

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO  
CAMPUS BARRETOS**

**CURSO TÉCNICO EM ALIMENTOS INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO**

**EDUARDO HENRIQUE CHALES**

**USO DE ANTOCIANINAS PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS**

**BARRETOS**

**2018**

**Eduardo Henrique Chales**

**USO DE ANTOCIANINAS PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS**

**Trabalho de Conclusão de Curso para  
a obtenção do título de Técnico em  
Alimentos pelo Curso Técnico em  
Alimentos Integrado ao Ensino Médio  
do Instituto Federal de São Paulo –  
IFSP**

**Orientador: Prof. Dr. Wellington de Freitas Castro**

**BARRETOS**

**2018**

C436u Chales, Eduardo Henrique

Uso de antocianinas para aplicação em embalagens de alimentos  
/ Eduardo Henrique Chales. – 2018.

vii, 29 f. : il.; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (Técnico em alimentos integrado  
ao ensino médio) - Instituto Federal de São Paulo - Campus Barretos,  
2018.

Orientação: Prof. Dr. Wellington de Freitas Castro.

1. Embalagens - Filme. 2. Biopolímeros. I. Título.

CDD: 688.8

Ficha Catalográfica elaborada pelo(a) bibliotecário Noé Araujo Parisi CRB 8/9297,

com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

# **USO DE ANTOCIANINAS PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Barretos como pré-requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Alimentos.

Aprovado em: 13 de Novembro de 2018

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Claudinéia Aparecida Soares  
MEMBRA – IFSP – Campus Barretos

---

Prof. Dr. Emanuel Carlos Rodrigues  
MEMBRO – IFSP – Campus Barretos

---

Prof. Dr. Wellington de Freitas Castro  
ORIENTADOR – IFSP – Campus Barretos

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a vida, e por ter me dado forças para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida. Agradeço também:

À minha mãe, Telma, por ter me ajudado dando muita força, motivação e me inspirando a ser alguém melhor, por ser essa mulher guerreira que espalha felicidade, amor e carinho facilmente. Muito obrigado por me apoiar em cada decisão e pela presença incondicional.

Aos meus avós paternos, Terezinha e Emídio, por terem me cedido o computador de sua casa e deixado ela sempre de portas abertas para mim, sou muito grato pela motivação e pelo total apoio.

Ao meu irmão, Luiz Felipe, por cada brincadeira e por ser essa pessoa irritante, que mesmo assim faz falta quando não está presente.

A todos os meus professores, por cada aula cedida, pela paciência e pelos incríveis três anos juntos de muito aprendizado e experiência.

Ao meu orientador, Wellington de Freitas Castro, pela confiança depositada, por todos os estudos, correções, paciência e dedicação ao meu trabalho. Sou muito grato por ter realizado essa experiência, você é um exemplo de professor e pessoa, um ser humano incrível que passei a me aproximar a cada atendimento durante esse ano.

À banca, Claudinéia e Emanuel, por terem aceitado o convite e participado desse trabalho interessantíssimo, além de toda motivação, elogios, correções e aprendizados.

Aos técnicos de laboratório, pela disponibilidade e por toda a ajuda de cada um de vocês.

Ao 3º Alimentos, que já foi 1º e 2º, que apesar de todos os pesares, vocês estarão para sempre em minha memória, obrigado por cada momento único.

À “Turminha do fundo”, que em pequenos detalhes me ajudaram com conselhos, palavras, amor e muita alegria. Vocês são especiais e sou muito grato por me aguentarem durante esses três anos.

À minha namorada, Laura, por estar ao meu lado em todos os momentos, por toda a motivação, pela paciência, pela reciprocidade, por me fazer um bem danado e por ser essa pessoa incrível que me inspira todos os dias.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Estrutura da amilose .....  | 11 |
| Figura 2: Estrutura da amilopectina .....   | 12 |
| Figura 3: Cátion flavílio presente nas antocianinas.....  | 13 |
| Figura 4: Amostras de vegetais nas soluções de extração durante os pré-testes.....  | 16 |
| Figura 5: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em Etanol 96%.....                                 | 16 |
| Figura 6: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em 1% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%.....     | 21 |
| Figura 7: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em 10% de Acetona P.A. Etanol 96%.....             | 22 |
| Figura 8: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada..... | 22 |
| Figura 9: Espectro de absorbância para antocianinas de beterraba em etanol 96%.....                                       | 23 |
| Figura 10: Espectro de absorbância para antocianinas de beterraba em 1% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%.....          | 24 |
| Figura 11: Espectro de absorbância para antocianinas de beterraba em 10% de Acetona P.A. Etanol 96%.....                  | 24 |
| Figura 12: Espectro de absorbância para antocianinas de beterraba em 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada.....      | 25 |
| Figura 13: Espectro de absorbância para antocianinas de repolho roxo em etanol 96%.....                                   | 25 |
| Figura 14: Espectro de absorbância para antocianinas de repolho roxo em 1% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%.....       | 26 |
| Figura 15: Espectro de absorbância para antocianinas de repolho roxo em 10% de Acetona P.A. Etanol 96%.....               | 26 |
| Figura 16: Espectro de absorbância para antocianinas de repolho roxo em 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada.....   | 27 |
| Figura 17: Amostras de vegetais nas soluções de extração.....   | 27 |
| Figura 18: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e   |    |

|  |    |
|--|----|
| repolho roxo para etanol 96%.....  | 28 |
| Figura 19: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo para ácido acético 10% em etanol..... | 28 |
| Figura 20: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo para 10% de acetona em etanol.....    | 29 |
| Figura 21: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo 10% de ácido acético em água.....     | 29 |
| Figura 22: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo para 10% de acetona em etanol.....    | 30 |
| Figura 23: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo 10% de ácido acético em água.....     | 30 |
| Figura 24: Filé de peito contendo filme de amido incorporado de antocianina de repolho roxo.....                                 | 32 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| RESUMO.....  | ix |
| ABSTRACT.....  | x  |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 1  |
| 1.1 BIOPOLÍMEROS.....  | 1  |
| 1.2 ANTOCIANINAS.....  | 2  |
| 1.2.1 ANTOCIANINAS COMO INDICADORES DE pH .....  | 4  |
| 1.3 O EFEITO DA LUZ EM ALIMENTOS.....  | 5  |
| 2 OBJETIVOS.....   | 6  |
| 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....   | 6  |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 6  |
| 3.1 MATERIAL.....  | 6  |
| 3.1.1 PRÉ TESTE PARA OBTENÇÃO DA SOLUÇÃO FILMOGÊNICA<br>.....                            | 7  |
| 3.2 PRÉ TESTE PARA SELEÇÃO DO SOLVENTE/MISTURA PARA EXTRAÇÃO<br>DAS ANTOCIANINAS.....    | 8  |
| 3.2.1 MÉTODOS PARA EXTRAÇÃO DA ANTOCIANINA<br>.....                                      | 8  |
| 3.3 EXPERIMENTO DEFINITIVO.....  | 8  |
| 3.3.2 NEUTRALIZAÇÃO COM NaOH.....  | 9  |
| 3.3.4 ADIÇÃO DO FILME NO ALIMENTO.....   | 10 |
| 4.1 ESCOLHA DO SOLVENTE DE EXTRAÇÃO.....   | 10 |
| 4.2 ESCOLHA DO SOLVENTE DE EXTRAÇÃO E TRANSMITÂNCIA DOS<br>EXTRATOS DE ANTOCIANINAS..... | 18 |
| 4.3 ELABORAÇÃO DO FILME DE AMIDO INCORPORADO DE ANTOCIANINA DE<br>REPOLHO ROXO.....      | 21 |
| 5 CONCLUSÃO.....   | 22 |
| 6 REFERÊNCIAS.....   | 23 |



## RESUMO

Os biopolímeros são polímeros atóxicos derivados de fontes renováveis, que causam pouco ou nenhum impacto ao ambiente e podem ser utilizados para a produção de embalagens, dependendo de suas propriedades. O amido é um tipo de biopolímero e para a produção do filme a base de amido de milho, foi utilizado o glicerol como plastificante. As antocianinas são pigmentos de origem vegetal, responsáveis pela coloração variada de diversas flores e frutos. Elas possuem características adequadas para atuarem como indicadores de pH, por alterarem a cor em função da variação do pH do meio em que se encontram, e podendo ser utilizadas como extrato auxiliar na identificação visível do pH de uma solução. Um alimento deteriorado por microrganismos pode levar a mudanças no pH do produto, e uma possível aplicação das antocianinas é a utilização destas como indicadores do pH do produto, permitem o desenvolvimento de embalagens inteligentes. O objetivo principal desse trabalho foi obter extratos de antocianinas para aplicação em embalagens de alimentos, elaborando um filme a partir do biopolímero adicionado de antocianina para uso como indicador de deterioração microbiana. Foram realizados alguns pré-testes para a obtenção do filme e para a extração de antocianinas em ameixa, beterraba e repolho roxo. O solvente escolhido foi água com 10% de ácido acético, e a amostra selecionada foi o repolho roxo. O extrato foi adicionado ao filme de amido como indicador de pH em filé de peito de frango.

