



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

GABRIEL CRUZ BARATA

**FILMES À BASE DE AMIDO PARA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE ANTÚRIO cv TROPICAL: PRODUÇÃO,  
CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO**

---

Londrina  
2025

GABRIEL CRUZ BARATA

**FILMES À BASE DE AMIDO PARA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE ANTÚRIO cv TROPICAL: PRODUÇÃO,  
CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Ricardo Tadeu de Faria

Coorientadora: Dra. Beatriz Marjorie Marim

Londrina  
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Barata, Gabriel Cruz.

Filmes à base de amido para conservação pós-colheita de antúrio cv tropical: produção, caracterização e aplicação / Gabriel Cruz Barata. - Londrina, 2025. 69 f.

Orientador: Ricardo Tadeu de Faria.

Coorientador: Beatriz Marjorie Marim.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2025. Inclui bibliografia.

1. *Anthurium andraeanum* - Tese. 2. filmes biodegradáveis - Tese. 3. flor de corte - Tese. 4. qualidade visual - Tese. I. Tadeu de Faria, Ricardo. II. Marjorie Marim, Beatriz. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

GABRIEL CRUZ BARATA

**FILMES À BASE DE AMIDO PARA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE ANTÚRIO CV TROPICAL: PRODUÇÃO,  
CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Christina da Silva Wanderley  
Unifil

---

Dr. Bruno Teixeira de Sousa  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 26 de fevereiro de 2025.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida e pelas oportunidades que se apresentaram ao longo do meu caminho.

À Universidade Estadual de Londrina, em especial ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela oportunidade de ingressar no mestrado, pelos conhecimentos adquiridos e aos professores, por todo conhecimento repassado.

Aos meus queridos e maravilhosos pais, que tanto se esforçaram com todo empenho e dedicação apoiando nesta etapa acadêmica com palavras de incentivo e ajuda, sem eles, concluir esta etapa seria mais difícil, agradeço imensamente, palavras não seriam suficientes para expressar tamanha gratidão.

Ao professor Cristiano Medri, por ser o primeiro a acreditar em mim, me incentivar a seguir no mestrado e me apoiar ao longo de toda minha trajetória acadêmica, desde a graduação. Sua amizade e conselhos foram essenciais para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor Ricardo Tadeu de Faria por aceitar me orientar, por sua disposição em compartilhar conhecimento e por abrir as portas do laboratório para que eu pudesse desenvolver este trabalho

À minha coorientadora, Beatriz Marjorie Marim, por aceitar me coorientar, pelo auxílio nos experimentos e por sua dedicação durante todo o processo.

Aos meus colegas de laboratório, Débora, Sérgio e Alexandre, pelo companheirismo, pelos ensinamentos compartilhados pelas risadas que tornaram as jornadas mais leves, pela cumplicidade, apoio e, claro, pelos

cafés que acompanharam nossas longas horas de laboratório.

Aos meus amigos, Thamires, Andrey e Isabela, por todo apoio e incentivo ao longo dos anos, especialmente durante os desafios do mestrado. Sem vocês, essa jornada teria sido árdua e sem a mesma leveza.

Aos amigos que conquistei ao longo do mestrado, Janaina, Bruno e Lara, por tornarem essa jornada mais divertida, pelos almoços compartilhados, pelos docinhos que adoçaram os dias e pelas conversas e fofocas que renderam tantos momentos inesquecíveis.

À Bia, pelas idas ao campo e por dispor de tempo para me ajudar a montar o experimento principal deste trabalho.

À técnica da Fitotecnia, Laura, pela amizade, paciência e pelo suporte prestado ao longo da realização dos experimentos.

Ao laboratório de Espectroscopia (ESPEC), da Universidade Estadual de Londrina pelas análises realizadas.

A todas as pessoas que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, mesmo que não citadas nominalmente, meu sincero agradecimento. Cada conselho, gesto de apoio e palavra de incentivo fizeram a diferença.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

A todos, minha gratidão.

“Poetas imaturos imitam;  
poetas maduros roubam;  
poetas ruins desfiguram o que pegam  
e poetas bons transformam em algo  
melhor, ou pelo menos diferente.  
O bom poeta amalgama o seu furto  
a um conjunto sensível que é único,  
completamente diferente daquele  
de onde foi removido.”

- *T. S. Eliot*

## RESUMO

BARATA, Gabriel Cruz. **Filmes a base de amido para conservação pós-colheita de Antúrio cv Tropical: Produção, caracterização e aplicação**. 2025. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

Para prolongar a vida útil das flores sem comprometer sua qualidade, pesquisas vêm explorando o uso de biofilmes biodegradáveis para recobri-las. Esses recobrimentos minimizam danos mecânicos, reduzem a transpiração e atuam como barreira contra microrganismos, tornando a conservação mais eficiente. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo produzir caracterizar e avaliar a eficácia da aplicação de filmes à base de amido de milho em diferentes concentrações, incorporados ou não com glicerol na conservação pós-colheita de *Anthurium andraeanum* cultivar Tropical. Os filmes foram formulados com 3%, 5% e 7% de amido, além das combinações dessas concentrações com 30% de glicerol, e caracterizados quanto à espessura, solubilidade, capacidade de absorção de água, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e estrutura molecular por Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). As espadas dos antúrios, foram recobertas por imersão nas soluções filmogênicas e avaliadas diariamente quanto à presença de manchas, murcha e alteração de coloração da espata e espadice. Os dados sobre longevidade foram utilizados para calcular a área abaixo da curva (AAC) e submetidos à análise de regressão. Os resultados demonstraram que os filmes contendo glicerol apresentaram maior espessura (0,12 mm a 0,24 mm), enquanto os filmes sem glicerol variaram de 0,08 mm a 0,11 mm. A solubilidade em água foi mais elevada nos filmes plastificados, especialmente nos de 7% de amido, com aumento de até 38,9% em relação aos sem glicerol. A análise FTIR confirmou a interação entre o glicerol e a matriz de amido, conferindo maior flexibilidade aos filmes. A adição de glicerol também aumentou levemente a PVA, influenciando a retenção de umidade nos recobrimentos. As espadas controle (sem recobrimento) apresentaram alterações visuais significativas a partir do 10º dia, com perda de turgidez e mudanças na coloração. Dentre os recobrimentos avaliados, os filmes com 3% e 5% de amido, com ou sem glicerol, demonstraram melhor desempenho, mantendo as espadas visualmente saudáveis por um período maior, atrasando a deterioração em até três dias em relação ao controle. Isso prolongou a durabilidade comercial das flores, destacando esses biofilmes como potenciais substitutos para embalagens

convencionais. Em contrapartida, os filmes com 7% de amido, com ou sem glicerol, apresentaram desempenho inferior, com sinais precoces de degradação. Os resultados indicam que os biofilmes de amido representam uma alternativa sustentável para a conservação pós-colheita de *A. andraeanum* cv Tropical, reduzindo a necessidade de plásticos convencionais e contribuindo para práticas mais ecológicas na floricultura.

**Palavras-chave:** *Anthurium andraeanum*; filmes biodegradáveis; flor de corte; qualidade visual.

## ABSTRACT

BARATA, Gabriel Cruz. **Starch-based films for post-harvest conservation of *Anthurium* cv Tropical: Production, characterization, and application.** 2025. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025.

To extend the shelf life of flowers without compromising their quality, research has explored the use of biodegradable biofilms as protective coatings. These coatings minimize mechanical damage, reduce transpiration, and act as barriers against microorganisms, thereby improving preservation efficiency. In this context, the present study aimed to produce, characterize, and evaluate the effectiveness of corn starch-based films at different concentrations, with or without glycerol incorporation, for the postharvest conservation of *Anthurium andraeanum* cv. Tropical. The films were formulated with 3%, 5%, and 7% starch, as well as combinations of these concentrations with 30% glycerol. They were characterized in terms of thickness, solubility, water absorption capacity, water vapor permeability (WVP), and molecular structure using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). The *Anthurium* spathes were coated by immersion in filmogenic solutions and evaluated daily for the presence of blemishes, wilting, and color changes in both the spathe and spadix. Longevity data were used to calculate the area under the curve and subjected to regression analysis. The results demonstrated that films containing glycerol exhibited greater thickness (0.12 mm to 0.24 mm), whereas those without glycerol ranged from 0.08 mm to 0.11 mm. Water solubility was higher in plasticized films, particularly in those containing 7% starch, with an increase of up to 38.9% compared to non-glycerol films. FTIR analysis confirmed interactions between glycerol and the starch matrix, enhancing the films' flexibility. The addition of glycerol also slightly increased WVP, influencing moisture retention in the coatings. Control spathes (without coating) showed significant visual changes after 10 days, including loss of turgor and color alterations. Among the evaluated coatings, films containing 3% and 5% starch, with or without glycerol, demonstrated superior performance, maintaining the spathes visually healthy for a longer period and delaying deterioration by up to three days compared to the control. This prolonged the commercial shelf life of the flowers, highlighting these biofilms as potential alternatives to conventional packaging. Conversely, films with 7% starch, regardless of glycerol presence, exhibited inferior performance with early signs of degradation. The findings indicate that starch-based

biofilms represent a sustainable alternative for the postharvest conservation of *A. andraeanum* cv. Tropical, reducing the reliance on conventional plastics and contributing to more eco-friendly floriculture practices.

**Key-words:** *Anthurium andraeanum*; biodegradable films; cut flower; visual quality.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Evolução anual do Produto Interno Bruto (PIB) de 2017 a 2023.....	12
<b>Figura 2</b> – Detalhamento de uma inflorescência de antúrio. ....	14
<b>Figura 3</b> – Variedades de antúrios disponíveis para comercialização .....	15
<b>Figura 4</b> – Embalagens e estratégias utilizada na comercialização de antúrio de corte, A) Embalagem ideal para a comercialização de antúrio; B) Espata embalada individualmente; C) Base da haste imersa em água; D) Embalagem em maços para transporte e venda em grandes quantidades.....	17
<b>Figura 5</b> – Componentes dos revestimentos biodegradáveis .....	20
<b>Figura 6</b> – A) Estrutura da amilose e B) da amilopectina. ....	23
<b>ARTIGO</b>	
<b>Figura 1</b> – A) Aplicação da solução filmogênica; B) Drenagem e secagem dos filmes nas hastes após imersão; C) Condicionamento das hastes durante o experimento.....	42
<b>Figura 2</b> – Representação visual da escala de notas da senescência de inflorescência de antúrio cv. Tropical: Excelente A); Bom B); Regular C); Ruim D); Descarte E). ....	43
<b>Figura 3</b> – Absorção de água (g água/g filme) dos biofilmes de amido de milho em diferentes concentrações (3%, 5% e 7%), com e sem glicerol, em diferentes tempos de imersão. ....	45
<b>Figura 4</b> – Solubilidade em água dos biofilmes de amido de milho com e sem glicerol.....	47
<b>Figura 5</b> – Espectros de FTIR dos biofilmes de amido de milho em diferentes concentrações (3%, 5% e 7%), com e sem glicerol .....	48
<b>Figura 6</b> – Perfil do fluxo de transporte de vapor de água (PVA) para as diferentes	

matrizes filmogênicas: A) filmes de amido de milho e B) filmes de amido de milho incorporados com glicerol. ....	51
<b>Figura 7</b> – Antúrio cv Tropical tratado com filmes à base de amido em diferentes concentrações (0%, 3%, 5% e 7%) avaliados aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após à aplicação. ....	52
<b>Figura 8</b> – Antúrio cv Tropical tratado com filmes à base de amido em diferentes concentrações (0%, 3%, 5% e 7%) incorporados com glicerol avaliados aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após à aplicação. ....	53
<b>Figura 9</b> – Área abaixo da curva (AAC) para a quantidade de dias até à obtenção da nota 3 em Antúrio cv. Tropical recoberto com filme à base de amido de milho, com ou sem à adição glicerol .....	54
<b>Figura 10</b> – Área abaixo da curva (AAC) para a quantidade de dias até à obtenção da nota 2 em Antúrio cv. Tropical recoberto com filme à base de amido de milho sem à adição de glicerol .....	55

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Métodos aplicados na conservação pós-colheita de diferentes espécies de flores..... 18

**Tabela 2** – Comparação das técnicas de aplicação de revestimentos comestíveis em frutos. ....22

**Tabela 3** – Adjuvantes empregados nas formulações de filmes de amido. ....25

### ARTIGO

**Tabela 1** – Formulações dos biofilmes à base de amido de milho com diferentes concentrações de glicerol.....39

**Tabela 2** – Notas, categorias e descrição para avaliação da qualidade visual pós-colheita de antúrio. ....43

**Tabela 3** – Valores médios para análise de espessura das amostras de biofilmes de amido de milho, incorporados ou não, com glicerol. ....44

**Tabela 4** – Permeabilidade ao vapor de água (PVA) nos filmes formulados com diferentes concentrações de amido de milho, incorporados ou não, com glicerol.....49

**Tabela 5** – Resumo do Quadro da análise de variância (p-valor), coeficiente de variação e resposta máxima estimada para a área abaixo da curva para o recobrimento de antúrio cv. Tropical com filme à base de amido de milho sem à adição de glicerol .....55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ASTM** – *American Society of Testing and Material*

**CaCl<sub>2</sub>** – Cloreto de cálcio

**CEAGESP** – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo

**CEASA** – Centrais de Abastecimento;

**Dax** – Dias até a nota x (x = número de dias)

**FTIR** – Análise de Infravermelho com Transformada de Fourier (*Fourier-transform infrared spectroscopy*)

**IBRAFLO**R – Instituto Brasileiro de Floricultura

**m/m** – Massa por massa

**NaCl** – Cloreto de sódio

**PIB** – Produto Interno Bruto

**PVA** – Permeabilidade ao Vapor de Água

**UR** – Umidade relativa

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
2.1	Floricultura e o Mercado de flores.....	11
2.2	Flores de corte .....	12
2.2.1	Antúrio.....	13
2.3	Métodos de Conservação Pós-Colheita em Flores de Corte .....	18
2.4	Biofilmes .....	20
2.5	Biofilmes na Conservação Pós-colheita.....	21
2.5.1	Biofilmes a base de amido .....	23
2.5.2	Adjuvantes .....	24
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>ARTIGO – BIOFILMES À BASE DE AMIDO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE <i>Anthurium Andraeanum</i>.....</b>	<b>37</b>
4.1	RESUMO .....	37
4.2	ABSTRACT .....	37
4.3	INTRODUÇÃO.....	38
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.4.1	Produção e caracterização dos filmes de amido de milho .....	39
4.4.2	Preparo e análises das espatas de antúrio .....	42
4.4.3	Análise estatística .....	43
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
4.5.1	Caracterização dos filmes à base de amido.....	44
4.5.2	Análise da qualidade e longevidade do Antúrio cv Tropical recoberto com filmes a base de amido de milho .....	51
4.6	CONCLUSÃO .....	57
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

*Anthurium adreanum* Linden, pertencente ao gênero *Anthurium* Schott., é uma planta herbácea da família Arecaceae, conhecida por suas inflorescências do tipo espádice. Devido as suas exuberantes inflorescências e folhagem, o antúrio é demandado como planta envasada, folhagem e flor de corte. Essa versatilidade de comercialização, aliada à sua beleza, faz do antúrio a segunda planta tropical mais comercializada no mercado global, ficando atrás apenas das orquídeas.

Os avanços no melhoramento genético possibilitaram o aumento da durabilidade das inflorescências de algumas cultivares, permitindo que, quando cortadas e mantidas em água, permaneçam viáveis por 25 a 30 dias, podendo chegar a 45 dias, segundo Castro et al. (2012) e Nomura, Fuzitani e Damatto Junior (2014). No entanto, a cultivar Tropical apresenta longevidade inferior, com uma durabilidade estimada de apenas 14 dias (Mawlong et al., 2020). Em um mercado altamente competitivo, no qual a comercialização é diretamente influenciada pela qualidade visual do produto, é fundamental a adoção de estratégias que preservem ou melhorem a durabilidade dessas flores.

No contexto de um mercado que movimenta mais de dezenove milhões de reais, sendo que a maior parte deste valor, é proveniente do setor da floricultura, o desenvolvimento de novas tecnologias para a conservação pós-colheita de flores de corte é essencial. Considerando que as perdas durante a transferência entre as cadeias de produção podem ser significativas, torna-se fundamental implementar estratégias eficazes que mitiguem esses prejuízos.

Nesse sentido, diversos métodos químicos e físicos de conservação têm sido aplicados e aprimorados, com o objetivo de retardar a senescência e preservar a qualidade das flores de corte. Dentre os métodos químicos, destacam-se as soluções conservantes, a atmosfera modificada, o *pulsing* e a nanotecnologia. Recentemente, métodos físicos, como o uso de ceras e filmes à base de amido, também têm demonstrado resultados promissores.

A aplicação de filmes à base de amido, além de serem biodegradáveis, tem como objetivo criar uma membrana protetora entre o produto e o ambiente, reduzindo a permeabilidade a gases essenciais para a atividade respiratória e diminuindo a evaporação de água. Quando combinados com óleos

essenciais, esses filmes também podem atuar como uma barreira eficaz contra microrganismos, contribuindo para a conservação e o prolongamento da vida útil do produto.

Diante do exposto, este estudo fundamenta-se na hipótese de que a aplicação de filmes biodegradáveis à base de amido de milho pode atuar como uma barreira física, reduzindo a taxa de perda de umidade e retardando os processos de senescência das inflorescências. Dessa forma, espera-se que a utilização desses recobrimentos contribua para o prolongamento da longevidade pós-colheita. Para a validação dessa hipótese, o trabalho teve como objetivo produzir, caracterizar e avaliar a eficácia da aplicação de filmes à base de amido de milho em diferentes concentrações, incorporados ou não com glicerol, na conservação pós-colheita de *Anthurium andraeanum* cultivar Tropical.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 FLORICULTURA E O MERCADO DE FLORES

A produção de flores no Brasil, que até o início da década de 1950 era conduzida de forma amadora, foi impulsionada com a chegada de imigrantes holandeses, japoneses, italianos, alemães e poloneses ao país (Mitsueda; Costa; D'Oliveira, 2010). Esses grupos introduziram técnicas de cultivo profissionais, o que viabilizou a profissionalização da floricultura, permitindo sua expansão além da região de São Paulo para as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte do Brasil (Viéguas et al., 2008; Oliveira et al., 2021).

A abertura do mercado de flores na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), em 1969, marcou um ponto importante para o setor, sendo o primeiro entreposto de comercialização de flores e plantas ornamentais do Brasil (Galli, 2009). Já em 1972, imigrantes holandeses fundaram a Cooperativa Agropecuária Holambra, sendo o marco principal a inclusão de uma divisão voltada à floricultura (Torres, 2015), e, em 1989, foi fundado o Veiling Holambra, o primeiro leilão de plantas ornamentais do Brasil, consolidando ainda mais o comércio de flores no país (Cavallaro; Furlaneti; Krakauer, 2016).

