescimento do microrganismo (Ferreira et al., 2020). Além disso, ela pode comprometer a integridade da membrana celular fúngica, induzindo alterações estruturais e diminuindo a permeabilidade, culminando na lise celular das células fúngicas (Pereira et al., 2020).

Ensaios laboratoriais com extratos aquosos de alho demonstraram uma relevante atividade antifúngica contra espécies como *Candida albicans*, apresentando halos de inibição de até 22 mm e concentração mínima inibitória (CMI) de 1,25 mg/mL (Souza; Oliveira; Costa, 2021). Resultados semelhantes foram obtidos frente a fungos de solo, como *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* e *Beauveria bassiana*, nos quais

foram observados halos de sensibilidade de 10 a 30 mm com aplicação de soluções brutas e óleos essenciais de alho (Silva et al., 2019).

Além disso, uso do alho tem sido explorado em abordagens inovadoras na conservação de alimentos. Aplicações de revestimentos comestíveis contendo extrato de alho sobre hortaliças e bulbos minimamente processados demonstraram redução significativa do crescimento fúngico durante o armazenamento refrigerado, reforçando seu potencial como conservante natural (Faria et al., 2021).

Portanto, os estudos existentes reforçam a versatilidade do *Allium sativum* como agente antifúngico, tanto por seus efeitos diretos sobre a estrutura e metabolismo de fungos, quanto por suas possíveis aplicações fitoterápicas, farmacológicas e alimentícias.

2.7. APLICAÇÃO DOS CONSERVANTES NATURAIS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Desde os tempos da pré-história, a humanidade reconheceu a importância de preservar alimentos para assegurar que estivessem acessíveis durante períodos de escassez. Essa necessidade surgiu devido à deterioração dos alimentos, que, por serem nutritivos, são afetados por diversos agentes químicos, físicos e microbiológicos. Assim, surgiram técnicas de conservação que permanecem em uso até os dias atuais (Morales, 2012; Vasconcelos; Melo, 2010).

Os aditivos alimentares são caracterizados como substâncias que são incorporadas aos alimentos com o intuito de facilitar o processamento e a conservação, além de contribuir para o desenvolvimento de sabor, textura e paladar, mantendo seu valor nutricional, sejam esses aditivos reativos ou inativos, e idealmente não tóxico. A utilização de aditivos passou a ser vista como um mal necessário para a preservação dos alimentos, o que pode gerar efeitos indesejáveis para alguns consumidores, representando um risco químico. Em linhas gerais, os conservantes químicos que são adicionados aos alimentos podem causar danos aos consumidores, como alergias, reações gastrointestinais, distúrbios alimentares e, em certos casos, doenças graves em pessoas que os consomem regularmente (Abulmumeen et al., 2012).

Sob uma perspectiva tecnológica, os aditivos alimentares têm um papel significativo no progresso da indústria alimentícia. No entanto, a questão do uso de aditivos é algo que gera apreensão entre os consumidores. Nos últimos anos, os

indivíduos se tornaram progressivamente mais alertas em relação à Segurança nutricional, apresentando opiniões divergentes sobre a segurança dos alimentos, com os aditivos sendo um dos temas mais polêmicos (Oliveira, Carbonera; Rossetto, 2024).

Na crescente busca por alimentos mais saudáveis e com maior segurança alimentar, os aditivos de origem naturais têm chamado a atenção no meio das indústrias de alimentos. Os conservantes naturais são substâncias químicas que têm origem em plantas, animais e microrganismos, geralmente ligadas ao mecanismo de defesa do hospedeiro (Singh; Sharma; Garg , 2010). Com o aumento na procura por biopreservação em alimentos, estão sendo criados novos compostos antimicrobianos de diversas fontes, que incluem sistemas derivativos de animais (como lisozima, lactoferrina e magaininas), produtos de origem vegetal (como fitoalexinas, ervas e especiarias) e metabólitos de microrganismos (como bacteriocinas, peróxido de hidrogênio e ácidos orgânicos) (Lavermicocca; Valerio; Visconti, 2003). Os conservantes naturais devem atender a determinados critérios: serem seguros, manterem sua eficácia durante o processamento dos alimentos (em condições de pH, calor, pressão, entre outros) e possuírem propriedades antimicrobianas.

Devido ao seu impacto direto na saúde das pessoas, o uso dos aditivos é rigidamente regulado por entidades nacionais e internacionais. No Brasil, o órgão encarregado da normatização e supervisão do uso de aditivos é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme determinado na Resolução RDC nº 778, datada de 1º de março de 2023 (Brasil, 2023). Essa resolução estabelece os aditivos autorizados, suas funções tecnológicas e os limites máximos permitidos em diferentes grupos de alimentos.

A regulação brasileira é fundamentada em evidências toxicológicas e orientações internacionais, incluindo as diretrizes do *Codex Alimentarius*, que foi criado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), tendo como finalidade alinhar normas de segurança alimentar em uma escala global (FAO; WHO, 2023). Além disso, autoridades como a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) e a *Food and Drug Administration* (FDA) dos Estados Unidos fornecem contribuições significativas para a elaboração e a revisão de critérios de segurança para aditivos (Oliveira; Carbonera; Rossetto, 2024).

A aprovação de um novo aditivo alimentar é um processo que inclui a análise de sua toxicidade, metabolismo e efeitos cumulativos, bem como a determinação de um valor de ingestão diária aceitável (IDA). Esse parâmetro define a quantidade de uma determinada substância que pode ser consumida diariamente durante a vida sem representar riscos significativos à saúde (Oliveira; Carbonera; Rossetto, 2024).

