

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**ADRIANA DE ARRUDA COSTA**

**REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE GELATINA E  
FÉCULA DE BATATA INCORPORADO COM ÓLEO  
ESSENCIAL DE *Cinnamomum cassia* EM *Physalis peruviana* L.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMBIENTAL**

**DOURADOS/MS**

**MARÇO/2016**

**ADRIANA DE ARRUDA COSTA**

**REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE GELATINA E  
FÉCULA DE BATATA INCORPORADO COM ÓLEO  
ESSENCIAL DE *Cinnamomum cassia* EM *Physalis peruviana* L.**

**ORIENTADORA: DRA. KELLY CRISTINA DA SILVA  
BRABES**

**Dissertação de Mestrado submetida ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciência  
e Tecnologia Ambiental, como um dos  
requisitos necessários para a obtenção do  
título de Mestre em Ciência e Tecnologia  
Ambiental, área de concentração Ciência  
Ambiental.**

**DOURADOS - MS**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

C838r Costa, Adriana De Arruda

REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE GELATINA E FÉCULA  
DE BATATA INCORPORADO COM ÓLEO ESSENCIAL DE Cinnamomum  
cassia EM Physalis peruviana L. / Adriana De Arruda Costa -- Dourados:  
UFGD, 2016.

60f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Kelly Cristina da Silva Brabes

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Faculdade de  
Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Revestimento comestível. 2. Cinnamomum cassia. 3. Physalis peruviana.  
4. Vida de prateleira. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

---

### Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: **“Revestimento Revestimento comestível à base de gelatina e fécula de batata incorporado com óleo essencial de Cinnamomum cassia em Physalir peruviana L.”**, de autoria de **Adriana de Arruda Costa**, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kelly Cristina da Silva Brabes  
Presidente da banca examinadora (UFGD)

Prof. Dr. Euclésio Simionatto  
Membro Examinador (UEMS)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sílvia Maria Martelli  
Membro Examinador (UFGD)

Dourados/MS, 18 de março de 2016.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida, saúde e pela sabedoria que me proporcionou ao longo deste estudo.

Aos meus pais Zilma Fialho e Melquiades Costa, por me amarem incondicionalmente em todos os momentos de dificuldades e alegrias vividas. Durante esses quase dois anos de mestrado, foram tantas conversas, conselhos e saudades, vocês são minha inspiração o meu tesouro, e está conquista também é de vocês.

Agradeço aos meus irmãos Maicon e Daiane por toda preocupação e apoio, principalmente a Daiane que se tornou minha válvula de escape de desabafos e conselhos, você foi essencial com seus livros de psicologia para me entender e apoiar, e dar uns puxões de orelha, meu muito obrigada por tudo.

A meu esposo André que por vezes não entendia o porque das minhas noites em claro escrevendo, mas mesmo assim não deixou de me apoiar em nada. Agradeço por ter cedido seus sábados e domingos para me ajudar amarrar frutas, algumas vezes meio contrariado, mas até desenvolveu uma técnica para amarra-las. Sem você não teria conseguido, muito obrigada.

Aos meus pequeninhos Matheus e Dafny, que não entendem o porquê que a “titia” não estava com eles, me perdoem por toda ausência, amo muito vocês.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal da Grande Dourados, por ter proporcionado a realização do mestrado.

A Profa. Dra. Kelly Cristina da Silva Brabes pela orientação, compreensão, parceria e ensinamentos transmitidos, foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Obrigada pela oportunidade em trabalhar contigo e o enriquecimento profissional e pessoal que você proporcionou.

As minhas irmãs emprestadas Éllen e Simone, sem vocês tudo que foi realizado neste trabalho não teria sentido, pois foram vocês que me apresentaram *E. coli* e até a alça de drigalski. Muito obrigada pela paciência, pois confesso, era muito medrosa, demorei a perder o medo dos bichinhos rsrs.

Meu amigo de laboratório, Romário obrigada pela ajuda com as vidrarias, Júlio, Kesia, Malô, Gleyce, Ruth, Marcelo, Pâmela e tantos outros, pelas conversas

descontraídas, pelos momentos de alegrias e desespero compartilhados, obrigada por tudo. Nani e Laís vocês são pessoas maravilhosas que Deus colocou em meu caminho, conselheiras e amigas, fizeram meus dias no laboratório parecerem mais fáceis.

A Andressa Damin que se prontificou em me ajudar, você foi meu braço direito no processo de finalização deste trabalho, obrigada pelo apoio nas análises microbiológicas, e pelas pessoas que você conseguiu nas análises sensoriais, eu sei o quanto era chato, mas você sempre conseguia encontrar pessoas para realizar o teste, obrigada por tudo.

As técnicas de laboratório Lujan, Flora, Mariana e Débora obrigada pelo apoio, e disponibilidade em ajudar, obrigada por conseguirem reagentes e outros para minhas análises. A técnica Adriana que por vezes foi ao laboratório só para me atender com o colorímetro, te agradeço pela disposição e paciência.

A técnica Giza pela ajuda na centesimal, pelas conversas descontraídas e disposição em ensinar. Obrigada por tudo, você é incrível.

Um agradecimento todo especial a uma pessoa espetacular, que foi meu anjo dentro da FACET, a você Lígia Boarin, muito obrigada por tudo, pessoas como você é difícil de encontrar, que ajuda sem pedir nada em troca, que leva serviço para casa para ajudar outra pessoa desesperada. Te agradeço imensamente por tudo, pelos conselhos, pela ajuda no experimento, por fazer parte de minha vida. **MUITO OBRIGADA!**

Aos meus amigos do programa, Liliane, Manoel e Raísa obrigada pelo apoio.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Rafael Henrique de Goes pelo apoio nas análises estatísticas.

A Prof<sup>o</sup>. Dra. Farayde Matta Fakhouri pelos conhecimentos transmitidos, doação da gelatina para elaboração das coberturas comestíveis, e pela participação da banca de qualificação.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Heberth Juliano Vieira pela participação da banca de qualificação.

A todos que fizeram parte dessa conquista, obrigada.

*"Sem sonhos a vida não tem brilho, sem metas os sonhos não tem alicerce, sem prioridades os sonhos não se tornam reais"*  
(Augusto Cury).

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ATCC	American Type Culture Collection
CIM	Concentração Inibitória Mínima
CG-MS	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
g	Gramma
H	Hora
HPMC	Hidroxipropilmetil celulose
LIA	Agar Lisina Ferro
Mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
NMP	Número mais provável
OE	Óleo essencial
OEs	Óleos essenciais
OEC	Óleo essencial de canela
ppm	Parte por milhão
UFC	Unidade formadora de colônia
μL	Microlitro
μg	Micrograma

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Perda de massa de fisális com e sem revestimento comestível ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado.....	25
Tabela 2: Valores de textura (N) de fisális com e sem revestimentos comestível, ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado $5 \pm 2$ °C . .....	26
Tabela 3: Sólidos solúveis totais de fisális com e sem revestimento comestível, ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado. Valores em °Brix.....	27
Tabela 4: Valores de luminosidade de fisális com e sem revestimento comestível em armazenamento refrigerado por 56 dias.....	29
Tabela 5:Valores de diferença de cor ( $\Delta E$ ) obtidos de fisális com e sem revestimento em armazenamento refrigerado por 56 dias.....	30
Tabela 6: Composição centesimal de <i>Physalis peruviana</i> em 3 períodos de armazenamento dos frutos com e sem revestimento comestível .....	31
Tabela 7: Análise por CG-MS do óleo essencial de <i>Cinnamomum cassia</i> obtido por destilação das folhas e galhos .....	38
Tabela 8: Concentração inibitória mínima (CIM) e halos de inibição <i>Cinnamomum cassia</i> frente a cinco micro-organismos. ....	39
Tabela 9: Média dos dias para contagem de mesófilos aeróbios e psicrotróficos em fisális com e sem revestimento comestível armazenadas a $5$ °C $\pm$ $2$ °C em Log de UFC/g .....	43
Tabela 10: Contagem de bolores e leveduras de fisális com e sem revestimento comestível armazenadas a $5 \pm 2$ °C em Log de UFC/g.....	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Preparo das fisális: (A) Frutos com cálice, (B) Seleção (C) Higienização dos frutos .	22
Figura 2: Valores de perda de massa (%) dos tratamentos ao longo 56 dias de armazenamento refrigerado.....	25
Figura 3: Sólidos solúveis totais de fisális com e sem revestimento comestível, valores em °Brix. S/C: sem cobertura.....	28
Figura 4: Característica da cor e perda de massa de <i>Physalis peruviana</i> ao final de 56 dias de armazenamento refrigerado.....	29
Figura 5: Teste de susceptibilidade de cinco micro-organismos em contato com óleo essencial de <i>Cinnamomum cassia</i> (halos de inibição).....	40
Figura 6: Log de NMP/g de Coliformes a 35°C em <i>Physalis peruviana</i> com e sem revestimento comestível..	42
Figura 7: Contagem de bolores e leveduras no 7º dia de armazenamento refrigerado de fisális	45
Figura 8: Médias da aceitação sensorial de fisális cotrole (S/C) e com revestimento comestível a base de amido e gelatina com diferentes concentrações de óleo de canela (OEC). .....	46