Outro marco importante na revolução do setor de floricultura no Brasil foi a criação do Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR), em 1994, uma organização não governamental, formada por diversos segmentos da cadeia produtiva, como paisagistas, educadores e pesquisadores, com o propósito de não só representar, mas também integrar os diferentes elos do setor (Oliveira, Brainer, 2007; Torres, 2015; Neves; Pinto, 2015; Ibraflor, 2024).

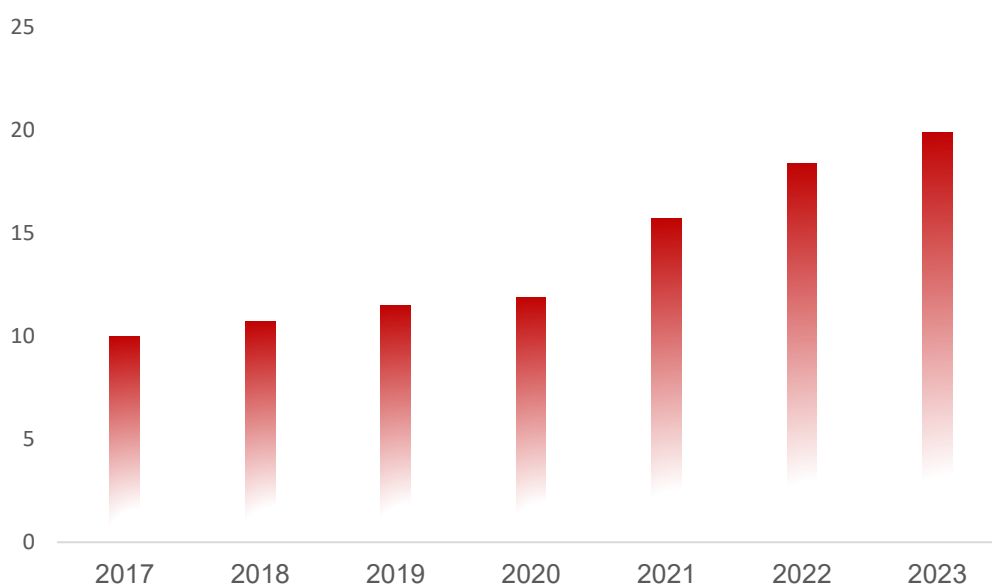
Destaca-se também a inauguração do Mercado Permanente de Flores e Plantas Ornamentais da Central de Abastecimento S. A. (CEASA) de Campinas, em 1995, um centro de comercialização localizado próximo da região produtora de Holambra - SP, essa proximidade possibilitou maior facilidade de escoamento e comércio dos produtos, promovendo maior eficiência na logística e distribuição (Neves, Pinto, 2015).

Em um contexto mais recente, a inauguração do Ceafior em 2019, um moderno mercado atacadista de flores, plantas e acessórios florais localizado na rodovia estadual (SP-107) em Jaguariúna (SP), próximo a Holambra (Ceafior, [s.d.]), a maior região produtora do país, representa mais um avanço relevante para a

evolução do setor.

Desde 2017 o mercado de flores vem registrando crescimento, entre os anos de 2022 e 2023, um crescimento de 8%, atingindo o faturamento de 19.872 bilhões de reais (Figura 1). Os segmentos de decoração (30%), autosserviço (21%), paisagismo (20%) e floricultura (17%) foram responsáveis pela maior parte desse faturamento (Ibraflor, 2024).

**Figura 1** – Evolução anual do Produto Interno Bruto (PIB) de 2017 a 2023.



**Fonte:** Instituto Brasileiro de Floricultura, 2024.

De acordo com o mesmo instituto, há cerca de 8.300 produtores cultivando flores, plantas envasadas, flores de corte tropicais e temperadas, folhagens de corte, plantas para paisagismo, gramas e bulbos, em uma área total de 15.600 hectares, que gera cerca de oito empregos diretos por hectare.

Entretanto, apesar da ampla variedade de produtos produzidos, o consumo de flores e plantas ornamentais ainda é caracterizado pela forte sazonalidade, definida principalmente por datas comemorativas, dentre as quais se destacam o Dia das Mães, o Dia dos Namorados, Finados e festas de fim de ano (Brainer, 2019).

## 2.2 FLORES DE CORTE

A floricultura de corte abrange flores e folhagens que são comercializadas em maços ou caixas após a colheita (Nascimento; Reis; Sales, 2021). De acordo com Chandra et al. (2015), flores de corte são aquelas cultivadas

especificamente para serem cortadas e utilizadas em arranjos florais, buquês, decorações e eventos.

Este segmento tem grande importância dentro da floricultura global, sendo responsável por uma parte significativa das exportações em muitos países, como Holanda, Colômbia, Quênia, Etiópia e Equador (Worku; Debela; Mudde, 2023). No Brasil, o mercado de flores de corte tem mostrado um crescimento contínuo, impulsionado pela demanda crescente em eventos, decorações e pelo mercado varejista (Ibraflor, 2024).

A cadeia produtiva das flores de corte abrange diversos aspectos, desde a seleção da variedade a ser cultivada, passando por técnicas de cultivo e manejo, até o transporte e comercialização do produto (Leon et al., 2023). No entanto, após serem destacadas da planta-mãe, as flores apresentam uma curta durabilidade, o que limita o tempo durante o qual podem ser mantidas com qualidade. Durante o intervalo entre a colheita e a chegada ao consumidor final, as perdas variam entre 5 e 25% em países desenvolvidos, e entre 20 e 50% em países em desenvolvimento (Tagliacozzo; Mosca, 2007). Esse cenário ressalta a importância de adotar estratégias eficazes para a manutenção da qualidade das flores e a redução do descarte.

Devido a essas perdas significativas, a conservação pós-colheita se torna uma das principais preocupações dos produtores de flores de corte, já que a qualidade das flores pode decair rapidamente devido ao esgotamento dos compostos de reserva orgânica pela respiração (Finger et al., 2016), infecções por fungos e bactérias (Muñoz et al., 2019), danos mecânicos (Fernandes et al., 2020), maior sensibilidade ao etileno (Khunmuang et al., 2019), condições inadequadas de temperatura de armazenamento (Menegaes et al., 2019) e murchamento (Elhindi, 2012).

Por isso, a adoção de técnicas que prolonguem a vida útil das flores, como o uso de soluções conservantes, embalagens especiais e controle de temperatura, é essencial para garantir a manutenção da qualidade do produto.

## 2.2.1 Antúrio

### 2.2.1.1 Características botânicas

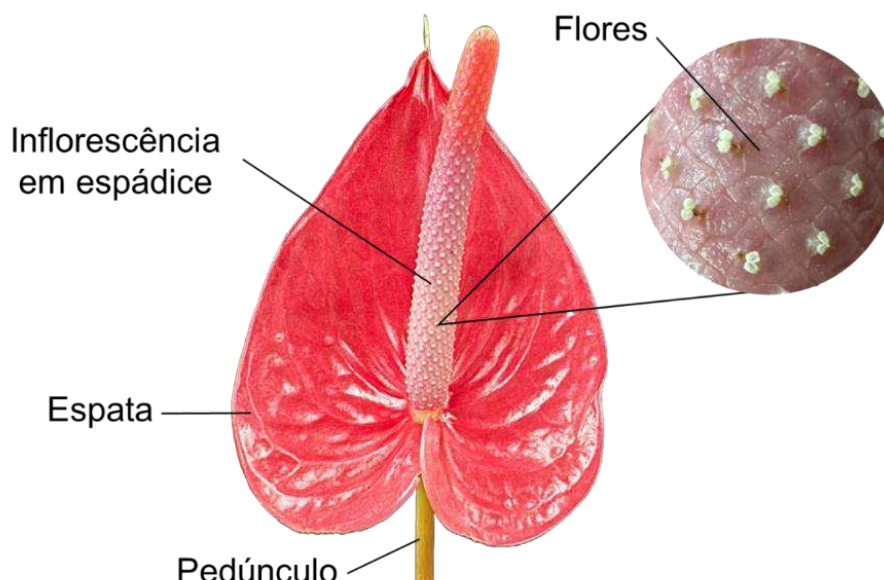
O gênero *Anthurium* Schott. pertence à família Araceae, que

compreende cerca de 115 gêneros e mais de 1.500 espécies (Lima et al., 2016), distribuídas nas Américas tropicais, especialmente na região Neotropical (Croat, 2004. Nomura; Fuzitani; Damatto Junior, 2012) das quais aproximadamente 130 ocorrem no Brasil (Flora e Funga do Brasil 2024).

Antúrios, como são conhecidos popularmente, são plantas herbáceas, perenes de porte ereto, caracterizadas por apresentarem entrenós curtos, folhas coriáceas de um verde vibrante com nervuras secundárias bem definidas, de forma que varia entre lanceolada, elíptica ou cordiforme (Santos, 2011).

Sua haste floral (Figura 2) é composta pelo conjunto formado por uma bráctea, denominada espata, e uma inflorescência tipo espiga, denominada de espádice, onde estão agregadas dezenas de pequenas flores (Valadares et al., 2010), que seguem um delineamento espiralado, as quais são andrógenas e protogínicas (Nomura et al., 2012), isto é, os órgãos sexuais femininos atingem a maturidade quando os masculinos ainda são imaturos, favorecendo o cruzamento natural entre plantas (Tombolato et al., 2004).

**Figura 2** – Detalhamento de uma inflorescência de antúrio.



**Fonte:** Adaptado de Castro et al., 2012.

A espata pode exibir uma variedade de formas, que vão desde cordato-ovaladas a versões alongadas, curtas, abobadadas ou em forma de concha, servindo para proteger a espádice.

Em *A. andraeanum*, a coloração da espata pode variar entre tons de

vermelho, rosa, coral, laranja, verde, amarelo, branco, roxo e marrom, podendo também apresentar coloração bicolor com diferentes padrões de distribuição (Figura 3), (Collette et al., 2004; Avila-Rostant et al., 2010; Li et al., 2013).

**Figura 3** – Variedades de antúrios disponíveis para comercialização



Fonte: Manati flores, 2017

### 2.2.1.2 Produção e comercialização

Do ponto de vista comercial, a principal espécie do gênero é o *Anthurium andraeanum* Linden, oriundo da Colômbia, sendo demandado como planta envasada, flor de corte, folhagem e no paisagismo (Carvalho et al., 2013; Guadalupe e Mayanin, 2017).

No Brasil, a produção comercial de antúrios concentra-se principalmente nas regiões Sudeste e Sul, que apresentam condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo, sendo o estado de São Paulo um dos principais centros de produção, com destaque para as regiões de Holambra, Atibaia e Vale do Ribeira (Caldari Júnior, 2004).

O antúrio (*Anthurium andraeanum* Linden) é altamente sensível ao frio (Tian et al., 2013). Além da temperatura, o antúrio é sensível a condições edafoclimáticas adversas, como vento fortes, chuvas intensas, calor excessivo e exposição direta ao sol, fatores que podem comprometer seu desenvolvimento (Niu et al., 2021). Assim, o cultivo em ambientes protegidos é essencial para garantir o controle adequado dessas variáveis e promover o crescimento saudável, bem como a produção de inflorescências de qualidade.

O cultivo em ambiente protegido inclui o uso de estruturas como telados, viveiros e estufas climatizadas. Essas estruturas utilizam filmes plásticos e telas de sombreamento para controlar a umidade relativa, temperatura e a intensidade luminosa, assegurando condições ideais para o desenvolvimento das plantas (Carvalho et al., 2013).

A temperatura diurna ideal para o seu cultivo varia entre 20 e 28 °C, não devendo ultrapassar os 35 °C (Tombolato et al., 2004). Temperaturas mais baixas afetam negativamente o desenvolvimento da planta, podendo retardar ou até mesmo reduzir o florescimento. Em contrapartida, temperaturas elevadas, associadas a períodos de baixa umidade relativa do ar, podem antecipar o processo de floração (Uzzo et al., 2014).

Além da temperatura, a irrigação é um fator crucial no cultivo do antúrio. Segundo Tombolato et al. (2002), a planta pode ser irrigada por microaspersão ou gotejamento, sendo fundamental manter o substrato constantemente úmido, entretanto sem encharcamento.

Os antúrios, podem ser propagados de duas maneiras distintas: por meio da propagação sexuada, através de meio de sementes, ou da propagação assexuada, por estaquia ou divisão de touceiras (Oliveira et al., 2020).

A propagação por sementes, embora uma opção viável, é um processo lento, o que pode resultar em plantas com variações no vigor, porte e nas inflorescências, com diferenças em relação ao tamanho, formato e coloração da espata (Bejoy et al., 2008; Carvalho et al., 2012).

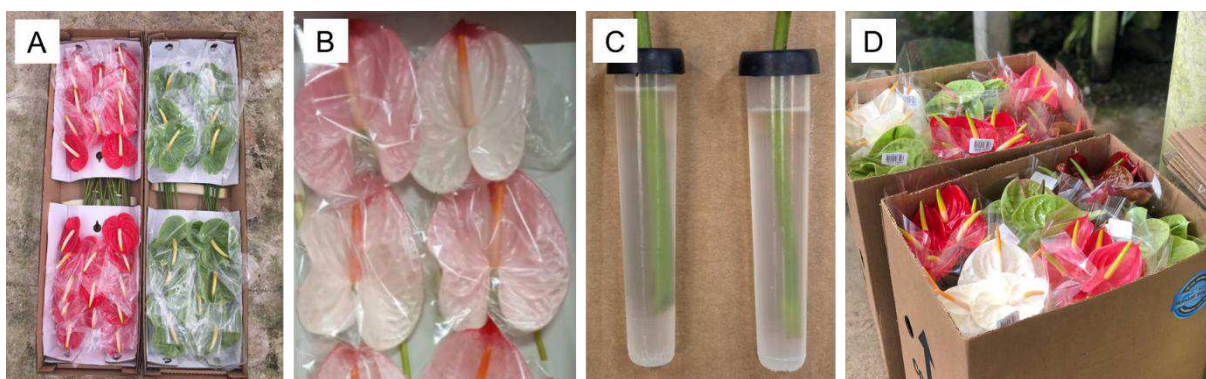
Por outro lado, a propagação assexuada ou vegetativa, realizada por estaquia ou divisão de touceiras, permite a regeneração de uma planta completa a partir de um fragmento da planta matriz (Hartmann et al., 2002), garantindo maior uniformidade e fixação dos fenótipos, além de promover populações com plantas e produção homogênea (Rebouças, 2011; Petri et al., 2019).

Embora a demanda por essa planta seja elevada, a produção e o cultivo em larga escala ainda enfrentam limitações, principalmente devido à escassez de mudas com qualidade fitossanitária e genética (Sosa-Flores et al., 2019). Nesse contexto a propagação *in vitro* tem sido adotada como alternativa para a obtenção de material em grandes quantidades, com alto valor comercial e qualidade fitossanitária superior em menor tempo e espaço (Desai, Inghalihalli; Krishnamurthy, 2015).

Estudos da Embrapa Agroindústria Tropical indicam que o estiolamento e a regeneração de brotações de antúrios são práticas recomendadas para otimizar a produção de mudas (Campos et al., 2019). Além disso, a comercialização de antúrios de corte exige estratégias específicas para garantir a qualidade das flores ao longo da cadeia de distribuição.

Segundo Leme e Honório (2004), os danos mecânicos mais comuns em antúrios de corte incluem, perfurações ou rasgos nas espatas e lesões de oxidação nos tecidos, resultantes do contato entre produto-produto ou produto-embalagem. Ainda de acordo com os mesmos autores, a comercialização das flores de antúrio envolve diferentes formas e estratégias de venda e conservação, desde a venda em maços até o acondicionamento em caixas para exportação (Figura 4).

**Figura 4** – Embalagens e estratégias utilizada na comercialização de antúrio de corte, A) Embalagem ideal para a comercialização de antúrio; B) Espata embalada individualmente; C) Base da haste imersa em água; D) Embalagem em maços para transporte e venda em grandes quantidades.



Fonte: Manati flores, 2017.

Ainda de acordo com Leme e Honório (2004), a abordagem mais comum é embalar individualmente a espata com embalagens de polietileno. Para evitar a desidratação durante a exportação, utiliza-se um tubete plástico na base de cada haste contendo água. Outro método de embalagem, envolve dispor as flores em camadas sobrepostas, separadas ou não por papel jornal umedecido, com 12

flores em cada camada, alternando a direção. As caixas são revestidas com filme plástico para evitar a absorção de água. No entanto, a embalagem em camadas pode levar à compressão e danos.

### 2.3 MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA EM FLORES DE CORTE

A conservação pós-colheita é uma etapa crucial para garantir a qualidade das flores de corte. Cada espécie de flor apresenta necessidades particulares, e a aplicação de métodos adequados pode prolongar significativamente a vida útil das flores, minimizando perdas e mantendo sua qualidade estética (Sales et al., 2018).

A Tabela 1 apresenta as principais estratégias pós-colheita utilizadas para a conservação de flores de corte, destacando métodos que visam prolongar a vida útil e preservar a qualidade das flores durante o armazenamento e transporte.

**Tabela 1** – Métodos aplicados na conservação pós-colheita de diferentes espécies de flores.

<b>Espécie</b>	<b>Métodos de conservação</b>	<b>Referência</b>
Rosa	Armazenamento refrigerado	Makwana et al., 2024
Gerbera	Aplicação de nanopartículas de óxido de cálcio	García-González et al., 2022
Bastão-do-imperador	Aplicação de filmes à base de amido de mandioca	Nogueira et al., 2023
Girassol ornamental	Solução conservante de ácido acetilsalicílico	da Silva et al., 2021
Amarílis	Solução conservante de melatonina e sacarose	de Brito et al., 2023
Rosa	Atmosfera modificada	Li et al., 2024
Estrelítzia	Recobrimento da folha com cera	de Paula et al., 2021

Um dos principais e mais econômicos métodos de conservação pós-colheita de flores armazenadas por longos períodos é o controle de temperatura (Tagliacozzo; Finger; Barbosa, 2005). A refrigeração prolonga a vida útil das flores, agindo através da redução da taxa de respiração das flores e, conseqüentemente, reduzindo a perda de água, retardando o processo de senescência, além de reduzir as infecções causadas por microrganismos (Vieira et al., 2012).

Outro método amplamente utilizado, que pode ser potencializado pelo armazenamento refrigerado, é a aplicação de soluções conservantes (Castro, 1984). Essas soluções ajudam na manutenção hídrica das flores e evitam o entupimento dos vasos condutores, inibindo o crescimento de microrganismos. (Van Doorn & Woltering, 2006).

As soluções conservantes geralmente são compostas por açúcares, ácidos orgânicos e agentes antimicrobianos, (Tagliacozzo; Finger; Barbosa, 2005), podendo ser aplicadas em todas as etapas de distribuição, desde o produtor até o consumidor final (Mosca et al., 2009). Essas soluções são classificadas de acordo com sua função, podendo ser utilizadas para o acondicionamento, *pulsing*, indução à abertura floral e manutenção.