3. METODOLOGIA

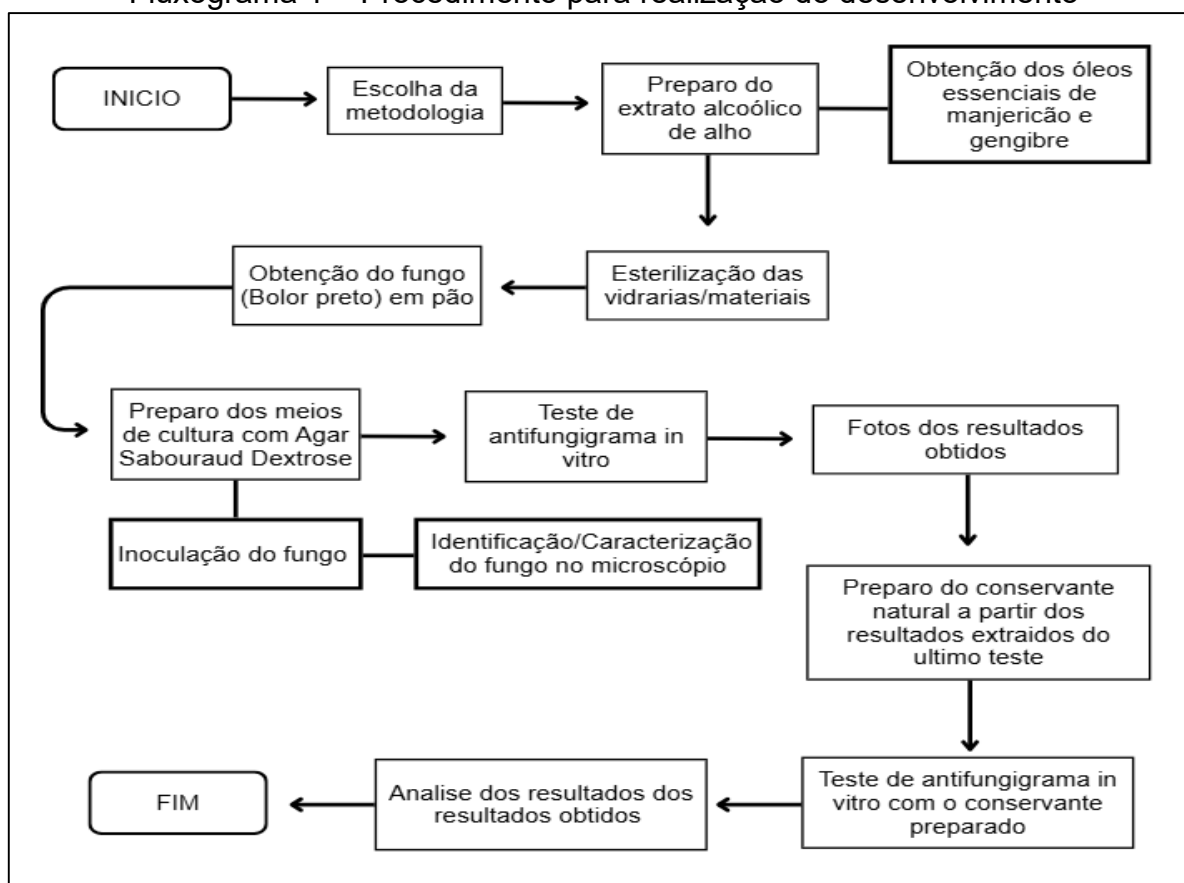
O vigente trabalho foi elaborado com base em pesquisas bibliográficas acerca da capacidade antifúngica do extrato alcoólico de alho (*Allium sativum*) e dos óleos essenciais de manjerição (*Ocimum basilicum*) e gengibre (*Zingiber officinale*) frente ao fungo *Rhizopus stolonifer*, popularmente conhecido como bolor preto do pão. Mediante a isso, foi feita uma pesquisa aprofundada em artigos científicos e revistas, visando a formulação de um conservante para o controle microbiológico do *Rhizopus stolonifer*, logo, o objetivo desse estudo refere-se ao desenvolvimento de um conservante alimentício natural, como alternativa aos conservantes artificiais produzidos pela indústria alimentícia. Para a coleta de dados referentes a propriedades antifúngicas de cada composto, foi conduzido uma pesquisa experimental baseada na técnica de antifungigrama - teste laboratorial usado para avaliar a sensibilidade de fungos a diferentes antifúngicos -, na qual foram utilizadas quatro discos de papel filtro estéreis, dispostos em meio de cultura previamente inoculado com o fungo isolado. Três desses discos foram embebidos, respectivamente, com o óleo essencial de manjerição, o óleo essencial de gengibre e o extrato alcoólico de alho. O quarto disco, embebido apenas em álcool, foi empregado como controle negativo, de modo a evitar que o efeito antifúngico fosse atribuído ao solvente presente no extrato. Após a preparação, as placas foram incubadas sob condições adequadas de temperatura e umidade para o crescimento do microrganismo. Ao término do período de incubação, foram observadas e mensuradas as zonas de inibição formadas ao redor de cada disco, possibilitando a análise comparativa da eficácia de cada composto testado. Os resultados permitiram identificar o composto com maior atividade antifúngica frente ao *R. stolonifer*. Tal composto pode ser aplicado como conservante natural, substituindo os sintéticos industriais.

4. DESENVOLVIMENTO

Todas as etapas das atividades experimentais foram conduzidas no Laboratório de Química da Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, seguindo normas básicas de segurança e boas práticas laboratoriais. As atividades envolveram desde a preparação dos materiais e reagentes até a realização dos testes microbiológicos, conforme descrito nas etapas a seguir.

4.1 FLUXOGRAMA

Fluxograma 1 – Procedimento para realização do desenvolvimento



Fonte: (Próprios autores, 2025)

4.2. MATERIAIS E REAGENTES

No Quadro 1, encontram-se os materiais e reagentes utilizados em todos os procedimentos experimentais.

Quadro 1. Materiais e reagentes utilizados no desenvolvimento

ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO	MATERIAIS	REAGENTES
ESTERILIZAÇÃO	• Balança Analítica; • Bastão de vidro; • Erlenmeyer 250mL; • Fita termo reativa; • Espátula; • Papel alumínio; • Pisseta; • Tampão de algodão; • Vidro Relógio	• Solução de Ágar Sabouraud Dextrose.
PREPARO DO ÁGAR SABOURAUD DEXTROSE	• Autoclave Prismatec; • Béquer 250 mL; • Estufa Biopar; • Fita termo reativa; • Papel Alumínio; • Papel kraft Coremax; • Placa de Petri; • Tampão de algodão; • Frasco de vidro âmbar; • Tubos de ensaio; • Bastão de vidro;	• Ágar Sabouraud Dextrose; • Água destilada.
PREPARO DO EXTRATO ALCOÓLICO DE ALHO	• Dente de alho; • Faca; • Bastão de vidro; • Béquer; • Proveta 100ml; • Papel Alumínio; • Capela de fluxo laminar; • Frasco de vidro âmbar; • Vidro relógio; • Pinça;	• Hipoclorito de sódio 2,5%; • Água destilada; • Álcool 92°GL;