**Palavras-Chave:** Filme; biopolímeros; antocianinas; deterioração microbiana.

## **ABSTRACT**

Biopolymers are non-toxic polymers derived from renewable sources, which have little or no impact on the environment and can be used for the production of packaging, depending on their properties. Starch is a type of biopolymer and for the production of the film based on corn starch, glycerol was used as plasticizer. Anthocyanins are pigments of vegetable origin, responsible for the varied coloration of various flowers and fruits. They have adequate characteristics to act as pH indicators, because they change the color according to the variation of the pH of the medium in which they are, and can be used as an auxiliary extract in the visible identification of the pH of a solution. A food deteriorated by microorganisms can lead to changes in pH of the product, and a possible application of anthocyanins is the use of these as indicators of the pH of the product, allow the development of smart packaging. The main objective of this work was to obtain extracts of anthocyanins for application in food packaging, elaborating a film from the biopolymer added of anthocyanin for use as indicator of microbial deterioration. Some pre-tests were performed to obtain the film and to extract anthocyanins in plum, beet and purple cabbage. The solvent chosen was water with 10% acetic acid, and the sample selected was purple cabbage. The extract was added to the starch film as a pH indicator in chicken breast fillet.

**Keywords:** Film; biopolymers; anthocyanins; microbial, deterioration.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 BIOPOLÍMEROS

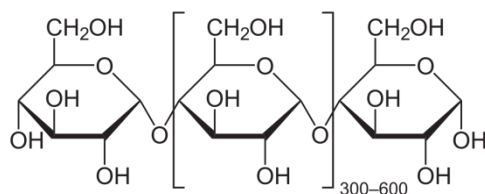
Os polímeros são macromoléculas constituídas de repetições de pequenas e simples unidades estruturais: os monômeros. Nos biopolímeros produzidos pelos seres vivos, as unidades monoméricas são carboidratos, aminoácidos e nucleotídeos (PAULO, 2013).

Os biopolímeros são polímeros derivados de fontes renováveis (produzidos por microrganismos, animais ou plantas) são atóxicos e não causam impacto ambiental. Os amidos de milho, arroz e outras fontes amiláceas podem ser utilizados, ou ainda derivados de animais como a quitina, extraída do exoesqueleto de artrópodes. Podem ser utilizados para a produção de qualquer tipo de embalagem, porém sua aplicação depende de suas propriedades e muito deles são hidrofílicos (WEBER et al., 2010; PEREIRA, 2017).

O Brasil reúne grandes oportunidades para investir no uso de biopolímeros, reduzindo o uso de derivados do petróleo (fonte não renovável), por ser um país que apresenta acesso a matérias primas a baixo custo e conta com diversos grupos de pesquisa já estabelecidos nessa área (PAULO, 2013).

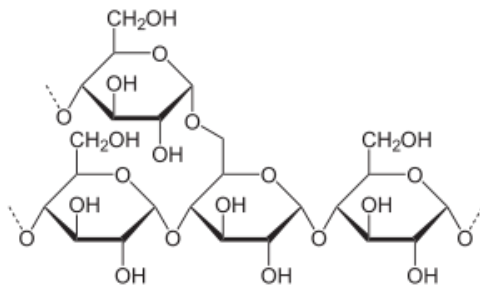
O amido é um polissacarídeo obtido de diversas fontes vegetais, formado por dois tipos de polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, com estruturas e funções diferentes. A amilose é linear e a amilopectina é ramificada (ELLIS et al., 1998). Variações nas proporções entre estes componentes podem resultar em grânulos com estruturas e propriedades físico-químicas e funcionais muito distintas, podendo afetar em suas aplicações industriais.

Figura 1: Estrutura da amilose.



Fonte: Wikipédia (2018)

Figura 2: Estrutura da amilopectina.



Fonte: Wikipédia (2018)

As principais fontes de amido comercializadas são o milho, a batata, a mandioca e o arroz (ELLIS et al., 1998) e para obtenção de um material a base de biopolímero com estas fontes, é necessário destruir sua estrutura semicristalina para originar uma matriz homogênea e amorfa através da gelatinização (VAN SOEST; VIEGENTHART, 1997; SOUZA; ANDRADE, 2000; LIU, 2005).

A gelatinização é a transformação do amido em uma pasta viscoelástica, rompendo as interações de hidrogênio, ocorrendo a retrogradação do amido e formando uma estrutura novamente cristalina e mais ordenada sob condições favoráveis, através da sinérese (ZOBEL, 1964; VAN SOEST, 1997).

Os biopolímeros possuem aprovação limitada para contato alimentício, já que no mercado externo são poucas as vezes que embalagens à base de biopolímeros foram aprovadas. Isso acontece porque os biopolímeros possuem limitações técnicas que dificultam sua processabilidade, além do seu uso como produto final (COLTRO; SARANTÓPOULOS; JESUS Jr., 2005).

Geralmente para permitir a processabilidade de biopolímeros faz-se necessário o uso de plastificantes sendo o glicerol, um dos mais utilizados. A escolha do plastificante é muito importante, pois deste dependerão as interações entre os componentes do material, que poderão interferir nas propriedades de barreira, sensoriais e mecânicas do filme (BALDWIN; CARRIEDO, 1994).

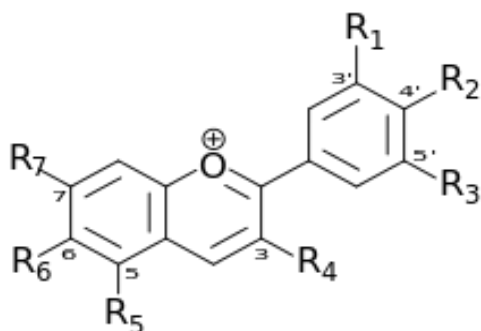
## 1.2 ANTOCIANINAS

É o grupo mais importante de pigmentos de origem vegetal (HARBORNE; GRAYER, 1988), presentes nas seivas das plantas e compõem

o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal. As antocianinas são derivadas de sais flavílicos (oriundos de flavonoides de baixo peso molecular e presentes em várias espécies vegetais), sendo responsáveis pelas colorações variadas de flores e frutos. Essas cores podem ser expressas em azul, violeta, rosa e vermelho e essa coloração se deve a um grupo de compostos aromáticos mais complexos, as betacianinas (COUTO et al., 1998; MATOS, 1999).

A figura 3 apresenta a estrutura do cátion flavílio, que a partir da presença dos substituintes -H, -CH<sub>3</sub> ou -OCH<sub>3</sub> (ramificações) nas posições R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> e R<sub>7</sub> são originadas as antocianidinas. As antocianidinas são antocianinas associadas à moléculas de carboidratos (açúcares).

Figura 3: Cátion flavílio presente nas antocianinas.



Fonte: Wikipédia (2018)

Na estrutura do cátion flavílio, a carga positiva no oxigênio indica a formação do cromóforo com duplas ligações alternadas e consequentemente a formação de cor.

Dependendo do potencial hidrogeniônico (pH) da estrutura, da temperatura de armazenamento, da presença de oxigênio, de luz, e de co-pigmentos como sua própria concentração, a antocianina poderá ter diferentes cores (MAZZA; BROUILLARD, 1987).

Além de servir como extrato auxiliar na identificação visível do pH de uma solução e como corante em alimentos, ela também pode ser utilizada em cosméticos e em experimentos químicos que buscam estudá-la. A antocianina

é benéfica por possuir características que dão a ela uma grande importância ao organismo humano, como ações anti-inflamatórias, propriedades antivirais e anticancerígenas (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Além disso, ela também traz benefícios às plantas, que produzem estes pigmentos para se protegerem dos agressores do meio ambiente, dos danos que podem ser causados às suas células e do excesso de radiação ultravioleta proveniente do sol.

### **1.2.1 ANTOCIANINAS COMO INDICADORES DE pH**

Os indicadores ácido-base são substâncias orgânicas que mudam de cor em função do pH podendo ser classificadas em fracamente básicas (indicadores básicos) ou fracamente ácidas (indicadores ácidos). Essa técnica é bem antiga, foi introduzida por Robert Boyle no século XVII, que preparou um licor de violeta e notou que em solução ácida ele se tornava vermelho, mas em solução básica ficava verde (TERCI; ROSSI, 2002).

As antocianinas podem ser utilizadas como indicadores de pH por alterarem de cor em função da variação do pH em que se encontram.

Os indicadores transmitem informações através da mudança visual direta (ROSS, 1989) e quando adicionados a uma solução, se ligam aos íons  $H^+$  ou  $OH^-$  provocando uma alteração da estrutura e posição das ligações destes indicadores e conseqüentemente alterando a cor. Essa capacidade de alterar a coloração vem das propriedades halocrômicas (mudar de cor reversivelmente) contidas no corante (BÁNYAI, 1972; BACCAN et al., 1979).

A deterioração microbiológica de alimentos pode levar a mudanças no pH do produto, sendo assim, uma possível aplicação das antocianinas é a utilização destas como indicadores de pH, aplicadas ao desenvolvimento de embalagens inteligentes. Pesquisas sobre embalagens com indicadores de pH são promissoras e ainda poucos expressivas, especialmente no que se refere a filmes biodegradáveis (SOUZA; DITCHFIELD; TADINI, 2010; VEIGA-SANTOS; DITCHFIELD; TADINI, 2011).

### 1.3 O EFEITO DA LUZ EM ALIMENTOS

Todo alimento pode sofrer diversos tipos de alterações, dentre elas a microbiológica (causada por microrganismos), bioquímica (por exemplo, escurecimento enzimático), e química (como as reações de oxidação).

A oxidação causa alterações na aparência, no valor nutricional, no sabor e no aroma do alimento, conseqüentemente provocando o fim da sua vida de prateleira. Para que a oxidação ocorra são necessários grupos funcionais e, ou ligações duplas facilmente oxidáveis pelo oxigênio do ar ( $O_2$ ).