As soluções de condicionamento são utilizadas no armazenamento ou pré-transporte para restaurar a turgescência das flores, geralmente são compostas por água e germicidas (Sonego; Brackman, 1995). As soluções *pulsing* hidratam e nutrem as flores, saturando os tecidos com sacarose (2-20%) por alguns minutos ou horas (Almeida et al., 2009). Já a de indução à abertura floral, usada para botões imaturos, as concentrações de açúcares são menores, mas o tempo de imersão da haste é maior (Salinger, 1991). As soluções de manutenção, ou “soluções de vasos” contêm açúcares, ácidos e agentes antimicrobianos para prolongar a vida das flores (Reis, 2009).

Além dos métodos físicos e químicos, o uso de tratamentos hormonais tem ganhado destaque na conservação pós-colheita de flores de corte. O uso de reguladores de crescimento, como o ácido giberélico (GA3), pode retardar o amarelecimento das folhas de hastes florais cortadas e prolongar sua vida útil. (Ferrante; Mensuali-Sodi; Serra, 2009).

Outros reguladores de crescimento vegetal utilizados na conservação pós-colheita são as citocininas e giberelinas, entretanto sua eficácia no retardamento da senescência floral, depende da espécie, cultivar, concentração e método de aplicação (Janowska; Andrzejak, 2022).

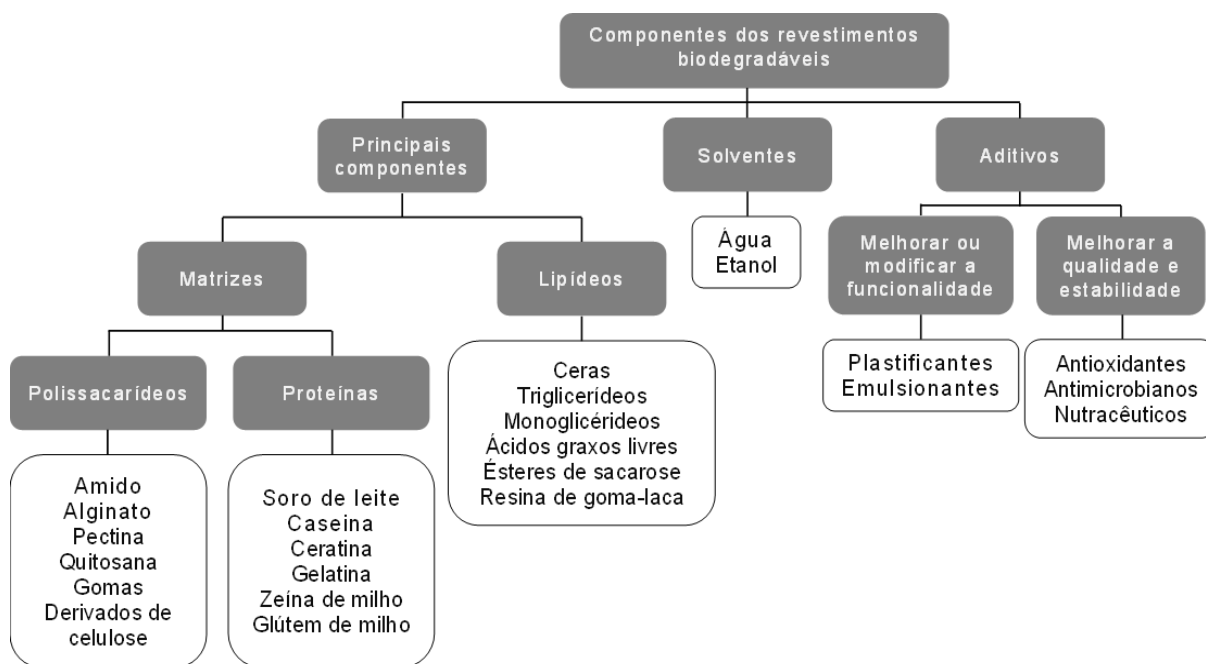
Recentemente, a utilização de biofilmes, que são filmes biodegradáveis à base de materiais naturais, como o amido, tem sido explorada como uma alternativa sustentável ao plástico convencional, com resultados promissores na conservação pós-colheita de flores de corte (Mattos et al., 2020).

## 2.4 BIOFILMES

Conforme Bonnaille e Tomasula (2015), os biofilmes, também conhecidos simplesmente como filmes, têm como objetivo substituir de forma ecológica os filmes à base de petróleo. Eles oferecem a mesma proteção ao alimento, mas com a vantagem de reduzir o acúmulo de lixo, além de serem comestíveis, podendo ser consumidos junto com o produto que revestem.

Filmes e revestimentos comestíveis são finas camadas de matérias aplicadas sobre os alimentos, com o intuito de proteger, melhorar a qualidade e prolongar a vida útil, com vários métodos como pulverização, pincelagem e eletropulverização (Galus; Kadzinska, 2015; Hassan et al., 2017). Alguns dos principais componentes dos revestimentos comestíveis estão no fluxograma abaixo (Figura 5).

**Figura 5** – Componentes dos revestimentos biodegradáveis



**Fonte:** Salgado et al. (2015).

Polissacarídeos, lipídios (ceras) e proteínas são as principais classes de materiais utilizadas na fabricação de recobrimentos. A escolha da matéria-prima depende especificamente do produto a ser recoberto e do propósito da aplicação, garantindo que o recobrimento atenda às necessidades de proteção e conservação desejada (Assis; Britto, 2014).

Os materiais podem ser classificados em hidrofílico ou hidrofóbico

de acordo com Zaritzky, 2011:

- **Hidrofílicos:** Alguns exemplos desses materiais incluem os polissacarídeos, como celulose, quitina, gomas, pectina, amido, quitosana e alginato. Os materiais hidrofílicos geralmente possuem boa solubilidade em água, o que facilita a dispersão do soluto e resulta em uma formação mais homogênea do filme. De acordo com sua estrutura química, esses materiais podem formar géis ou, em alguns casos, necessitar de modificações químicas para alcançar completa solubilização.
- **Hidrofóbicos:** As matérias desta classe, na presença de água tendem a se aglomerar e excluir as moléculas polares de sua redondeza. Alguns exemplos, são os óleos e ácidos graxos. Para esta classe de materiais, os solventes mais adequados devem ser mais apolares, como o álcool, a acetona e o hexano

Os filmes formulados a partir de matérias-primas como polissacarídeos, especialmente o amido, apresentam excelente capacidade de formação, mas suas propriedades podem ser aprimoradas com a adição de adjuvantes, como plastificantes, por exemplo, glicerol e sorbitol, que aumentam a flexibilidade e resistência dos materiais (Galus; Kadzinska, 2015; Luvielmo; Lamas, 2012; Mali; Grossmann; Yamashita, 2010). Além disso, revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos, como o amido, têm sido propostos para aumentar a vida útil de frutas inteiras e cortadas, mostrando seu potencial na conservação de alimentos (Fakhouri et al., 2015; Tomaz et al., 2021; Thode Filho et al., 2021).

## 2.5 BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA

A utilização de revestimentos comestíveis, no pós-colheita de produtos *in natura* é essencial para preservar a qualidade sem alterar suas características. Esses recobrimentos funcionam como uma película protetora, reduzindo a troca de umidade e gases, além de impedir a proliferação de microrganismos. Outra vantagem, é que não alteram as propriedades organolépticas, são atóxicos e apresentam baixo custo (Lopes; Fassina; Coelho, 2010).

Durante os séculos XII e XVIII, os chineses já utilizavam cera de abelha para revestir e conservar frutas cítricas e maçãs. Ao longo dos séculos, até

meados do século XX, diversas outras substâncias passaram a ser empregadas como revestimentos, incluindo parafina, cera de carnaúba, óleos vegetais e minerais (Fritz et al., 2019).

Há inúmeras formas de aplicação do revestimento sobre os frutos, como imersão (Youssef et al., 2017), pulverização (Huang et al., 2018), eletropulverização (Khan; Nazir; Maan, 2017) e escovação (Poverenov et al., 2014). As principais diferenças entre essas técnicas, em termos de eficácia, uniformidade do revestimento e praticidade, estão resumidas na Tabela 2.

**Tabela 2** – Comparação das técnicas de aplicação de revestimentos comestíveis em frutos.

<b>Técnica</b>	<b>Descrição</b>	<b>Vantagem</b>	<b>Desvantagem</b>	<b>Referência</b>
Imersão	Frutos mergulhados em solução de revestimento	Cobertura uniforme e eficaz	Pode ser demorado e consumir mais material	Youssef et al., 2017
Pulverização	Aplicação por spray	Rápido e prático	Cobertura menos uniforme	Huang et al., 2018
Eletropulverização	Pulverização com campo elétrico aplicado	Melhor adesão e controle da espessura	Equipamento mais complexo	Khan; Nazir; Maan, 2017
Escovação	Revestimento aplicado por escovas rotativas	Boa adesão em superfícies irregulares	Cobertura pode ser inconsistente	Poverenov et al., 2014

Dentre essas técnicas, o método de imersão destaca-se dos demais, sendo o mais empregado, pois garante que toda a superfície do fruto entre em contato com a solução protetora, além disso, uma leve agitação durante o processo, auxilia no desprendimento e eliminação das bolhas de ar, garantindo a formação uma camada homogênea sobre o fruto (Assis; Britto, 2014).

São exemplos de produtos “*in natura*” que podem ser beneficiados pela aplicação do biofilme durante o processo pós-colheita frutas como pera (Dave; Ramana Rao; Nandane, 2017), tangerina (Xu; Qin; Ren, 2018), maçã (Castañeda et al., 2014), morango (Korte; Favarão, 2016), uva (Aguiar et al., 2023), mirtilo (Duan et al., 2011) e laranja (Zeng et al., 2013),

Entre os materiais biodegradáveis, o amido se destaca devido ao

seu baixo custo de obtenção e as suas propriedades formadoras de filme, pois além de preservar as características naturais do fruto, os filmes a base de amido podem ser facilmente removidos com água ou podem ser ingeridos, sem risco de toxicidade (Henrique; Cereda, 1999).

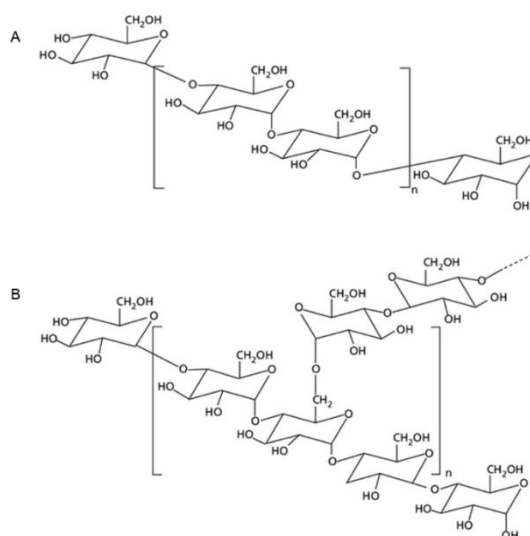
O uso de biofilmes comestíveis é uma alternativa atrativa para os consumidores, pois permite a formação de coberturas transparentes e brilhantes a partir de matérias-primas específicas. Além de melhorar a estética do produto, esses revestimentos contribuem para a extensão da vida de prateleira dos frutos, preservando suas propriedades funcionais e enzimáticas (Gomes et al., 2016).

### 2.5.1 Biofilmes a base de amido

Os filmes à base de amido são um dos principais tipos de filmes biodegradáveis devido à disponibilidade, custo relativamente baixo e facilidade de processamento do amido (Onyeaka et al., 2022).

O amido é um polissacarídeo natural, biodegradável e amplamente disponível na natureza, extraído de diversas fontes vegetais, como raízes, tubérculos e sementes (Cazón et al., 2017). Composto mais de 60% dos grãos de cereais, tubérculos e leguminosas, sua separação dos outros componentes é relativamente simples (Jiménez et al., 2012). É constituído por dois polímeros da glicose, a amilose e a amilopectina, cuja proporção de cada componente varia de acordo com sua fonte vegetal (Villas-Boas; Franco, 2016) (Figura 6).

**Figura 6** – A) Estrutura da amilose e B) da amilopectina.



**Fonte:** Corradini et al., 2005.

A amilose é formada por unidades de  $\alpha$ -D glicopirranose unidas por ligações  $\alpha$ -1,4, responsável pela fração linear do amido e a amilopectina é o componente ramificado sendo formada por unidades de  $\alpha$ -Dglicopirranose unidas por ligações  $\alpha$ -1,4 com ramificações ligadas por  $\alpha$ -1,6 em sua estrutura (Li et al., 2011; Syahariza et al., 2013).

As moléculas de amido podem sofrer transformações físicas, transformações estas, que possibilitam seu emprego na confecção de filmes e embalagens biodegradáveis. Esses processos são conhecidos como gelatinização e retrogradação, respectivamente.

De acordo com De Macedo (2020), a gelatinização é um processo no qual os grânulos de amido, inicialmente densos e insolúveis em água à temperatura ambiente, se hidratam de forma irreversível na presença de água aquecida. Durante esse processo, os grânulos incham e perdem sua organização estrutural, levando a um rearranjo de sua estrutura cristalina (Dernardin; Silval, 2009)

Já o processo de retrogradação ocorre durante o resfriamento do amido gelatinizado a uma temperatura baixa, resultando na formação de um gel firme e viscoelástico (Borba et al., 2021). Este fenômeno é oriundo da reorganização das moléculas de amido, reestruturação das ligações de hidrogênios e o restabelecimento das estruturas ordenadas (Liu et al., 2021).

O amido de milho, em particular, é amplamente utilizado devido à sua disponibilidade e boa performance na formação de filmes. Sua combinação com aditivos como glicerol e ácidos orgânicos tem mostrado melhorias significativas em propriedades críticas para aplicações práticas, como a permeabilidade ao vapor de água e a resistência mecânica (Vianna et al., 2021).

### 2.5.2 Adjuvantes

Os adjuvantes são substâncias adicionadas aos filmes biodegradáveis com o intuito de melhorar suas propriedades, como resistência mecânica, permeabilidade ao vapor de água, permeabilidade a gases e solubilidade em água (Zhang et al., 2020; Xie et al., 2020; Kirtil et al., 2021).

Entre os adjuvantes mais comuns, destacam-se os plastificantes, como o glicerol e o ácido cítrico, além de óleos essenciais, como o óleo essencial de

orégano. As aplicações desses adjuvantes podem ser observadas na tabela 3.

**Tabela 3** – Adjuvantes empregados nas formulações de filmes de amido.

<b>Adjuvante</b>	<b>Função</b>	<b>Referência</b>
Glicerol	Aumentar a elasticidade a flexibilidade dos filmes, e melhorar a permeabilidade ao vapor de água	Mali; Grossmann; Yamashita, 2010
Ácido cítrico	Aumentar a resistência à água dos filmes de amido	Menzel, 2020
Óleos essenciais Ex: óleo de orégano	Melhorar as propriedades mecânica e de barreira / Proporciona propriedades antimicrobianas	Caetano et al., 2018 Li et al., 2018
Sorbitol	Aumentar a flexibilidade do filme, estabilidade e a resistência a tração	Fu et al., 2022

A combinação desses adjuvantes pode resultar em filmes com propriedades ajustáveis para aplicações específicas, como embalagens que requerem alta barreira à umidade e ação antimicrobiana (Dairi et al., 2019; Sun et al., 2020).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, A. C.; Higuchi, M. T.; Ribeiro, L. T. M., , N. R. L.; B. E. C., Shimizu, G. D.; da Silva, M. J. R.; Marques, V. V.; Yamashita, F.; Youssef, K.; Roberto, S. R. Bio-based and SO<sub>2</sub>-generating plastic liners to extend the shelf life of 'Benitaka' table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 197, 112217, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.112217>

Ai, B.; Zheng, L.; Li, W.; Zheng, X.; Yang, Y.; Xiao, D.; Shi, J.; Sheng, Z. Biodegradable Cellulose Film Prepared From Banana Pseudo-Stem Using an Ionic Liquid for Mango Preservation. *Frontiers in Plant Science*, 12, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.625878>.

Almeida, E.F.A.; Oliveira PAIVA, P.D.; Oliveira Lima, L.C.; Cordeiro Silva, F.; Resende, M.L.; Paiva, R.; Alves Nogueira, D. Diferentes conservantes comerciais e condições de armazenamento na pós-colheita de rosas. *CERES*, 17, 6, 193-198, 2009. <https://ojs.ceres.ufv.br/ceres/article/view/3427>

Assis, O. B. G.; Britto, D. D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. *Brazilian Journal of Food Technology*, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 87–97, 2014. [10.1590/bjft.2014.019](https://doi.org/10.1590/bjft.2014.019)

Avila-Rostant, O.; Lennon, A.; Umaharan, P. Spathe Color Variation in *Anthurium andraeanum* Hort. and Its Relationship to Vacuolar pH. *Hortscience*, 45, 1768-1772, 2010. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.12.1768>

Bejoy, M.; Sumitha, V. R.; Anish, N. P. Foliar regeneration in *Anthurium andraeanum* Hort. cv. Agnihothi. *Biotechnology*, Pakistan, 7, 134-138, 2008. [10.3923/biotech.2008.134.138](https://doi.org/10.3923/biotech.2008.134.138)

Bonnaillie, L. M.; Tomasula, P. M. Application of Humidity-Controlled Dynamic Mechanical Analysis (DMA-RH) to Moisture-Sensitive Edible Casein Films for Use in Food Packaging. *Polymers, Estados Unidos da América*, v. 7, p. 91-114, 2015 <https://doi.org/10.3390/polym7010091>

Borba, V. S. DE.; Silveira, C. O.; Alves, J. B.; Gropelli, V. M.; Dadiale-Furlong, E. Modificações do amido e suas implicações tecnológicas e nutricionais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas*, 428–457, 2021. [10.37885/210504724](https://doi.org/10.37885/210504724)

Brainer, M. S. de C. P. *Flores e plantas ornamentais*. Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE, 2019.

Caetano, K. S.; Lopes, N.; Costa, T. M. H.; Brandelli, A. Characterization of active biodegradable films based on cassava starch and natural compounds. *Food Packaging and Shelf Life*, 16, 138-147, 2018. [10.1016/j.fpsl.2018.03.006](https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.03.006)

Caldari Júnior, P. Técnicas de cultivo de antúrio. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 10, 43-45, 2004. <https://doi.org/10.14295/rbho.v10i1.325>

Campos, A. S.; Melo, P. B. dos S.; Bertini, C. H. C. de M.; Carvalho, A. C. P. P. de. **Micropropagação de antúrio 'Rubi' estiolamento e regeneração de brotações.**

Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. 21 p. Disponível em:  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1109196>

Carvalho, A. C. P. P.; Pinheiro, M. V. M.; Martins, F. B.; Cruz, A. C. F.; Otoni, W. C.; Tombolato, A. F. C.; Castro, A. C. R. Micropropagação do Antúrio. In: Junghans, T. G.; Souza, A. S. *Aspectos práticos da micropropagação de plantas*, Brasília (DF), p. 227-257, 2013. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/982009>

Carvalho, L. M.; Santa-Cecília, L. V. C.; Almeida, E. F. A.; Reis, S. N. **Principais pragas do cultivo do antúrio e seu controle**. EPAMIG – Circular Técnica, 221, p. 1-6, 2015.