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi elaborar um revestimento comestível a base de gelatina, fécula de batata e diferentes concentrações de óleo essencial de *Cinnamomum cassia* e avaliar seu efeito nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de fisális, mantidas em ambiente refrigerado por 56 dias. Os tratamentos estudados foram controle sem adição de cobertura, revestimento comestível com 0, 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela. Foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos, perda de massa, sólidos solúveis totais, textura, cor  $a^*$ ,  $b^*$  e luminosidade dos frutos, vitamina C e caracterização bromatológica. Para caracterização do óleo essencial de *Cinnamomum cassia* foi realizada a CG-MS para quantificar seus componentes e foi determinada a CIM para cinco micro-organismos patogênicos. As análises microbiológicas avaliadas foram a contagem total de mesófilos aeróbios, psicrotróficos, bolores e leveduras, coliformes e ausência e presença de *Salmonella* sp. As análises sensoriais foram realizadas por escala hedônica de 9 pontos com 60 julgadores para os atributos cor, odor, aparência e aceitação global. Os revestimentos comestíveis com adição de óleo essencial de *Cinnamomum cassia* se destacaram por obterem menores valores para perda de massa, textura e sólidos solúveis ao final do armazenamento, com 14,52%, 2,15 N e 16,17 °Brix para 15% de OEC respectivamente. Os valores dos frutos controle foram 32,84% para perda de massa 1,74 N para textura e 26,22 °Brix para SST. Os frutos controle tiveram uma perda de luminosidade ao longo do período de armazenamento. O principal componente encontrado para *Cinnamomum cassia* foi o cinamaldeído com 79,93 %, o óleo apresentou média atividade antimicrobiana com 250  $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$  de CIM. Os frutos com revestimentos comestíveis apresentaram redução de contaminação por coliformes totais e bolores e leveduras, se comparados com o controle, mas não foram eficientes para mesófilos aeróbios e psicrotróficos. Em geral os revestimentos comestíveis com adição de óleo essencial se mostrou eficaz para manutenção das características físico-químicas das fisális e retardaram o processo de maturação do fruto, já para as características microbiológicas eles foram eficientes para coliformes e bolores e leveduras, novos estudos devem ser realizados com maiores concentrações do óleo essencial de canela para mesófilos e psicrotróficos. Em média os revestimentos comestíveis aumentaram a vida útil da fruta em pelo menos 28 dias.

**Palavras chaves:** Revestimento comestível. *Cinnamomum cassia*. *Physalis Peruviana*. Vida de prateleira.

## ABSTRACT

The objective of this study was to develop an edible coating based on gelatin, potato starch and different essential oil concentrations of *Cinnamomum cassia* and evaluate its effect on physico-chemical, microbiological and sensory golden berry, kept refrigerated for 56 days. The treatments were control without addition of coverage edible coating with 0, 5, 10 and 15% of essential oil of cinnamon. We evaluated the following physico-chemical parameters, weight loss, total soluble solids, texture, color, a \*, b \* and luminosity of fruit, vitamin C and bromatological characterization. For characterization of the essential oil of *Cinnamomum cassia* was performed GC-MS to quantify the components and determined the MIC for five pathogenic microorganisms. The evaluated microbiological analyzes were the total count of aerobic mesophilic, psychrotrophic, molds and yeasts, coliforms and absence and presence of *Salmonella* sp. Sensory analyzes were performed by hedonic scale of 9 points with 60 judges to the color, odor, appearance and global acceptance. Edible coatings with added essential oil of *Cinnamomum cassia* stood for obtaining lower values for mass loss, texture and soluble solids at the end of storage, with 14,52%, 2,15 N and 16,17 ° Brix to 15% OEC respectively. The fruits of the control values were 32,84% for mass loss 1,74 N to 26,22 ° Brix and texture to SST. The control fruits had a loss of luminosity throughout the storage period. The main component found to *Cinnamomum cassia* was cinnamaldehyde with 79,93%, the average oil showed antimicrobial activity with 250 mg / mL-1 of MIC. The fruits with edible coatings decreased by total coliforms and molds and yeasts, compared with the control, but do not form efficient for aerobic mesophilic and psychrotrophic. In general the edible coatings with added essential oil has proven effective in maintaining the physical and chemical characteristics of golden berry and have delayed the maturation process, as for microbiological characteristics they were efficient for coliform bacteria and yeasts and molds, further studies should be performed with higher concentrations of essential oil of cinnamon to mesophilic and psychrotrophic. On average edible coatings increased the life of the fruit in at least 28 days.

**Key-words:** Edible coating. *Cinnamomum cassia*. *Physalis Peruviana*. Shelf life.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> LINNAEUS.....	14
2.2 PÓS-COLHEITA E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS .....	15
2.3 MATÉRIA-PRIMA DOS REVESTIMENTOS E FILMES.....	17
2.4 ANTIMICROBIANOS NATURAIS.....	17
2.5 ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA CÁSSIA ( <i>CINNAMOMUM CASSIA</i> ) .....	18
<b>EFEITO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>20</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
2.1 MATÉRIA PRIMA .....	21
2.2 ELABORAÇÃO DAS SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS .....	22
2.3 RECOBRIMENTO DAS <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> L. ....	22
2.4 PERDA DE MASSA .....	23
2.5 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA.....	23
2.6 SÓLIDOS SOLÚVEIS .....	23
2.7 COR.....	23
2.8 ANÁLISE CENTESIMAL .....	24
2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>24</b>
3.1 PERDA DE MASSA .....	24
3.2 TEXTURA.....	26
3.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST).....	27
3.4 COR.....	28
3.5 ANÁLISE CENTESIMAL.....	30
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>EFEITO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE AMIDO E GELATINA INCORPORADO COM ÓLEO ESSENCIAL NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> .....</b>	<b>33</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>33</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
2.1 MATÉRIA-PRIMA .....	34
2.2 ELABORAÇÃO DAS SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS .....	35
2.3 CROMATOGRAFIA GASOSA DO ÓLEO ESSENCIAL <i>CINNAMOMUM CASSIA</i> .....	35

2.4 CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) .....	35
2.5 DETERMINAÇÃO DE SUSCEPTIBILIDADE DE MICRO-ORGANISMOS (DISCO DIFUSÃO).....	36
2.6 ELABORAÇÃO DAS SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS .....	36
2.7 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DAS <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> L .....	37
2.8 ANÁLISE SENSORIAL.....	37
2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	38
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>38</b>
3.1 CROMATOGRAFIA DO ÓLEO ESSENCIAL <i>CINNAMOMUM CASSIA</i> .....	38
3.2 CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) E SUSCEPTIBILIDADE DE MICRO-ORGANISMOS AO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>CINNAMOMUM CASSIA</i> .....	39
3.3 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE <i>PHYSALIS PERUVIANA</i> SUBMETIDA A REVESTIMENTO COMESTÍVEL DE ACORDO COM A ANVISA .....	41
3.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL .....	45
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>47</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>TABELAS ADICIONAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>60</b>

# CAPÍTULO I

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1 INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L. é considerada um fruto com várias propriedades nutricionais, pois possui compostos que trazem benefícios para a saúde do ser humano, como vitaminas, ferro e fibras. Na indústria alimentícia possui um alto valor agregado pelo seu sabor, textura e odor diferenciado, é muito utilizada como produto fino, em iogurte, geleias e bebidas (RAMADAN, 2011). O maior produtor de physalis do mundo é a Colômbia, já no Brasil é mais cultivada na região Sul. Para exportação muitos países preferem eliminar o cálice que recobre o fruto, o que pode diminuir a vida útil do mesmo.

As fisális apresentam um alto conteúdo de água 76,6% (PUENTE et al., 2011), é rica em vitaminas e minerais, e a comercialização muitas das vezes é realizada em locais distantes de onde foram produzidas, o que pode favorecer a presença de injúrias o que contribui com a contaminação por micro-organismos, e a perda de qualidade da fruta. Os processos de deterioração ou de oxidação microbiana alteram o sabor, o odor, ou até mesmo a cor dos alimentos, o que pode acarretar a perda de valor nutricional devido à destruição de substâncias benéficas, como as vitaminas e proteínas (LLANA-RUIZ-CABELLO et al., 2015).

A crescente preocupação com o descarte e acúmulo de embalagens no meio ambiente, tornou necessários estudos que visam à elaboração de embalagens a partir de biopolímeros, pois os mesmos são biodegradáveis e de fontes renováveis, como amido e a gelatina. Os revestimentos comestíveis são considerados uma tecnologia dentro das embalagens ativas, que podem conservar a qualidade físico-química e microbiológica dos alimentos pós-colheita (BARBOSA-PEREIRA et al., 2014). Essas embalagens podem utilizar princípios ativos, como os agentes antimicrobianos, antioxidantes dentre outros.

