



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



## Estudo da Adição de Óleo Essencial de Cravo-da-índia em Filme Biodegradável de Amido de Mandioca

### Study of the Addition of Clove Essential Oil in Biodegradable Cassava Starch Film

Emilly Strapasson<sup>1</sup>, Gabriela Keppe Rocha<sup>1</sup>, Natália Tozoni da Silva<sup>1</sup>, Sofia Lunardon Gomes<sup>1</sup>, Richard Jojima Nagamoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente- Instituto Federal do Paraná, CEP 83403-515, Colombo, Brasil

<sup>2</sup> Docente- Instituto Federal do Paraná, CEP 83403-5015, Colombo, Brasil

**Resumo:** A utilização de polímeros derivados de petróleo vem crescendo continuamente. Dentre os 381 milhões de toneladas de plásticos produzidos no mundo, apenas 9% é reciclado de forma correta, o restante é descartado em locais impróprios, como em praias, bueiros e até mesmo nas ruas, permanecendo no meio ambiente por séculos, trazendo desta forma, consequências negativas para todos os seres vivos. A fim de amenizar essa problemática, justifica-se a busca por novos métodos que visam auxiliar no combate a este acúmulo por meio da utilização de materiais biodegradáveis, além de contribuir em alguns dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, criados pela ONU para um melhor desenvolvimento mundial. Com essa perspectiva, o objetivo deste estudo é desenvolver um filme biodegradável de amido de mandioca com a adição de óleo essencial de cravo-da-índia. Os filmes foram produzidos em laboratório de análise físico-química no Instituto Federal do Paraná campus Colombo, tendo como base bibliográfica Science Direct, Google Acadêmico, Scielo e Web of Science. Para a realização do filme foi utilizado o método de casting, no qual os filmes se formam pela evaporação do solvente. Durante a realização dos filmes, foram observadas algumas dificuldades, como irregularidades de local na estufa, tempo e temperatura, os quais implicam na eficiência de secagem dos filmes, além da necessidade de adicionar um solvente para uma melhor diluição do filme. Após as alterações e com os filmes já concluídos foi realizado um teste de biodegradabilidade, em que a amostra foi enterrada no solo e analisada por volta de 120 dias, trazendo resultados positivos, viabilizando a utilização, a fim de solucionar os desafios relacionados aos impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Filme ativo. Sustentabilidade. *Syzygium aromaticum*. Atividade antimicrobiana. *Casting*.

<sup>1</sup> lunardonsofia2004@gmail.com



RCAGT

REVISTA  
de Ciência de Alimentos e Gastronomia



**Abstract:** The use of petroleum-derived polymers has been growing continuously. Among the 381 million tons of plastics produced in the world, only 9% is recycled correctly, the rest is discarded in inappropriate places, such as beaches, drains and even on the streets, remaining in the environment for centuries, thus bringing, negative consequences for all living beings. In order to alleviate this problem, the search for new methods that aim to help combat this accumulation through the use of biodegradable materials is justified, in addition to contributing to some of the “Sustainable Development Goals”, created by the UN for better development. worldwide. With this perspective, the objective of this study is to develop a biodegradable cassava starch film with the addition of clove essential oil. The films were produced in a physical-chemical analysis laboratory at the Instituto Federal do Paraná, campus Colombo, based on Science Direct, Google Scholar, Scielo and Web of Science. To make the film, the casting method was used, in which the films are formed by the evaporation of the solvent. During the making of the films, some difficulties were observed, such as irregularities in the location of the oven, time and temperature, which affect the drying efficiency of the films, in addition to the need to add a solvent for better dilution of the film. After the changes and with the films already completed, a biodegradability test was carried out, in which the sample was buried in the soil and analyzed for around 120 days, bringing positive results, enabling its use in order to solve challenges related to environmental impacts.

**Keywords:** Active film. *Syzygium aromaticum*. Sustainability. Antimicrobial activity. Casting.

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos milênios, cerâmica, vidro, madeira, vime e têxteis foram os principais materiais utilizados para armazenar e comercializar produtos e materiais orgânicos até a recente invenção dos plásticos, que marcou o início de uma nova era (Bevan, 2014). No entanto, os plásticos degradam-se lentamente no meio ambiente, e para sua total degradação podem levar algumas décadas ou séculos. Desta forma, os plásticos tendem a se acumular na natureza (Ballerini et al., 2019; Brandon et al., 2019).