Castañeda, L. M. F.; Bender, R. J.; Silva, S. J. N.; Pereira, C. Avaliação pós-colheita de maçãs cv. Fuji revestidas com solução filmogênica de quitosana. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 20, 1/2, 104-112, 2014

Castro, C.E.F. Armazenamento de flores de corte. *O Agrônomo*, Campinas, v.36, n.2, p. 193-211, 1984.

Castro, A. C. R. de; Terao, D.; Carvalho, A. C. P. P. de; Loges, V. **Antúrio**. Distrito Federal: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 164 p. Disponível em:  
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/951782>

Cavallaro, G. M.; Furlaneti, É. W.; Krakauer, P. V. C. Cluster e desenvolvimento local: O caso da cooperativa veiling holambra. *Revista ESPACIOS*, 37, 19, 2016.

Cazón, P.; Velazquez, G.; Ramírez, J.A.; Vázquez, M. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocoll*, 68, 136-148, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.009>

Ceaflor., [s.d.]. Disponível em: < <https://www.ceaflor.com.br/> >.

Chandra De, L., Pathak, P., Rao, A. & Rajeevan, P. 9 Production Technology of Commercial Epiphytic Orchids for Cut flowers. *Commercial Orchids*. Warsaw, Poland: De Gruyter Open Poland, 149-199, 2015. <https://doi.org/10.2478/9783110426403.9>

Collette, V. E.; Jameson, P. E.; Schwinn, K. E.; Umaharan, P.; Davies, K. M. Temporal and spatial expression of flavonoid biosynthetic genes in flowers of *Anthurium andraeanum*. *Physiologia Plantarum*. 122, 297-304, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2004.00402.x>

Croat, T.B. *History and current status of systematic research with araceae*. 2nd ed. St. Louis, USA: Missouri Botanical Garden, 2004, 299p.

Da Silva, A. C.; Neto, H. F. I.; de Faria, R. T.; Takahashi, L. S. A. Acetylsalicylic acid increases postharvest longevity of ornamental sunflower inflorescence. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(3), 1411-1420, 2021. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1411>

Dairi, N.; Ferfera-Harrar, H.; Ramos, M.; Garrigós, M. C. Cellulose acetate/AgNPs-organoclay and/or thymol nano-biocomposite films with combined

antimicrobial/antioxidant properties for active food packaging use. *International journal of biological macromolecules*, 121, 508-523, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.042>

Dave, R. K.; Ramana Rao; T. V.; Nandane, A. S. Improvement of post-harvest quality of pear fruit with optimized composite edible coating formulations. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3917–3927, 2017. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2850-y>

De Brito, F. A. L.; de Mello, N. R. C.; de Sousa Martins, L. D. C.; Martim, M. B. T.; da Silva, L. F.; Guerra, T. M.; do Nascimento Simões, A. Application of melatonin and sucrose in prolonging the vase life of amaryllis cut flowers (*Hippeastrum Hybridum* Herb). *Ornamental Horticulture*, 29(4), 489-499, 2023. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i4.2670>

De Macedo, G. S. A.; Castro, F. da S.; Pereira, M. de G.; Dos Santos, A. V. Estudo das características físico-químicas e térmicas dos materiais não biodegradáveis e biodegradáveis à base de Amido de milho. *Brazilian Journal of Development*, 6, 12, 99327–99347, 2020. [10.34117/bjdv6n12-431](https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-431).

De Paula, J. C. B.; Rosalem, I. B.; Ribeiro Júnior, W. A.; Shimizu, G. D. ; de Faria, R. T.; PACHECO, C. A.; Gonçalves, A. O. J. Post-harvesting longevity of bird of paradise (*Strelitzia* spp.) treated with carnauba wax. *Comunicata Scientiae*, [S. l.], 12, 2021. DOI: [10.14295/cs.v12.3421](https://doi.org/10.14295/cs.v12.3421). <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3421>.

Denardin, C. C.; silva, L. P. DA. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, 39, 3, 945–954, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000003>

Desai, C.; Inghalihalli, R.; Krishnamurthy, R. Micropropagation of *Anthurium andraeanum* - An important tool in floriculture. 4. 112-117, 2015.

Duan, J.; Wu, R.; Bernadine, C. S.; Zhao, Y. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 59, 1, 71-79, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.006>

Elhindi, K.M. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life longevity and flower quality of sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.). *Photosynthetica*, 50, 3, 371-379, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11099-012-0053-3>

Fakhouri, F. M.; Martelli, S. M.; Caon, T.; Velasco, J. I.; Mei, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes, *Postharvest Biology and Technology*, 109, 57-64, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.015>.

Fernandes, L.; Casal, S.; Pereira, J.A.; Saraiva, J.A.; Ramalhosa E. An overview on the market of edible flowers. *Food Reviews International*, 36, 3, 258-275, 2020. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1639727>

Ferrante, A.; Mensuali-Sodi, A.; Serra, G. Effect of thidiazuron and gibberellic acid on leaf yellowing of cut stock flowers. *Central European Journal of Biology*, 4, 461-468, 2009. <https://doi.org/10.2478/s11535-009-0039-8>

Finger, F. L.; Silva, T. P.; Araujo, F. F.; Barbosa, J.G. Postharvest quality of ornamental plants. Pareek, S. *Postharvest ripening physiology of crops*. CRC Press, 81-109, 2016. <https://doi.org/10.1201/b19043>

Flora e Funga do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/consulta/#CondicaoTaxonCP>

Fritz, A.; Fonseca, J.; Trevisol, T.; Fagundes, C.; Valencia, G. Active, Eco-Friendly and Edible Coatings in the Post-Harvest – A Critical Discussion. *Polymers for Agri-Food Applications*, 2019. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-19416-1\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-19416-1_22)

Fu, J.; Alee, M.; Yang, M.; Liu, H.; Li, Y.; Li, Z.; Yu, L. Synergizing Multi-Plasticizers for a Starch-Based Edible Film. *Foods*, 11, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11203254>

Galli, T. B. **Uso do território e fronteiras internas: o caso da proposta de redesenho fronteiriço do município de Holambra (SP)**. 2009. 205 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Galus, S.; Kadzińska, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 273–283, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.011>

García-González, A; Soriano-Melgar, L. de A. A.; Cid-López, M. L.; Cortez-Mazatán, G. Y.; Mendoza-Mendoza, E.; Valdez-Aguilar, L. A.; Peralta-Rodríguez, R. D. Effects of calcium oxide nanoparticles on vase life of gerbera cut flowers. *Scientia Horticulturae*, 29, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110532>

Gomes, M. A.; Ascheri, D. P. R.; CAMPOS, A. J. Characterization of edible films of *Swartzia burchelli* phosphated starches and development of coatings for post-harvest application to cherry tomatões. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 37, 4, 1897-1910, 2016. 10.5433/1679-0359.2016v37n4p1897

Guadalupe, L. P.; Mayanin, R. B. I. Morphogenesis and plant regeneration from *Anthurium andreanum* cv Calypso leaf explant. *African Journal of Biotechnology*, v. 16, 44, 2092-2099, 2017. <https://doi.org/10.5897/AJB2015.14718>

Hartmann, H. T.; Kester, D. E; Daves JR, F. T.; Geneve, R. L. *Plant propagation: principles and practices*. 7.ed. New York: Englewood Clippis, 2002. <https://doi.org/10.2478/9783110426403.9>

Hassan, B.; Chatha, S.; Hussain, A.; Zia, K.; Akhtar, N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International journal of biological macromolecules*, 109, 1095-1107, 2017 . <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>

Henrique, C. M.; Cereda, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa* Duch) cv IAC Campinas. *Food Science and Technology*, [S. l.], 19, 231–233, 1999.10.1590/S0101-20611999000200014

Huang, J.; Yuan, Z.; Gao, S.; Liao, J.; Eslamian, M. Understanding spray coating process: Visual observation of impingement of multiple droplets on a substrate. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 23(1), 97–105, 2018. <https://doi.org/10.1007/s12204-018-1914-0>

Ibraflor. *Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil*. Disponível em: <https://www.ibraflor.com.br/n%C3%BAmeros-do-setor-c%C3%B3pia>

Janowska, B.; Andrzejak, R. The Role of Cytokinins and Gibberellins on Post-Harvest Longevity of Florists' Greens. *Agriculture*, 2022. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091375>

Jiménez, A.; Fabra, M. J.; Telens, P.; Chiralt, A. Edible and Biodegradable Starch Films: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 6, 2058-2076, 2012. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0835-4>

Khan, M. K. I.; Nazir, A.; Maan, A. A. Electrospraying: A Novel technique for eficiente coating of foods. *Food Engineering Reviews*, 9(2), 112–119, 2017. <https://doi.org/10.1007/s12393-016-9150-6>

Khunmuang, S.; Kanlayanarat, S.; Wongsaree, C.; Meir, S.; Philosoph-Hadas, S.; Orenshamir, M.; Ovadia, R.; Buanong, M. Ethylene induces a rapid degradation of petal anthocyanins in cut Vanda 'Sansai Blue' orchid flowers. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1004, 2019. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01004>

Kirtil, E.; Aydoğdu, A.; Svitova, T.; Radke, C. Assessment of the performance of several novel approaches to improve physical properties of guar gum based biopolymer films. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100687, 2021. <https://doi.org/10.1016/J.FPSL.2021.100687>

Korte, K. P.; Favarão, S. C. M. Efeito da gelatina associada a extratos vegetais como revestimento comestível na pós-colheita do morango. *Revista Campo Digital*, 11(1), 2016. <http://periodicos.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/1964>

Leme, J. M.; Honório, S. L. Embalagem de antúrio Anthurium packing. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 10, 2004. 14295/rbho.v10i1.329

Leon, J.; Pavon, M.; Murillo, D.; Leon, M.; Guatumillo, D.; Toroshina, J. Waste managing plan for floriculture plants. *Minerva*, 4, 11, 31-40, 2023. <https://doi.org/10.47460/minerva.v4i11.126>

Li, C.; Yang, G.; Huang, S.; Lü, D.; Wang, C.; Chen, J.; Yin, J. Characterisation of flavonoids in anthurium spathes and their contribution to spathe colouration. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 88, 208-215, 2013. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512958>

- Li, J. M.; Jia, X. Y.; Jiang, X. X.; Wang, F. J.; Zhang, P.; Wang, L. Q.; Li, J. K. Effect of microperforation on quality of modified atmosphere packaged cut rose cv. Corola. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 99(4), 443–453, 2024. <https://doi.org/10.1080/14620316.2023.2300116>
- Li, J.; Ye, F.; Lei, L.; Zhao, G. Combined effects of octenylsuccination and oregano essential oil on sweet potato starch films with an emphasis on water resistance. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 547-553, 2018. [10.1016/j.ijbiomac.2018.04.093](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.093)
- Li, M.; Liu, P.; Zou, W.; You, L.; Xie, F.; Pu, H.; Liu, H.; Chen, L. Extrusion processing and characterization of edible starch films with different amylose contents. *Journal of Food Engineering*, 106, 95-101, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.04.021>
- Lima, J. D.; Zanetti, S.; Nomura, E. S.; Fuzitani, E. J.; Rozane, D. E.; Iori, P. Growth and yield of anthurium in response to sawdust mulching. *Ciência Rural*, 46, 3, 440-446, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141192>
- Liu, W.; Wang, R.; Li, J.; Xiao, W. Effects of different hydrocolloids on gelatinization and gels structure of chestnut starch. *Food Hydrocolloids*. 120. 106925, 2021. [10.1016/j.foodhyd.2021.106925](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106925).
- Lopes, A. P.; Fassina, S. H.; Coelho, S. R. M. Armazenamento refrigerado de laranja “pêra” recoberta com filme de polietileno e fécula de mandioca. *Revista Varia Scientia Agrárias*, 1, 2, 121-129, 2010. <https://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/view/2239>
- Luvielmo, M. de M.; Lamas, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, [S. l.], 8, 1, 8–15, 2012. [10.4013/ete.2012.81.02](https://doi.org/10.4013/ete.2012.81.02)
- Makwana, R. J.; Singh, A.; Dhaduk, B. K. Cold stored cut spikes influenced by different storage techniques in rose CVs. Bordeaux, poison and avalanche. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(1), 402-405, 2024. [10.33545/26174693.2024.v8.i1Sf.343](https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i1Sf.343)
- Mali, S.; Grossmann, M. V. E.; Yamashita, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(1), 137–156, 2010. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n1p137>
- Manfredini, G. M.; Paiva, P. D. D. O.; Almeida, E. F. A.; Do Nascimento, Â. M. P.; Sales, T. S.; Santos, L. O. Postharvest quality of essential oil treated roses. *Ornamental Horticulture*, 23 (2), 192–199, 2017. <https://doi.org/10.14295/oh.v23i2.993>
- Mattos, D. G.; de Oliveira Paiva, P. D.; Mundim, A. S.; dos Reis, M. V.; Nery, E. M.; Araújo, N. A. F.; de Britto, J. M.; da Silva, D. P. C. Digital images and in-person evaluation of *anthurium* “tropical” postharvest quality. *Ornamental Horticulture*, 26 (2), 166–176, 2020. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i2.2123>
- Menegaes, J. F.; Nunes, U. R.; Bellé, R. A.; Backes, F. A. A. L. Post-harvesting of cut flowers and ornamental plants. *Scientia Agricola*, 18, 4, 313-323, 2019.

<https://doi.org/10.18188/sap.v18i4.21261>

Menzel, C. Improvement of starch films for food packaging through a three-principle approach: Antioxidants, cross-linking and reinforcement. *Carbohydrate Polymers*, 250, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116828>

Mitsueda, N. C.; Costa, E. V.; D'Oliveira, P. S. Aspectos ambientais do agronegócio flores e plantas ornamentais. *Revista Em Agronegócio E Meio Ambiente*, 4, 1. 2010 <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/617>

Mosca, J.L.; Cavalcante, R.A.; Maciel, V.T.; Paiva, W.O. Efeito da temperatura e da solução conservante na qualidade pós-colheita de *Zingiber spectabile* Griff. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 14, 2, 97-204. 2009. <https://doi.org/10.14295/rbho.v14i2.291>

Muñoz, J.; Faust, E.; Schnabel, G. Characterization of *Botrytis cinerea* from commercial cut flower roses. *Plant Disease*, 103, 7, 1577-1583, 2019. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-18-1623-RE>

Nascimento, Â. M. P.; Reis, S. N.; Sales, T. S. Floricultura de corte. (2021).

Neves, M. F.; Pinto, M. *Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil*. São Paulo: OCESP, 2015.

Niu, J.; Qingyun, L.; Li, G.; Shaohua, H; Xu, S; Lin, X. 'Victory Flag': A New Cut Anthurium Cultivar. *HortScience*, 2021. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15520-20>.

Nogueira, M. R.; Paiva, P. D. de O.; Neto, A. R. da C.; Reis, M. V. Dos; Nascimento, Â. M. P.; Timoteo, C. de O. Starch-based films for Red Torch ginger inflorescences postharvest conservation. *Ciencia e Agrotecnologia*, 47, 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202347017822>

Nomura, E. S.; Fuzitani, E. J.; Damatto Júnior, E. R. Cultivo do antúrio. *Revista Pesquisa e Tecnologia*, 9, 9, 2012.

Oliveira, A. A. P.; Brainer, M. S. DE C. P. Floricultura: caracterização e mercado. [s.l.] *Banco do Nordeste do Brasil*, 2007. <http://s2dspg01.dreads.bnb:8080/s482-dspace/handle/123456789/193>

Oliveira, A. A.; Ferrari, J. F.; Bento, C. S.; Amaral, A. do A.; Souza, M. N. *Cultivo artesanal de antúrios: guia prático*. Alegre: Instituto Federal Espírito Santo, 2020. (Comunicado técnico, n. 2). ISBN: 978-65-86361-05-6

Oliveira, C. B.; Nascimento, T. R.; Silva, R. G. R.; Lopes, I. C. A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil: uma revisão sobre o segmento. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 6, 2, 180–200, 2021. <http://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/461>

Onyeaka, H.; Oibileke, K.; Makaka, G.; Nwokolo, N. Current Research and Applications of Starch-Based Biodegradable Films for Food Packaging. *Polymers*, 14, 2022. <https://doi.org/10.3390/polym14061126>.

Petri, J. L.; Hawerth, F. J.; Fazio, G.; Francescato, P.; Leite, G. B. Advances in fruit crop propagation in Brazil and worldwide- apple trees. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41, 3, 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019004>

Poverenov, E.; Zaitsev, Y.; Arnon, H.; Granit, R.; Alkalai-Tuvia, S.; Perzelan, Y.; Weinberg, T.; Fallik, E. Effects of a composite chitosan-gelatin edible coating on postharvest quality and storability of red bell peppers. *Postharvest Biology and Technology*, 96, 106–109, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.05.015>

Rebouças, K. O. **Regeneração de tipos de estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em agronomia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

Reis, S.N. **Soluções de pulsing e de manutenção pós-colheita de flores de corte**. Tese (Doutorado). 2009. 73p. Lavras. Universidade Federal de Lavras.

Sales, T. S.; Paiva, P. D. D. O.; Siqueira, H. H.; Manfredini, G. M.; Lima, L. C. Preservative solutions on quality and biochemical aspects of calla lily Flowers. *Ciencia e Agrotecnologia*, 42, 176-185, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018422020717>

Salgado, P. R.; Ortiz, C. M.; Musso, Y. S.; Di Giorgio, L.; Mauri, A. N. Edible films and coatings containing bioactives. *Current Opinion in Food Science*. 5, 86-92, 2015. [10.1016/j.cofs.2015.09.004](https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.09.004)

Salinger, J.P. Produção comercial de flores. Ed. Zaragoza Acribia. 371p. 1991.

Santos, A. P .B. A beleza, a popularidade, a toxicidade e a importância econômica de espécies de Aráceas. *Revista Virtual de Química*, 3 (3), 181-195. 2011. [10.5935/1984-6835.20110022](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20110022)

Sonego, G.; Brackmann, A. Conservação pós-colheita de flores. *Ciência Rural*, 25, 3, 473-479, 1995. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781995000300026>

Sosa-Flores, P. V.; Valdez-Aguilar, L. A.; Cartmill, D.; Cartmill, A. D.; Benavides-Mendoza, A. Response of potted anthurium (*Anthurium andreanum* Lind.) to the  $K^+$  :  $Ca^{+2}$ :  $Mg^{+2}$  balance in the nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 42, 4, 351-361, 2019. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1555848>

Sun, L.; Lu, L.; Pan, L.; Wang, Q.; Qiu, X. Characterization of  $\alpha$ -tocopherol-loaded MCM-41 mesoporous silica with different pore sizes and antioxidant active packaging films. *Packaging Technology and Science*, 34, 77 – 89, 2020. <https://doi.org/10.1002/pts.2540>.