Quadro 1. Materiais e reagentes utilizados no desenvolvimento **(continuação)**

SEMEADURA DO FUNGO	• Alça de platina; • Pinça; • Bico de Bunsen; • Espátula; • Estufa Biopar; • Papel filme; • Pisseta; • Placa de Petri; • Swab estéril; • Tubo de ensaio.	• Solução salina 8%; • Fungo <i>Rhizopus stolonifer</i>.
IDENTIFICAÇÃO DO FUNGO	• Alça de platina; • Bico de Bunsen; • Lâmina microscópica; • Lamínula; • Microscópio	• Amostra da placa semeada; • Corante azul de metileno
ANTIFUNGIGRAMA	• Autoclave Prismatec; • Bico de Bunsen; • Discos estereis; • Estufa Biopar; • Pinça; • Placa de Petri com meio de cultura; • Plástico filme; • Swab FirstLab;	• <i>Rhizopus stolonifer</i>; • Óleo essencial Manjerição; • Óleo essencial de Gengibre; • Extrato alcoólico de alho; • Solução 8% salina. • Álcool de cereais 70%
PREPARO DO CONSERVANTE NATURAL	• Autoclave Prismatec; • Bico de Bunsen; • Pipeta; • Estufa Biopar; • Balão volumétrico 50 ml; • Bastão de vidro; • Plástico filme; • Béquer • Vidro âmbar;	• Água destilada; • Óleo essencial Manjerição; • Extrato alcoólico de alho;

Fonte: (Próprios autores, 2025)

4.3. ESTERILIZAÇÃO DOS MATERIAIS

De início, os materiais foram embalados em papel Kraft e selados com fita termorreativa e, posteriormente, foram submetidos à autoclave por 30 min a 121 °C para eliminar os microrganismos, garantindo a segurança para o uso das vidrarias. Conforme mostrado na figura a seguir (Figura 9 e 10).

Figura 9 - Materiais embalados na autoclave



Fonte: (Autoria própria, 2025).

Figura 10 - Materiais embalados na autoclave para preparo do conservante



Fonte: (Autoria própria, 2025).

4.4. OBTENÇÃO DOS EXTRATOS E ÓLEOS ESSENCIAIS

Inicialmente, foi adquirido um bulbo de alho no comércio local da cidade de Fernandópolis – SP e posteriormente transportado até o laboratório de química para se iniciar a extração alcoólica, que após essa etapa foram selecionados dez bulbilhos, conforme mostrado na (Figura 11) e lavados em água corrente.

Figuras 11 – Bulbilhos de alho



Fonte: (Autoria própria, 2025).

Em seguida, o material foi submetido à assepsia, permanecendo submerso em álcool 70 % por 1 min em hipoclorito de sódio 2,5 % por quatro minutos e em álcool 70 % novamente por trinta segundos (Figura 12). Em seguida, os bulbilhos foram colocados em um vidro relógio e armazenados em capela de fluxo laminar para serem secos à temperatura ambiente durante sete dias.

Figura 12 - Assepsia do material



Fonte: (Autoria própria, 2025).

Após o tempo esperado, o material levemente seco foi pesado, com obtendo-se a massa de 34,72 g e, posteriormente, macerado em um almofariz com o auxílio de um pistilo. Adicionou-se 104 mL de álcool 92° GL de acordo com a proporção 1:3 (1 parte de amostra para 3 partes do solvente), como mostra a Figura 13, e foi armazenado novamente em capela de fluxo laminar aguardando 24h para se renovar o extrator alcoólico durante três dias seguidos, ilustrado na Figura 14.

Figura 13 - Alho macerado com extrator alcoólico



Fonte: (Autoria própria, 2025).

Figura 14 – Extrato do segundo dia



Fonte: (Autoria própria, 2025).

Esses processos foram repetidos duas vezes, resultando no final 133 mL de extrato alcoólico de alho a partir da soma dos volumes obtidos nos dois experimentos como observado na Tabela 1.

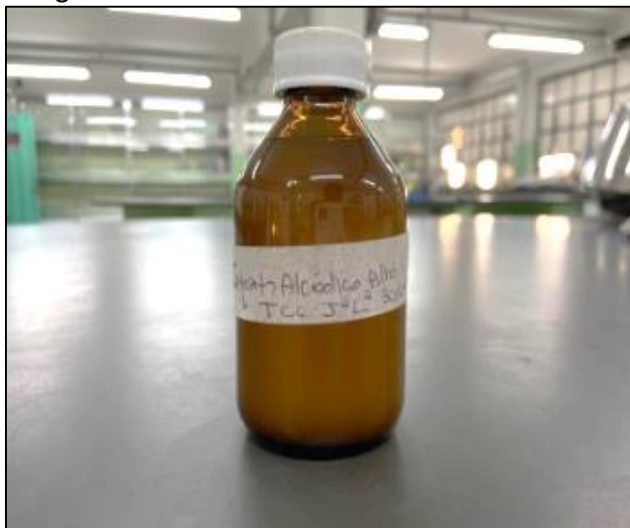
Tabela 1 – Quantidade de extrato alcoólico de alho obtida durante os três dias de extração

	Dia 1	Dia 2	Dia 3
1ª Extração	51 mL	53 mL	58 mL
2ª Extração	30 mL	75 mL	75 mL
Total	81 mL	128 mL	133 mL

Fonte: (Autoria própria, 2025).

Com o extrato pronto, armazenou-se o extrato alcoólico de alho no refrigerador do laboratório em um frasco de vidro âmbar identificado (Figura 15).

Figura 15 – Extrato alcoólico armazenado



Fonte: (Autoria própria, 2025)

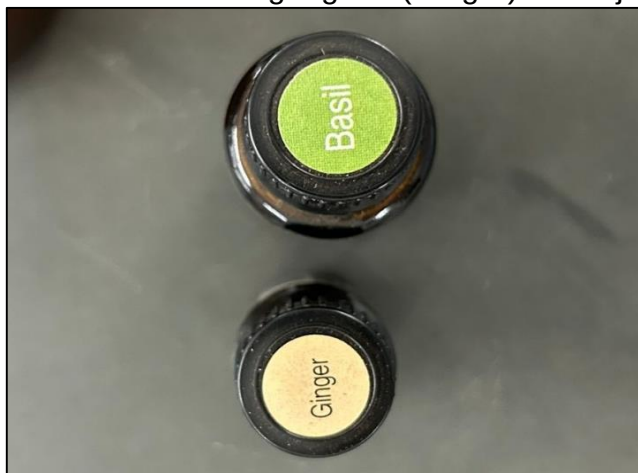
Os óleos essenciais de gengibre e manjerição (Figura 16 e 17) foram adquiridos comercialmente, da marca doTERRA, e possuem certificado de pureza por meio do selo CPTG® (Certificado de Pureza Testada e Garantida). Este padrão assegura que cada lote é submetido a rigorosos testes internos e externos para verificar que não há aditivos sintéticos, enchimentos, contaminantes ou adulterações. Os óleos foram utilizados conforme descrito nas etapas experimentais.