Além disso, aproximadamente 50% dos objetos de plástico produzidos são destinados para uso único e logo são descartados, e apenas 20% a 25% para uso a longo prazo (Geyer et al., 2017; Hopewell et al., 2009). Dessa maneira, à medida que a utilização de materiais plásticos aumentou, os resíduos gerados também aumentaram. Das 8,3 milhões de toneladas de plástico produzidas no mundo entre 1950 e 2015, somente 4,9 milhões de toneladas foram descartadas (Geyer et al., 2017).

De acordo com o relatório “Solucionar a Poluição Plástica: Transparência e



**RCAGT**

## **REVISTA** de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Responsabilização”, que foi publicado em março de 2019, pelo WWF (World Wide Fund for Nature), evidencia-se que o Brasil é o 6º país mais populoso do mundo, e em relação ao consumo de plástico, situa-se em 4º lugar no ranking mundial. Observou-se que o Brasil produz, em média, cerca de um quilo de lixo plástico por habitante a cada semana, esses dados ficam atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia (Wiesenhütter; Griebler, 2021).

A partir das problemáticas trazidas pelos plásticos, existem os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS), criados pela Organização das Nações Unidas (ONU), que têm como intuito “Acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade” (ONU, 2020), com metas a serem cumpridas até 2030. Com isso, os materiais biodegradáveis são uma alternativa de solução para os impactos negativos ambientais, sociais e econômicos citados anteriormente, por serem obtidos de fontes renováveis e que são desintegrados pela ação de microrganismos (Carvalho *et al.*, 2022).

A utilização de materiais biodegradáveis, inclusive os filmes biodegradáveis, podem auxiliar no cumprimento de alguns dos ODS, os quais serão citados a seguir:

ODS 6 - Água potável e saneamento, ODS 9 - Indústria, inovação e infraestrutura, ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis, ODS 12 - Consumo e produção responsáveis, ODS 14 - Vida na água e ODS 15 - Vida terrestre (Nações Unidas, 2023). Além dos objetivos, os materiais biodegradáveis também podem auxiliar no cumprimento das metas 6.3 e 6.6; 9.4 e a 9.b; 11.6; 12.2, 12.3 e 12.7; 14.1; 15.5, que estão inseridas nos respectivos ODS (Carvalho *et al.*, 2022).

A partir da não utilização de plásticos percebe-se que vários dos objetivos e suas metas estipulados pela ONU são contemplados, portanto a utilização de materiais biodegradáveis, os quais não afetam o meio ambiente de forma negativa, são de extrema importância para o alcance de um mundo sustentável.

Assim, para iniciar o possível futuro das embalagens, surgem os filmes biodegradáveis, que são produtos orgânicos elaborados a partir de proteínas, polissacarídeos, lipídios e/ou derivados, contém uma película de pouca espessura, que age como barreira à elementos externos e protege os produtos embalados de danos físicos e/ou biológicos (Sousa, 2021).

A finalidade do uso desses filmes depende de suas propriedades funcionais,



**RCAGT**

## **REVISTA** de Ciência de Alimentos e Gastronomia



como barreira à umidade, gases e solutos, solubilidade em água, propriedades ópticas, características mecânicas, reológicas e propriedades térmicas. Estas características dependem da composição da matriz polimérica, do seu processo de obtenção, modo de aplicação, do condicionamento e da espessura do filme. A preparação do filme envolve: agentes de formação de película, solvente e plastificantes, entre outros reagentes (Olivas, 2003).

Os filmes biodegradáveis, devido a sua composição ser feita a partir de compostos orgânicos, possuem a capacidade de se degradar sob condições de temperatura e pressão normais, ao contrário dos filmes derivados de petróleo (Silva, 2016). Portanto, os filmes que obtêm sua base do amido tem um grande potencial, isso se deve às suas características como disponibilidade, versatilidade, fácil extração e baixo custo, se forem comparados a outras fontes vegetais, e ainda são flexíveis, atóxicos e incolores (Mali; Grossmann; Yamashita, 2010).