Syhariza, Z. A.; Sar, S.; Hasjim, J.; Tizzotti, M. The importance of amylose and amylopectin fine structures for starch digestibility in cooked rice grains. *Food chemistry*. 136, 742-9, 2013. [10.1016/j.foodchem.2012.08.053](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.053)

Tagliacozzo, G. M. D.; Mosca, J. L. Pós-colheita de flores e folhagens: Manutenção da qualidade. *Ornamental Horticulture*, 13, 1979-1989, 2007.

Tagliacozzo, G.M.D.; Finger, F.L.; Barbosa, J.G. Fisiologia pós-colheita de flores de corte. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*. Campinas-SP. 11, 2, 89-99, 2005. <https://doi.org/10.14295/rbho.v11i2.48>

Tian, D.; Pan, X.; Yu, Y.; Wang, W.; Zhang, F.; Ge, Y.; Shen, X.; Shen, F.; Liu, X. De novo characterization of the Anthurium transcriptome and analysis of its digital gene expression under cold stress. *BMC Genomics*, 14, 2013. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-827>

Thode Filho, S.; Jorge, E. N. D. L. F.; da Fonseca Nicomedes, K.; Sampaio, F. P.; Ongaratto R. S.; de Souza Júnior, F. G. Adição de biopreservadores na síntese de biofilme de amido de mandioca para conservação de banana 'prata'. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, 2(8), 40-50, 2021.

Tomaz, P. H. de A.; Vale, L. S. R.; Pereira Filho, W. J.; da Silva, F. B.; Dias, G. J. da S.; Rosa Neto, N. D.; e Silva, L. B.; Carvalho, R. de C. M. Conservação de frutos de mamão na pós-colheita com uso de biofilme à base de fécula de mandioca. *Brazilian Journal of Development*, 7(9), 88564–88574, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-154>

Tombolato, A. F. C.; Castro, C. E. F.; Matthes, I. A. F.; Tagliacozzo, G. M. D.; Carneiro, T. F.; Costa, A. M. M. O cultivo de antúrio: produção comercial de flores de corte. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2002. 47 p. (Boletim Técnico, n. 194).

Tombolato, A. F. C.; Uzzo, R. P.; Castro, A. C. R. de; Sakai, M.; Saes, L. A. Recursos genéticos e melhoramento do antúrio (*Anthurium andraeanum* Linden) no IAC-APTA. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 10, 1-5, 2004. <https://doi.org/10.14295/rbho.v10i1.326>

Torres, D. F. U. **Análise prospectiva para o setor atacadista de flores e plantas ornamentais no Brasil e suas tecnologias da informação e comunicação**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Uzzo, R. P. et. al. Antúrio. In: PAIVA, Patrícia Duarte de Oliveria; ALMEIDA, Elka Fabiana Aparecida. *Produção de Flores de Corte*. Lavras - Editora UFLA, 2014. p. 54-103.

Valadares, R.T., Martins, M.L.L.; Coelho, M.A.N. O gênero *Anthurium* Schott (Araceae) no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo. *Natureza online* 8(3), 107-113, 2010. <https://naturezaonline.com.br/revista/article/view/381>

Van Doorn, W. G; Woltering, E. J. Physiology and molecular biology of petal senescence. *Journal of experimental botany*. 59. 453-80, 2008. 10.1093/jxb/erm356  
Vencato, A. *Anuário brasileiro das flores*. Santa Cruz do Sul: Gazeta santa cruz, 112, 2006.

Vianna, T. C.; Marinho, C. O.; Júnior, L. M.; Ibrahim, S. A.; Vieira, R. P. Essential oils as additives in active starch-based food packaging films: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 1803-1819, 2021. 10.1016/j.ijbiomac.2021.05.170

Viegas, I. DE J. M.; Frazao, D. A. C.; Chu, E. Y.; Conceicao, H. E. O. DA; Souza, L. A. DE; Poltronieri, M. C.; Lemos, O. F. DE; Oliveira, R. F. DE; Benchimol, R. L.; Araujo, S. M. B. DE; Lemos, W. DE P.. Geração de tecnologias para o manejo sustentável de flores tropicais e temperadas no nordeste paraense / Belém, PA: Embrapa Amazônia oriental, 2008. ISSN 1517-22011.

Vieira, M.; Medeiros, D.; Costa, P.; Santos, C.; Paes, R.; Fernández, L.; Oliveira, N.; Allan, A.; Silva, F. Effect of refrigeration on post-harvest flowers. *African Journal of Biotechnology*, 11, 13065-13068, 2012. <https://doi.org/10.5897/AJB12.840>

Villas-Boas, F.; Franco, C. M. L. Effect of bacterial  $\beta$ -amylase and fungal  $\alpha$ -amylase on the digestibility and structural characteristics of potato and arrowroot starches. *Food Hydrocolloids*, 52, 795-803, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.08.024>

Worku, M., Debela, K., & Mudde, H. Competitive Performance of the Ethiopian Flower Industry from a Pre-to Post COVID-19 Pandemic Era (2003-2022): A Comparative Study. *International Journal of Organizational Leadership*, 12, 91-114, 2023. <https://doi.org/10.33844/ijol.2023.60370>

Xie, F.; Pollet, E.; Halley, P.J.; Avérous, L. Starch-based nano-biocomposites, *Progress in Polymer Science*, 38, 1590–1628, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.05.002>

Xie, Y.; Niu, X.; Yang, J.; Fan, R.; Shi, J.; Ullah, N.; Feng, X.; Chen, L. Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin. *International journal of biological macromolecules*, 150, 480-491, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.291>

Xu, D.; Qin, H.; Ren, D. (2018). Prolonged preservation of tangerine fruits using chitosan/ montmorillonite composite coating. *Postharvest Biology and Technology*, 143, 50–57, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.04.013>

Youssef, A. M.; Assem, F. M.; El-Sayed, S. M.; Salama, H.; El-Salam, M. A. Utilization of edible films and coatings as packaging materials for preservation of cheeses. *Journal of Packaging Technology and Research*, 1(2), 87–99, 2017. <https://doi.org/10.1007/s41783-017-0012-3>

Youssef, A.M.; El-Sayed, S.M. Bionanocomposites materials for food packaging applications: concepts and future outlook, *Carbohydrate Polymers*, 193, 19–27, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.03.088>

Zaritzky, N. Edible coating to improve food quality and safety. In: AGUILERA, J. M.; SIMPSON, R.; WELTI-CHANES, J.; BERMUDEZ AGUIRRE, D.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. (Ed.). Food engineering interfaces. New York: Springer, 2011. p. 631-660.

Zeng, R.; Zhang, A.; Chen, J.; Fu, Y. Impact of carboxymethyl cellulose coating enriched with extract of *Impatiens balsamina* stems on preservation of 'Newhall' navel orange. *Scientia Horticulturae*, 160, 44–48, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.015>

Zhang, X.; Lian, H.; Shi, J.; Meng, W.; Peng, Y. Plant extracts such as pine nut shell, peanut shell and jujube leaf improved the antioxidant ability and gas permeability of chitosan films. *International journal of biological macromolecules* 148, 1242-1250, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.108>

## 4 ARTIGO – BIOFILMES À BASE DE AMIDO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE *Anthurium Andraeanum*.

### 4.1 RESUMO

O presente estudo teve como objetivo produzir, caracterizar e avaliar a aplicação de biofilmes à base de amido de milho, com ou sem glicerol, na conservação pós-colheita de *Anthurium andraeanum* cv Tropical. Os filmes foram formulados com 3%, 5% e 7% de amido, com ou sem a adição de 30% de glicerol em relação à massa do amido. Amostras dos filmes foram caracterizadas quanto à espessura, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e interação molecular por Espectroscopia Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). Os biofilmes foram aplicados nas espátas por imersão, e sua longevidade monitorada e avaliada diariamente, utilizando uma escala de notas pré-estabelecida. Os dados obtidos foram utilizados para calcular a área abaixo da curva (ACC) e submetidos à análise de regressão. Os resultados demonstraram que os filmes com glicerol apresentaram maior espessura e solubilidade, influenciando a de absorção de água. Quanto à conservação dos antúrios, os revestimentos com 3% e 5% de amido foram os mais eficazes, prolongando a durabilidade em até três dias em comparação ao controle. Os filmes com 7% de amido, independentemente da presença de glicerol, apresentaram eficácia inferior, com sinais precoces de degradação. Os biofilmes demonstraram potencial para a conservação pós-colheita do antúrio cv. Tropical, sendo uma alternativa sustentável à substituição de embalagens plásticas e à mitigação dos impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Antúrio, glicerol, impacto ambiental, longevidade.

### 4.2 ABSTRACT

The present study aimed to produce, characterize and evaluate the application of corn starch-based biofilms, with or without glycerol, in the post-harvest preservation of *Anthurium andraeanum* cv Tropical. The films were formulated with 3%, 5% and 7% starch, with or without the addition of 30% glycerol in relation to the mass of starch. Samples of the filmes were characterized in terms of thickness, solubility, water vapour permeability (WVP) and molecular interaction by Fourier Transformed InfraRed spectroscopy (FTIR). The biofilms were applied to the spats by immersion, and their longevity was monitored and assessed daily using a pre-established grading scale. The data obtained was used to calculate the area under the curve (AUC) and subjected to regression analysis. The results showed that the films with glycerol had greater thickness and solubility, influencing water absorption. As for the preservation of anthuriums, the coatings with 3% and 5% starch were the most effective, extending shelf life by up to three days compared to the control. Films with 7% starch, regardless of the presence of glycerol, were less effective, with early signs of degradation. The biofilms showed potential for the post-harvest preservation of anthurium cv. Tropical, being a sustainable alternative to replacing plastic packaging and mitigating environmental impacts.

**Key words:** Anthurium, glycerol, longevity, environmental impact .

### 4.3 INTRODUÇÃO

A floricultura é um setor que vem crescendo globalmente, impulsionada pela demanda por flores de corte e plantas ornamentais (Ibraflor, 2024). No entanto, esse crescimento traz consigo uma preocupação ambiental significativa, principalmente devido ao uso excessivo de materiais plásticos, como o polietileno, amplamente utilizados na conservação pós-colheita de frutas e flores, que, embora eficazes na proteção e transporte, são prejudiciais ao meio ambiente por sua lenta decomposição e impacto negativo nos ecossistemas (Ai et al., 2021).

Nesse contexto, o antúrio (*Anthurium andraeanum*), é uma flor de corte amplamente valorizada no mercado internacional (Mawlong et al. 2020), reconhecida por sua variação de coloração, durabilidade e arquitetura exótica, e que requer métodos eficientes para manter sua qualidade durante o transporte e a comercialização. Tradicionalmente, a conservação de grande parte do antúrio de corte, tem dependido do uso de plásticos (Leme, Honório, 2004). No entanto, a busca por alternativas mais sustentáveis, como filmes biodegradáveis, tem se mostrado promissora para algumas flores de corte (Nogueira et al., 2023; Sanches et al., 2016) .

A crescente conscientização sobre os impactos ambientais do plástico tem levado pesquisadores e profissionais a buscarem alternativas mais sustentáveis. A produção, o uso e o descarte inadequado de plásticos afetam não apenas os ecossistemas naturais, mas também representam desafios para a economia circular, uma vez que o destino de grande parte desses materiais são os aterros ou oceanos (Kumar et al., 2021). A adoção de medidas que reduzam essa dependência torna-se, portanto, uma prioridade para mitigar os impactos ambientais.

A utilização de filmes a base de matérias orgânicas, apresentam vantagens por serem renováveis, biodegradáveis, com boa capacidade de barreira, assim como transparência, de fácil produção, podendo substituir os plásticos convencionais em diversas aplicações (Yuvaraj, 2021). Além disso, seu uso na conservação de flores como o bastão do imperador (*Etilingera elatior* (Jack). R.M.Sm) tem mostrado resultados promissores, mantendo a qualidade das inflorescências e protegendo-as adequadamente (Mattos et al., 2020).

Os biofilmes à base de amido se destacam por serem uma alternativa ecológica, obtida de fontes renováveis, como o milho, a mandioca e o

trigo (Vianna et al., 2021). Os biofilmes à base de amido podem ser modificados com a incorporação de plastificantes, como o glicerol, que visam aumentar sua flexibilidade e resistência mecânicas (Mali; Grossmann; Yamashita, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar a eficácia da aplicação de filmes à base de amido de milho em diferentes concentrações, incorporados ou não com glicerol na conservação pós-colheita de *Anthurium andraeanum* cultivar Tropical.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.4.1 Produção e caracterização dos filmes de amido de milho

Os filmes de amido de milho, foram produzidos de acordo com Almeida (2020), com modificações, utilizando a técnica de *casting*. Foi preparada uma solução filmogênica, dissolvendo o amido de milho comercial em água destilada, utilizando o glicerol como agente plastificante.

Para a obtenção dos filmes foi utilizado 3,0; 5,0 e 7,0g de amido em base seca e 100 mL água destilada e as mesmas quantidades de amido e água destilada acrescido de 30% de plastificante glicerol (m/m de amido). A Tabela 1 apresenta as proporções, em gramas, para cada constituinte utilizado na formulação dos filmes.

As misturas foram adicionadas em um béquer com água sob aquecimento a uma temperatura constante de 90°C, sob agitação mecânica por 20 minutos até a completa gelatinização do amido. Em seguida, 125 mL das soluções foram vertidas em formas de silicone de 21 cm de diâmetro, e levadas à secagem em estufa a 30 °C por 24 horas.

**Tabela 1** – Formulações dos biofilmes à base de amido de milho com diferentes concentrações e incorporação de glicerol.

<b>Formulação</b>	<b>Amido de milho (g)</b>	<b>Glicerol (g)</b>	<b>Água (ml)</b>
3% Amido	3	-	100
5% Amido	5	-	100
7% Amido	7	-	100
3% Amido + 30% Glicerol	3	0.9	100
5% Amido + 30% Glicerol	5	1.5	100
7% Amido + 30% Glicerol	7	2.1	100

**Fonte:** O autor.

#### 4.4.1.1 Espessura

A espessura dos filmes foi determinada por meio de um micrômetro externo (MTK-4000) com precisão de 0,004 mm. As medições foram realizadas em três pontos aleatórios de cada amostra, sendo avaliadas, no mínimo, três amostras por formulação.

#### 4.4.1.2 Capacidade de absorção de água

A capacidade de absorção de água foi medida pelo método do saquinho, descrita por Yoshimura et al., (2006) com modificações.

Saquinhos de chá contendo 1g de amostras foram imersos em água destilada a 25 °C por períodos de 1 minuto, 10 minutos, 30 minutos, 1 hora, 24 horas. Após cada tempo de imersão, a água foi drenada, e o conjunto saquinho + amostra foram pesados novamente.

Sendo então a capacidade de absorção de água definida pela seguinte equação:

$$Q = \frac{((P_i - P_b) - P_s)}{P_s} \times 100$$

Onde:

Q= capacidade de absorção de água;

P<sub>i</sub>= conjunto (saquinho + amostra) após imersão;

P<sub>b</sub>= saquinho molhado;

P<sub>s</sub>= filme seco.

#### 4.4.1.3 Solubilidade

Amostras de filmes de cada formulação com 4 cm<sup>2</sup> foram pesados e transferidos para tubos de centrifuga. Em seguida, adicionou-se 30 mL de água destilada a cada amostra, procedendo-se à agitação em agitador orbital a 200 rpm por 1 hora. Após o período de agitação, as amostras foram submetidas a centrifugação a 2200 rpm durante 30 minutos, seguida da drenagem da água residual .

O material resultante foi seco em estufa a 105 °C até atingir peso constante. Após o período de secagem, as amostras foram acondicionadas em

dessecador até atingirem temperatura ambiente. Por fim, as amostras foram pesadas para determinação da massa final. A solubilidade foi determinada de acordo com Gontard et al., (1994):

$$S = (W_i - W/W_i).100\%$$

Onde:

S – Solubilidade da amostra;

$W_i$  – Peso inicial expresso como matéria seca;

W – Peso do resíduo da amostra não dissolvido.

#### 4.4.1.4 Análise de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

Os espectros de infravermelho foram obtidos usando pastilhas de KBr de transmitância em equipamento Shimadzu modelo IR Prestige-21 realizando 100 varreduras na faixa de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , resolução de 4,0  $\text{cm}^{-1}$ . A análise foi realizada no laboratório de espectroscopia (ESPEC) da Universidade Estadual de Londrina.

#### 4.4.1.5 Permeabilidade ao vapor de água

A permeabilidade ao vapor de água foi determinada gravimetricamente segundo o método da *American Society of Testing and Material* (ASTM E-96-00, 2000). As capsulas de permeabilidade foram preenchidas com Cloreto de Cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) anidro (0% UR) e os filmes fixados à sua borda, garantindo a migração de umidade exclusivamente através do revestimento. Após a montagem das cápsulas, estas foram acondicionadas em dessecador, contendo ao fundo solução salina de Cloreto de Sódio (NaCl), mantendo um gradiente de umidade relativa (UR) em 75% a 25°C.

Após 2 horas de permanência no dessecador, as cápsulas foram pesadas para estabilização do sistema. Posteriormente, sucessivas pesagens foram realizadas num período de 12 horas e a permeabilidade ao vapor de água foi calculada a partir da seguinte equação:

$$\text{PermA} = \frac{\text{TPermA} \times e}{\text{Ps} \times \frac{\text{URd} - \text{URc}}{100}}$$

Onde:

PermA: permeabilidade ao vapor de água ( $\text{g m}^{-1} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$ )

TPermA: taxa de permeabilidade ao vapor de água ( $\text{g/m}^2\text{s}$ ),

e: espessura do filme;

Os: pressão de saturação do vapor de água sob  $25^\circ\text{C}$ ,

URd: umidade relativa no dessecador;

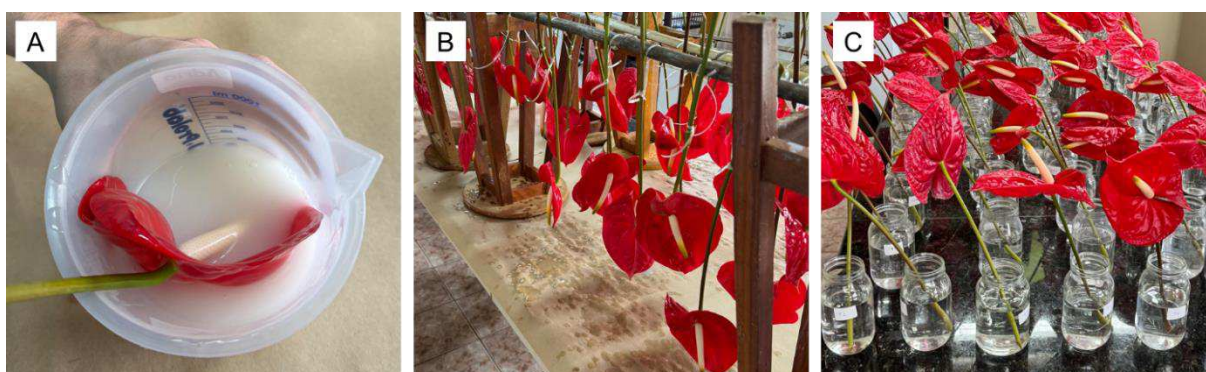
URc: umidade relativa na cápsula.