Sua importância é significativa, por ser a principal reação a causar a rancificação nos alimentos. Este é um processo no qual ocorre a oxidação das ligações duplas das moléculas dos óleos e das gorduras.

A oxidação ocorre em lipídeos saturados, mas preferencialmente nos insaturados, podendo acontecer pelos mecanismos da auto-oxidação, fotoxidação ou lipoxigenase (enzimático), sendo os dois primeiros dependentes da luz.

Geralmente, a autooxidação necessita de um agente externo (iniciador), que inicia a reação no alimento. A reação de auto-oxidação está relacionada ao oxigênio triplete ( $^3O_2$ ). Ele reage facilmente com radicais livres produzidos pela radiação, pela luz UV, pelo aquecimento, e por outros fatores.

A fotoxidação é um mecanismo alternativo para a formação de radicais livres (um ou mais elétrons desemparelhados em orbitais atômicos ou moleculares), iniciado pela exposição do alimento à luz na presença de certas moléculas de fotossensores. Ela dá início ao processo de transferência de energia para formação de peróxidos, sendo inibida pela ação de receptores do oxigênio de maior presença na atmosfera, não afetada por alguns antioxidantes e não apresentando período de indução. A reação está ligada ao oxigênio singlete ( $^1O_2$ ), que é produzido pela presença de fotosensibilizadores que convertem o oxigênio triplete em singlete, reagindo diretamente nas ligações insaturadas. Na fotoxidação não ocorre formação de radicais livres, pois o  $^1O_2$  reage com substâncias de alta densidade de elétrons e os seus dois elétrons possuem rotação oposta, resultando em uma excitação eletrônica.

Portanto, o  $^3O_2$  é pouco reativo e precisa de catalisadores para que a

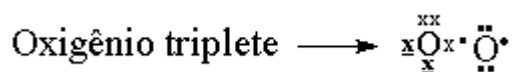
reação ocorra, diferentemente do  $^1\text{O}_2$  que não forma radicais livres e não necessita de agentes iniciadores da reação.

Figura 4: Oxigênio singlete.



Fonte: Palavra de Médico (2018)

Figura 5: Oxigênio Triplete.



Fonte: Palavra de Médico (2018)

## 2 OBJETIVOS

Obter extratos de antocianinas de diferentes vegetais para aplicação em embalagens de alimentos

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar quais misturas possibilitam melhor extração de antocianinas;
- Analisar o espectro de absorção da luz para antocianinas extraídas de ameixa, beterraba e repolho roxo;
- Elaborar um filme a partir de biopolímero amido de milho adicionado de antocianina para uso como indicador de deterioração microbiana.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 MATERIAL

- Agitador Magnético (100M035)
- Água destilada em Pisseta
- Ameixas roxas (*Prunus salicina*)
- Amido de Milho (Maizena)
- Balança Analítica (Ay220 Shimadzu)
- Bastão de Vidro



- Béquer
- Beterrabas (*Beta vulgaris esculenta*)
- Colheres
- Pipeta Pasteur
- Espátulas
- Espectrofotômetro (Thermo Scientific, modelo Genesys 10S)
- Filme plástico de PVC
- Glicerol (VicPharma)
- Isopor
- Peito de frango
- pHmetro (MSTecnopon)
- Pipeta graduada
- Pipetador tipo Pêra
- Placa de Petri
- Proveta graduada
- Repolho Roxo (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*)
- Termômetro de mercúrio
- Vidro de Relógio

### 3.1.1 PRÉ TESTE PARA OBTENÇÃO DE SOLUÇÃO FILMOGÊNICA

O filme foi elaborado através do método *casting* (espalhamento em superfície) tendo como biopolímero e formulação base amido de milho, foram realizados dois testes, no primeiro utilizou-se 5g de amido e 10mL de glicerol, e no segundo utilizou-se 10g de amido e 5mL de glicerol, ambos adicionados de 100 mL de água destilada.

O amido foi pesado em balança analítica e o glicerol pipetado, em seguida foram adicionados à um béquer contendo um volume final de 100mL de água destilada para homogeneização com agitador magnético tipo “peixinho” até dispersão das substâncias na água.

A mistura foi aquecida a 70°C por 15 minutos em Bico de Bunsen com tripé e tela de amianto com o auxílio de baqueta de vidro a solução foi agitada para uniformizar a taxa de troca de calor, após gelatinização o conteúdo foi

espalhado em vidro de relógio para que futuramente a textura e a espessura do filme fossem observadas.

### **3.2 PRÉ TESTE PARA SELEÇÃO DO SOLVENTE OU MISTURA PARA EXTRAÇÃO DAS ANTOCIANINAS**

Foram escolhidos três vegetais reconhecidamente como fontes de antocianinas: ameixa, beterraba e repolho roxo, que foram adquiridos no mercado local em Barretos-SP.

#### **3.2.1 MÉTODOS PARA EXTRAÇÃO DA ANTOCIANINA**

1g de cada amostra vegetal foi pesado em balança analítica em béquer de 50 mL, e submerso 48 horas nos seguintes solventes:

- Mistura A - Etanol 96%;
- Mistura B - 10% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%;
- Mistura C - 10% de Acetona P.A. em Etanol 96%;
- Mistura D - 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada.

Após 48 horas, o sobrenadante foi recolhido com pipeta Pasteur e foi lida a Absorbância em espectrofotômetro na faixa de 190 a 700 nm, utilizando cubeta de quartzo. Os solventes de extração foram utilizados como “branco” para eliminar os interferentes na análise.

### **3.3 EXPERIMENTO DEFINITIVO**

Após a realização dos pré-testes os métodos definitivos utilizados no experimento estão descritos a seguir.

#### **3.3.1 SELEÇÃO DO SOLVENTE/MISTURA PARA EXTRAÇÃO DAS ANTOCIANINAS**

Em béqueres de 100 mL foram adicionados aproximadamente exatamente 1g de cada uma das amostras de ameixa, beterraba e repolho roxo e foram adicionados 50 mL da mistura extratora, a saber: etanol 96%, ácido acético 10% v/v em etanol, acetona (2-propanona) 10% v/v em etanol e

ácido acético 10% v/v em água.

- Beterraba:

1. Etanol – 1,0792g
2. Etanol + 10% Ácido Acético – 1,3570g
3. Etanol + 10% Acetona – 1,3607g
4. Água + 1% Ácido Acético – 1,0054g

- Repolho Roxo:

1. Etanol – 1,0206g
2. Etanol + 10% Ácido Acético – 1,1130g
3. Etanol + 10% Acetona – 1,1224g
4. Água + 1% Ácido Acético – 1,0173g

- Ameixa Vermelha:

1. Etanol – 1,0875g
2. Etanol + 10% Ácido Acético – 1,0245g
3. Etanol + 10% Acetona – 1,2679g
4. Água + 1% Ácido Acético – 1,1350g

### **3.3.2 NEUTRALIZAÇÃO DA SOLUÇÃO COM NaOH**

Neste teste de neutralização, foi feita uma agitação da extração em um agitador magnético para que a medição do pH fosse facilitada.

Foi extraída a antocianina do repolho roxo e a base selecionada para mistura foi água com 10% de ácido acético. Todos esses foram adicionados em um béquer, e levados à um pHmetro previamente calibrado com soluções tampões 4 e 7 para ser medido o pH do extrato. Como estava muito ácido e um pH de 2,45 a uma temperatura de 26,4°C, uma base foi adicionada ao béquer para que ocorra a neutralização, fazendo com que o pH do extrato final fosse de 7,00 a uma temperatura de 31,0°C.

### **3.3.3 OBTENÇÃO DA SOLUÇÃO FILMOGÊNICA**

Foram pesados 10g do amido de milho e foram adicionados a

um béquer contendo 150mL de água destilada. O conteúdo foi agitado em um agitador magnético até dispersão, posteriormente 10mL de glicerina foram adicionados ao béquer para ser aquecido futuramente.

A Geatinização ocorreu através do aquecimento, que foi realizado em bico de Bunsen a 70°C durante 15 minutos sob agitação lenta, utilizando-se um bastão de vidro, e logo em seguida, foi adicionado 50mL da solução do extrato neutralizado de antocianina. Após a gelatinização da solução, essa foi vertida em placa de petri de vidro. As placas foram armazenadas em geladeira para evitar o desenvolvimento de fungos.

### **3.3.4 ADIÇÃO DO FILME NO ALIMENTO**

O alimento selecionado foi o peito de frango, comprado em mercado local de Barretos-SP, e duas unidades foram colocadas em embalagens de isopor com tamanho proporcional ao da carne.

As placas foram retiradas da geladeira após 24h e aos conteúdos de cada uma delas foram adicionados nas partes superiores do filé do peito de frango, de maneira a permitir o contato entre a amostra de carne e o filme de amido com indicador.

Os filés de peito de frango foram embalados em bandeja de poliestireno expandido (isopor) e cobertos com filme de polivinil cloreto (PVC) para armazenamento em geladeira.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 ESCOLHA DO SOLVENTE DE EXTRAÇÃO**

As antocianinas extraídas da beterraba foram as que apresentaram menor variação de cor, em função da mistura utilizada na extração. Para a ameixa vermelha, os extratos obtidos em etanol 96% e 10% de acetona em etanol apresentaram cores muito semelhantes. Já as antocianinas de repolho roxo foram escolhidas para a elaboração do filme por apresentar maior variação de cor nas diferentes misturas de extração.