O amido é um polissacarídeo presente em fontes como: cereais, raízes, tubérculos, frutas e legumes. Ele é formado por dois grandes polímeros: amilopectina e amilose, ambos têm propriedades diferentes. A amilose consiste em cadeias lineares, porém pode ocorrer presença de ramificações ao longo da molécula, com ligações  $\alpha(1-6)$ , ela também possui alta tendência ao retrocesso e uma produção de géis resistentes, enquanto a amilopectina tem uma cadeia não linear, sendo mais estável e produzindo géis macios (Krieger *et al.*, 1997; Feniman, 2004).

Neste contexto, o uso do amido de mandioca, como elemento principal do filme, é devido a sua raiz e fécula serem fontes deste, elas são compostas por 70% de umidade, 25 a 35% de amido, 2% de fibras, 1% de proteínas e 3% de outros compostos (Feniman, 2004). Além disso, a mandioca, também conhecida como aipim ou macaxeira, pertence à família *Euphorbiaceae*, classificada como *Manihot esculenta Crantz* ou *Manihot aipi*, originária da América do Sul, encontrada em regiões tropicais e subtropicais do continente, considerado um alimento energético, no qual mais de 100 países produzem a mandioca, e o Brasil se enquadra em 10% dessa produção (Embrapa, 2015).

Os óleos essenciais (OE) caracterizam-se por serem misturas complexas de compostos orgânicos, e conter aparência oleosa e odorífera. Os OE estão presentes na humanidade há tempos, com várias formas de aplicações, desde a civilização egípcia e chinesa, sendo utilizadas como, por exemplo, na medicina, em banhos aromáticos ou até



RCAGT

## REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



mesmo no controle de pragas. Com o passar dos anos, na sociedade contemporânea, a utilização destes OE ainda é muito comum, devido aos benefícios para a saúde humana e o meio ambiente, em comparação aos produtos sintéticos, desta forma, houve um aumento em relação aos estudos e testes desses óleos, providenciando melhor compreensão sobre o seu mecanismo (Machado, 2011).

Estes, ocupam um lugar preponderante nas indústrias farmacêuticas, agroalimentares, de perfumaria e cosmética, devido, não só à possibilidade de obtenção de compostos aromáticos, mas também de compostos com propriedades terapêuticas e de proteção contra processos de oxidação e deterioração por microrganismos (Chiumarelli; Ferreira, 2006). Dentre os tipos de óleos mais famosos estão a cânfora, cedro, citronela, eucalipto, hortelã-pimenta, orégano, hortelã-verde e o cravo-da-índia (Machado, 2011).

Dentre os óleos essenciais, o cravo-da-índia, denominado cientificamente como *Syzygium aromaticum*, é conhecido por sua alta atividade antibacteriana, antifúngica e antioxidante, assim sendo eficaz contra uma variedade de microrganismos patogênicos (Souza Coelho *et al.*, 2017). Os principais compostos presentes no OE de cravo que permitem essas propriedades são o eugenol (83,75%), o  $\beta$ -cariofileno (10,98%) e o acetato de eugenila (Velloso *et al.*, 2018).

Por serem compostos de substâncias com baixo peso molecular, geralmente lipofílicas, ocorre uma penetração mais eficiente na membrana celular. Em um estudo realizado por Pawar e Thaker (2006), foi relatado que os óleos essenciais penetram nos tecidos, aproximadamente, 100 vezes mais rápido que a água. Essa alta permeabilidade da membrana confere aos compostos fenólicos, como o eugenol, atividade antimicrobiana. O óleo essencial de cravo-da-índia apresenta altos resultados com relação a sua atividade antimicrobiana, quando testado em microrganismos como: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* Enteritidis, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus epidermidis* (Scherer *et al.*, 2009).

Sua ação antioxidante ocorre por o eugenol ter a capacidade de inibir a peroxidação lipídica na fase de iniciação e propagação, interferindo nas reações em cadeia, raptando  $O_2$  ativo e, quando metabolizado a um dímero (dieugenol), inibe a própria peroxidação no nível de propagação da reação (Affonso *et al.*, 2012).