No presente estudo o óleo essencial de *Cinnamomum cassia*, foi utilizado como constituinte de um revestimento comestível a base de gelatina e fécula de batata, foi aplicado por imersão no fruto de fisális pela sua conhecida atividade antimicrobiana

(KOCEVSKI et al., 2013 ; SHENG e ZHU, 2014) e antioxidante (YANG et al., 2012), além de servir como plastificante.

### 1.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o uso de revestimento comestível à base de gelatina, fécula de batata e óleo essencial de *Cinnamomum cassia* para prolongar o período de armazenamento de *Physalis peruviana* L., preservando as suas características nutricionais, físico-químicas e microbiológicas.

#### 1.1.1 Objetivos específicos

- Determinar a composição do OE de canela, assim como avaliar seu potencial antimicrobiano;
- Desenvolver uma cobertura comestível com adição de óleo essencial;
- Avaliar o efeito da adição de diferentes concentrações do óleo essencial de *Cinnamomum cassia*, em revestimentos comestíveis à base de gelatina e fécula de batata, e sua aplicação em fisális quanto a parâmetros físicos, químicos e microbiológicos;
- Caracterizar o fruto de fisális quanto à composição centesimal, com e sem revestimentos;
- Determinar o tempo de vida útil do fruto de fisális baseados nos parâmetros estudados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 *Physalis peruviana* Linnaeus

O gênero *Physalis* pertence à família das Solanaceae, possui aproximadamente cem espécies dentre elas algumas são tóxicas. Os frutos são recobertos totalmente por um cálice com cinco sépalas, que o protege contra condições climáticas extremas, doenças, insetos e aves (FISCHER et al., 2014).

O nome *Physalis* é proveniente do grego, em que “physis” significa bexiga ou bolha. O gênero possui vários nomes comuns como: uchuva na Colômbia, tomatillo em algumas regiões do Perú, uvilla no Equador, topotopo na Venezuela e golden berry em países onde o inglês é a língua oficial e no Brasil camapú, fisális entre outros (TOMASSINI et al., 2000 e PUENTE et al., 2011).

A *Physalis peruviana* L. é a espécie mais conhecida do gênero, é uma planta

semi-arbustiva, perene tipo herbáceo, em áreas subtropicais pode atingir uma altura entre 0,6 a 1,8 metros, suporta temperaturas baixas e cresce em solos pobres, sua origem é datada na região dos Andes (TAPIA e FRIES, 2007).

A Colômbia é o maior produtor de fisális do mundo, seguido pela África do Sul, que ocupa o segundo lugar entre as exportações de frutas frescas gerando um valor de 27,1 bilhões de dólares em 2011, superada apenas pela banana (BRAVO et al., 2014). No Brasil a fisális é amplamente cultivada nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e pode ser consumida *in natura* ou como produto fino de alto valor agregado em doces, iogurtes e geleias (LIMA et al., 2009). É considerada um fruto funcional por ser rica em nutrientes e compostos bioativos, dentre os nutrientes podemos destacar os ácidos graxos, vitaminas B, C, E e K1, e minerais como fósforo, ferro, potássio e zinco (VARGAS-MURGA, 2011).

A *Physalis peruviana* L. possui várias propriedades farmacológicas e medicinais como antioxidante (NARVÁEZ-CUENCA et al., 2014; DEMİR et al., 2014; Bravo et al., 2015), citotóxica de células cancerígenas (AREIZA-MAZO et al., 2013 e DEMİR et al., 2014), diminuição do colesterol (RAMADAN et al., 2012), antidiabética (KASALIA et al., 2013), anti-séptico, sedativas, analgésicas. Fortalece o nervo óptico, e elimina parasitas intestinais (PUENTE et al, 2011).

Estudos são realizados para caracterizar o potencial efeito antimicrobiano da variedade *Physalis peruviana* com diferentes micro-organismos e partes da planta. JACA e KAMBIZI, (2011) em estudo com quatro plantas consideradas medicinais na África do Sul, testaram a atividade antimicrobiana de extrato aquoso das folhas de *Physalis peruviana* e obtiveram CIM de 1,0 e 5,0 mg/mL para *S. aureus* e *E.coli* respectivamente. FRANCO-OSPINA et al., (2013), elaboraram um extrato etéreo e fracionado do cálice de fisális e obtiveram valores de 1,024 mg/mL de Concentração inibitória mínima (CIM), para *P. aeruginosa* e *K. pneumoniae*.

As propriedades antioxidantes das fisális são relacionadas a teor de vitamina C (ácido ascórbico) de aproximadamente 25,55 mg/100g (SILVA et al., 2013), pró-vitamina A ( $\beta$ -caroteno) e compostos fenólicos, que são poderosos antioxidantes (BRAVO et al., 2014).

## 2.2 Pós-colheita e revestimentos comestíveis

O período de pós-colheita de frutas inicia-se e termina com aproveitamento do produto pelo consumidor. Ao longo desse período o produto continua ativo através de

seu metabolismo interno e passível a ação de micro-organismos.

A maioria das frutas e hortaliças de ambientes tropicais, após serem colhidas apresentam o processo de maturação e deterioração mais acelerado, devido a mudanças bioquímicas, fisiológicas, procedimentos de acondicionamento e práticas de manuseio adotadas, às vezes de forma inadequada (ASSIS et al., 2009).

Os revestimentos comestíveis são usados desde muito tempo, há relatos que no século 13 na China, eram utilizadas coberturas feitas de emulsões derivadas de óleos minerais, para elevar a conservação de frutos cítricos, e demais produtos perecíveis transportados por longas distâncias, já na década de 1950, a cera de carnaúba tornou-se o principal produto introduzido para preservar frutos (HARDENBURG, 1967).

As coberturas comestíveis são formadas e aplicadas diretamente sobre os alimentos por imersão ou aspersão, enquanto que os filmes são pré-formados e depois aplicados ao produto. Sua finalidade é inibir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas e lipídios. Podem ser incorporadas de compostos antioxidantes e antimicrobianos, melhorando a integridade mecânica dos alimentos, tanto as coberturas como os filmes não podem apresentar toxicidade seja ao alimento que ao consumidor (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997; ASSIS e BRITTO, 2014).

Várias formulações de revestimentos comestíveis são estudadas em diferentes frutas, tendo em vista que a composição e as taxas transpiratórias são diferentes, dessa forma uma mesma cobertura pode se ajustar bem em uma fruta e prejudicar outra. Em *Physalis peruviana* já foram testados cinco tipos de formulações (Quadro 1).

Quadro 1: Formulações de coberturas aplicadas em *Physalis peruviana* encontradas na literatura.

Referências	Formulações de coberturas comestíveis
Castro e Blair, 2010	Gelatina, fibra de frutooligosacáridos e óleo de orégano
Pérez et al., 2012	Aloe vera, glicerol e lecitina de soja
Moraes, 2013	Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), cera de abelha e de ácido oleicos, Glicerol e Tween 80
Scartazzini, 2014	Gelatina, glicerina, óleo de coco, óleo de cártamo e ácido oleico
Alvarez, 2014	Gelatina, ácido cítrico, Tween 20, glicerol e glicose e sacarose
Enríquez et al., 2016	Proteína de soro de leite, cera de abelha, glicerol e Tween 80

Fonte: elaborado pelo autor.

A maioria dos autores do quadro 1 utilizou um composto hidrofóbico na formulação do revestimento, assim como algum tipo de proteína, que podem

proporcionar a manutenção das propriedades físico-químicas e reduzir o escurecimento enzimático dos frutos (LUVIELMO e LAMAS, 2012).

### 2.3 Matéria-prima dos revestimentos e filmes

Os filmes e revestimentos comestíveis podem ser elaborados a partir de hidrocolóides (proteínas e polissacarídeos), lipídios e uma combinação de ambos. Os hidrocolóides podem atuar como emulsionante, espessante e gelificante no meio aquoso, são muito utilizados na indústria alimentícia pela sua capacidade em se ligar com água e modificar as propriedades dos alimentos (LI e NIE, 2016).

Os filmes ou coberturas que utilizam em sua formulação os polissacarídeos (derivados de celulose, amido, pectina etc.) e proteínas (gelatina, zeína, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, etc.), são mais indicados para superfícies fatiadas, por terem afinidade com água preservam o aspecto hidratado do alimento, já os elaborados com compostos hidrofóbicos como os lipídios, (ceras, ou derivados de lipídios) são indicados para frutos com alta taxa transpiratória (GUILBERT et al., 1996).

Para uma melhor flexibilidade do filme ou cobertura são usados plastificantes, que diminuem as forças intermoleculares ao longo das cadeias dos polímeros (VIEIRA et al., 2011). Plastificantes são resinas ou líquidos de baixa massa molecular, que formam ligações secundárias às cadeias poliméricas, e proporcionam mais mobilidade para as macromoléculas, resultando numa massa mais macia e com maior plasticidade (RAHMAN e BRAZEL, 2004).