O desenvolvimento de uma embalagem biodegradável incorporada de pigmento indicador das condições do alimento pode ser bem útil para o

mercado consumidor, além de trazer benefícios à saúde humana, seja alertando sobre a ocorrência de alterações no alimento, menor consumo de aditivos sintéticos e menor prejuízo ao meio ambiente.

Na figura 6 percebe-se que a amostra que apresentou maior variação de coloração foi o extrato de repolho roxo, indicado na linha B. Já as antocianinas da beterraba apresentaram pouca variação de cor em função dos solventes utilizados nas extrações.

Figura 6: Amostras de vegetais nas soluções de extração durante os pré-testes



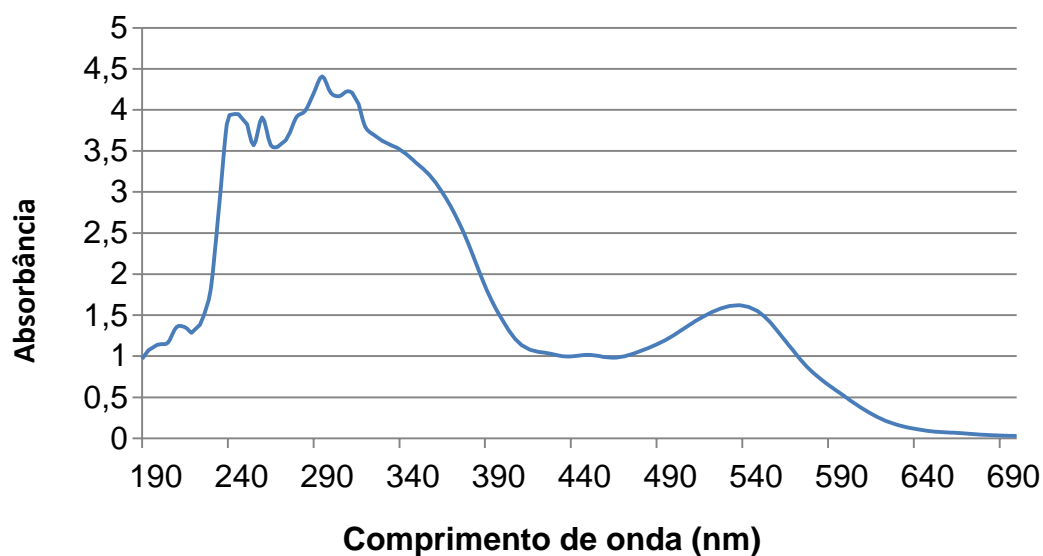
Linha A: Beterraba, linha B: Repolho Roxo, linha C: Ameixa. Coluna 1: etanol 96%, coluna 2: 10% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%; coluna 3: 10% de Acetona P.A. Etanol 96%; coluna 4: 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada

Os gráficos a seguir permitem visualizar em quais comprimentos de onda (nm), as antocianinas extraídas em cada mistura, armazenadas em cubeta de quartzo, apresentam mais absorção, para varredura realizada entre 190 a 700 nm.

As antocianinas de ameixa vermelha apresentaram máxima absorbância em 295 nm quando utilizado etanol 96% como solvente de

extração, conforme apresenta a figura 7.

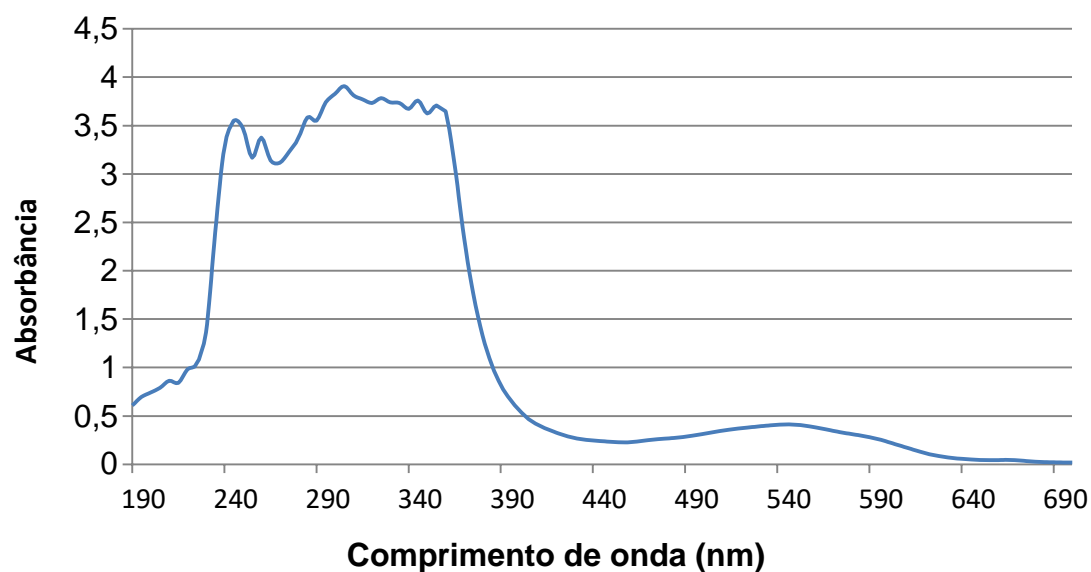
Figura 7: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em Etanol 96%



Fonte: Elaborado pelo autor

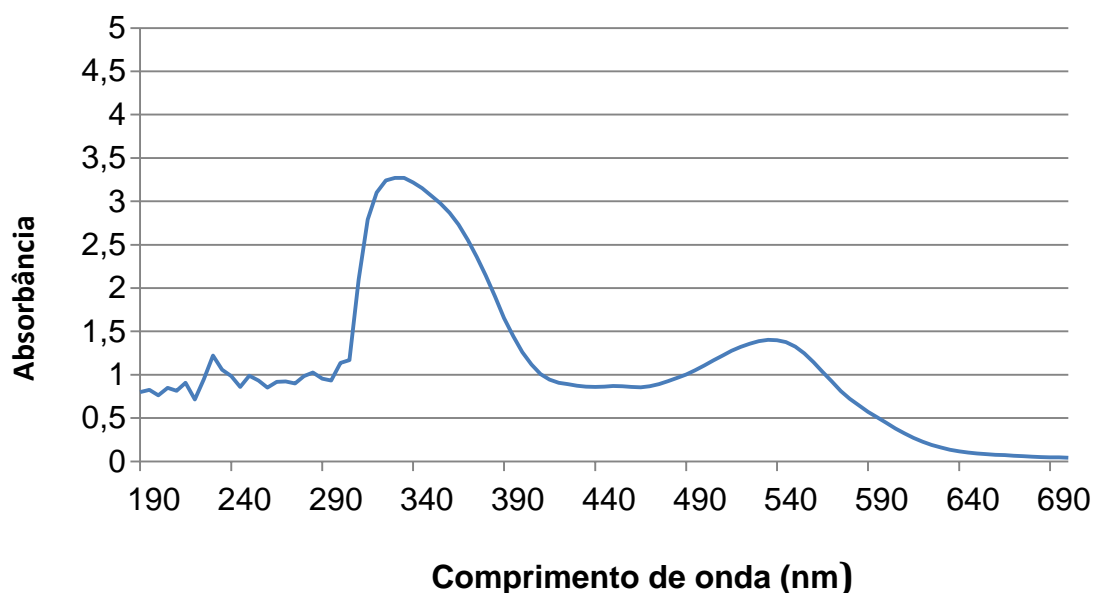
As antocianinas extraídas em ácido acético 10% em etanol apresentam faixa máxima de absorção de 250 a 360 nm, o que corresponde à faixa do ultravioleta.

Figura 8: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em 1% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%



O máximo de absorção das antocianinas de ameixa vermelha extraídas em acetona 10% em etanol foi de 330nm, porém nota-se que de 190 a 295 nm o gráfico tem aparência de ruídos na análise.

Figura 9: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em 10% de Acetona P.A. Etanol 96%



Para ameixa vermelha em ácido acético 1% em água destilada, as antocianinas apresentam máximo de absorção em 265 e 510 nm.

Em beterraba, as antocianinas tiveram máximo de absorção em 240 e 485 nm quando extraídas com etanol 96%.

Os máximos de absorção foram 260 e 510 nm para antocianinas extraídas da beterraba com ácido acético 1% em etanol.

Em acetona, as antocianinas de beterraba também apresentam um perfil atípico dos demais, assim sendo, essa mistura não foi utilizada no experimento final.

A beterraba em Ácido Acético 1% em água destilada apresentou máximo de absorção das antocianinas em 290nm e na faixa de 490 a 590nm.