Assim, a combinação de filmes e óleo essencial de cravo-da-índia pode ser uma alternativa positiva para substituição de plásticos derivados de petróleo, visto que, são



**RCAGT**

# REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



biodegradáveis, de baixo custo, e os componentes presentes no óleo essencial são antimicrobianos, tornando-se uma alternativa no desenvolvimento de filmes ativos na proteção de alimentos, proporcionando ação antimicrobiana e antioxidante, dessa forma sendo uma nova alternativa de interesse dentro da indústria de alimentos.

Portanto, neste trabalho buscou-se desenvolver um filme biodegradável de amido de mandioca com a incorporação do óleo essencial de cravo-da-índia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do Estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise físico-química do Instituto Federal do Paraná Campus Colombo no período de Março a Novembro do ano de 2023.

### 2.2 Material

Para a produção dos filmes foram utilizados amido de mandioca, plastificante de glicerol e o óleo essencial de cravo-da-índia, todos adquiridos no comércio local da região de Colombo/PR.

### 2.3 Metodologia

#### 2.3.1 Base bibliográfica

A partir de pesquisas realizadas nas bases de dados Science Direct, Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, foram obtidos resultados referentes às seguintes palavras-chave: Filme biodegradável, cravo-da-índia, embalagem ativa, starch biodegradable film, *casting*, biodegradable films with essential oils, óleos essenciais, atividade antimicrobiana e amido de mandioca. Dessa maneira, foram utilizados os filtros de 2015 a 2023, assim como também foi feita uma seleção com a finalidade de delimitar os artigos que mais se ajustavam aos objetivos propostos no trabalho.



### 2. 3. 2 Preparo do Filme de Amido

A solução filmogênica foi elaborada com 4 g de amido, 1 g de glicerol, uma gota de polissorbato 80 (*Tween 80*) e água destilada até obter 100 g de solução. Após esse processo, o béquer foi levado ao banho-maria a 80 °C por 30 min, até atingir a gelatinização. O filme foi preparado com base no método adaptado de Carissimi *et al.*, (2017) e no de Souza Coelho *et al.*, (2017). Foi utilizada como etapa principal a técnica de *casting*, que consiste basicamente na formação dos filmes pela evaporação do solvente, ou seja, dependem da difusão da solução precursora da amostra em um substrato (Placa de Petri). Esta solução é seca em um suporte até que todo o solvente tenha evaporado, esse processo pode ser acelerado por meio do aquecimento. Dessa maneira, nesta técnica a espessura do filme requer muita atenção, pois depende diretamente da viscosidade da solução e da espessura, que afeta diretamente as propriedades mecânicas e a permeabilidade ao vapor, quanto mais espesso o filme, maior a permeabilidade ao vapor de água (Viégas, 2016).

### 2. 3. 3 Adição do Óleo Essencial de Cravo-da-índia e Secagem

Após ser retirada do banho-maria, foi adicionada à solução filmogênica uma gota de óleo essencial de cravo-da-índia, correspondente a 0,032%. Para chegar a esse número foi posto em um béquer uma gota de óleo essencial para ser pesado na balança, assim chegou-se a um número correspondente a massa dessa gota, logo, foi possível mensurar a porcentagem correspondente. Dessa maneira, a solução foi homogeneizada no agitador magnético, da marca Global Trade Technology, por 2 minutos. Em seguida, a mistura foi vertida em placas de Petri, com aproximadamente 50 ml, e colocadas na estufa com circulação de ar forçada, em diferentes temperaturas a fim de chegar a um resultado satisfatório, com a secagem completa da placa, sendo assim, ocorreu os seguintes testes: secagem por 12 horas a 35 °C, 20 horas por 35° C, cerca de 24 horas a 35 °C, de 1 hora por 80 °C, 9 horas por 60 °C, e por fim, 35° C em um intervalo de tempo de 18 horas, e depois colocadas em dessecador com sílica por cerca de 6 horas, sendo este último o teste com os resultados mais aceitáveis.