Há vários plastificantes utilizados em filmes e revestimentos comestíveis, podem-se destacar os poli álcoois, glicerol, propileno glicol, ácidos graxos insaturados ou saturados, ácidos caprílico, palmítico esteárico (BRITTO et al., 2005). Há um aumento dos estudos relacionados com coberturas comestíveis e adição de óleos essenciais, pois esses podem ser utilizados como um aditivo plastificante, antimicrobiano e até mesmo antioxidante, devido à sua natureza lipídica eles reduzem a permeabilidade ao vapor de água e auxiliam na melhoria das propriedades mecânicas da película (ATARÉS e CHIRALT, 2016)

### 2.4 Antimicrobianos naturais

O uso de antimicrobianos naturais como extrato, óleo essencial de plantas entre outros, são estudados em várias áreas, como a médica e a de alimentos. Em alimentos o uso desses antimicrobianos é considerado como aditivo alimentar natural, e podem

reduzir a utilização de aditivos químicos em controle de micro-organismos tanto patogênicos como deterioradores.

Óleos essenciais (OEs) são metabólitos secundários voláteis e podem ser obtidos por hidrodestilação a partir de material vegetal (folha, raiz, caule, semente, etc.). Há um crescente interesse em relação à utilização desses metabólitos, pois muitos deles são considerados seguros pela *Food and Drug Administration* (FDA) e biodegradáveis (CABRAL e PATRIARCA, 2013). Cerca de 3.000 óleos essenciais são conhecidos dentre esses, 300 são comercialmente importantes para as indústrias farmacêuticas, agrônômica, produtos sanitários, e alimentos (BAKKALI et al., 2007).

Sobre o mecanismo de ação dos OEs nas células de micro-organismos Cavalcanti et al., (2011) sugere que os óleos essenciais possuem natureza lipossolúvel o que permite a interação com estruturas celulares dos micro-organismos que têm constituição lipídica, o que pode ocasionar um aumento da permeabilidade da membrana celular, provocando um desequilíbrio eletrolítico, e a morte da célula.

## 2.5 Óleo essencial de canela cássia (*Cinnamomum cassia*)

A *Cinnamomum cassia* é uma árvore originária do sul da China e do Vietnã, é muito similar a canela verdadeira, que normalmente cresce no sul e sudeste da Ásia. O diferencial entre as duas está relacionado a um composto aromático chamado cumarina (RAVINDRAN et al., 2004). A canela da China possui maior teor de cumarina em relação à canela verdadeira. Esse composto possui propriedades anticoagulantes e podem apresentar um efeito tóxico quando ingeridas em elevadas quantidades (BALLIN e SORENSEN, 2013).

A canela é obtida a partir de árvores do gênero *Cinnamomum* da família Lauraceae, na qual é uma planta muito utilizada por diferentes culturas em todo o mundo. Dentre as quase 300 variedades existentes as que possuem maior destaque são a canela verdadeira ou canela da Índia (*Cinnamomum zeylanicum*) e a falsa canela ou canela da China (*Cinnamomum cassia*) (RANASINGHE et al., 2013). Os óleos essenciais da canela são obtidos a partir da casca, folha e raiz, e podem variar em sua composição química, de acordo com a estrutura da planta escolhida para fazer a extração do óleo, (RAVINDRAN et al., 2004 ; RANASINGHE et al., 2013).

O principal componente do óleo da casca e folha da canela é o cinamaldeído, que exibe atividade antimicrobiana contra uma ampla gama de micro-organismos. Zhang et al. (2015), determinou em estudo com OE canela, a composição e eficiência

antibacteriana, entre os 13 elementos encontrados o cinamaldeído se destacou com cerca de 97,96 % e o OE da canela demonstrou-se eficaz contra bactérias patogênicas de origem alimentar *Escherichia coli* e *Staphylococcus* sp. com CIM de 1,0 mg/mL.

Otoni et al. (2014), elaborou um filme a base de purê de mamão e nano emulsões de cinamaldeído, para testar o efeito mecânico e as propriedades antimicrobianas do mesmo. As bactérias mais sensíveis à ação de cinamaldeído foram as gram-negativas *Escherichia coli* e *Salmonella enterica*, pois o composto ativo levou à formação de maior zona de inibição em relação as gram-positivas *L. monocytogenes* e *S. aureus* em análise de disco difusão em ágar. O purê de mamão e cinamaldeído aumentou a rigidez e diminuiu a permeabilidade ao vapor de água do filme sintetizado em comparação com os filmes elaborados com pectina.

Diante do acima exposto o OE de *Cinnamomum cassia* foi escolhido para pela sua conhecida ação antimicrobiana, e por haver poucos estudos referentes a óleos essenciais incorporados a revestimentos comestíveis em aplicação no fruto de fisális.

## CAPÍTULO II

### EFEITO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE *Physalis peruviana*

#### RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito de um revestimento comestível a base de gelatina, fécula de batata e óleo essencial de *Cinnamomum cassia* nas propriedades físico-químicas e vida útil de *Physalis peruviana*. Foram avaliadas as características de cor, textura, perda de massa, sólidos solúveis e vitamina C de fisális com e sem revestimento comestível, em refrigeração. Os frutos com revestimento comestível de 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela, obtiveram os valores de 20,05, 13,71 e 14,52%, respectivamente para perda de massa, já o controle 32,84% no último dia de armazenamento. A cor dos frutos não foi alterada pelos revestimentos comestíveis. A luminosidade das frutas controles sofreu um decréscimo ao longo do período de armazenamento variando de 60,82 no dia 1 a 36,85 ao final de 56 dias. Os resultados obtidos comprovam a efetividade das coberturas comestíveis para manter as propriedades físico-químicas de fisális e retardar o processo de maturação. Através das análises de perda de massa e sólidos solúveis é possível inferir que os revestimentos comestíveis prolongaram a vida útil do fruto em até 28 dias.

#### 1 INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* possui um grande potencial devido suas propriedades e valor agregado, mas é sensível a degradação por condições que causam perda de qualidade e redução do valor de mercado. Dentre suas propriedades se destacam por possui atividade antioxidante (NARVÁEZ-CUENCA et al., 2014; DEMİR et al., 2014; BRAVO et al., 2015), citotóxica de células cancerígenas (AREIZA-MAZO et al., 2013 e DEMİR et al., 2014), podem diminuir o colesterol (RAMADAN et al., 2012), e a diabetes (KASALIA et al., 2013), antisséptica e analgésica (PUENTE et al., 2011).

Por ser um fruto climatérico a fisális possui aumento das taxas de respiração ao longo do armazenamento, acompanhado por processos de mudanças no conteúdo de açúcares, cor e firmeza dos frutos. A fruta apresenta um alto conteúdo de água 76,6% (PUENTE et al., 2011), o que favorece à degradação química, dessa forma a utilização de um revestimento comestível, é considerado uma alternativa de estudo para manter as propriedades físico-químicas e prolongar a vida útil do fruto.

O revestimento comestível é um tipo de embalagem ativa, sua finalidade é inibir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas, lipídios, e podem conter

compostos antioxidantes (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997; ASSIS e BRITTO, 2014).

As coberturas podem ser elaboradas a partir de biopolímeros como polissacarídeos, proteínas, lipídios e derivados. Os biopolímeros naturais têm vantagem sobre os sintéticos, pois são biodegradáveis e renováveis. O amido é mais comumente utilizado, uma vez que é barato e de fácil manuseio (GUILBERT et al., 1996 ). Ao adicionar um composto hidrofóbico, como um óleo essencial em um revestimento comestível, diminui as taxas transpiratórias e melhoram as propriedades ao vapor de água (ASSIS e BRITTO, 2014).

Diante do acima exposto o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de um revestimento comestível a base gelatina, fécula de batata e diferentes concentrações de óleo essencial de *Cinnamomum cassia*, na manutenção das características físico-químicas de *Physalis peruviana* e possíveis interferências na vida de útil da fruta.

## 2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Grande Dourados. A elaboração das coberturas, o teor de vitamina C e perda de massa, foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Ciência da Saúde (LPCS), as análises físico-químicas (sólidos solúveis, textura) foram realizadas nos Laboratórios da Faculdade de Engenharia (FAEN). A cor do fruto teve sua análise realizada no Laboratório de Análise de Produtos Agropecuários (LAPA) e a composição centesimal foi quantificada no Laboratório de Nutrição Animal, ambos da Faculdade de Ciências Agrárias.

### 2.1 Matéria prima

Foram utilizados frutos da espécie *Physalis peruviana* de uma plantação localizada em Cambuí, Minas Gerais. Os frutos foram colhidos no estágio verde-maduro e transportados até o local de pesquisa em Dourados. As fisális foram selecionadas por grau de maturação amarelo-alaranjado, tamanho e integridade física. As sépalas foram mantidas para posterior imersão da fruta no revestimento. Foram higienizadas com água destilada e hipoclorito de sódio (Vetec Química fina) a 150 ppm por três minutos e secas naturalmente.



Figura 1: Preparo das fisális: (A) Frutos com cálice, (B) Seleção, (C) Higienização dos frutos.

Na preparação da solução filmogênica foram utilizados óleo essencial de *Cinnamomum cassia* adquirido da empresa FERQUIMA Indústria e Comércio Ltda e a gelatina tipo A (*Bloom* = 240, diâmetro de partícula = 50 mesh) da empresa GELITA DO BRASIL e fécula de batata (Yoki) adquirida no comércio local.