Figura 10: Espectro de absorbância para antocianinas de ameixa vermelha em 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada

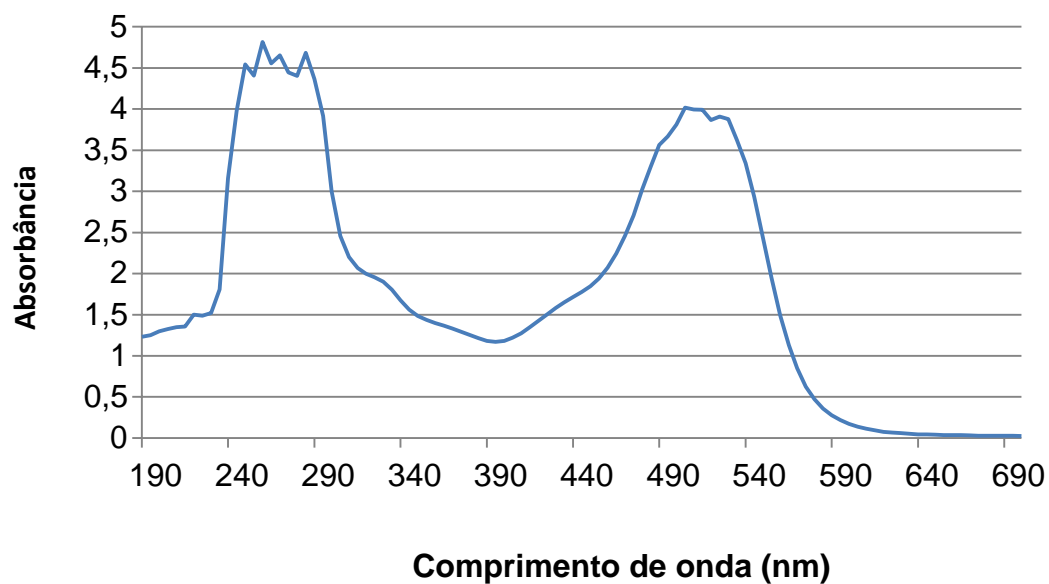


Figura 11: Espectro de absorbância para antocianinas de beterraba em etanol 96%

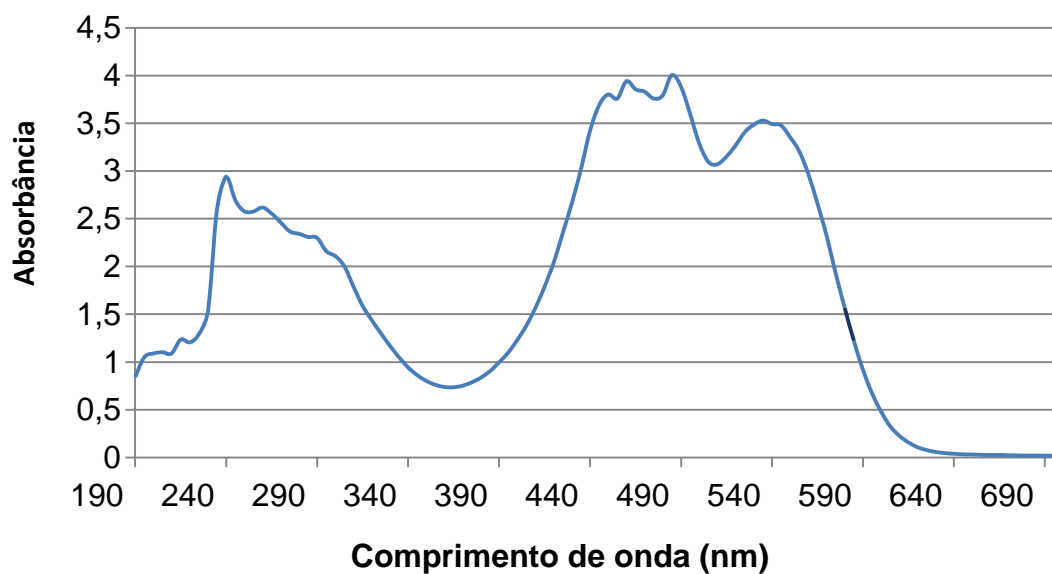




Figura 12: Espectro de absorvância para antocianinas de beterraba em 1% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%

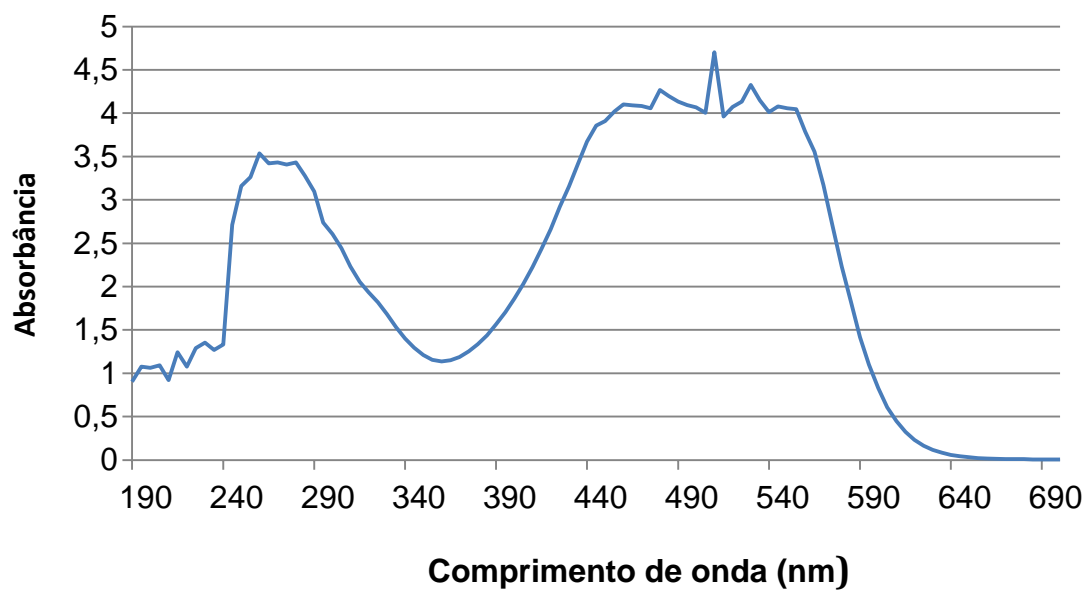


Figura 13: Espectro de absorvância para antocianinas de beterraba em 10% de Acetona P.A. Etanol 96%

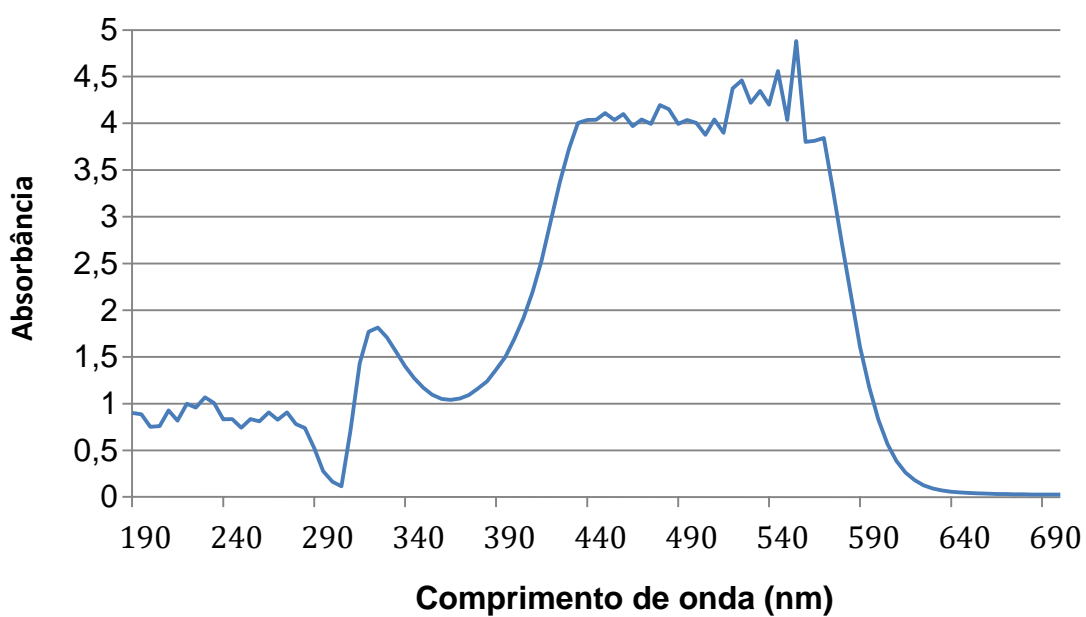


Figura 14: Espectro de absorvância para antocianinas de beterraba em 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada

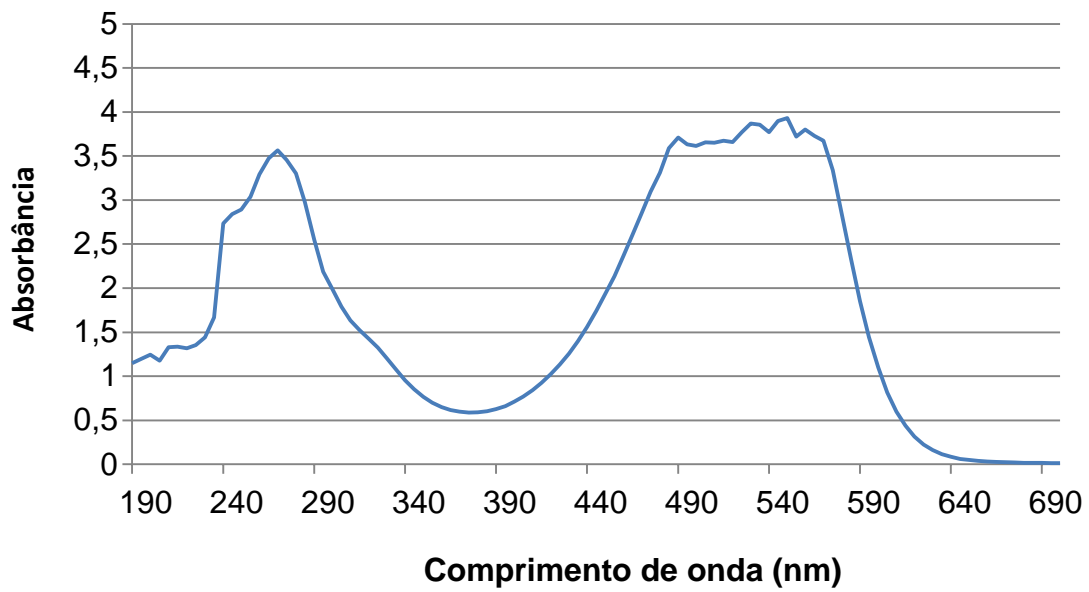


Figura 15: Espectro de absorvância para antocianinas de repolho roxo em etanol 96%