**RCAGT**

**REVISTA**  
de Ciência de Alimentos e Gastronomia



#### 2. 3. 4 Biodegradabilidade

Para o teste de biodegradabilidade, foi utilizada uma técnica simples a fim de avaliar o tempo em que o material é decomposto, enterrando a amostra em solo e deixando os processos naturais acontecer em torno de 120 dias. Na realização dos testes, foram colocados dois tipos de amostras em um vaso contendo terra, que foi retirado do solo localizado em Colombo-PR, e após enterrado em torno de 20 cm de profundidade. No primeiro teste, foi utilizada uma amostra sem a adição de óleo essencial, enterrada nos dias 15 de fevereiro de 2023 e desenterrada em 15 de junho de 2023. O segundo teste consistiu em enterrar a amostra com a adição do óleo essencial no dia 1 de julho de 2023 e desenterrar no dia 17 de setembro de 2023, resultando em 77 dias.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Diluição do óleo essencial e as concentrações

Durante os testes para elaboração do filme biodegradável, foi observado que a secagem não ocorria de forma abrangente na placa, pois os óleos essenciais são de natureza hidrofóbica, o que pode reduzir sua capacidade de diluição ou causar essa distribuição desigual (Kalemba; Kunicka, 2003). Nestes casos, a utilização de um solvente se mostra como alternativa para resolução do problema, visto que eles, quando adicionados a um líquido, reduzem a tensão superficial, assim aumentando o espalhamento. Isso se deve pelo fato das moléculas desse surfactante serem parcialmente hidrofílicas (solúvel em água) e parcialmente lipofílica (solúvel em óleo) (Britannica, 2023).

A escolha do *Tween 80* foi feita após pesquisas que concluíram sua eficiência perante esse problema, como no estudo realizado por Lavínia Cipriano (2022), no qual utilizou este mesmo solvente na diluição do óleo, ao estudar sobre o “Potencial Antifúngico De Nanoemulsões De Óleo Essencial De Cravo-Da-Índia (*Syzygium aromaticum*)”, e em outro trabalho, realizado por Silvana Farias Oliveira Pontes (2013), ao analisar o “Desenvolvimento de nanoemulsões de óleos essenciais incorporadas em



**RCAGT**

**REVISTA**  
de Ciência de Alimentos e Gastronomia



filme de metilcelulose para uso em alimentos”, que obteve bons resultados na incorporação de nanoemulsões nos filmes, que possibilitou a ação antimicrobiana em *Aspergillus niger* e *Penicillium* spp.

Em um trabalho realizado por Santos de Sousa, publicado em 2016, abordava sobre a "Influência da concentração de óleo essencial de alecrim nas propriedades de filme à base de hidroxila propilmetilcilose", no qual foram testadas diferentes concentrações (1,2,3 e 4% (m/v)), além do filme ser submetido a algumas avaliações como: Teor de água, espessura, permeabilidade ao vapor de água, solubilidade em água, propriedades ópticas, mecânicas, térmicas e microestrutura. Os resultados obtidos apresentaram quanto maior a concentração de óleo essencial os valores de transparência diminuíram, a solubilidade umidade e espessura não foram afetadas, significativamente, nas concentrações, e as propriedades mecânicas foram melhoradas. Como conclusão tem-se que a concentração de 2% do óleo essencial de alecrim adicionado ao filme biodegradável, foi o melhor resultado.

Também foram realizados testes para concluir qual concentração era a melhor para a pesquisa. A utilização de duas gotas de OE influenciou na homogeneização e, conseqüentemente, na secagem da solução, formando bolhas de óleo na superfície, não permitindo total secagem do filme, sendo preferível o estudo com apenas uma gota de OE.

## 3.2 Estufa

### 3.2.1 Binômio Tempo x Temperatura

Com relação à temperatura da estufa, foi observado que ao colocar na placa de Petri o mesmo volume de solução filmogênica, eram obtidas diferentes reações do filme, de modo que em temperaturas muito altas o filme rachava, e em temperaturas muito baixas o filme não secava o suficiente. Dessa maneira, em vista da necessidade de análise das variáveis tempo e temperatura para atingir a secagem completa do filme, foram feitos diversos testes, estes apresentados na tabela 1.