Figura 16 – Óleos essenciais – doTERRA - de gengibre e manjerição



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Figura 17 – Óleos essenciais gengibre (Ginger) e manjerição (Basil)

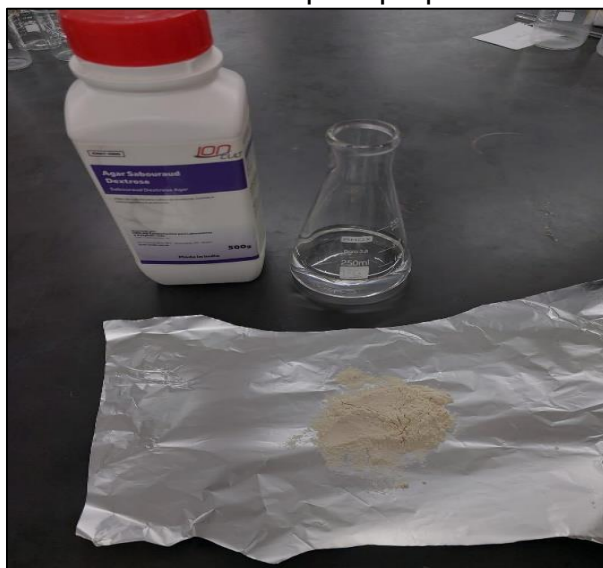


Fonte: (Autoria própria, 2025)

4.5. PREPARO DO MEIO DE CULTURA

Pesou-se 6,5 g de Ágar Sabouraud Dextrose e colocou-se em um Erlenmeyer com 100 mL de água destilada, como está na Figura 18. Após a homogeneização, tampou-se com um tampão de algodão, cobriu-se com papel alumínio e realizou-se o processo de autoclavagem a 121 °C durante 15 min. Com o material esterilizado, o ágar foi vertido em quatro placas de Petri esterilizadas próximo ao bico de Bunsen, a fim de não ocorrer contaminação. Esperou-se o meio se solidificar e, por fim, as placas foram incubadas aguardando-se 24 h para verificar se houve proliferação de microrganismos. Ao conferir que não ocorreu contaminação, as placas foram armazenadas.

Figura 18 – Materiais utilizados para preparo do meio de cultura



Fonte: (Autoria própria, 2025)

4.6. ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DO FUNGO: *RHIZOPUS STOLONIFER*

Obteve-se e foi observado uma amostra de pão produzido artesanalmente, no qual apresentava sinais visíveis de contaminação fúngica, com a colonização fúngica de coloração negra, ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Pão caseiro com crescimento fúngico negro



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Com o objetivo de isolar o microrganismo presente, realizou-se a raspagem do bolor diretamente sobre o meio de cultura ágar Sabouraud-Dextrose preparado anteriormente, logo, a amostra inoculada foi incubada em temperatura ambiente por um período de 24 horas, para que pudesse observar posteriormente o crescimento do bolor. Após esse tempo, foi verificado o crescimento fúngico no meio, indicando a viabilidade do isolamento e, em seguida, a placa contendo o fungo foi armazenada sob refrigeração por quatro dias, a fim de preservar as características morfológicas do microrganismo até o momento da análise (Figura 20).

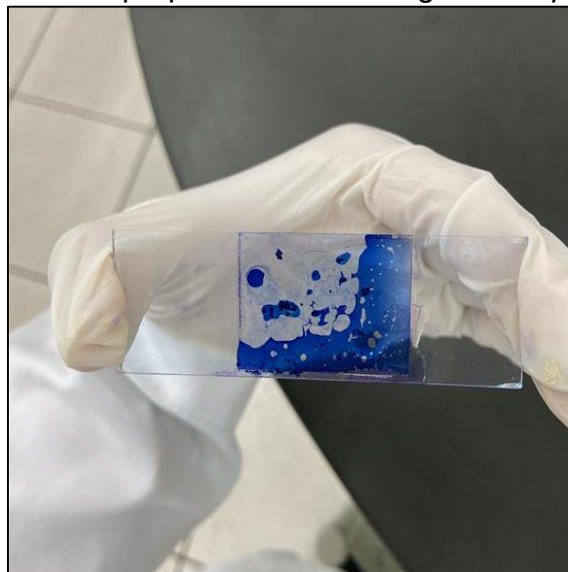
Figura 20 – Placa de Petri com o cultivo do bolor



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Para a identificação microscópica, foi retirado um fragmento da colônia fúngica cultivada, utilizando-se uma alça de platina previamente esterilizada por flambagem tripla e resfriada adequadamente. O material coletado foi transferido para uma lâmina de vidro, sendo cuidadosamente espalhado com o auxílio da própria alça. Posteriormente, foi adicionada uma gota de azul de metileno 1% sobre a amostra, e então foi colocada uma lamínula sobre o preparado e realizada a função fixadora, auxiliando na estabilidade da amostra na lâmina (Figura 21).

Figura 21 – Lâmina preparada com o fungo: *Rhizopus Stolonifer*

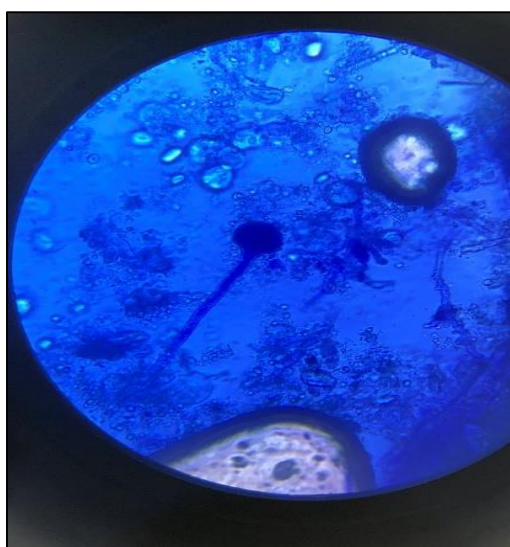


Fonte: (Autoria própria, 2025)

4.6.1. Resultados obtidos

A lâmina preparada foi utilizada para a confirmação do fungo desejado, tendo-se obtido resultados satisfatórios, uma vez que foi possível realizar sua identificação e observação através da análise microscópica. Além disso, a confirmação do bolor ocorreu por meio da comparação das imagens da sua morfologia observada no experimento (Figura 22), com imagens da literatura (Figura 23).