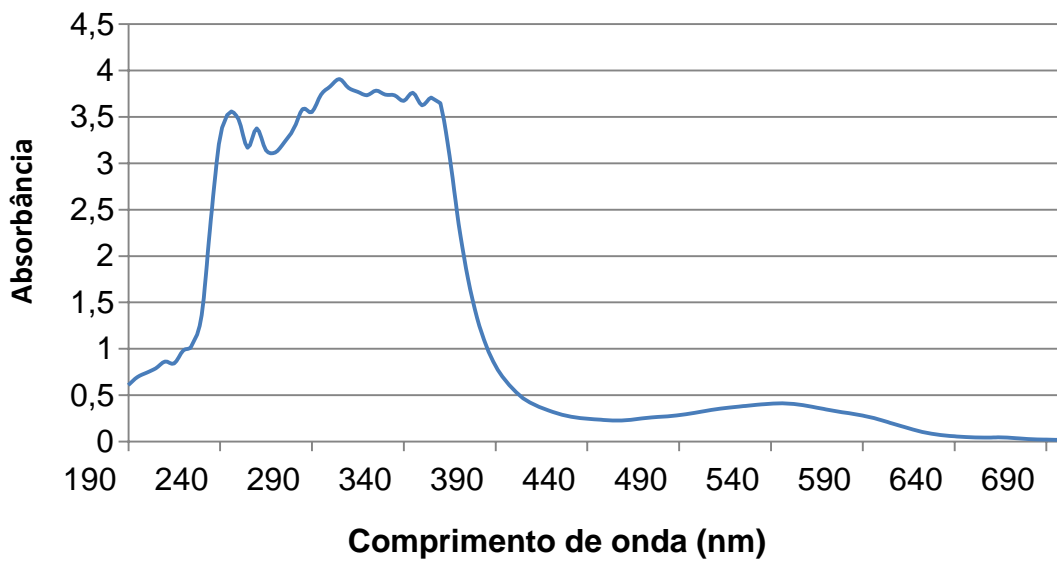


Figura 16: Espectro de absorvância para antocianinas de repolho roxo em 1% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%

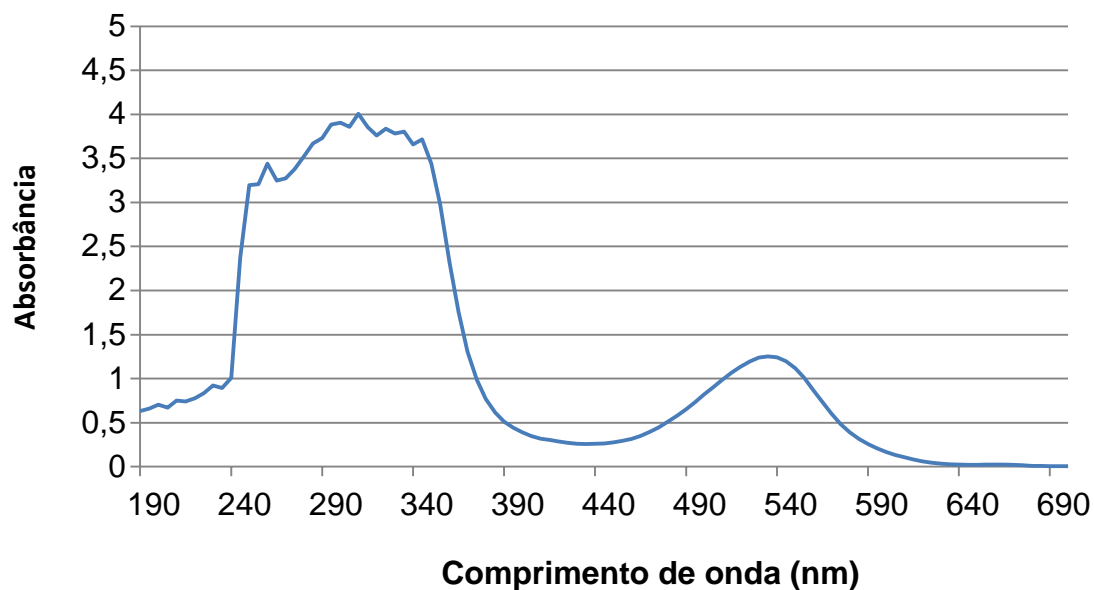


Figura 17: Espectro de absorvância para antocianinas de repolho roxo em 10% de Acetona P.A. Etanol 96%

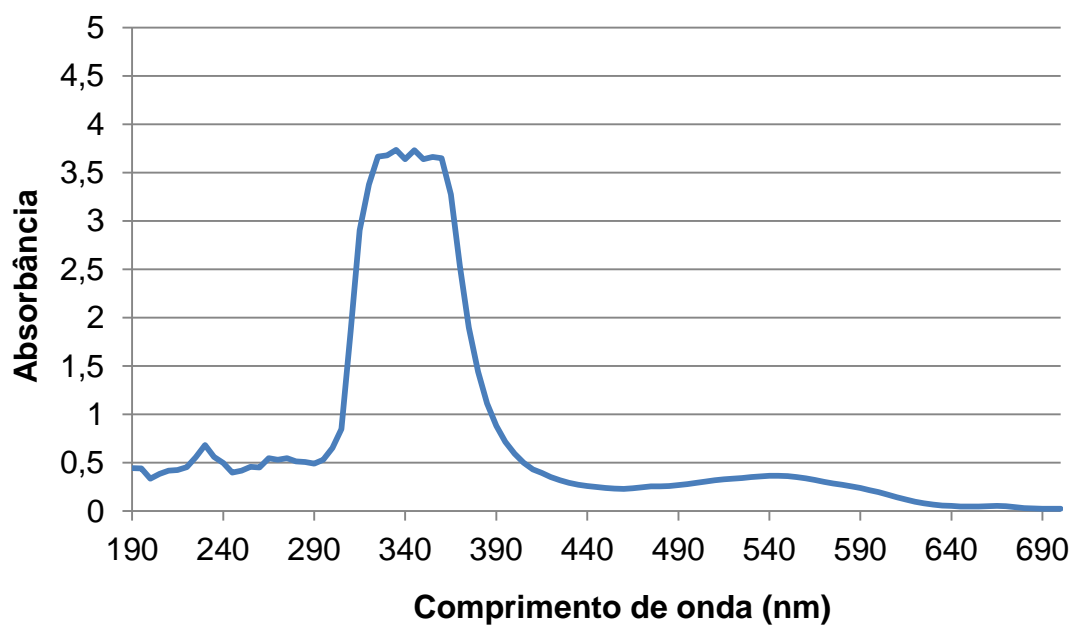
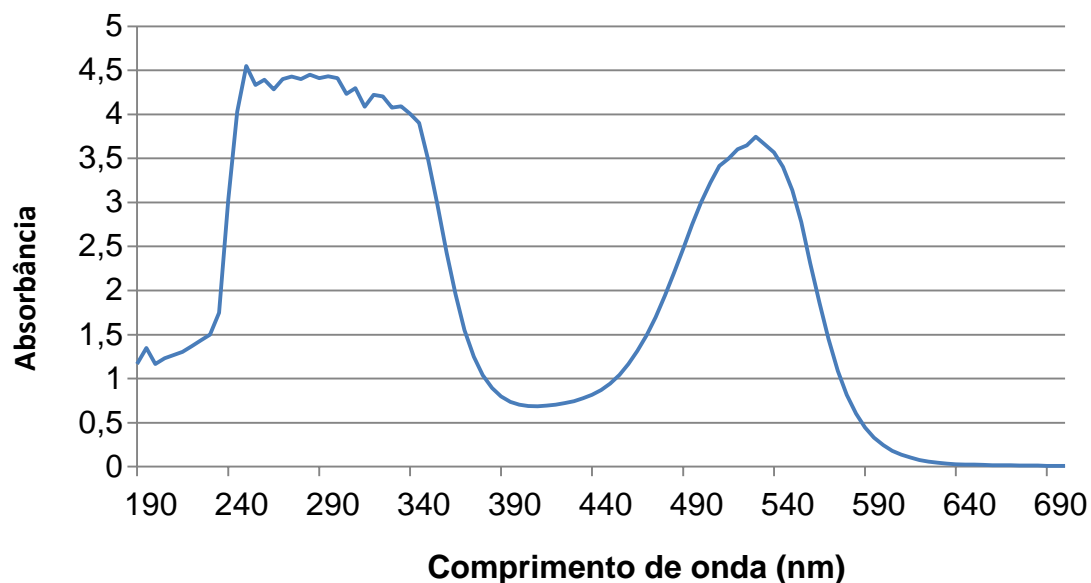
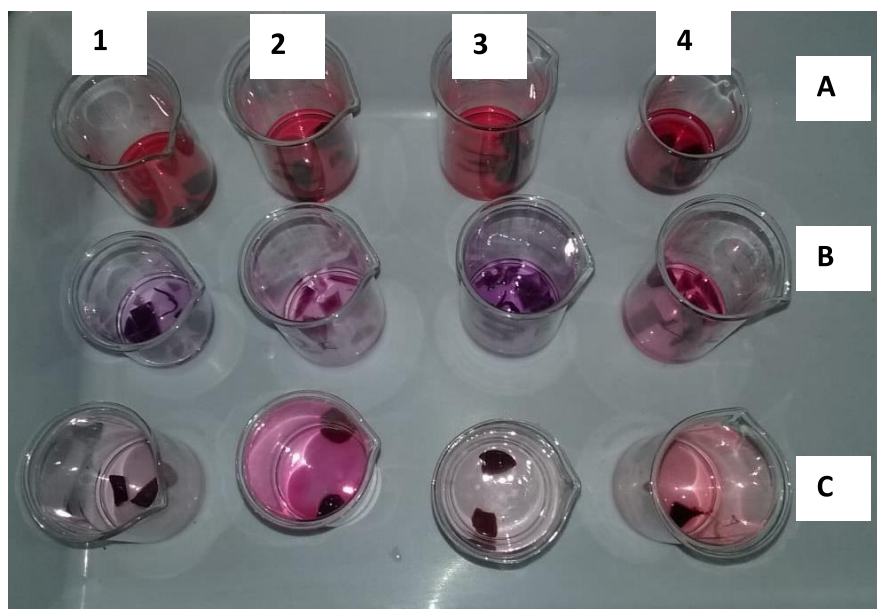