#### 4.4.2 Preparo e análises das espadas de antúrio

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia, no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. Hastes de antúrio da cultivar 'Tropical' foram padronizadas com 25 cm de comprimento, cortadas em bisel na base e, posteriormente, submetidas a tratamento de *pulsing* com solução de sacarose 2% e  $200 \text{ mg L}^{-1}$  de ácido cítrico durante 24 horas (Uzzo et al., 2014).

Após esse tratamento, as espadas foram submersas durante 20 segundos nos filmes e posteriormente mantidas invertidas na vertical por 24 horas para drenar o excesso de biofilme, um grupo foi imerso em água, sem a presença de amido de milho ou plastificante, servindo como controle do experimento. Após a secagem, foram colocadas em recipientes de vidro contendo 350 mL de água destilada (Figura 1). A água foi renovada a cada 3 dias, sendo acrescido 10 gotas de hipoclorito de sódio como agente antimicrobiano.

**Figura 1** – A) Aplicação da solução filmogênica; B) Drenagem e secagem dos filmes nas hastes após imersão; C) Condicionamento das hastes durante o experimento.



Fonte: O autor.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos com dez repetições cada, totalizando 70 hastes. Cada repetição consistiu em uma haste individualmente tratada, permitindo uma

análise eficiente do recobrimento à base de amido na longevidade pós-colheita de antúrio.

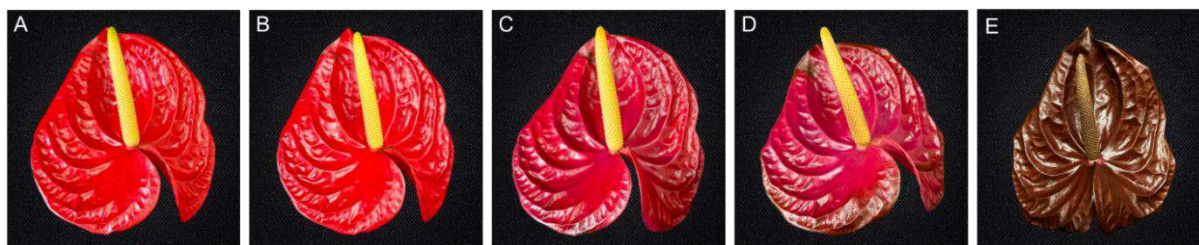
Diariamente, as hastes florais receberam notas de 4 a 0 (Tabela 2) considerando os atributos de cor, brilho, turgidez, segundo os critérios estabelecidos e adaptados de Mattos et al., (2020).

**Tabela 2** – Notas, categorias e descrição para avaliação da qualidade visual pós-colheita de antúrio.

Nota	Categoria	Descrição
4	Excelente	Inflorescência turgidas, brilhantes e com coloração intensa.
3	Bom	Início da perda de turgidez e brilho.
2	Regular	Perda mais aparente da turgidez, espata com a aparência opaca e início da mudança na cor da espata
1	Ruim	Perda acentuada de turgidez e brilho, mudança acentuada na cor da espata, aparecimento de machas nas bordas da espata e/ou início de necrose no ápice da espádice.
0	Descarte	Necrose avançada na espata e na espádice.

Além da avaliação de longevidade (Figura 2), foi monitorada a durabilidade das hastes, através de um grupo exclusivo de hastes para fotografias, a fim de acompanhar o comportamento do biofilme e o avanço da senescência das espatas.

**Figura 2** – Representação visual da escala de notas da senescência de inflorescência de antúrio cv. Tropical: Excelente A); Bom B); Regular C); Ruim D); Descarte E).



Fonte: O autor.

#### 4.4.3 Análise estatística

Utilizando as notas ao longo do tempo, foi calculado a área abaixo da curva para dias até a nota ( $DA_x$ ), seguindo a metodologia proposta por Shaner e Finney (1977). Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando

significativos, realizou-se a análise de regressão. As pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias foram testadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Para a análise de regressão, foram testados modelos polinomiais e logísticos (Brain-Cousens). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R Core Team 2024), usando os pacotes AgroR (Shimizu, Gonçalves e Marubayashi, 2022) e AgroReg (Shimizu & Gonçalves, 2023).

## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.5.1 Caracterização dos filmes à base de amido

#### 4.5.1.1 Espessura dos biofilmes

Os filmes que continham glicerol em sua formulação exibiram uma superfície homogênea, sem fraturas ou rupturas após a secagem. Em contraste, os filmes sintetizados apenas com amido apresentavam superfície fragmentada, especialmente nas concentrações de 5% e 7%.

A concentração crescente de amido resultou em maiores valores de espessura. Observa-se que os filmes formulados sem glicerol apresentaram menor espessura quando comparados ao sintetizados com glicerol, independentemente da concentração de amido, com valores entre 0.08 e 0.11 mm. Nos filmes que continham plastificante, a espessura variou entre 0.12 e 0.24 mm, evidenciando o impacto da adição de glicerol na matriz filmogênica. Esse aumento foi significativo, correspondendo a aproximadamente 50% para a concentração de 3%, 133,3% para 5% e 118,2% para 7%, como pode ser observado na tabela 3.

**Tabela 3** – Valores médios para análise de espessura das amostras de biofilmes de amido de milho, incorporados ou não, com glicerol.

Concentração (%)	Sem G	Com G
	Espessura (mm)	Espessura (mm)
3	0.08 ± 0.01	0.12 ± 0.02
5	0.09 ± 0.01	0.21 ± 0.05
7	0.11 ± 0.02	0.24 ± 0.04

Fonte: O autor.

Os valores obtidos para os filmes sintetizados com glicerol estão na mesma ordem de grandeza dos descritos na literatura por Silva e Nogueira (2020),

que registraram espessuras entre 0,09 e 0,20 mm em filmes contendo 30% de glicerol, variando as concentrações de amido de milho em 3, 5 e 7%.

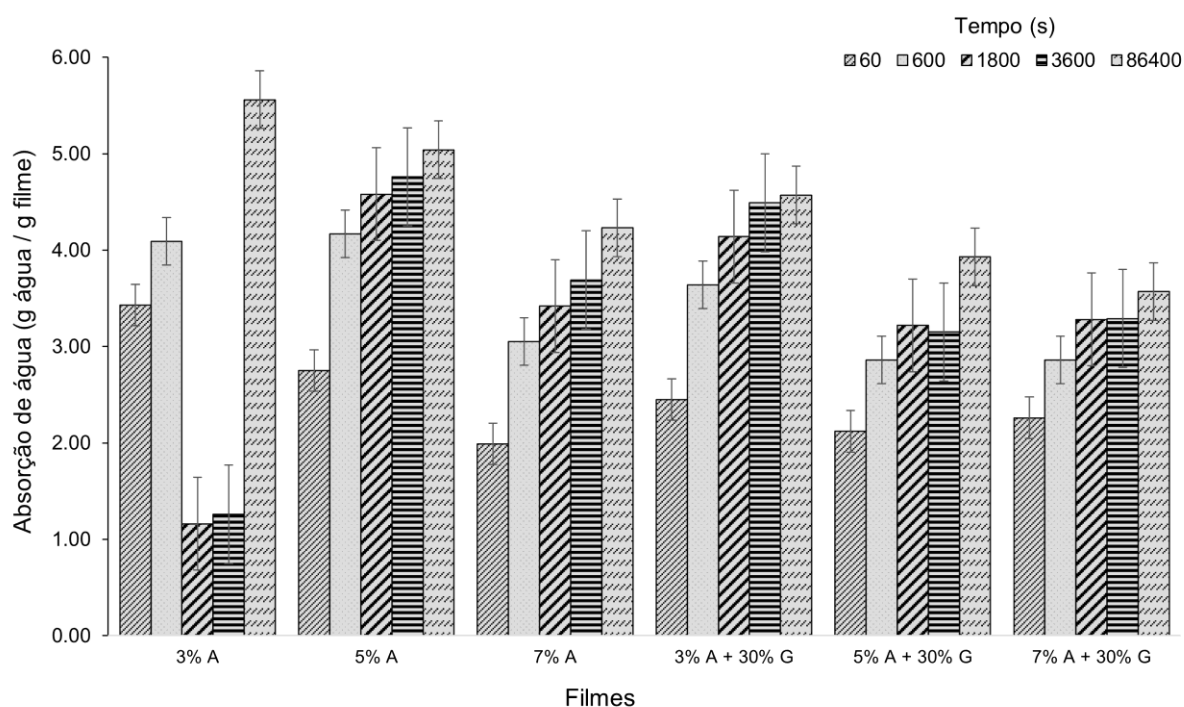
Segundo Silva (2022), a espessura é uma propriedade física essencial na caracterização dos filmes, pois reflete a homogeneidade na distribuição de seus compostos. Entretanto, seu controle pode ser desafiador, especialmente quando os filmes são produzidos pela técnica de *casting* e incorporam glicerol, com tendência de apresentar maiores variação nos valores de espessura, uma vez que contribui para o aumento do teor de sólidos na matriz polimérica após a secagem (Nascimento et al. 2021).

A espessura do filme está correlacionada com as propriedades de barreiras dos filmes, como a permeabilidade ao vapor de água, portanto, com maiores valores de espessura maior será a permeabilidade aos gases.

#### 4.5.1.2 Capacidade de absorção de água

A cinética de absorção de água apresentou um aumento típico com o decorrer do tempo. Os dados referentes à capacidade de absorção de água estão apresentados na Figura 3.

**Figura 3** – Absorção de água (g água/g filme) dos biofilmes de amido de milho em diferentes concentrações (3%, 5% e 7%), com e sem glicerol, em diferentes tempos de imersão.



Fonte: O autor.

De modo geral, observa-se que a absorção de água aumenta com o tempo para todos os filmes, conforme esperado. No entanto, a diferença de absorção nos os tempos iniciais (60 s e 600 s) é mais acentuada, caracterizada por uma rápida captação de água, seguida por uma taxa de absorção mais estável.

Aos 60 segundos, os filmes compostos exclusivamente de amido absorveram 3,43 g, 2,75 g e 1,99 g de água, em ordem crescente de concentração de amido, representando um aumento de 343%, 275% e 199% em relação a massa inicial. Já os filmes contendo glicerol apresentaram um aumento de cerca de 2,45 g, 2,12 g e 2,26 g, correspondendo a 245%, 212% e 226% de incremento para os filmes de 3% A + 30% G, 5% A + 30% G e 7% A + 30% G, respectivamente.

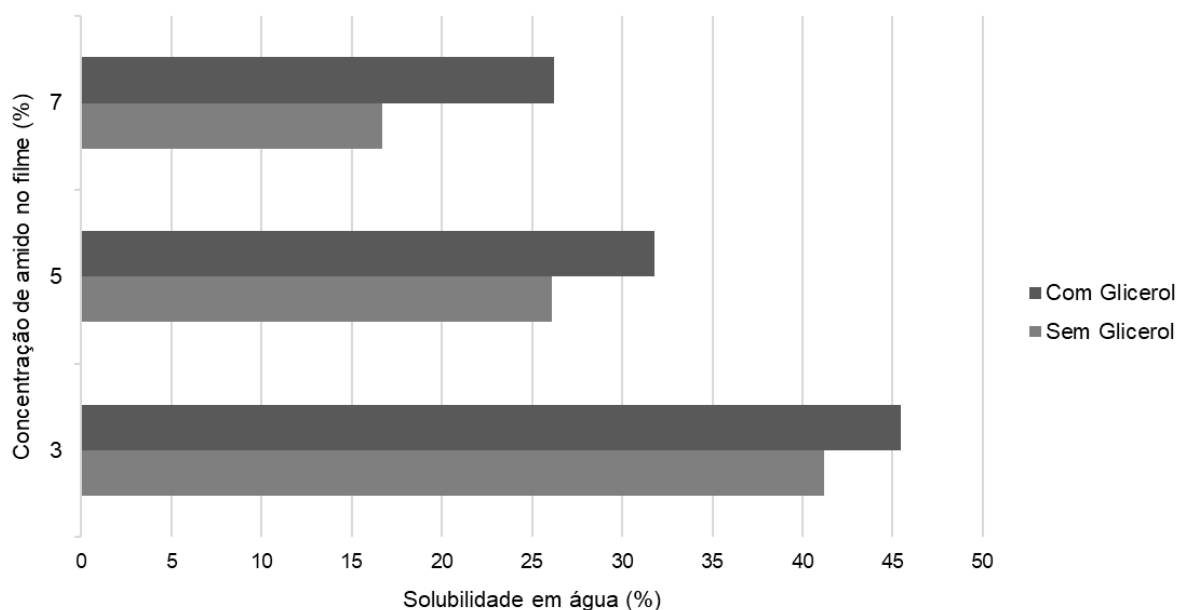
Após 24 horas (86.400 segundos), os filmes compostos exclusivamente de amido registraram um aumento de massa de 556%, 504% e 423% em relação à massa inicial de 1g. Enquanto isso, os filmes incorporados com glicerol apresentaram ganhos de 457%, 393% e 357%, em ordem crescente de concentração de amido.

Observa-se que os filmes à base de amido absorveram quantidades maiores de água em comparação com aqueles contendo glicerol. Segundo Follani et al. (2005), esse fenômeno ocorre porque o glicerol reduz a absorção de água ao formar ligações de hidrogênio entre suas hidroxilas e as hidroxilas do amido, diminuindo a disponibilidade de sítios para a ligação com as moléculas de água presente no meio.

#### 4.5.1.3 Solubilidade

A solubilidade (Figura 4) foi afetada pela concentração de amido e a incorporação de glicerol em sua matriz polimérica. Os biofilmes produzidos incorporando glicerol em sua formulação, apresentaram maior solubilidade em água que aqueles compostos apenas com amido.

**Figura 4** – Solubilidade em água dos biofilmes de amido de milho com e sem glicerol.



**Fonte:** O autor.

Nota-se que o aumento da concentração de amido reduziu a solubilidade dos filmes, enquanto a adição de glicerol teve o efeito oposto, elevando-a. Especificamente, os filmes acrescidos com glicerol apresentaram um aumento de 12,5%, 28%, e 38,9% na solubilidade em comparação aos filmes com 3%, 5% e 7% de amido, respectivamente.

Resultados de solubilidade semelhantes foram observados por Bertuzzi, Armada e Gottifredi (2007), que, ao trabalharem com filmes de amido de milho contendo 30% de glicerol, verificaram solubilidade em água entre 20 e 40%. Da mesma forma, Sirbu et al., (2024), ao estudarem a influência da concentração de plastificante nas propriedades de biofilmes à base de amido, constataram que aquelas com 30% de glicerol em relação à massa de amido, apresentaram elevada solubilidade, corroborando os resultados do presente estudo.

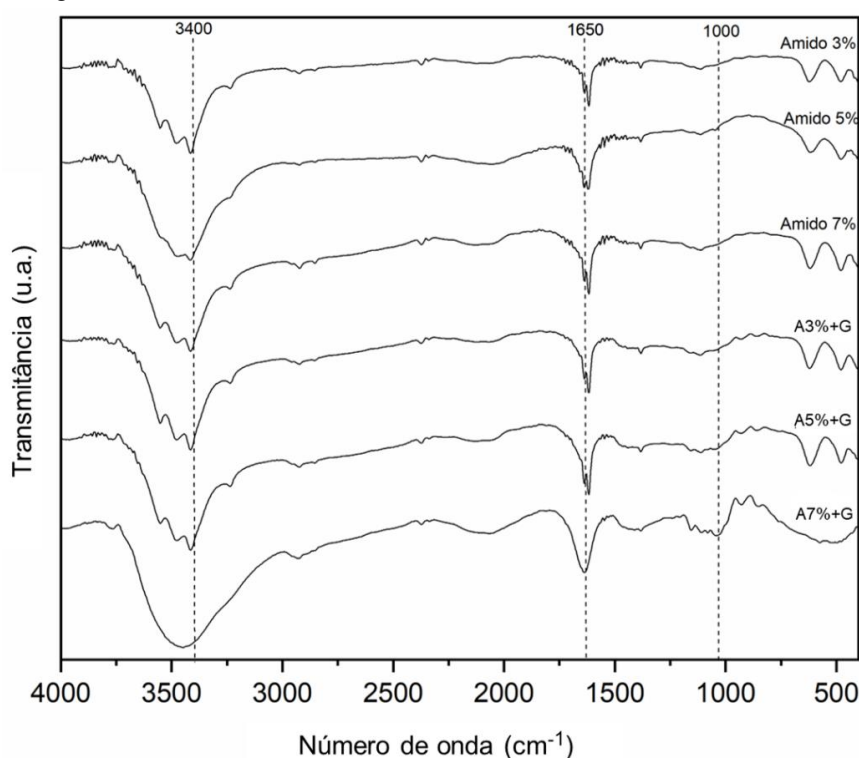
A adição de glicerol favorece a solubilidade dos filmes a base de amido devido ao seu caráter hidrofílico, interagindo com a matriz do filme, aumentando o espaço entre as cadeias poliméricas da matriz, facilitando a migração da água através do filme, resultando em maior solubilidade. (Mata et al., 2011; Luchese et al., 2015).

#### 4.5.1.4 Análise de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

Os espectros de infravermelho dos filmes de amido com e sem

plastificante foram caracterizados pela presença de três bandas características de absorção:  $3,400\text{ cm}^{-1}$ ;  $1,650\text{ cm}^{-1}$  e  $1,000\text{ cm}^{-1}$  (Figura 5). Esses resultados estão em conformidade com os resultados observados por Qin et al. (2019) e Ortega-Toro et al. (2016). A adição de glicerol não ocasionou grandes variações no espectro, em função dos grupos conterem os mesmos componentes principais (amilose e amilopectina).

**Figura 7** – Espectros de FTIR dos biofilmes de amido de milho em diferentes concentrações (3%, 5% e 7%), com e sem glicerol.



**Fonte:** O autor.

A banda em aproximadamente  $3400\text{ cm}^{-1}$ , presente em todas as amostras, é atribuída às vibrações de estiramento O-H dos grupos hidroxila relacionado à umidade (Zhang et al., 2014). A adição de glicerol alarga e diminui a intensidade desta banda, indicando uma interação entre o glicerol e as moléculas de água que resulta em uma rede de hidrogenação menos intensa.

A absorção em cerca de  $1650\text{ cm}^{-1}$  é uma banda típica que corresponde ao amido e seus derivados, relacionados a presença de água fortemente ligada dentro da matriz do filme (Seligra et al., 2016). Nos filmes com glicerol e maior quantidade de amido (7%A + 30%G), essa banda aparece mais definida, sugerindo que o glicerol pode facilitar a retenção de água, promovendo maior flexibilidade e durabilidade do material.