Figura 22 – Fungo *Rhizopus stolonifer* coletado



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Figura 23 - Fungo *Rhizopus stolonifer* a partir da literatura



Fonte: (Batul, 2013)

4.7. ANTIFUNGIGRAMA

O antifungigrama é essencial para o estudo do presente trabalho, pois é uma técnica utilizada para determinar a sensibilidade dos microrganismos perante um agente antifúngico. Baseado nisso, foi realizado o teste com o uso do extrato alcoólico de alho e dos óleos essenciais de gengibre e manjerição. Para isso, próximo à chama do bico de Bunsen - o que contribui para manter a assepsia do ambiente de trabalho -, o fungo isolado foi semeado na placa com um swab (previamente umedecido em solução salina). Em seguida, foi feito o esfregaço em um meio de cultura esterilizado. Após isso, utilizando a técnica de difusão em disco, que consiste em imergir os discos de papel filtro nos óleos essenciais e no extrato alcoólico, separadamente, foram depositados na superfície do meio. Além desses, foi incluído um disco controle,

impregnado apenas com álcool, utilizado como solvente para o extrato alcoólico de alho, a fim de verificar se a inibição observada se devia exclusivamente à ação dos compostos bioativos e não ao solvente (Figura 24).

Figura 24 – Teste de difusão em discos com agentes antifúngicos



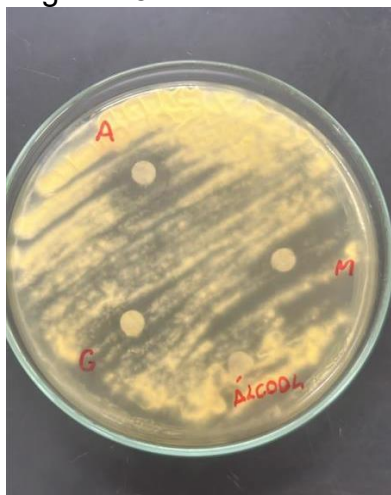
Fonte: (Autoria própria, 2025)

O processo repetiu-se em triplicata, sendo realizada em mais dois meios de cultura, para posterior análise de inibição, e logo após a etapa citada, as placas de petri contendo os testes foram armazenados na estufa por um período de 24h.

4.7.1. Resultados obtidos

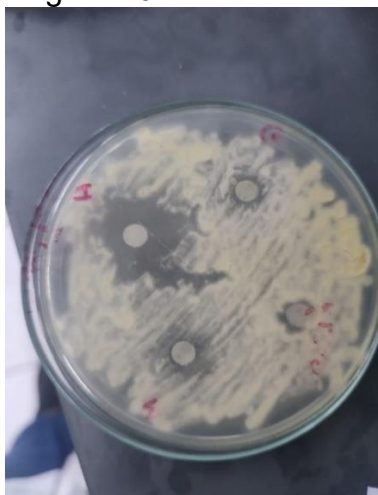
O antifungigrama teve um resultado satisfatório, comprovando o estudo da atividade fungicida do óleo essencial de manjerição e do extrato alcoólico do alho, uma vez que o óleo essencial puro de gengibre não resultou positivamente para a atividade antifúngica do fungo específico. Para assegurar a confiabilidade dos resultados do estudo realizado, os testes com os óleos e extrato foram feitos em triplicata. As figuras 25, 26 e 27 mostram que o extrato de alho apresentou um efeito bastante satisfatório em todos os testes, nos quais apresentou o maior grau de inibição do fungo em estudo, mas também se observa a inibição do óleo essencial de manjerição. Em relação ao halo de inibição de cada teste, por se tratar de um antifungigrama, não foi possível obter dados absolutos da literatura, que correspondam ao significado do diâmetro dos halos de inibição.

Figura 25 - 1º Resultado



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Figura 26 - 2º Resultado



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Figura 27 - 3º Resultado



Fonte: (Autoria própria, 2025)

4.8. PRODUÇÃO E TESTE DO CONSERVANTE NATURAL

4.8.1. Formulação

A partir do resultado positivo dos testes anteriores, verificou-se que o extrato alcoólico de alho e o óleo essencial de manjeriço foram os ativos que apresentaram maior efeito inibitório. Com isso, a formulação do conservante natural foi elaborada com base com os ativos citados em que foi realizada utilizando 1 mL do óleo essencial de *Ocimum basilicum* (manjeriço), 5 mL de extrato de *Allium sativum* (alho), 2 mL de Tween – usado como um emulsificante, principalmente em formulações com óleos essenciais - e 42 mL de água destilada, perfazendo 50 mL de solução, a qual observa-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Formulação do conservante natural

Componente	Concentração	Quantidade
Extrato alcoólico de alho	10%	5mL
Óleo essencial de manjeriço	2%	1mL
Tween 20	4%	2mL
Água destilada	84%	42mL

Fonte: (Autoria própria, 2025).

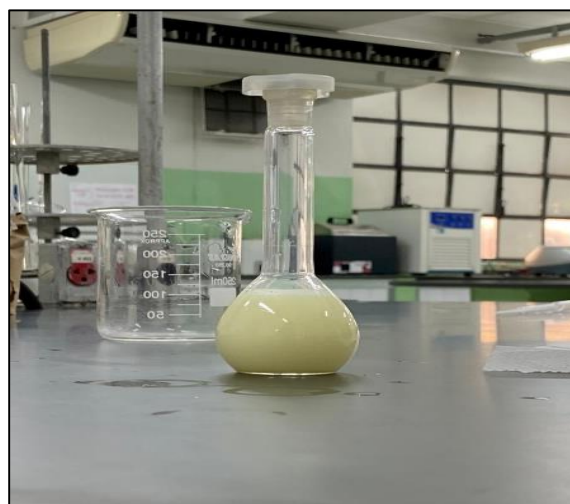
A Figura 28 ilustra os reagentes utilizados no processo de produção do conservante e a solução do conservante preparada na Figura 29, que foi armazenada em frasco de vidro âmbar (Figura 30).