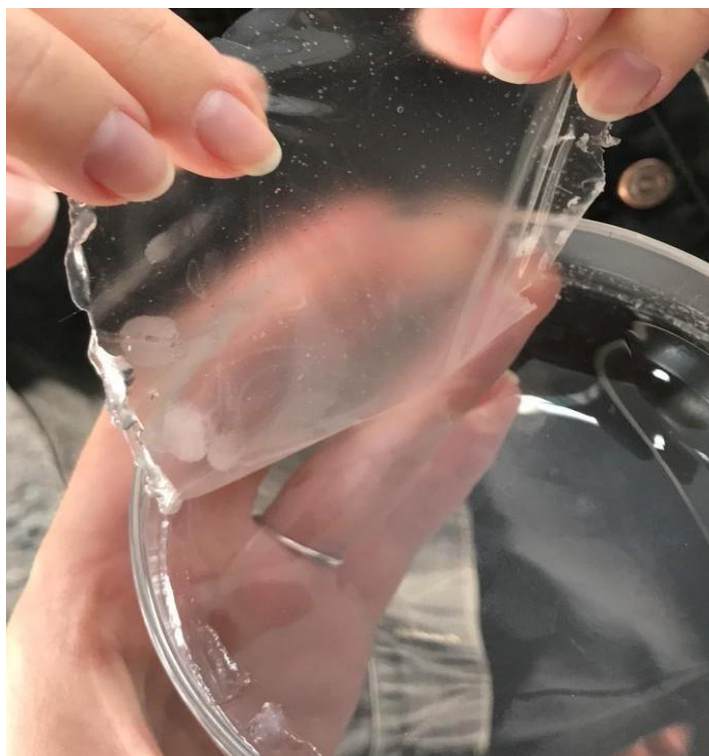
**Tabela 1**-Testes realizados para secagem do filme biodegradável



Temperatura (°C)	Tempo (Horas)	Resultados
35	12	Algumas partes das extremidades da placa ficaram secas, mas cerca de 70% da placa estava molhada.
35	24	O filme secou, porém houve várias rachaduras ao longo da placa.
80	1	A solução não secou, estava totalmente molhada.
60	9	O filme secou e apresentou algumas rachaduras, além de existir certas irregularidades na distribuição da solução ao longo da placa.
35	20	O filme secou 80%, porém apresentava várias rachaduras nas partes secas.
35	18	A solução filmogênica estava totalmente seca e sem irregularidades, sendo possível tirá-la da placa de forma completa.

Fonte: Autores.

Após diversos testes e pesquisas em artigos com o mesmo propósito, a temperatura e tempo com resultados mais satisfatórios foi de 35 °C por 18 horas, e a seguir, os filmes foram colocados por 6 horas no dessecador com sílica, que contém uma baixa umidade relativa. Desse modo, ao final, a solução filmogênica estava totalmente seca, sendo possível tirá-la da placa de forma completa, como pode-se observar na figura 1 e 2.



**Figura 1-** Filme com a secagem completa sendo retirado da placa de Petri



**Figura 2-** Filme biodegradável com adição do óleo essencial final, com os resultados satisfatórios

### 3.2.2 Local

Para realizar a etapa final dos biofilmes, foi utilizada a estufa com circulação de ar forçada, da marca Lucadema. Esse equipamento consiste em acelerar o processo de secagem do material escolhido, removendo a quantidade elevada de umidade presente na amostra. Após realizar alguns testes, foi percebido irregularidade na secagem dos filmes na placa de Petri, sendo que a metade da placa secava e a outra metade continuava úmida. Desta forma, foi analisado que o local em que era posto dentro da estufa não era totalmente plano, assim mudando a uniformidade de amostra nas placas, deixando-a desproporcional ao longo da placa e dificultando a secagem. Com isso, foram testados todos os compartimentos de dentro da estufa, e a que se mostrou com melhor resultado em relação ao nivelamento foi o segundo compartimento.

### 3.3 Tempo de degradação

Nos sistemas biológicos, em que acontecem a hidrólise seguida da oxidação, as macromoléculas como o amido, a proteína e a celulose, por exemplo, são biodegradáveis.