Além disso, as bandas em torno de  $1000\text{ cm}^{-1}$ , relacionadas às vibrações de estiramento C-O-C (Lima et al., 2012) das ligações glicosídicas do amido, mostram que aumentos na concentração de amido intensificam essas bandas, enquanto o glicerol modifica sua intensidade e forma. Este comportamento indica que o glicerol interage com as cadeias de amido, alterando a estrutura e possivelmente as propriedades físicas dos filmes.

A presença de glicerol nos filmes não apenas modifica as características de absorção de água e as interações de hidrogênio, mas também aumenta a flexibilidade dos filmes ao alterar as interações moleculares entre as cadeias de amido. Tais mudanças são importantes para entender como a composição do filme afeta suas propriedades mecânicas e de barreira, essenciais para suas aplicações finais em embalagens e outros usos industriais.

#### 4.5.1.5 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

Os ensaios de permeabilidade ao vapor d'água (PVA) são fundamentais para avaliar a transferência de umidade através dos filmes, especialmente aqueles destinados à conservação de produtos perecíveis, como alimentos, hortaliças e, no caso deste estudo, flores.

A capacidade de um filme atuar como barreira ao vapor d'água influencia diretamente na qualidade e durabilidade dos produtos embalados ou revestidos, reduzindo perdas por desidratação e preservando seu frescor e turgidez durante seu armazenamento (Chen et al., 2023).

A PVA das amostras foi determinada em triplicata, e os valores médios obtidos estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que o filme com 3% de amido, sem a adição de plastificante, apresentou menor valor de permeabilidade. Nos demais filmes não houve diferenças significativas entre as formulações, embora a presença do glicerol tenha resultado em um leve aumento na PVA.

**Tabela 4** – Permeabilidade ao vapor de água (PVA) nos filmes formulados com diferentes concentrações de amido de milho, incorporados ou não, com glicerol.

Concentração (%)	Sem G	Com G
	PVA ( $\text{g m}^{-1} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$ )	PVA ( $\text{g m}^{-1} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$ )
3	$9.97 \times 10^{-5} \pm 0.01$	$1.36 \times 10^{-4} \pm 0.01$
5	$1.95 \times 10^{-4} \pm 0.01$	$2.48 \times 10^{-4} \pm 0.01$
7	$1.10 \times 10^{-4} \pm 0.01$	$1.95 \times 10^{-4} \pm 0.01$

Fonte: O autor.

Os valores médios de PVA variaram de  $9,97 \times 10^{-5} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  a  $1,95 \times 10^{-4} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  para os filmes compostos apenas de amido e de  $1,36 \times 10^{-4} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  a  $2,48 \times 10^{-4} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  para os filmes contendo glicerol, confirmando que a plastificação aumentou ligeiramente a permeabilidade ao vapor de água. Fan et al (2016) observaram valores de PVA em filmes de amido de milho próximos a  $3,04 \times 10^{-8} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ , significativamente inferiores aos encontrados aqui.

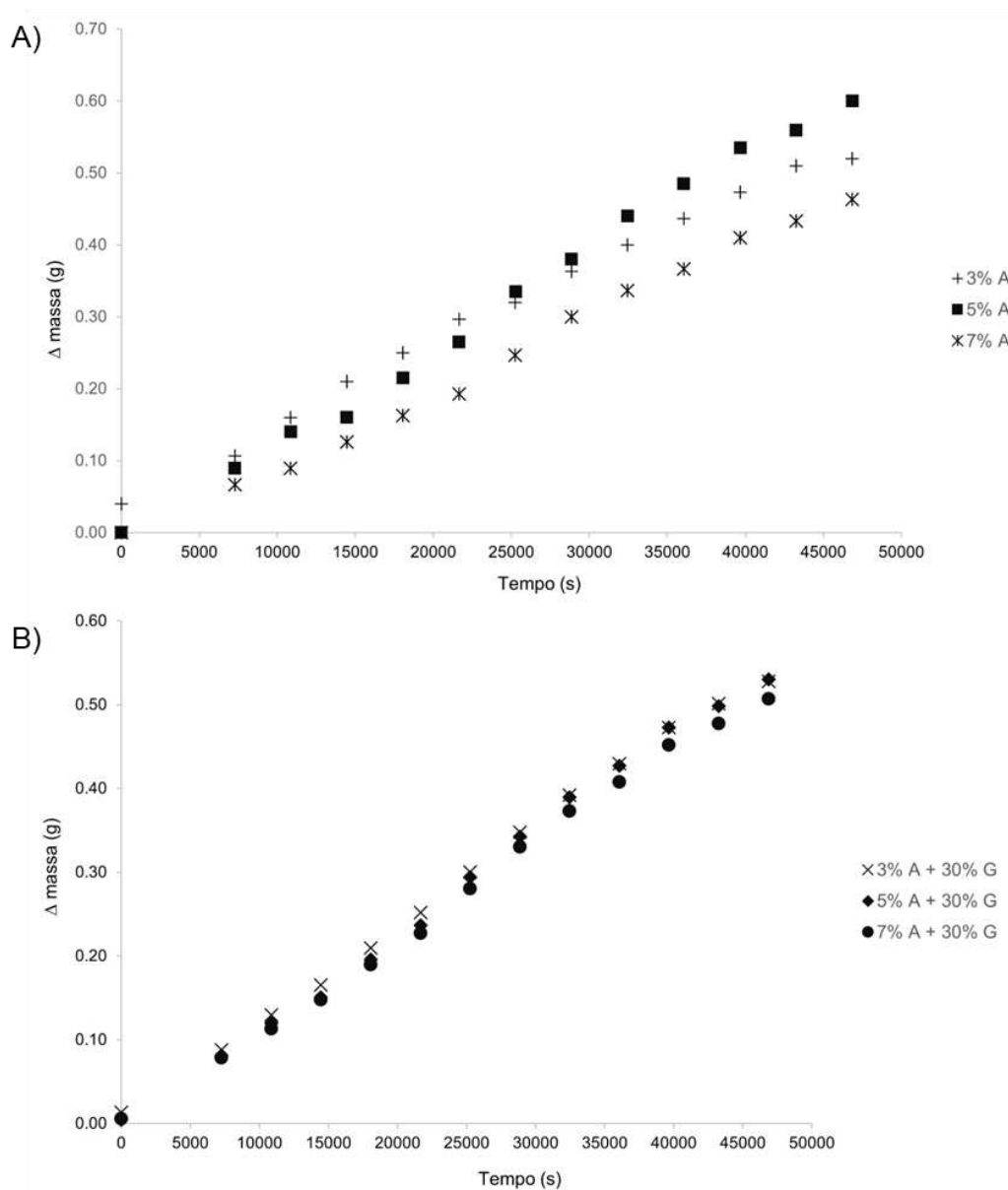
Segundo Mali, Grossmann e Yamashita (2010), a permeabilidade ao vapor de água aumenta com a espessura dos filmes. Esse conceito é corroborado pelos resultados obtidos neste estudo, onde os filmes incorporados com glicerol apresentaram maior espessura, assim como maiores valores de PVA.

A Tabela 4 indica um aumento na PVA com a adição de glicerol, evidenciando uma maior facilidade de passagem de vapor de água através da matriz polimérica. Efeito esse corroborado pelos perfis de fluxo do transporte de vapor de água, observa-se que os filmes formulados apenas com amido (Figura 6 A) apresentaram variações abruptas entre eles. Em contrapartida, os filmes contendo glicerol (Figura 6 B), apresentaram perfil de ganho de massa mais uniforme ao longo do tempo, com menor variação entre as formulações.

A uniformização do comportamento está associada à incorporação do plastificante, que altera a estrutura polimérica do filme, aumentando a mobilidade e reduzindo a densidade das moléculas do biopolímero, facilitando a difusão equilibrada do vapor de água (McHugh e Krochta, 1994). Além disso, a menor variabilidade nos ganhos de massa pode estar relacionada à maior flexibilidade dos filmes plastificados, o que influencia diretamente a taxa de transporte de vapor d'água, conforme evidenciado pelos valores médios de PVA apresentados na Tabela 4.

A incorporação de glicerol como plastificante aumentou de forma sutil a permeabilidade ao vapor d'água, possivelmente devido ao afrouxamento da matriz polimérica. Apesar disso, os filmes preservaram sua integridade estrutural após as análises de PVA. No entanto, a exposição ao alto gradiente de umidade relativa resultou em uma menor rigidez, evidenciando uma modificação na estrutura do material pela umidade.

**Figura 10** – Perfil do fluxo de transporte de vapor de água (PVA) para as diferentes matrizes filmogênicas: A) filmes de amido de milho e B) filmes de amido de milho incorporados com glicerol.



Fonte: O autor.

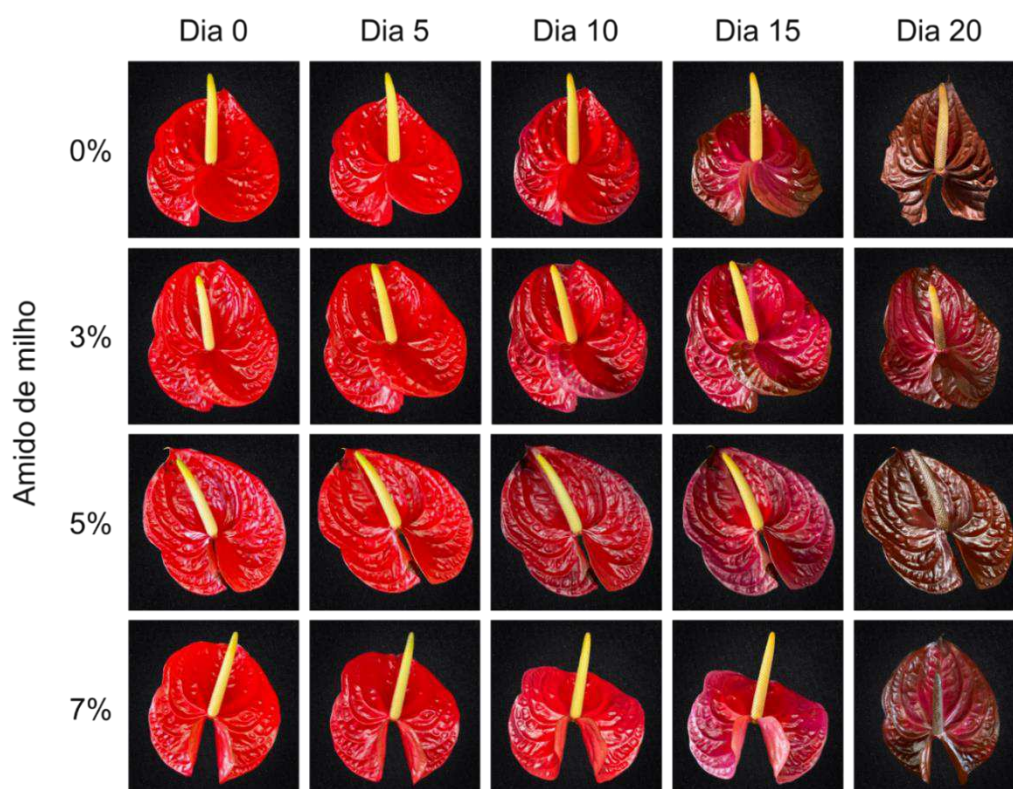
#### 4.5.2 Análise da qualidade e longevidade do Antúrio cv Tropical recoberto com filmes a base de amido de milho

Segundo Castro et al. (2012) e Nomura, Fuzitani e Damatto Junior (2014), a durabilidade das flores de antúrio pode variar entre 25 e 30 dias em média, podendo durar até 45 dias. Entretanto, a longevidade para a cultivar Tropical, difere daquela encontrada na literatura, apresentando uma menor durabilidade. Mawlong et al. (2020) estudando o efeito de diferentes soluções preservativas na qualidade e vida de vaso de antúrio cv Tropical estimaram a durabilidade em 14 dias.

As espatas utilizadas como controle no experimento Figura 7, ou seja, aquelas que não receberam recobrimento, apresentaram leve alteração de coloração em suas extremidades inferiores já perceptível no décimo dia. Já décimo quinto dia, os antúrios exibiam sinais mais evidentes de sua deterioração, caracterizada principalmente pela perda da turgidez e pela acentuada alteração de coloração.

Os antúrios recobertos com os filmes de amido, nas concentrações 3% e 5%, apresentaram alterações na coloração e indícios de manchas ao longo da espata já no decimo dia de experimento. Por outro lado, aqueles recobertos com o filme de 7%, exibiram leve perda da turgidez, identificada pelo sutil declínio da espata, além de discreta descoloração nas bordas. Com o avanço do período de avaliação, as manchas tornaram-se mais evidentes nos antúrios com filmes de 3% e 5%, localizadas, respectivamente, na parte inferior e superior da espata, acompanhadas de alteração de cor progressiva, que se intensificou e tornaram-se ainda mais evidentes ao 15° dia. Aos 20 dias de experimento, embora os tratamentos com filmes 3% e 7% ainda mantivessem um fundo de cor avermelhado, todos os antúrios exibiam coloração amarronzada, indicando o fim de sua vida útil.

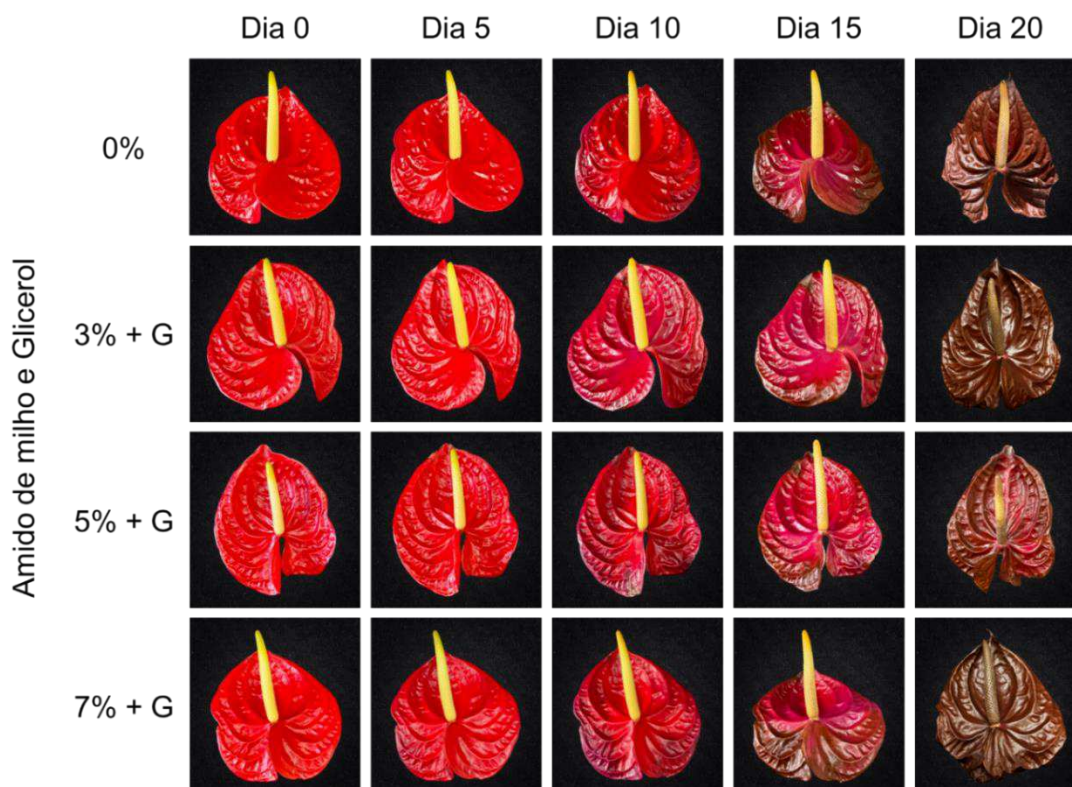
**Figura 13** – Antúrio cv Tropical tratado com filmes à base de amido em diferentes concentrações (0%, 3%, 5% e 7%) avaliados aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após à aplicação.



Fonte: O autor.

No décimo dia, as espatas tratadas com o filme acrescido de glicerol (Figura 8) apresentavam alteração na coloração, especialmente aquelas recobertas com 5 % e 7% de amido + 30% de glicerol, além da presença de manchas na borda inferior.

**Figura 16** – Antúrio cv Tropical tratado com filmes à base de amido em diferentes concentrações (0%, 3%, 5% e 7%) incorporados com glicerol avaliados aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após à aplicação.



Fonte: O autor.

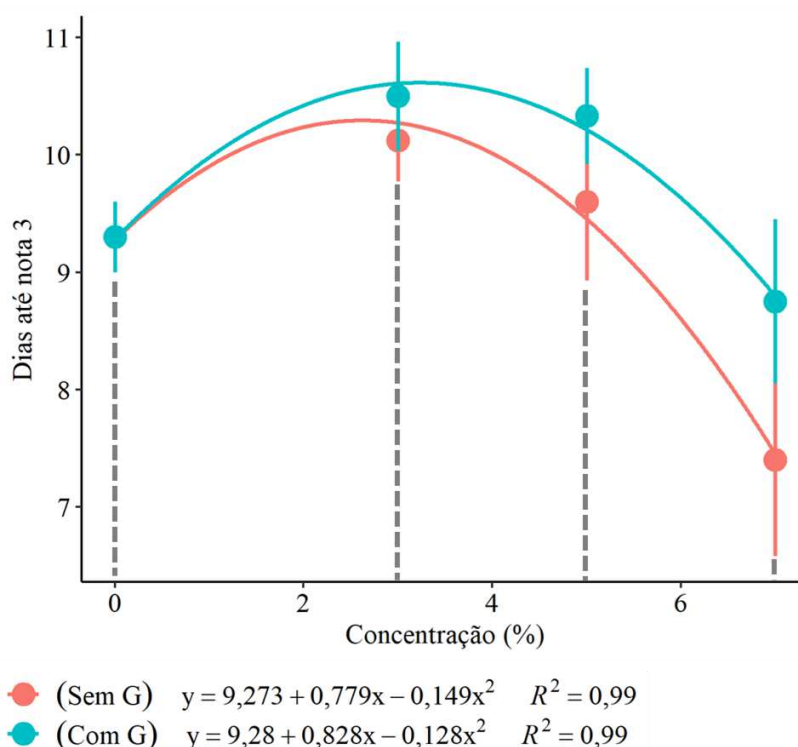
Aos 15 dias, a mudança na coloração e a ampliação das manchas tornaram-se mais evidentes, embora os antúrios recobertos com 3% de amido + 30% de glicerol também começasse a apresentar manchas ao longo de sua extensão. O recobrimento com 7% de amido incorporado com 30% de glicerol resultou em perda de turgidez, evidenciada pelo declínio da espata.

Assim como nos antúrios recobertos por filmes compostos apenas de amido, aos 20 dias de experimento, as espatas apresentavam coloração amarronzada, indicando o fim de sua longevidade, embora o tratamento com 5% de amido e 30% de glicerol exibisse um leve fundo avermelhado.