Figura 28 – Reagentes do conservante



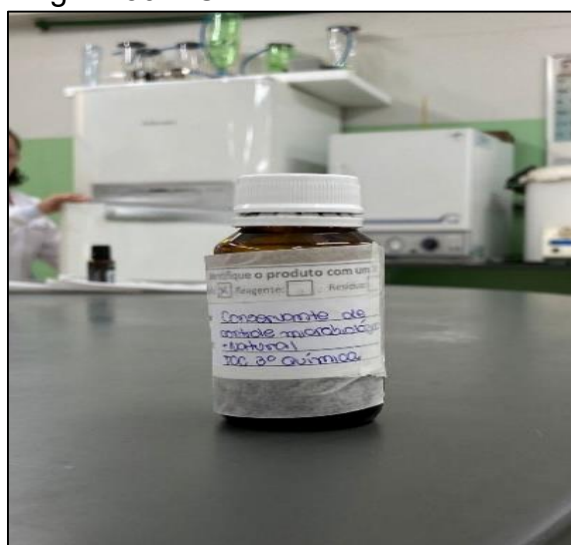
Fonte: (Autoria própria, 2025)

Figura 29 – Conservante finalizado



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Figura 30 – Conservante armazenado

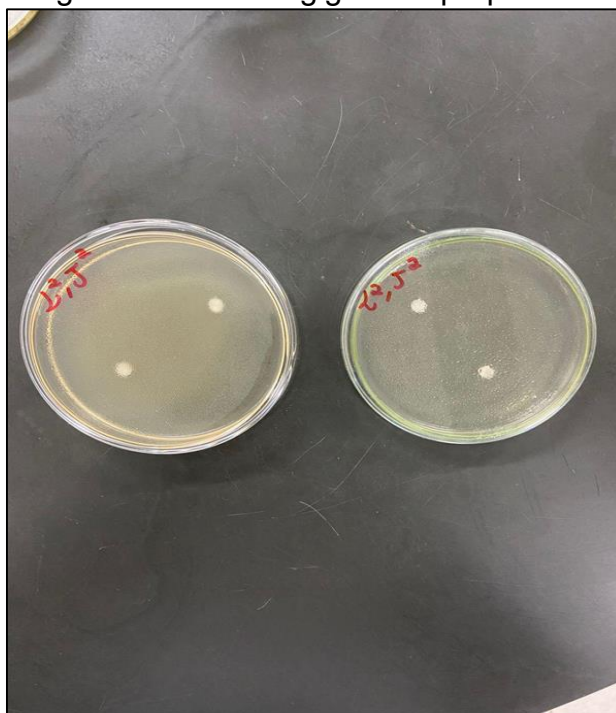


Fonte: (Autoria própria, 2025)

4.8.2. Antifungigrama

Após o preparo do conservante natural, foram realizados dois antifungigramas realizando-se as mesmas técnicas citadas anteriormente, mas desta vez com dois discos imergidos na solução antifúngica preparada, com a finalidade de observar sua ação sobre o fungo *Rhizopus stolonifer* (Figura 31).

Figura 31 – Antifungigramas preparados

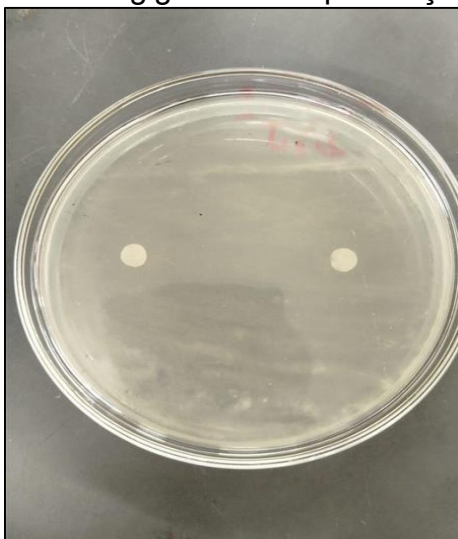


Fonte: (Autoria própria, 2025)

4.8.2.1. Resultados obtidos

Após as 24h, ocorreu o crescimento do fungo nas duas placas. Em uma delas apresentou crescimento mínimo dos microrganismos (Figura 32), enquanto a outra apresentou maior crescimento ao redor dos discos com halos de inibição visíveis que não foram medidos devido à sua assimetria (Figura 33). Ambos os resultados mostram que o conservante natural produzido a partir do extrato de alho e do óleo essencial do manjeriço apresentou ação antifúngica contra o fungo *Rhizopus stolonifer* no dia seguinte de sua aplicação.

Figuras 32 – Placa do antifungigrama com presença quase nula do fungo



Fonte: (Autoria própria, 2025)

Figura 33 – Placa do antifungigrama com formação de halos de inibição



Fonte: (Autoria própria, 2025)

4.9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo o estudo da atividade fungicida dos ativos, e o desenvolvimento de um conservante alimentício natural, a partir do extrato alcoólico de alho (*Allium sativum*) e dos óleos essenciais de manjerição (*Ocimum basilicum*) e gengibre (*Zingiber officinale*), avaliando sua eficácia antifúngica frente ao fungo *Rhizopus stolonifer*, popularmente conhecido como bolor preto do pão.

Durante o estudo, foram conduzidas análises experimentais no Laboratório de Química da Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, na qual realizou-se a extração alcoólica do alho e a utilização dos óleos

essenciais adquiridos comercialmente, que possuíam certificação de pureza. Em seguida, o fungo *Rhizopus stolonifer* foi isolado e identificado por meio de observações macroscópicas e microscópicas, que permitiram a confirmação de sua morfologia característica. Os testes de antifungigrama possibilitaram a avaliação da atividade antifúngica dos compostos naturais, e os resultados obtidos demonstraram que tanto o extrato alcoólico de alho quanto o óleo essencial de manjerição apresentaram ação significativa na inibição do crescimento do fungo, enquanto o óleo essencial de gengibre não apresentou resultados expressivos. Diante disso, esses dois compostos — alho e manjerição — foram selecionados como princípios ativos para a formulação do conservante natural.

A solução conservante produzida foi testada por meio de novos antifungigramas, nos quais se observaram halos de inibição e redução visível do crescimento fúngico, e tais resultados indicaram que o conservante natural formulado apresentou potencial antifúngico eficaz contra o *Rhizopus stolonifer*, ainda que os halos não tenham sido mensurados quantitativamente, por conta da ausência de referenciais para ser consultado bibliograficamente. Portanto, concluiu-se que a formulação produzida como um conservante demonstrou-se promissora como alternativa natural aos conservantes sintéticos empregados pela indústria alimentícia. Além disso, a pesquisa contribuiu para o incentivo ao uso de compostos naturais na conservação de alimentos, promovendo uma opção mais segura e sustentável, com menor impacto à saúde humana e ao meio ambiente. Sugere-se, portanto, a continuidade de estudos mais aprofundados sobre o tema, com ampliação da análise quantitativa dos efeitos antifúngicos, testes com outras cepas e variações na concentração dos extratos. Dessa forma, pesquisas futuras poderão aperfeiçoar a formulação desenvolvida e possibilitar resultados ainda mais consistentes e aplicáveis em escala industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULMUMEEN, Hamid A; RISIKAT, Ahmed N; SURURAH, Agboola R. Food: Its preservatives, additives and applications. *Ijcsbs*, [s. l.], v. 1, p. 36–47, 2012.