Figura18: Espectro de absorvância para antocianinas de repolho roxo em 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada



#### 4.2 ESCOLHA DO SOLVENTE DE EXTRAÇÃO E TRANSMITÂNCIA DOS EXTRATOS DE ANTOCIANINAS

Figura 19: Amostras de vegetais nas soluções de extração



Linha A: Beterraba, linha B: Repolho Roxo, linha C: Ameixa. Coluna 1: etanol 96%, coluna 2: 10% de Ácido Acético P.A. em Etanol 96%; coluna 3: 10% de Acetona P.A. Etanol 96%; coluna 4: 1% de Ácido Acético P.A. em água destilada

Figura 20: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo para etanol 96%

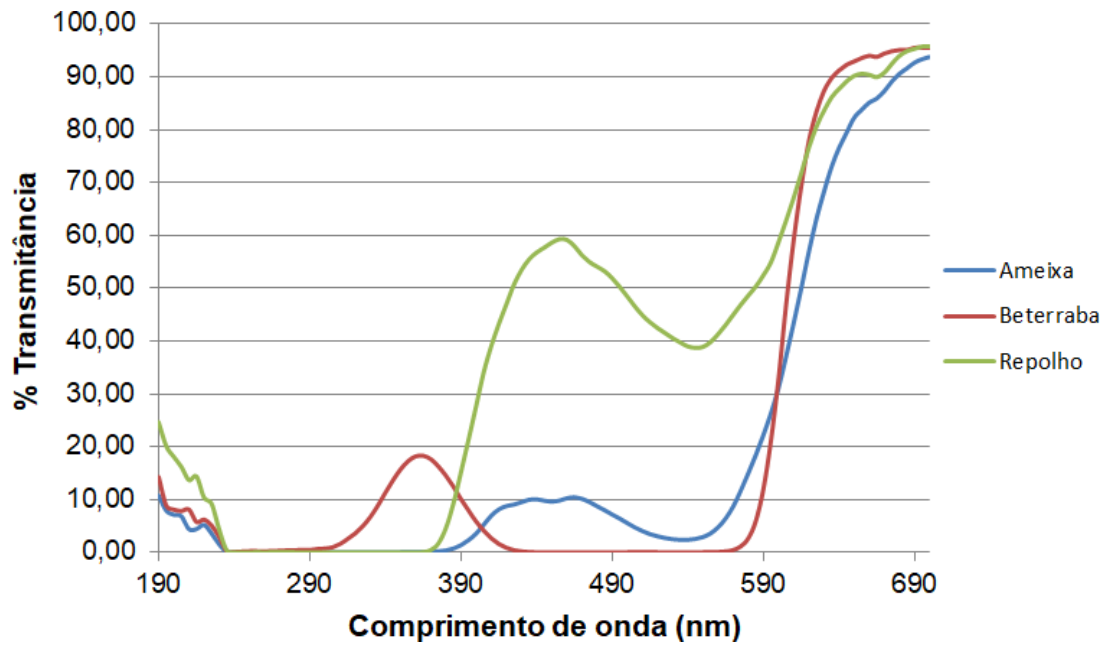


Figura 21: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo para ácido acético 10% em etanol.

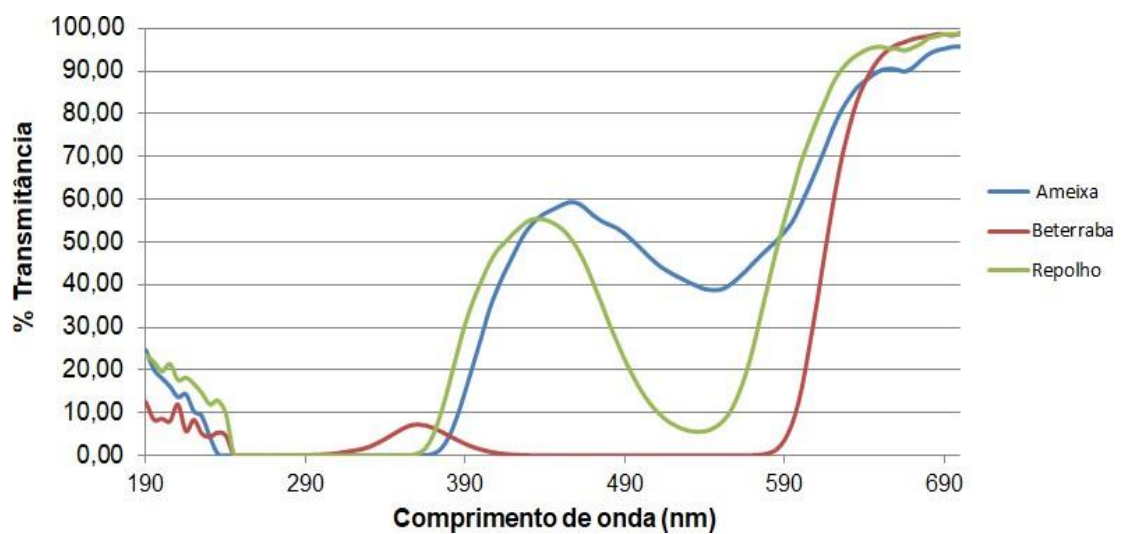


Figura 22: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo para 10% de acetona em etanol.

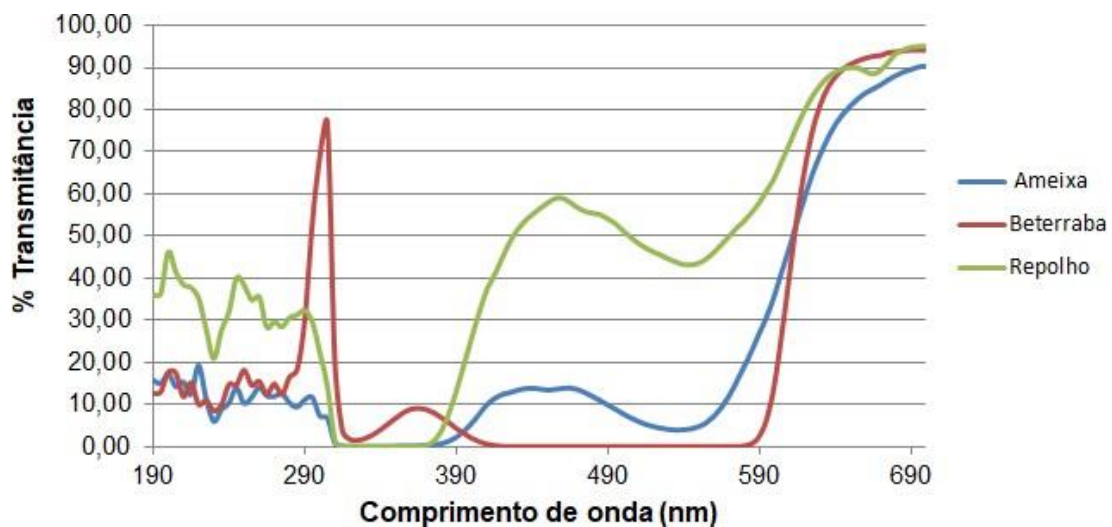
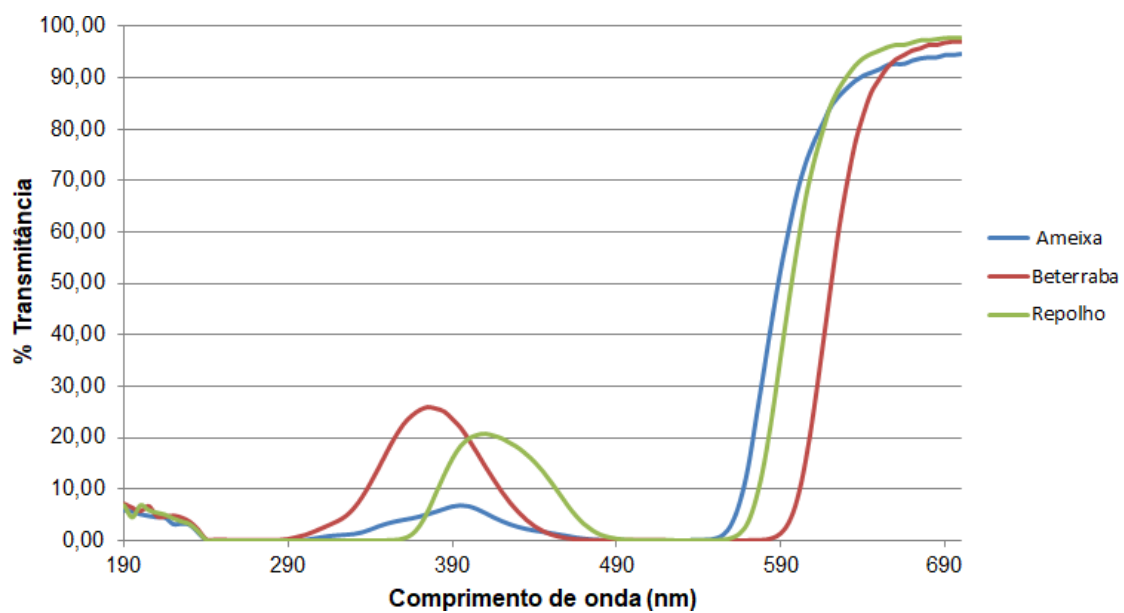