## 2.2 Elaboração das soluções filmogênicas

Para o preparo das soluções e recobrimento das frutas buscou-se adaptar a metodologia adotada por Fakhouri e Grosso (2003). A cobertura foi obtida hidratando-se gelatina em água destilada autoclavada por 1h (7,5 g de gelatina para 150ml de água destilada). As soluções de fécula de batata (4,5g para 150 ml de água destilada) e de gelatina foram aquecidas separadamente em banho-maria a 70 °C por 10 minutos.

A solução de fécula de batata foi acrescentada a de gelatina sob agitação magnética para a homogeneização da mesma. As concentrações de óleo essencial de canela a 5%, 10% e 15% (v/v) em relação ao peso da macromolécula (gelatina e fécula de batata) foram adicionadas após o resfriamento da solução com agitação magnética (Biomixer 78 HW-1).

## 2.3 Recobrimento das *Physalis peruviana* L.

As fisális foram recobertas por imersão, permanecendo 1 min na solução. Após esse período, as frutas recobertas foram mantidas suspensas através do cálice para a retirada do excesso e secagem da solução a temperatura de 18°C durante 12h.

Foram preparados 5 ensaios correspondentes a cada tratamento estudado. O tratamento 1 as fisális não receberam cobertura (S/C). No tratamento 2 as fisális foram imersa em cobertura de gelatina e amido sem adição de óleo 0% OEC. Já os 3, 4 e 5 são os tratamentos com adição de óleo essencial de canela cássia com 5, 10 e 15%.

Após a secagem, os frutos foram acondicionados em bandejas de polipropileno e mantidos sob-refrigeração à temperatura de 5±2°C, para o estudo de vida útil durante 56

dias. As amostras para análises físico-químicas foram avaliadas no 1º, 7º, 14º, 21º, 28º, 35º, 42º, 49º e 56º dias de armazenamento.

#### 2.4 Perda de massa

A perda de massa dos frutos foi determinada em balança semi-analítica com precisão de 0,001 g (Marte AD500-R), doze frutos por tratamento foram pesados ao longo dos 56 dias de armazenamento.

#### 2.5 Análise do Perfil de Textura

A avaliação da textura foi realizada por um texturômetro, modelo TA-Hdi (Texture Analyser, Stable Micro System) célula de carga de 25 kg. No teste de compressão foi utilizado uma sonda metálica (probe) de 2 mm de diâmetro, com velocidade de teste, pré-teste e pós-teste de 1 mm/s, 2 mm/s e 5 mm/s, respectivamente, na região equatorial do fruto. A distância de compressão utilizada foi 5,0 mm e a força de contato 5,0 g. (metodologia adaptada de BOLZAN et al., 2011). O parâmetro dureza é representado em Newtons e foi avaliado a cada sete dias ao longo de 56 dias.

#### 2.6 Sólidos solúveis

Foi determinado em refratômetro de bancada manual modelo 103 capacidade de determinação de 0-32 °Brix. Foram utilizadas para a medida 3 gotas de suco puro de fisális e os resultados expressos em °Brix (AOAC 2002).

#### 2.7 Cor

A determinação da cor dos frutos foi realizada utilizando-se um colorímetro (Minolta CR-400) operando no sistema CIELab (L\*, a\*, b\*), sistema de iluminação D65. A medida foi realizada no epicarpo dos frutos (LIMA et al, 2009). No sistema CIELab, a coordenada “L\*” expressa o grau de luminosidade, da cor medida, os valores de “a\*” expressam o grau de variação entre o vermelho e o verde (a\* positivo = vermelho, a\* negativo = verde); e a coordenada “b\*” o grau de variação entre a cor azul e o amarelo (b\* positivo = amarelo, b\* negativo = azul) (KONICA MINOLTA, 1998).

Através dos valores de L\*, a\*, b\* foi calculado a diferença de cor ( $\Delta E$ ) do primeiro dia para os outros períodos de armazenamento, para cada tratamento, foi determinado pela fórmula  $\Delta E = [(L^*f - L^*i)^2 + (a^*f - a^*i)^2 + (b^*f - b^*i)^2]^{1/2}$ , na qual \*f é o valor final de cada período e \*i valor do primeiro dia de estocagem.

## 2.8 Análise centesimal

As análises da centesimal foram determinadas segundo AOAC 2002, na qual a umidade foi determinada pelo método da secagem em estufa (105°C), as cinzas obtidas a partir do princípio da incineração em mufla a 550°C, até a obtenção de peso constante. Para proteína foi utilizado o método de Kjeldahl, no qual se avaliou o teor de nitrogênio orgânico total da amostra, os lipídeos totais foram extraídos a quente por aparelho Soxhlet, com éter de petróleo. A fibra bruta foi quantificada pela digestão ácido-básica, o resíduo da digestão foi incinerado em mufla a 450 °C.

## 2.9 Análise estatística

O programa Assistat 7.7 (Campinas, SP) foi usado para calcular as análises de variância (ANOVA) e o teste de Tukey empregado para determinar as diferenças entre as médias no intervalo de 95% de confiança.

# 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

## 3.1 Perda de massa

Os frutos de *ficus* receberam um revestimento composto de gelatina e fécula de batata, com diferentes concentrações de OE de canela cássia, para avaliar a eficiência da cobertura quanto a perda de água durante o período de 56 dias de armazenamento sob-refrigeração 5±2 °C . Não houve diferença significativa entre os tratamentos até o 14º dia. Somente ao 21º dia ocorreu um aumento acentuado na perda de massa do controle, chegando a perder 40,28% de massa nos frutos sem cobertura (S/C), ao final de 56 dias de armazenamento (Figura 1).

Moraes (2013) estudou o armazenamento de *ficus* com e sem revestimentos a base de HPMC, por 20 dias a 5 °C + 3 dias a 20 °C e obteve valores para perda de massa dos frutos controle de 23,3 %, já os frutos com revestimento obteve uma perda de massa de 21,5%, o autor não encontrou diferença estatística entre os tratamentos.

SCARTAZZINI (2014) encontrou valores de perda de massa aos 25 dias de armazenamento para as *ficus* sem cobertura de 11,57%, já para os frutos com cobertura de gelatina e 0,5 % de ácido oleico armazenadas a 5 °C o valor encontrado foi de 14,98 %, valor semelhante ao encontrado neste estudo com a cobertura sem adição de óleo.

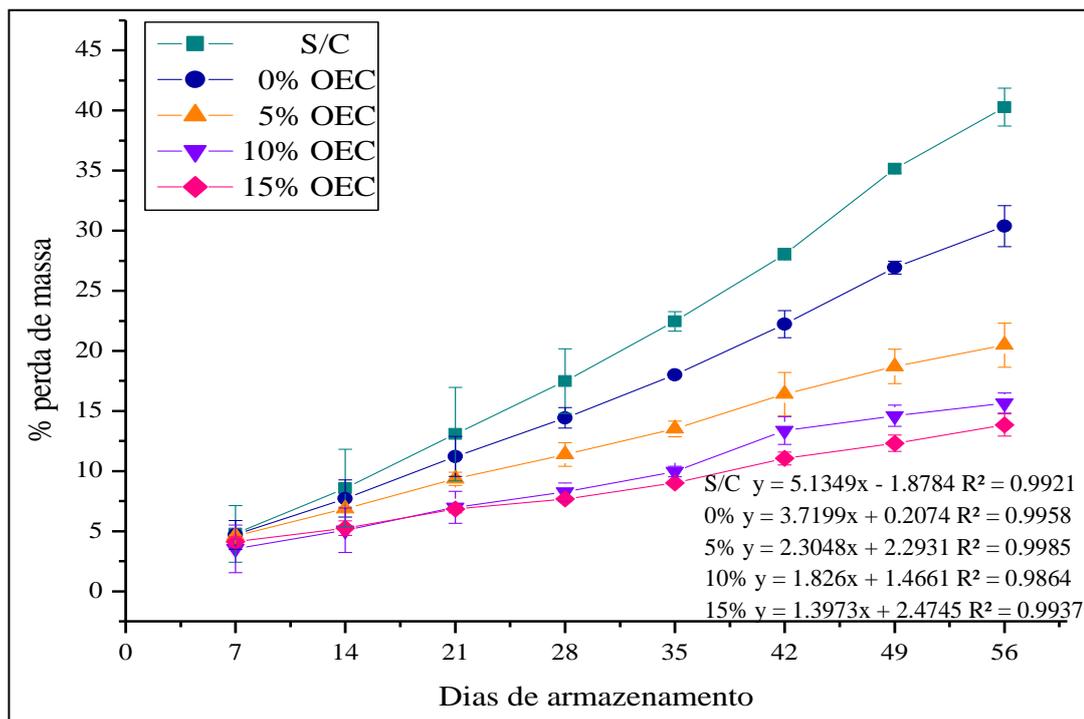


Figura 2: Valores de perda de massa (%) dos tratamentos ao longo 56 dias de armazenamento refrigerado. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas ao revestimento.