AGÊNCIA BRASIL. **Faturamento da indústria de alimentos cresce 10% em 2024**. Brasília: Agência Brasil, 06 fev. 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2025-02/faturamento-da-industria-de-alimentos-cresce-10-em-2024>. Acesso em: 16 maio 2025.

ALTUS. **6 desafios da indústria alimentícia e como superá-los**. 2025. Disponível em: <https://www.altus.com.br/post/553/desafios-da-industria-alimenticia>. Acesso em: 24 fevereiro 2025.

ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. A63 – *Allium sativum* (a partir de 08-09-2020) [monografia autorizada]. Brasília: Anvisa, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/a/a63-allium-sativum-a-partir-de-08-09-2020.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA. **O óleo essencial que apresentou atividade antimicrobiana**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 2022, [local do evento]. Anais... [S.l.: s.n.], 2022. p. 849-879. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2022/trabalhos/7/849-879.html#:~:text=O%20C3%B3leo%20essencial%20que%20apresentou,pertencente%20C3%A0%20classe%20dos%20fenilpropan%C3%B3ides>. Acesso em: 16 jun. 2025.

ATKINS, Peter W. **Moléculas**. 1. ed. Lisboa: Gradiva, 2000.

BARBOSA, M. S. et al. **Atividade antifúngica do extrato de alho (*Allium sativum*) sobre diferentes espécies de fungos fitopatogênicos**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 22, n. 4, p. 727–736, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/M3ZrNsDVpj75tcGzR3RmXHF/>. Acesso em: 23 jun. 2025.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. **Biological effects of essential oils – a review**. Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 2, p. 446-475, fev. 2008. DOI: 10.1016/j.fct.2007.09.106. Epub 29 set. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>. Acesso em: 15 set. 2025.

BRASIL. **Resolução RDC n.º 778, de 1º de março de 2023**. Dispõe sobre os princípios gerais, as funções tecnológicas e as condições de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 mar. 2023. Seção 1, p. 108. Disponível em: <https://admin.associacoes.org.br/data/dynamic/materiais/232/downloads/f91e65f961cae11046129da3a15c22bd.pdf>. Acesso em: 14 out. 2025.

CARNEIRO, Beatriz. **Bolores em alimentos: o que são, tipos e como evitar**; 2022. Disponível em: <https://gepea.com.br/bolores-em-alimentos-o-que-sao-tipos-e-como-evitar/#:~:text=Exemplo%20de%20bolores%20em%20alimentos,-Os%20bolores%20podem&text=No%20p%C3%A3o%2C%20os%20tipos%20de,contaminar%20tamb%C3%A9m%20frutas%20e%20queijos>. Acesso em: 30 jun. 2025.

CASTRO, D.R. Estudo de conceitos de estrutura e funcionalidade de seres vivos no Ensino Fundamental I. 2014. Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2014.

CALEJA, C. et al. ***Foeniculum vulgare* Mill. utilizado como antioxidante em iogurtes: comparação entre o ingrediente natural e um aditivo sintético.** 13º Encontro de Química dos Alimentos, Bragança, 2016. Documento em pdf. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616306422> . Acesso em: 24 fevereiro 2025.

CYMIT QUÍMICA. Imagem do composto químico com CAS 495-60-3. **Cymit Química.** Disponível em: <https://cymitquimica.com/pt/cas/495-60-3/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

DESHPANDE, Alpana; DESHPANDE, Bhagyashree. Food Additives and Preservation: a Review. Indian J.Sci.Res, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 219–225, 2017. Disponível em: <https://www.ijsr.in/upload/248355938chapter46.pdf>

EMBRAPA. **Manjeriço.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 24 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/900892/1/DOC11004.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

ESALQ – USP. **A Cultura do Manjeriço.** Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR36.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

FAO; WHO. (2023). **Pesticide residues in food: Report 2023** – Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. Rome. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240090187>. Acesso em 20 ago. 2024.

FARIA, R. O. et al. **Revestimento comestível à base de amido, quitosana e alho aplicado a alho minimamente processado.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 43, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/kYPXtkm4LLwjqGTfCZRNCtk/?lang=pt>. Acesso em: 24 jun. 2025.

FARMACIA LAS FUENTES. **Ajoeno, principio activo del ajo.** 16 abr. 2019. Ilustração. Disponível em: <URL>. Acesso em: 08 set. 2025.

FERREIRA, I. S. et al. **Allium sativum L. como agente terapêutico para diversas patologias: uma revisão.** Academia.edu, 2020. Disponível em: <https://www.academia.edu/68143214>. Acesso em: 23 jun. 2025.

FRANCO, B., LANDGRAF, M. (1996). **Microbiologia dos alimentos.** In São Paulo: Atheneu (Vol. 182). Atheneu Editora.

FURIAN. **Alicina, fórmula química e estrutura.** Depositphotos, 2023. Ilustração. Disponível em: <URL>. Acesso em: 08 set. 2025.

FREITAS, Ana Costa; FIGUEIREDO, Paulo. **Conservação de Alimentos.** Lisboa, 2000. Disponível em: <https://www.unirio.br/institucional/-dmp/nutricao-integral/fontes-de-consulta-complementar/FREITAS-%20FIGUEIREDO-%202000%20-%20Conservacao%20dos%20Alimentos%20-%20Livro.pdf>

JÚNIOR, H.P; ALVES DE LEMOS, A.L. Gengibre. **Revista Diagnóstico e Tratamento**, São Paulo, p. 174-178, 2010.

KEYING CHEMICAL. Diallyl Trisulfide. Disponível em: <URL>. Acesso em: 08 set. 2025

KHAN, M. I.; ALI, M. Y.; ALI, S. S.; ALI, J.; KHAN, M. I. **Antifungal activity of ginger (*Zingiber officinale*) against *Candida albicans***. Journal of Medicinal Plants Research, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2019.

LAVERMICOCCA P., VALERIO F., VISCONTI A. Atividade antifúngica do ácido fenilático contra fungos isolados de produtos de panificação. Appl. Environ. Microbiol. 2003; 69:634-640.