Figura 23: Espectro de transmitância para antocianinas de ameixa, beterraba e repolho roxo 10% de ácido acético em água



De acordo com os gráficos gerados pode-se notar que existe grande versatilidade nas características das antocianinas extraídas em função das misturas utilizadas, sendo as provenientes de ameixa e beterraba, extraídas na mistura A (ácido acético 10% em água), todas as antocianinas na mistura B (etanol 96%) e apenas as antocianinas de beterraba para a mistura C (ácido acético 10% em etanol 96%) indicadas como absorvedores de luz ultravioleta e visível. Atualmente, os absorvedores de UV utilizados em embalagens plásticas são sintéticos, e nem sempre apresentam o resultado esperado, devendo ser combinados com rótulo termoencolhíveis (sleave) 360°, ou ainda com pigmentos utilizados em embalagens plásticas que dificultam a reciclabilidade das mesmas. Os extratos obtidos ainda podem ser aplicados no desenvolvimento de filmes indicadores de alteração microbiana, uma vez que as antocianinas apresentam a capacidade de alterar a cor em função da mudança no pH do meio. Dessa forma, as antocianinas podem ser indicadoras de processo fermentativo de deterioração microbiana, quando ocorre produção de ácidos, possibilitando que os consumidores tenham noção do estado de conservação do alimento, e se ele está alterado, antes mesmo da compra.

#### **4.3 ELABORAÇÃO DO FILME DE AMIDO INCORPORADO DE ANTOCIANINA DE REPOLHO ROXO**

As placas contendo os filmes foram retiradas da geladeira após 24h. Os filmes apresentaram textura pastosa devida à retenção e absorção de umidade, mesmo assim a solução pastosa foi espalhada sobre a superfície do filé de frango que foi armazenada na geladeira do laboratório de Química/Bioquímica. Porém, diante de defeito na geladeira (porta do congelador quebrada), as amostras ficaram congeladas inviabilizando a continuação do experimento.

Figura 24: Filé de peito contendo filme de amido incorporado de antocianina de repolho roxo



## 5 CONCLUSÃO

Os absorvedores de luz utilizados em embalagens plásticas são sintéticos, e para apresentarem o resultado esperado devem ser combinados com rótulo termoencolhíveis que envolvam a embalagem em 360°, ou ainda com corantes de embalagem que dificultam a reciclagem do material plástico, assim sendo os extratos obtidos podem ser uma boa alternativa à indústria de embalagens.

As misturas utilizadas nas extrações de antocianina apresentam polaridades distintas, o que podem conferir ampla aplicação em embalagens como absorvedores de luz, nas faixas do ultravioleta e visível ou como sensores de alteração microbiológica em embalagens inteligentes.

A amostra selecionada foi o repolho roxo, devido ao seu menor custo e por ter apresentado uma variação maior de cor nas diferentes misturas de extração. Já as amostras de beterraba e ameixa apresentaram coloração semelhante em relação às diferentes misturas de extração.

Sugere-se como trabalho futuro, a incorporação de um conservante, como por exemplo, ácido propiônico ou propionato de potássio, ao filme de amido contendo antocianina como indicador para reduzir as chances de deterioração por fungos ou bolores. Outra medida que poderá melhorar a qualidade do filme é a elaboração do mesmo em fluxo laminar, garantindo maior assepsia, conseqüente menor chance de incidência de esporos de bolores.



## 6 REFERÊNCIAS

BACCAN, N. **Química Analítica Quantitativa Elementar**, 2ª ed. Unicamp. p.46. 1979.

BALDWIN, E.A; CARRIEDO, M.O. **Edible Coatings And Films to Improve Food Quality**. Technomic Publishing Co. p. 1-25. Lancaster. 1994.

BÁNYAI, E. **Indicators**. Pergamon Press: Oxford, p. 1, 1972.

BIOORBIS. **A Oxidação dos Alimentos**. Disponível em: <http://www.bioorbis.org/2016/02/a-oxidacao-dos-alimentos.html> Acessado em 08 de outubro de 2018.

COLTRO, L.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L; JESUS JR., I. A. **Biopolímeros Usados em Embalagem: Propriedades e Aplicações**. 8º Congresso Brasileiro de Polimeros. Faculdade de Engenharia Química. Unicamp de Campinas, São Paulo. 2005.

COUTO, A. B.; RAMOS, L. A.; CAVALHEIRO, E. T. G. Aplicação do pigmento de flores no ensino de química. *Química Nova*, v. 21, n. 2, p. 221-227, 1998.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. **Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos**. *Visão acadêmica*, v.5, n.1, p.33-40, 2004.

ELLIS, R. P. Starch **Production And Industrial Use**. *Journal of Science Food And Agriculture*. v. 77. n. 3. p. 289-311. London. 1998.

HARBORNE, J. B; GRAYER, R. J. **The Anthocyanins. In: The Flavonoid: Advances In Research since 1980**. Chapman, London, 1980, p. 1-20.

LIU, H.; XIE. F; CHEN. L. **Thermal behavior of high amylose cornstarch studied by DSC**. *International Journal of Food Engineering*, Berkeley, v.1, n.1, p. 1-6, 2005.

MAZZA, G.; BROUILLARD, R. **Recent Developments In The Stabilization of Anthocyanins In Food Products**. *Food Chemistry*, v.25, p. 207-225, 1987.

MUNDY, B.P et al. **Organic and biological Chemistry**. Orlando, Saunders. p. 176. 1993.

PAULO, H. D. **Biopolímeros: Uma Alternativa Favorável**. Temas Atuais em Biologia. Graduação de bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Federal de São Carlos. 2013.

PEREIRA, P. F. de M. **Desenvolvimento de Filmes à Base de Biopolímeros para Aplicação como Embalagens Inteligentes**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 73 p. 2017.

ROSS, E. **Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry**. VCR: New York, p. 127, 1989.

SAURO, P. **Oxidação dos Alimentos**. Prezi. 2014. Disponível em: <https://prezi.com/ymklqztl63n/oxidacao-dos-alimentos/> Acesso em 10 de outubro de 2018.

SOUZA, A. C. **Desenvolvimento de Embalagem Biodegradável Ativa à Base de Fécula de Mandioca**. Dissertação de Doutorado. Engenharia Química. Escola Politécnica. São Paulo. 2011.

SOUZA, A. C; DITCHFIELD. C.; TADINI, C.C. **Biodegradable films based on biopolymers for food industries**. Innovation In Food Engineering: New Techniques And Products. CRC Press, p. 511-537, 2010.

SOUZA, R. C. R.; ANDRADE, C.T. **Investigação dos Processos de Gelatinização e Extrusão do Amido de Milho**. Polímeros: Ciência e Tecnologia. v. 10. n.1. p. 24-30. São Paulo. 2000.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. **Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?**. Química Nova, v.25, n.4. p.684-688, 2002.

VAN SOEST, J. J. G; VLIEGENTHART, J.F.G. **Crystallinity In Starch Bioplastics: Consequences For Material Properties**. v. 15. n.6. p. 208-213. Oxford. 1997.

VEIGA-SANTOS, P.; DITCHFIELD, C.; TADINI, C. C. **Development and evaluation of a novel pH indicator biodegradable film based on cassava starch**. Journal of Applied Polymer Science, v. 120, p. 1069-1079, 2011.

WEBER, C. J.; HAUGAARD, V.; FESTERSEN, R.; BERTELSEN, G. **Production and Applications of Biobased Packaging Materials for the Food Industry**. Food Additives and Contaminants, 19 Supplement: 172-177. 2002.

WIKIPÉDIA. **Antocianinas**. Disponível em:  
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Antocianina> Acessado em 08 de outubro de 2018.

ZOBEL, W. Potato Starch. **Methods In Carbohydrate Chemistry**. Academic Press. v. 4. New York. 1964.