Os revestimentos comestíveis aplicados nos frutos fisális foram eficientes na manutenção do conteúdo de água dos mesmos. A adição do óleo essencial à formulação da cobertura pode ter formado uma barreira ao vapor de água ao redor do fruto, diminuindo a perda de água por transpiração. Castro e Blair (2010) afirmam que as fisális são recobertas por uma cera natural, e que a higienização pode remover essa cera e aumentar os valores para perda de massa.

Tabela 1: Perda de massa de fisális (%) com e sem revestimento comestível ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado

Dias	Tratamentos				
	S/C	0% OEC	5% OE C	10% OE C	15% OE C
7	4,76 ± 2,35 aF	4,69 ± 1,20 aF	4,60 ± 0,06 aE	3,53 ± 1,97 aE	4,12 ± 0,40 aE
14	8,57 ± 3,24 aF	7,72 ± 1,55 aEF	6,87 ± 0,15 aDE	5,08 ± 1,84 aDE	5,25 ± 0,60 aDE
21	13,08 ± 3,89 aE	11,22 ± 1,67 aDE	9,36 ± 0,55 abCD	6,98 ± 1,33 bcDE	6,83 ± 0,31 bcDE
28	17,47 ± 2,69 aE	14,43 ± 0,86 abCD	11,38 ± 0,97 bcC	8,27 ± 0,75 cCD	7,67 ± 0,13 cCDE
35	22,46 ± 0,82 aD	17,99 ± 0,09 bBC	13,52 ± 0,65 cBC	9,96 ± 0,44 cdBC	9,02 ± 0,10 dBCD
42	28,05 ± 0,47 aC	22,22 ± 1,13 bB	16,40 ± 1,80 cAB	13,38 ± 1,16 cdAB	11,05 ± 0,54 dABC
49	35,15 ± 0,38 aB	26,99 ± 0,53 bA	18,71 ± 1,44 cA	14,60 ± 0,88 dA	12,32 ± 0,69 dAB
56	40,28 ± 1,57 aA	30,38 ± 1,70 bA	20,48 ± 1,83 cA	15,66 ± 0,83 dA	13,84 ± 0,93 dA
Média	21,23 a	16,95 b	12,66 c	9,68 d	8,76 d

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas ao revestimento.

Os revestimentos com adição de 10 e 15% de óleo essencial de *Cinnamomum cassia* se destacaram como os mais eficientes para a redução da perda de massa nos frutos, com 9,68 e 8,76% respectivamente, o que demonstra o potencial do uso de óleos essenciais na composição de revestimentos comestíveis.

### 3.2 Textura

Os resultados encontrados para firmeza dos frutos apresentou diferença significativa ( $p=0,0075$ ) somente para as médias dos tratamentos em 56 dias de armazenamento, com pequenas variações ao longo desse período. Os frutos S/C apresentaram uma menor textura com 1,74 N comparado com 2,16, 2,12 e 2,15 N para 5, 10 e 15% de óleo essencial de *Cinnamomum cassia* respectivamente. Já a cobertura sem adição de óleo apresentou resultados intermediários, com 1,97 N semelhantes aos demais tratamentos.

Os valores encontrados para média dos tratamentos mostraram que não houve diferença entre os frutos com cobertura e adição de OE e os sem óleo (Tabela 2).

Bolzan, (2011) estudou a firmeza de fisális ao final de 90 dias de armazenamento refrigerado e obteve o valor 0,189 kgf (1,85 N) com o mesmo diâmetro de probe (2mm), o autor observou que ao longo do período de estocagem houve a diminuição da firmeza da fruta. A textura das frutas está relacionada à perda de massa, pois quando a fruta perde massa por transpiração sucessivamente ela perderá sua firmeza.

Tabela 2: Valores de textura (N) de fisális com e sem revestimentos comestível, ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado  $5 \pm 2$  °C .

Dias	Tratamentos				
	S/C	0% OEC	5% OEC	10% OEC	15% OEC
1	1,99 ± 0,49 aA	2,06 ± 0,45 aA	2,14 ± 0,41 aA	2,06 ± 0,12 aA	1,98 ± 0,18 aA
7	1,98 ± 0,38 aA	2,02 ± 0,32 aA	2,07 ± 0,26 aA	2,25 ± 0,44 aA	2,08 ± 0,32 aA
14	2,06 ± 0,27 aA	2,28 ± 0,30 aA	2,50 ± 0,33 aA	1,98 ± 0,15 aA	2,34 ± 0,65 aA
21	2,23 ± 0,00 aA	2,39 ± 0,45 aA	2,55 ± 0,63 aA	2,18 ± 0,54 aA	2,50 ± 0,52 aA
28	2,08 ± 0,61 aA	2,21 ± 0,58 aA	2,35 ± 0,55 aA	2,39 ± 0,66 aA	2,48 ± 0,56 aA
35	1,88 ± 0,39 aA	2,10 ± 0,31 aA	2,33 ± 0,22 aA	2,20 ± 0,14 aA	2,07 ± 0,44 aA
42	1,26 ± 0,20 aA	1,60 ± 0,10 aA	1,94 ± 0,01 aA	2,00 ± 0,39 aA	2,14 ± 0,42 aA
49	1,29 ± 0,03 aA	1,61 ± 0,18 aA	1,92 ± 0,32 aA	2,02 ± 0,34 aA	1,99 ± 0,18 aA
56	1,18 ± 0,35 aA	1,47 ± 0,33 aA	1,66 ± 0,33 aA	1,99 ± 0,34 aA	1,82 ± 0,11 aA
Médias	1,77 b	1,97 ab	2,16 a	2,12 ab	2,15 a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas ao revestimento.

A firmeza está associada a composição e estrutura das paredes celulares, e ao processo de maturação e integridade das frutas. Velasquez et al., 2007 em estudo sobre a textura em diferentes graus de maturação de fisális afirmam que a diminuição da resistência mecânica e firmeza remete ao amolecimento da fruta, pois ocorre uma degradação química de hidratos de carbono, especificamente substâncias pécnicas e hemicelulares que enfraquecem a célula e a parede celular da fruta.

### 3.3 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais dos frutos controle aumentou durante o armazenamento, com diferença significativa após o 49º dia comparado com as fisális com revestimento e OE (Tabela 4). Os tratamentos com diferentes concentrações de óleo essencial não diferiram entre si ao longo do período de estocagem, os valores do S/C variaram entre 14,20 e 26,22 °Brix, enquanto para as frutas revestidas os valores variaram 13,55 a 16,15 °Brix, o que demonstra a eficiência do revestimento na qualidade das frutas, mantendo o teor de SST e retardando o pico climatérico do fruto, durante os 56 dias de armazenamento refrigerado.

Fischer e Martinez (1999), afirmam que o teor de sólidos solúveis total em fisális consiste em 80 a 95% de açúcares, esses teores aumentam durante a maturação do fruto devido oxidação de ácidos consumidos na respiração e a síntese de amido sacarose pelo fruto.

Tabela3: Sólidos solúveis totais de fisális com e sem revestimento comestível, ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado. Valores em °Brix.

Dias	Tratamentos				
	S/C	0% de OEC	05% OEC	10% OEC	15% OEC
1	14,20 ± 0,73 aC	13,87 ± 0,75 aC	13,55 ± 0,78 aA	14,53 ± 0,75 aA	13,87 ± 1,32 aA
7	14,73 ± 0,85 aC	14,98 ± 0,74 aC	15,22 ± 0,64 aA	15,23 ± 0,14 aA	14,87 ± 0,19 aA
14	15,47 ± 0,66 aC	15,32 ± 0,02 aC	15,17 ± 0,71 aA	15,02 ± 0,45 aA	15,13 ± 0,75 aA
21	16,50 ± 1,18 aC	15,67 ± 0,24 aBC	14,83 ± 0,71 aA	15,00 ± 0,47 aA	14,52 ± 1,63 aA
28	16,75 ± 0,59 aC	15,93 ± 0,46 aBC	15,10 ± 0,33 aA	15,50 ± 0,24 aA	15,67 ± 0,47 aA
35	17,15 ± 0,73 aC	16,29 ± 0,53 aBC	15,43 ± 0,33 aA	15,52 ± 0,26 aA	15,33 ± 0,47 aA
42	16,93 ± 0,09 aC	16,22 ± 0,40 aBC	15,50 ± 0,71 aA	15,62 ± 0,07 aA	15,33 ± 0,47 aA
49	21,63 ± 1,37 aB	18,90 ± 0,57 abAB	16,17 ± 0,24 bA	16,00 ± 0,94 bA	16,00 ± 0,94 bA
56	26,22 ± 4,55 aA	21,19 ± 2,86 bA	16,17 ± 1,18 cA	15,50 ± 0,24 cA	16,17 ± 0,71 cA
Média	17,73 a	16,48 b	15,24 c	15,32 c	15,21 c

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas ao revestimento.