**RCAGT**

## **REVISTA** de Ciência de Alimentos e Gastronomia



A biodegradação consiste em um processo que modifica suas características químicas ou físicas, pela ação de microrganismos, sob fatores abióticos como a água, luz, calor, umidade e oxigênio. Eis que eles utilizam os produtos de seu próprio metabolismo, além dos compostos poliméricos, liberando ácidos orgânicos, desta forma danificando a área e evidenciando a degradação (Santos, 2020).

No processo de verificação da terra dos dois testes, notou-se que não havia resquícios visuais dentro do vaso. Desta forma, as amostras submetidas a esse teste não foram encontradas, condições mais apuradas e controladas poderão ser implementadas em testes posteriores para maior confiabilidade de resultados.

### **4 CONCLUSÕES**

É possível concluir que a produção de filmes utilizando polímeros biodegradáveis a partir de fontes renováveis apresenta-se como uma alternativa para uma solução futura frente ao desafio de reduzir os impactos ambientais causados pela utilização de plásticos. Assim, diante dos resultados obtidos, as evidências apresentadas no presente trabalho revelaram um grande potencial quanto à sua viabilidade de aplicação, visto que foi realizada de forma a concluir o objetivo proposto, a preparação dos filmes de amido de mandioca com a adição de óleo essencial de cravo-da-índia. Dessa maneira, pode-se destacar possíveis áreas de aplicação para esse filme, como o uso para recobrimento de frutas e vegetais que possuem um curto tempo de senescência, atingindo a maturação de forma rápida, também para alimentos que contaminam-se facilmente. Logo, a concentração utilizada nos testes de preparação do filme, que foram apresentados no trabalho, demonstraram-se suficientes para que o filme não libere cheiro, porém, mais testes teriam que ser realizados para aprovar a eficácia de forma exata. Além disso, como sugestão de continuidade do trabalho, o desenvolvimento de um filme de forma a aplicá-lo em um alimento, a fim de realizar testes físicos e microbiológicos para analisar sua eficácia.



**RCAGT**

**REVISTA**  
de Ciência de Alimentos e Gastronomia



## REFERÊNCIAS

Affonso, R. S., Rennó, M. N., Slana, G. B., & Franca, T. C. (2012). Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da Índia. *Revista Virtual de Química*, 4(2), 146-161.

Ballerini, T., Le Pen, J. R., & Andrady, A. L. (2019). Plastic pollution in the ocean: What we know and what we don't know about. *Plastic and Ocean Platform. ResearchGate*.

Bevan, A. (2014). Mediterranean containerization. *Current anthropology*, 55(4), 387-418.

Brandon, J. A., Jones, W., & Ohman, M. D. (2019). Multidecadal increase in plastic particles in coastal ocean sediments. *Science advances*, 5(9), 0587.

Britannica. (2023). Surfactant. *Encyclopedia Britannica*. Recuperado de <https://www.britannica.com/science/surfactant>

Carissimi, M. (2017). Desenvolvimento e aplicação de filmes biodegradáveis a partir de amido de mandioca e microalga verde. *Repertório Digital UFRGS*.

Carvalho, L. A., Chan Salum, T. F., & Valadares, L. F. (2022). As contribuições dos materiais biodegradáveis para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. *Embrapa*.

Chiumarelli, M., & Ferreira, M. D. (2006). Qualidade pós-colheita de tomates "Débora" utilizando diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. *Horticultura Brasileira*, v. 24, p. 381-385.

Cipriano, L. (2022). Potencial antifúngico de nanoemulsões de óleo essencial de cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum*). *Repertório Institucional UFScar*.

Costa, M. L. X. ., Aquino, A. A. de ., Rocha, V. C. F., Ferreira, T. A. P. de C. ., Moreira, E. de S., Barros Filho, C. J. de ., Brandão, M. R. S. ., & Moura, A. H. (2022). Conservação pós-colheita de tomate-cereja orgânico embalados com filme ativo biodegradável à base de amido e óleo essencial de cravo-da-Índia . *Concilium*, 22(2), 387-400.

Embrapa. (2015). Mandioca- *Portal Embrapa*. Recuperado de <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/mandioca>

Feniman, C. M. (2004). Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita. Dissertação de Mestrado. *Biblioteca Digital USP*.