MACHADO, J. P. B. et al. **Utilização de óleos essenciais com propriedades antifúngicas na conservação de alimentos**. Revista de Ciências Agrárias, v. 63, n. 3, p. 1–8, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/4HnjVhwmhFTTbTKq5psdMBz>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MARCHESE, A.; Barbieri, R.; Coppo, E.; Orhan, I. E.; Daglia, M.; Nabavi, S. F. et al. **Antimicrobial activity of eugenol and essential oils containing eugenol: A mechanistic viewpoint. Critical Reviews in Microbiology**, v. 43, n. 6, p. 668-689, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/1040841X.2017.1342020>. Acesso em: 24 jun. 2025.

MENDES, M. A.; et al. O controle microbiológico da qualidade de alimentos. Pubvet, v. 15, n. 2 , p. 1-10, fev. 2021. Disponível em: https://web.archive.org/web/20210112060907id_/http://www.pubvet.com.br/uploads/9e023120d6cd4f5275ab19fc9f3e5454.pdf. Acesso em: 08 agost. 2025.

MORALES, Jessica Aguilar. Métodos de Conservación de Alimentos. Red Tercer Milenio, 2012.

NAWAF, Alshammari. Mycotoxin source and its exposure causing mycotoxicoses. **National Library of Medicine**, Hail – Arábia Saudita, v. 19, n. 4, p. 348–357, 2023.

NICÁCIO, Gabriela L. S. et al. **Breve revisão sobre as propriedades fitoterápicas do *Zingiber officinale* Roscoe – o gengibre**. Sinapse Múltipla, v. 7, n. 2, p. 74-80, dez. 2018.

OLIVEIRA, Natália Dias de; CARBONERA, Roberto; ROSSETTO, Daniel Reges. **Agrotóxicos e segurança alimentar: conflitos regulamentares entre Brasil e União Europeia**. RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 18, n. 10, p. 099, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10.099>.

PEREIRA, S. A. et al. **Ação antimicrobiana e antioxidante do extrato de alho sobre leveduras e bactérias de importância médica**. Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e1083082020, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10830>. Acesso em: 24 jun. 2025.

PINHEIRO, C. Da gripe ao colesterol: saiba se o alho ajuda mesmo nessas 6 **doenças. Viva Bem OUL**, São Paulo, 20 fev. 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/02/20/de-gripe-a-colesterol-saiba-se-o-alho-ajuda-mesmo-nessas-6-doencas.htm>. Acesso em: 30 jun. 2025

PINHEIRO, Lílian Sousa. **Atividade antifúngica dos fenilpropenos eugenol e isoeugenol sobre cepas de *Cryptococcus neoformans***. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11165>. Acesso em: 24 jun. 2025.

RODRIGUES, V. G. S.; GONZAGA, D. S. Manjerição. In: Folder 10 - **Série “Plantas Medicinais”**. Porto Velho, RO: EMBRAPA, 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100713/1/foldermanjericao.pdf> Acesso em: 23 de Jun de 2025.

SANTOS, M. C. S. et al. **Avaliação das propriedades antimicrobianas do extrato de alho**. Brazilian Journal of Health Review, v. 4, n. 4, p. 15519–15528, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/77995>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SHAHRAJABIAN, M. H.; SUN, W.; Cheng, Q. **Componentes químicos e benefícios farmacológicos do manjeriço (*Ocimum basilicum*): uma revisão**. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 14, n. 12, p. 1961-1970, 2020. Recebido em: 01 jun. 2020. Aceito em: 19 set. 2020. Publicado online em: 08 nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/JMPR2020.0801>. Acesso em: 16 jun. 2025.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, J. R.; SOUZA, A. L. **Propriedades antimicrobianas do manjeriço e sua possível aplicação em embalagens de alimentos**. *Revista de Química Agrícola e Alimentar*, v. 51, n. 11, p. 3197-3207, jun. 2003.

SILVA, E. R. et al. **Avaliação da ação de extratos vegetais sobre o crescimento de fungos do solo**. Brazilian Journal of Biology, v. 79, n. 1, p. 20–27, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/7zLKb7yF8qTq75J6NQvmQkD>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SILVA, Leonardo Filipe da. **Fungos: um estudo sobre a sua ocorrência nos alimentos**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Microbiologia) – Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://alimentosefungos.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/fungos-um-estudo-sobre-sua-ocorrencia-em-alimentos.pdf>. Acesso em; 07 agost. 2025

SINGH A., SHARMA PK, GARG G. Produtos naturais como conservantes. *Int. J. Pharm. Bio Sci.* 2010; 1:101-612.

SOUSA, C., C.; SOUZA, P., H., M (2021). Conservantes naturais: Uma revisão literária. **Encontros Universitários Da UFC**. Ceará – CE, Brasil, V.6, No. 4, 2021

SOUZA, M. F. de; Oliveira, J. P.; Costa, A. L. **Ação antimicrobiana de extratos vegetais na conservação de alimentos: uma revisão.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 23, n. 1, p. 87–94, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/20_167.

TEIXEIRA, Vinicius. **Avaliação Microbiológica E Das Condições Higiênico-Sanitárias Em Padarias Da Fronteira Oeste, Rs.** 2022. 49 p. Trabalho de conclusão de curso (Biotecnologia) – Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, 2022.

TIWARI BK, VALDRAMIDIS VP, O'DONNELL CP, MUTHUKUMARAPPAN K., BOURKE P., CULLEN PJ. Aplicação de antimicrobianos naturais para conservação de alimentos. J. Agric. Food Chem. 2009; 57:5987-6000.

TREVISAN, Fernando. **Efeitos do estragol na contratilidade de músculo cardíaco de rato.** 2015. 5 p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015
Vasconcelos, M. A. S.; Melo Filho, A. B. **Conservação de alimentos.** Recife:

UNII Química. **Imagem do composto β -pineno (CAS 1625).** UNII Química. Disponível em: <https://uniiquim.iquimica.unam.mx/compuesto-item/b-pineno-1625/>. Acesso em: 15 jun. 2025

VASCONCELOS, Margarida Angélica da Silva; MELO, Artur Bibiano. **Conservação de Alimentos.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, [s. l.], p. 122, 2010. Disponível em: http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prod_alim/tec_alim/181012_con_alim.pdf

ZHANG, Y. ; LI, Y. ; LI, Y. ; LI, Y. **Antifungal activity of gingerol and shogaol against Candida albicans.** Journal of Ethnopharmacology, v. 250, p. 112-118, 2020.