Os resultados encontrados neste trabalho concordam com o estudo de Castro e Blair (2010), que observou um aumento do teor de sólidos solúveis para os tratamentos sem cobertura comestível, encontraram valores próximos a 17 °Brix ao final de 35 dias de armazenamento de fisális.

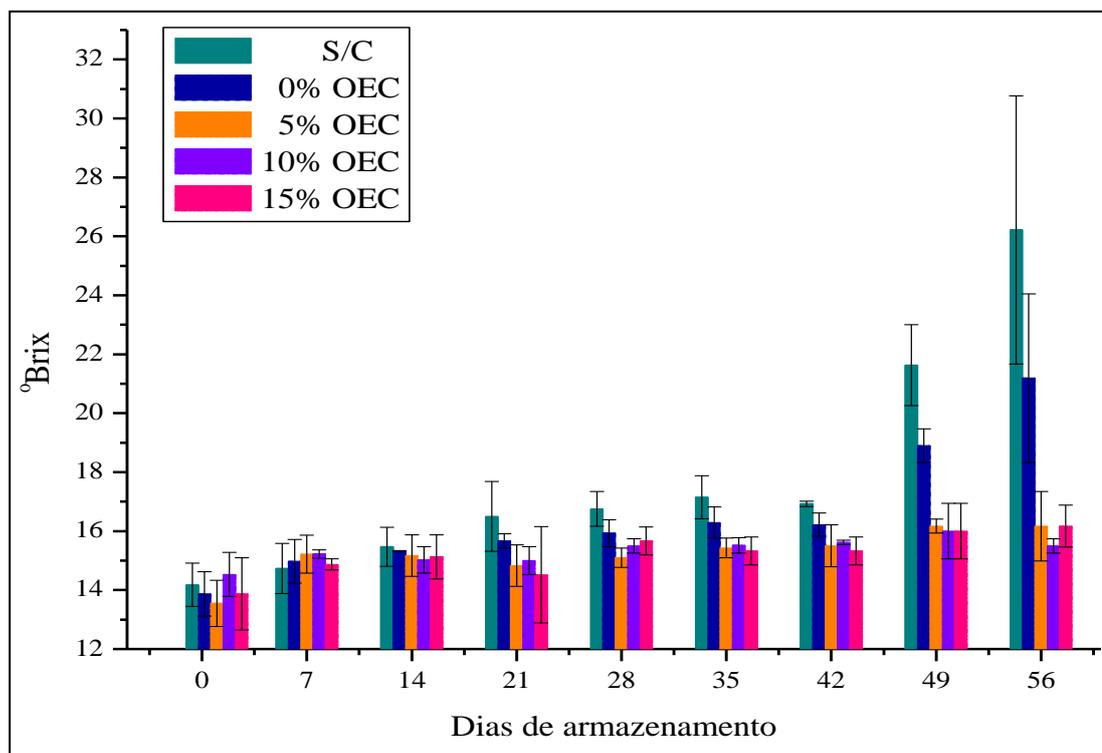


Figura 3: Sólidos solúveis totais de fisális com e sem revestimento comestível, valores em °Brix. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas a revestimento.

### 3.4 Cor

A coloração dos frutos é alterada ao longo do seu amadurecimento pela elevação dos níveis de etileno, e pode servir como padrão de vida de prateleira, tendo em vista que afeta a decisão de compra. A Tabela 4 apresenta os valores de luminosidade para as amostras de fisális com e sem cobertura comestível.

Houve redução dos valores de luminosidade ( $L^*$ ) ao longo do tempo para todos os tratamentos, mas somente nos tratamentos S/C e na concentração de 0% de óleo os resultados foram significativos ( $p=0,03$ ), no primeiro dia com 60,82, 61,72 e no dia 56 com 36,85 e 40,86 de luminosidade respectivamente. Essa redução está relacionada ao escurecimento da superfície dos frutos o que altera a luminosidade dos mesmos (Figura 4).

As diferentes concentrações de OE de *Cinnamomum cassia* utilizadas neste estudo não alteraram os valores de L\* a\* e b\* das frutas, não havendo diferença entre os tratamentos e entre os dias. Estudos confirmam que os revestimentos podem manter os padrões de cor dos frutos ao longo dos dias de armazenamento, o que propicia um aumento na vida de prateleira dos mesmos.

Tabela 4: Valores de luminosidade de fisális com e sem revestimento comestível em armazenamento refrigerado por 56 dias.

Dias	Tratamentos				
	S/C	0% OEC	5% OEC	10% OEC	15% OEC
1	60,82±2,98 aA	61,72 ± 0,65 aA	62,62±0,30 aA	58,95±6,34 aA	59,03±8,46 aA
7	59,69±7,77 aA	58,45 ± 0,04 aAB	57,21±3,96 aA	59,57±0,95 aA	62,01±7,09 aA
14	56,68±8,59 aAB	55,36 ± 0,11 aAB	54,02±5,71 aA	53,86±11,08 aA	54,33±10,50 aA
21	50,57±11,03 aAB	53,22 ± 1,32 aAB	55,88±8,02 aA	50,82±9,87 aA	55,56±7,58 aA
28	53,26±9,38 aAB	54,08 ± 0,53 aAB	54,91±7,51 aA	56,73±9,80 aA	54,47±4,77 aA
35	53,44±10,54 aAB	53,07 ± 0,81 aAB	52,70±3,03 aA	56,08±5,76 aA	55,61±0,56 aA
42	44,39±1,45 aAB	46,92 ± 0,50 aAB	49,44±1,69 aA	53,09±1,73 aA	55,43±0,78 aA
49	41,78±2,02 aAB	45,09 ± 1,27 aAB	48,40±2,80 aA	49,92±2,05 aA	49,63±5,83 aA
56	36,85±0,07 aB	40,86 ± 1,88 aB	44,88±3,75 aA	45,70±4,34 aA	51,53±1,56 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, teste de Tukey. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas ao revestimento.

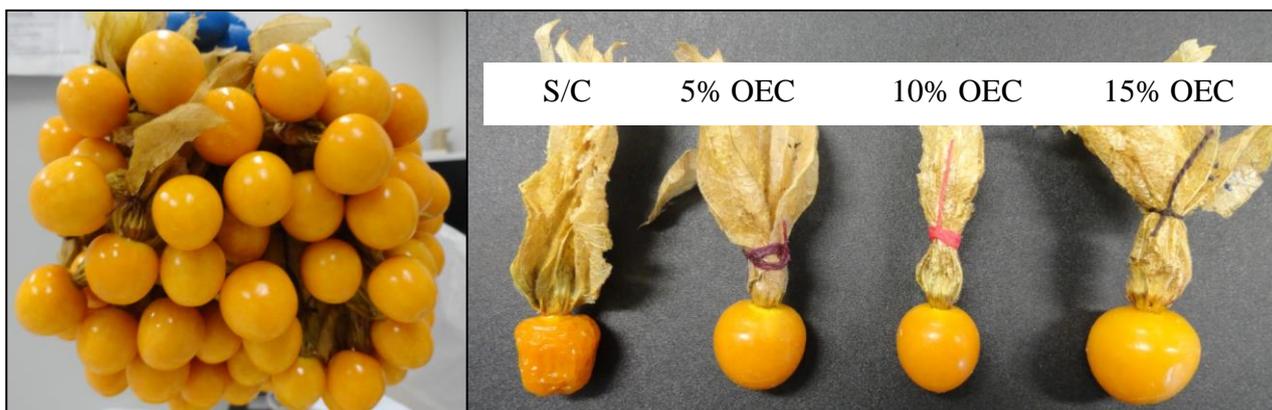


Figura 4: Característica da cor e perda de massa de *Physalis peruviana* no primeiro dia (esquerda) e ao final de 56 dias de armazenamento refrigerado. S/C: sem cobertura, concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas a revestimento.

Resultado semelhante a este estudo foi encontrado por Scartazzini (2014) e Moraes (2013) com revestimentos comestíveis a base de gelatina e HPMC respectivamente, na qual não encontram diferenças significativas nos valores de L\* a\* e b\* em fisális S/C e com cobertura comestível.

Fagundes et al., (2015) avaliaram o uso de uma cobertura comestível com HPMC e cera de abelha com três aditivos antifúngicos em tomate cereja, mesma família da fisális, e observaram a redução da luminosidade em amostras com cobertura e aumento dos valores de  $b^*$  comparado com o controle. Dessa forma a cobertura a base de cera de abelha e HPMC, utilizada pelos autores alterou a luminosidade dos tomates deixando-os mais brilhantes, e aumentou os valores de amarelo.

A diferença de cor ( $\Delta E$ ) dos frutos de fisális com e sem revestimento comestível variou 4,63 a 36,87, na qual houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) somente na média dos tratamentos (Tabela 4). Os revestimentos de 10 e 15% de OE canela obtiveram uma menor diferença de cor ( $\Delta E$ ), em relação aos demais tratamentos, esse resultado deve ser devido à manutenção da cor dos frutos de fisális, pois o cálculo leva em consideração a diferença de cor dos padrões  $L^*$   $a^*$  e  $b^*$  do dia inicial para os demais dias de armazenamento (Tabela 4).