Franco, C. M. L., Daiuto, E. R., Demiate, I. M., Carvalho, L. J. C. B., Leonel, M., Vilpoux, O. F., & Sarmiento, S. B. S. (2001). Propriedades gerais do amido. Campinas: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, *Universidade de São Paulo*, v.1, 224 p.

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782.

Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2115-2126.

Kalemba, D., & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current medicinal chemistry*, 10(10), 813-829.

Kedzierski, M., Frère, D., Le Maguer, G., & Bruzard, S. (2020). Why is there plastic packaging in the natural environment? Understanding the roots of our individual plastic waste management behaviours. *Science of the total environment*, 740, 139985.

Krieger, K.M., Duvick, S.A., Pollak, L.M., & White, P.J. (1997). Thermal Properties of Corn Starch Extracted with Different Blending Methods: Microblender and Homogenizer. *Cereal Chemistry*, 74, 553-555.

Machado, B. F. M. T., & Fernandes Júnior, A. (2011). Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. *Cadernos acadêmicos*, 105-127.

Mali, S., Eiras Grossmann, M.V., & Yamashita, F. (2010). Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, 31 (1), 137-155.

Nações Unidas. (2020). Conferência das Nações Unidas para o Oceano 2020. *Nações Unidas em Lisboa*.

Nações Unidas. (2023). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. *Nações Unidas em Brasil*.

Olivas, G. I., Rodriguez, J. J., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2003). Edible coatings composed of methylcellulose, stearic acid, and additives to preserve quality of pear wedges. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27(4), 299-320.

Pawar, V. C., & Thaker, V. S. (2006). In vitro efficacy of 75 essential oils against *Aspergillus niger*. *Mycoses*, 49(4), 316-323.

Pontes, S. F. O. (2013). Desenvolvimento de nanoemulsões de óleos essenciais incorporadas em filme de metilcelulose para uso em alimentos. *Locus Universidade Federal de Viçosa*.



**RCAGT**

# REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Santos, B., Costa, F. M., Rodrigues, T. F., Jahno, V. D., Aouada, F. A., & Moura, M. R. (2020). Biodegradabilidade de filmes baseados em biopolímeros e óleo essencial de erva-doce. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 10.

Santos de Sousa, R. (2016). Influência da concentração de óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) nas propriedades de filmes à base de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Santa Catarina).

Scherer, R., Wagner, R., Duarte, M. C. T., & Godoy, H. T. (2009). Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. *Revista Brasileira De Plantas Mediciniais*, 11(4), 442–449.

Silva, A. M. (2016). Filmes biodegradáveis de amido contendo compostos ativos encapsulados e nanopartículas: uma revisão. *Repertório Digital UFRGS*.

Sousa, J. V. L., de Carvalho Alves, J., Pimentel, M. M. N. S. C., Andrade, R. C., Figueredo, C. S., Viana, S. N. A., & Pereira, T. D. R. S. (2021). Filmes biodegradáveis a base de amido—Mapeamento tecnológico. *Brazilian Journal of Development*, 7(9), 87635-87646.

Souza Coelho, C. C., de Oliveira Fonseca, M. J., Soares, A. G., da Silveira Campos, R., & Silva, O. F. (2017). Aplicação de Revestimento Filmogênico à Base de Amido de Mandioca e de Óleo de Cravo-Da-Índia na Conservação pós-colheita de Goiaba ‘Pedro Sato’. *Revista Engenharia na Agricultura*, 25(6), 479-490.

United Nations (2017). World population prospects: the 2017 revision, key findings and advance tables. *Department of Economics and Social Affairs PD, editor. New York: United Nations*, v. 46.

Velloso, C. K., Martins, M. D., & Rizzatto, M. L. (2018). Ação antifúngica de óleos essenciais em filmes biodegradáveis frente a bolores termorresistentes isolados de tomates. *Revista Cogitare*, 1(1).

Viégas, L. P. (2016). Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de amido com quitosana para aplicação em embalagens de alimentos.

Wiesenhütter, L. L., Meinerz, N. Z., & Griebler, T. F. (2021). O consumo de plástico no Brasil: impactos e alternativas ao seu uso. *Salão do Conhecimento*, 7(7).