Conforme a Figura 9, as hastes cujas espatas foram recobertas com biofilme incorporado com glicerol começaram a perder a qualidade visual e a

longevidade comercial a partir do 9º dia, no caso do filme de maior concentração (7% A + 30% G), comportamento semelhante ao das hastes do controle experimental. Por outro lado, nos tratamentos com filmes de 3% A + 30% G e 5% A + 30% G, a perda de qualidade tornou-se evidente por volta do 11º dia, representando um aumento de dois dias na longevidade em comparação aos demais tratamentos.

**Figura 19** – Área abaixo da curva (AAC) para a quantidade de dias até à obtenção da nota 3 em Antúrio cv. Tropical recoberto com filme à base de amido de milho, com ou sem à adição de glicerol.



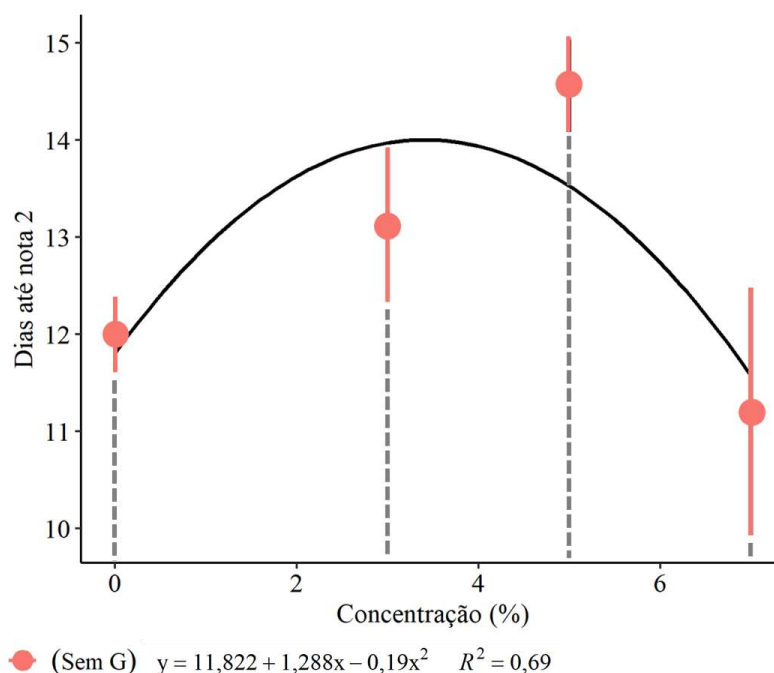
**Fonte:** O autor.

As hastes recobertas com filmes contendo apenas amido em sua composição começaram a perder a qualidade comercial a partir do 7º dia no tratamento com 7% de amido. Os demais recobrimentos apresentaram um desempenho ligeiramente superior, prolongando a durabilidade comercial em cerca de um dia em relação ao controle e três dias em relação ao tratamento de 7%.

Em relação ao tempo necessário até a obtenção da nota 3, todas as hastes tratadas com os recobrimentos que continham glicerol em sua composição demonstraram-se superiores àqueles sem a adição do adjuvante.

No entanto, para o tempo até a obtenção da nota 2, a diferença foi observada apenas nos recobrimentos sem adjuvante, conforme ilustrado na Figura 10.

**Figura 20** – Área abaixo da curva (AAC) para a quantidade de dias até à obtenção da nota 2 em Antúrio cv. Tropical recoberto com filme à base de amido de milho sem à adição de glicerol.



Fonte: O autor.

Assim como na contagem de dias até a obtenção da nota 3, os resultados obtidos mostram que o recobrimento composto por 7% de amido apresentou desempenho inferior ao controle. Observa-se um aumento de aproximadamente 1 dia para o filme com 3% de amido e de 3 dias para o filme com 5% de amido em relação ao tratamento controle, respectivamente.

Na Tabela 5, verifica-se a análise de variância, incluindo o coeficiente de variação e a resposta máxima estimada para a área abaixo da curva, correspondente ao número de dias até a obtenção da nota 1 e 0. Nota-se que não houve interação significativa entre o recobrimento e o tempo para ambas as notas para os tratamentos.

**Tabela 5** – Resumo do Quadro da análise de variância (p-valor), coeficiente de variação e resposta máxima estimada para a área abaixo da curva para o recobrimento de antúrio cv. Tropical com filme à base de amido de milho sem à adição de glicerol.

Concentração	Sem G				Com G			
	DA3	DA2	DA1	DA0	DA3	DA2	DA1	DA0
0%			14.9 <sup>ns</sup>	16.0 <sup>ns</sup>	12.0 <sup>ns</sup>	14.9 <sup>ns</sup>	16.0 <sup>ns</sup>	
3%			14.9 <sup>ns</sup>	16.8 <sup>ns</sup>	14.0 <sup>ns</sup>	15.7 <sup>ns</sup>	17.8 <sup>ns</sup>	
5%			15.3 <sup>ns</sup>	16.4 <sup>ns</sup>	13.2 <sup>ns</sup>	15.3 <sup>ns</sup>	17.4 <sup>ns</sup>	
7%			14.4 <sup>ns</sup>	15.9 <sup>ns</sup>	13.4 <sup>ns</sup>	15.3 <sup>ns</sup>	17.8 <sup>ns</sup>	
CV (%)	20.38	20.22	14.45	13.54	14.27	12.52	10.40	10.57
p-value	0.016	0.042	0.829	0.791	0.044	0.073	0.739	0.105

DAx = dias até a nota x, ns = não significativo, CV = coeficiente de variação.

Observa-se que, em DA1, os valores variaram entre 14,9 e 15,3 nos recobrimentos sem plastificante e entre 14,9 e 15,7 nos tratamentos com glicerol. Já para DA0, os valores foram ligeiramente superiores, variando entre 16,0 e 16,8 sem glicerol e entre 16,0 e 17,8 com glicerol. Esses resultados indicam que, embora a diferença entre os tratamentos não tenha sido estatisticamente significativa, a tendência foi de manutenção da qualidade das espatas até as fases finais da senescência, especialmente nos tratamentos com glicerol, que apresentaram valores levemente superior em dias até a nota 0.

Embora, DA1 e DA0 não terem apresentado diferenças significativas entre os recobrimentos utilizados, a utilização de filmes a base de amido de milho, incorporado ou não, com glicerol mostrou-se eficiente na conservação da qualidade das espatas dos antúrios, especialmente nas notas 4 e 3, que representa o estado em que as flores são comercializadas.

Sanches et al. (2016) e Nogueira et al. (2023), ao estudarem o recobrimento de gengibre ornamental (*Zingiber spectabile* Griff.) e bastão-do-imperador (*Etilingera elatior* (Jack). R.M.Sm), com biofilmes de fécula de mandioca, com ou sem a adição de glicerol como agente plastificante, e concentrações variando entre 2% e 8%, constaram que os filmes mais eficazes na manutenção da qualidade e longevidade das hastes florais foram aqueles compostos por 4% e 6% de amido.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos no presente estudo, no qual a concentração moderada (5%) demonstrou desempenho superior aos demais recobrimentos.

Mattos et al. (2020), ao comparar diferentes metodologias para a avaliação da qualidade pós-colheita de antúrio cv Tropical sem a aplicação de soluções conservantes, observaram que o tempo necessário para as espatas atingirem a nota 3 foi de apenas três dias, enquanto para a nota 2, esse período foi de aproximadamente 12 dias. Embora o tempo necessário para a nota 2 tenha sido semelhante aos resultados obtidos no presente estudo, o período para que os antúrios atingissem a nota 3 foi três vezes maior do que o observado por Mattos et al (2020).

Esse incremento no tempo de manutenção da qualidade visual das espatas representa um ganho significativo para a comercialização, considerando que, no Brasil, a maior parte das flores e folhagens comercializadas provém de

Holambra-SP. Essas flores são geralmente transportadas até seus destinos finais por caminhões, passíveis de falhas ao longo do percurso.

Tais falhas podem incluir desde atrasos no transporte, causados por congestionamento, até a recusa do embarque devido ao uso de embalagens inadequadas, impactando negativamente toda a cadeia produtiva, desde o produtor até o consumidor final (Anfalos e Caixeira Filho, 2005).

#### 4.6 CONCLUSÃO

A adição de glicerol nas formulações dos filmes promoveu melhorias em suas propriedades físicas e de barreiras;

O recobrimento de antúrio cv Tropical, com biofilmes a base de amido mostra-se como uma alternativa sustentável e eficiente para a sua conservação pós-colheita;

As concentrações de 3% e 5% de amido, com ou sem a adição de glicerol, apresentaram melhor desempenho na manutenção da qualidade das hastes, enquanto os recobrimentos de concentração de 7% mostraram menor eficácia;

Os tratamentos foram eficientes nos estágios iniciais de deterioração (DA3 e DA2), evidenciando seu impacto positivo na conservação das hastes nas primeiras fases do armazenamento.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ai, B.; Zheng, L.; Li, W.; Zheng, X.; Yang, Y.; Xiao, D.; Shi, J.; Sheng, Z. Biodegradable cellulose film prepared from banana pseudo-stem using an ionic liquid for mango preservation. *Frontiers in Plant Science*, 12, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.625878>.
- Almeida, V. S. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de milho regular e ceroso reforçados com nanocelulose de eucalipto. 2020. 85 folhas.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020.
- Anefalos, L. C; Caixeta Filho, J. V. O papel da logística na exportação brasileira de flores de corte. *Ornamental Horticulture*, 11 (1), 2005. <https://doi.org/10.14295/rbho.v11i1.3>
- ASTM – American Society for Testing and Materials – E-96-00; Annual Book of ASTM Standards, ASTM: Philadelphia, 2000.
- Castro, A. C. R. de; Terao, D.; Carvalho, A. C. P. P. de; Loges, V. **Antúrio.** Distrito Federal: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 164 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/951782>
- Chen, N.; Gao, H.; He, Q.; Zeng, W. Potato starch-based film incorporated with tea polyphenols and its application in fruit packaging. *Polymers*, 15, 2023. <https://doi.org/10.3390/polym15030588>.
- Follain, N.; Joly, C.; Dole, P.; Bliard, C. Properties of starch based blends. Part 2. Influence of poly vinyl alcohol addition and photocrosslinking on starch based materials mechanical properties. *Carbohydrate Polymers*, 60, 2, p.185-192, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.12.003>
- Gontard, N.; Duchez, C.; Cuq, J. L.; Guilbert, S. Edible composite film of wheat gluten and lipids: water vapour permeability and other physical properties. *Internacional Journal of Food Science and Technology*, Oxford, v. 29, p. 39-50, 1994. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb02045.x>
- Ibraflor. *Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil.* Disponível em: <https://www.ibraflor.com.br/n%C3%BAmeros-do-setor-c%C3%B3pia>
- Kumar, R.; Verma, A.; Shome, A.; Sinha, R.; Sinha, S.; Jha, P.; Kumar, R.; Kumar, P. S.; Das, S.; Sharma, P.; Prasad, P. Impacts of plastic pollution on ecosystem services, sustainable development goals, and need to focus on circular economy and policy interventions. *Sustainability*, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13179963>.
- Leme, J. M.; Honório, S. L. Embalagem de antúrio Anthurium packing. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 10, 2004. [14295/rbho.v10i1.329](https://doi.org/10.14295/rbho.v10i1.329)
- Lima, B. N. B; Cabral, T. B.; Neto, R. P. C.; Tavares, M. I. B.; Pierucci, A. P. Estudo do amido de farinhas comerciais comestíveis. *Polímeros*, 22, 2012.

<https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000062>

Luchese, C. L.; Frick, J. M.; Patzer, V. L.; Spada, J. C.; Tessaro, I. C. Synthesis and characterization of biofilms using native and modified pinhão starch. *Food hydrocolloids*, 45, 203-210, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.11.015>

Mali, S.; Grossmann, M. V. E.; Yamashita, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(1), 137–156, 2010. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n1p137>

Matta Jr, M. D. D.; Sarmiento, S.; Sarantópoulos, C. I.; Zocchi, S. S. Barrier properties of films of pea starch associated with xanthan gum and glycerol. *Polímeros*, 21, 67-72, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282011005000011>

Mattos, D. G.; de Oliveira Paiva, P. D.; Mundim, A. S.; dos Reis, M. V.; Nery, E. M.; Araújo, N. A. F.; de Britto, J. M.; da Silva, D. P. C. Digital images and in-person evaluation of *anthurium* “tropical” postharvest quality. *Ornamental Horticulture*, 26 (2), 166–176, 2020. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i2.2123>

Mawlong, B.; Panja, P.; Thakur, P.; Bhattacharjee, D.; Dhua, R. Studies on preservation and shelf life of cut anthurium flower. *Journal of Crop and Weed*, 2020. <https://doi.org/10.22271/09746315.2020.v16.i2.1318>.

McHugh, T. H.; Krochta, J. M. Sorbitol- vs. glycerol-plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 841-845, 1994. <https://doi.org/10.1021/jf00040a001>

Nascimento, S. C. C; Albuquerque, M. D. S.; Vaz, M. R. F.; Santana, E. B.; Souza, L. K. Obtenção e caracterização de biofilmes de amido nativo de batata doce e glicerol. *Engenharia de Produtos Naturais: planejamento, experimentação, obtenção de produtos e purificação*, p. 399–407, 2021. 10.37885/211006499

Nogueira, M. R.; Paiva, P. D. D. O.; Cunha, A. R. D.; Reis, M. V. D.; Nascimento, Â. M. P.; Timoteo, C. D. O. Starch-based films for Red Torch ginger inflorescences postharvest conservation. *Ciência e Agrotecnologia*, 47, 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202347017822>

Nomura, E. S.; Fuzitani, E. J.; Damatto Junior, E. R. Soluções de condicionamento em pós-colheita de inflorescências de antúrio. *Revista Ceres*, 61, 219-225, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200009>

Ortega-Toro, R.; Muñoz, A.; Talens, P.; Chiralt, A. Improvement of properties of glycerol plasticized starch films by blending with a low ratio of polycaprolactone and/or polyethylene glycol. *Food Hydrocolloids*, 56, 9-19, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.11.029>

Qin, Y.; Liu, Y.; Yong, H.; Liu, J.; Zhang, X.; Liu, J. Preparation and characterization of active and intelligent packaging films based on cassava starch and anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 80–90, 2019. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.05.02

- Sanches, A. G.; Silva, M. B. da; Moreira, E. G. S.; Costa, J. M.; Cordeiro, C. A. M. Stem cutting size and biofilm in longevity of ornamental ginger. *Nativa*, 4 (5), p. 337–341, 2016. 10.31413/nativa.v4i5.3657.
- Seligra, P. G.; Medina Jaramillo, C.; Famá, L.; Goyanes, S. Biodegradable and non-retrogradable eco-films based on starch-glycerol with citric acid as crosslinking agent. *Carbohydrate polymers*, 138, 66–74, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.11.041>
- Shaner, G.; Finney, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67, 1051-1056, 1977. <http://dx.doi.org/10.1094/Phyto-67-1051> e20220041, 2023
- Shimizu, G. D.; Gonçalves, L. S. A. AgroReg: Main regression models in agricultural sciences implemented as an R Package. *Scientia Agricola*, 80, 2023. <https://naturezaonline.com.br/revista/article/view/381>
- Shimizu, G. D.; Marubayashi, R. Y. P.; Gonçalves, L. S. A. *AgroR: Experimental Statistics and Graphics for Agricultural Sciences*. R package version 1.3.1. 2022
- Silva, G. G.; Nogueira, S. L. Síntese de biofilmes poliméricos utilizando amido de mandioca e milho. *Perquirere*, 2(17), 203-214, 2020.
- Sirbu, E.-E.; Dinita, A.; Tănase, M.; Portoacă, A.-I.; Bondarev, A.; Enascuta, C.-E.; Calin, C. Influence of Plasticizers Concentration on Thermal, Mechanical, and Physicochemical Properties on Starch Films. *Processes*, 12, 2024. <https://doi.org/10.3390/pr12092021>
- Uzzo, R. P. et. al. Antúrio. In: PAIVA, Patrícia Duarte de Oliveria; ALMEIDA, Elka Fabiana Aparecida. *Produção de Flores de Corte*. Lavras - Editora UFLA, 2014. p. 54-103.
- Vianna, T. C.; Marinho, C. O.; Júnior, L. M.; Ibrahim, S. A.; Vieira, R. P. Essential oils as additives in active starch-based food packaging films: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 1803-1819, 2021. 10.1016/j.ijbiomac.2021.05.170
- Yoshimura, T.; Yoshimura, R.; Seki, C.; Fujioka, R. Synthesis and characterization of biodegradable hydrogels based on starch and succinic anhydride. *Carbohydrate polymers*, 64 (2), 345-349, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.12.023>
- Yuvaraj, D.; Iyyappan, J.; Gnanasekaran, R.; Ishwarya, G.; Harshini, R. P.; Dhithya, V.; Chandran, M.; Kanishka, V.; Gomathi, K. Advances in bio food packaging - An overview. *Heliyon*, 7 (9), 2021. 10.1016/j.heliyon.2021.e07998.
- Zhang, L.; Zhang, S.; Dong, F.; Cai, W.; Shan, J. Antioxidant activity and in vitro digestibility of dialdehyde starches as influenced by their physical and structural properties. *Food Chemistry*, 149, 296-301, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.126>

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar o uso de biofilmes à base de amido de milho para a conservação pós-colheita de antúrio cv. Tropical, uma prática promissora no contexto da floricultura. Os resultados obtidos indicam que os filmes biodegradáveis são uma alternativa eficaz para prolongar a vida útil das espatas, especialmente nas fases iniciais de senescência, contribuindo para a manutenção da qualidade visual das flores. Essa inovação tecnológica se apresenta como uma estratégia eficiente para reduzir perdas durante o transporte e armazenamento, fatores determinantes para a rentabilidade do setor floricultor.

Os biofilmes estudados se destacaram por suas propriedades, como a capacidade de formar barreira protetora que ajuda a retardar o processo de senescência das espatas. Além disso, a incorporação de glicerol como agente plastificante, embora tenha mostrado efeitos distintos, ajudou a melhorar a solubilidade, espessura e permeabilidade ao vapor de água dos filmes, tornando-os eficientes em diferentes condições de umidade.

Além dos benefícios diretos para o setor econômico, a utilização de biofilmes à base de amido de milho traz contribuições significativas para o meio ambiente. A substituição de plásticos convencionais por materiais biodegradáveis, como os filmes produzidos neste estudo, representa uma importante alternativa sustentável. O uso de amido de milho, uma matéria-prima renovável e de baixo custo, reduz a dependência de recursos não renováveis e contribui para a diminuição do impacto ambiental causado pelo descarte de plásticos.

No entanto, para que as vantagens dessa tecnologia sejam amplamente aplicáveis, é essencial que futuros estudos explorem a aplicação de biofilmes em outras espécies florais, considerando as especificidades de cada planta e suas características pós-colheita. Além disso, a investigação de diferentes formulações, incorporando outros adjuvantes, como conservantes naturais ou agentes plastificantes alternativos, poderia ampliar as opções de recobrimento, otimizando a conservação e aumentando a eficiência em diferentes condições de armazenamento e transporte