Tabela 5: Valores de diferença de cor ( $\Delta E$ ) obtidos de fisális com e sem revestimento em armazenamento refrigerado por 56 dias

Dias	Tratamentos				
	S/C	0% OEC	5% OEC	10% OEC	15% OEC
7	12,51 ± 5,48 aA	11,99 ± 6,49 aA	12,14 ± 6,84 aA	10,98 ± 8,49 aA	9,16 ± 9,54 aA
14	10,76 ± 4,31 aA	9,98 ± 6,87 aA	10,59 ± 7,82 aA	7,34 ± 1,75 aA	8,42 ± 0,39 aA
21	13,16 ± 9,45 aA	10,28 ± 8,22 aA	7,75 ± 7,10 aA	10,27 ± 3,12 aA	9,98 ± 7,19 aA
28	15,47 ± 6,31 aA	14,55 ± 7,67 aA	13,70 ± 8,95 aA	5,25 ± 0,09 aA	13,67 ± 4,80 aA
35	15,84 ± 8,11 aA	14,36 ± 9,99 aA	14,68 ± 9,38 aA	4,63 ± 0,49 aA	6,45 ± 2,01 aA
42	25,11 ± 5,58 aA	21,84 ± 2,47 aA	19,37 ± 9,59 aA	6,45 ± 3,99 aA	11,10 ± 0,81 aA
49	27,91 ± 7,48 aA	21,64 ± 4,51 aA	16,08 ± 2,18 aA	9,60 ± 8,01 aA	9,82 ± 2,72 aA
56	36,87 ± 0,43 aA	30,61 ± 1,49 aA	24,82 ± 2,84 aA	14,44 ± 9,79 aA	8,22 ± 7,34 aA
Média	19,10 a	16,91 a	14,89 ab	8,62 b	9,85 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas ao revestimento.

### 3.5 Análise centesimal

Conhecer o valor nutritivo dos alimentos é de grande importância para traçar um perfil do mesmo, dessa forma foram realizadas análises de umidade, conteúdo de minerais ou cinzas, lipídios totais, fibras e proteína em frutos de fisális em três períodos de armazenamento, os valores encontrados estão descritos na tabela 7.

As fisális possuem alto conteúdo de água, foram encontrados valores que variam

de 80,00-84,48% ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado. Estes valores são similares ao observado por Rodrigues et. al., (2009), com 80,97 em físalis produzidas no Brasil, e 85,00 para ICBF (*Instituto Colombiano de Bienestar Familiar*) com físalis produzidas na Colômbia.

Tabela 6: Composição de *Physalis peruviana* (%) em três períodos de armazenamento dos frutos com e sem revestimento comestível para cada 100 g, armazenados a  $5 \pm 2$  °C

Dias	S/C	0% OEC	5% OEC	10% OEC	15% OEC
Umidade (%)					
1	84,48 ± 0,30	83,81 ± 0,31	83,15 ± 0,31	84,39 ± 0,54	84,18 ± 1,04
28	82,20 ± 2,56	82,36 ± 2,22	82,53 ± 1,88	83,12 ± 1,56	82,76 ± 0,84
56	80,46 ± 5,18	80,46 ± 3,97	80,47 ± 2,75	81,46 ± 3,26	80,00 ± 1,35
Média	82,38 a	82,21 a	82,05 a	82,99 a	82,31 a
Cinzas (%)					
1	2,31 ± 0,83	2,46 ± 0,05	2,61 ± 0,73	2,13 ± 0,74	2,33 ± 1,38
28	1,85 ± 0,22	2,26 ± 0,78	2,66 ± 1,34	3,49 ± 0,68	2,00 ± 0,28
56	2,23 ± 0,58	2,26 ± 0,59	2,28 ± 0,61	2,97 ± 0,95	2,12 ± 0,04
Média	2,13 a	2,32 a	2,52 a	2,87 a	2,15 a
Fibra alimentar (%)					
1	2,21 ± 0,22	2,12 ± 0,16	2,02 ± 0,10	3,46 ± 0,45	4,16 ± 0,26
28	2,35 ± 0,72	2,48 ± 0,97	2,60 ± 1,21	2,94 ± 1,19	2,76 ± 1,42
56	2,17 ± 0,97	2,24 ± 1,01	2,31 ± 1,05	1,91 ± 0,07	2,72 ± 0,12
Média	2,24 a	2,28 a	2,31 a	2,77 a	3,21 a
Proteína (%)					
1	1,18 ± 0,08	1,19 ± 0,02	1,19 ± 0,04	1,14 ± 0,09	1,01 ± 0,12
28	1,41 ± 0,30	1,33 ± 0,18	1,25 ± 0,05	1,15 ± 0,13	1,20 ± 0,01
56	1,14 ± 0,04	1,14 ± 0,02	1,14 ± 0,08	1,22 ± 0,11	1,15 ± 0,04
Média	1,24 a	1,22 a	1,19 a	1,17 a	1,12 a
Lipídios Totais (%)					
1	0,37 ± 0,03	0,26 ± 0,05	0,15 ± 0,07	0,10 ± 0,11	0,07 ± 0,02
28	0,27 ± 0,15	0,22 ± 0,11	0,17 ± 0,07	0,21 ± 0,04	0,13 ± 0,01
56	0,39 ± 0,19	0,30 ± 0,06	0,22 ± 0,08	0,36 ± 0,04	0,17 ± 0,02
Média	0,35 a	0,26 ab	0,18 b	0,22 ab	0,12 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. S/C: sem cobertura. Concentrações de 0, 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), adicionadas a revestimento. UM: umidade, CZ: cinza, FB: Fibra bruta, PR: proteína e LT: lipídeos totais.

Os tratamentos com e sem revestimento comestível não influenciaram nos valores de umidade, cinzas, proteína e fibra bruta das fisális entre os dias e tratamentos. A média do valor de umidade para o dia 56 foi menor em comparação entre outros dias com 80,57%, esse valor está relacionado à perda de água por transpiração do fruto, pois quanto maior a perda de água menor será a umidade.

Para lipídios totais foi encontrada diferença significativa entre as médias dos tratamentos, na qual o tratamento com maior quantidade de lipídios foi o sem cobertura, com 0,35g em 100g de fruto. A solução filmogênica a base de água pode ter removido ainda mais a cera natural presente no fruto de fisális, dessa forma, os teores de lipídios encontrados para o fruto com cobertura é justificado. Estudos realizados com *Physalis peruviana* indicam que o conteúdo de lipídios é variável, Díaz et al., (2015), encontrou 0,48 g já Xavier et al., (2011) 0,05 g dessa forma a origem da fruta pode influenciar nestes teores.

#### 4. CONCLUSÃO

- ✓ A adição de OE no revestimento comestível retardou o pico climatérico dos frutos de fisális, o que adiou a maturação do fruto, comprovado pelos resultados obtidos em sólidos solúveis, perda de massa e firmeza, na qual os frutos com cobertura se mantiveram viáveis por mais tempo com aumento de até 28 dias na de vida de prateleira;
- ✓ Os revestimentos comestíveis com adição de óleo essencial de *Cinnamomum cassia* nas concentrações de 10 e 15% apresentaram menor perda de massa;
- ✓ As fisális sem revestimento obtiveram decréscimo nos valores de luminosidade e diferença de cor ( $\Delta E$ );
- ✓ Os resultados da análise centesimal mostraram que o revestimento comestível e o período de armazenamento, não influenciaram na composição nutricional dos frutos em 56 dias de estocagem.

### CAPÍTULO III

#### EFEITO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE AMIDO E GELATINA INCORPORADO COM ÓLEO ESSENCIAL NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE *Physalis peruviana*

##### RESUMO

Revestimentos comestíveis com adição de diferentes concentrações de óleo essencial de *Cinnamomum cassia* foram elaborados para determinar seu efeito na qualidade microbiológica e sensorial de *Physalis peruviana*. Foi realizada a caracterização do óleo essencial quanto a composição por CG-MS e atividade antimicrobiana. As avaliações microbiológicas (contagem de mesófilos aeróbios, psicrotróficos e bolores e levedura, coliformes e *Salmonella* sp.) foram realizadas a cada sete dias ao longo de 56 dias de armazenamento refrigerado de fisálias com revestimento e adição de 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela. A análise de aceitação sensorial dos frutos com e sem revestimentos foram avaliadas por 60 julgadores em escala hedônica a cada sete dias ao longo de 56 dias. O principal componente do óleo essencial de *Cinnamomum cassia* é o cinamaldeído com 79,93 %, a concentração inibitória mínima encontrada para *E.coli* ATCC 25922 , *S. aureus* ATCC 23235, *C. albicans* 90028, *P. aeruginosa* ATCC 27853e *Salmonella* sp. ATCC 13076 foi de  $250\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ , considerado uma média atividade antimicrobiana. Os revestimentos comestíveis diminuíram a contagem de bolores e leveduras e a contaminação por coliformes, mas não foi eficiente para mesófilos aeróbios e psicrotróficos. Houve uma redução da aceitação sensorial dos frutos sem cobertura ao 35º dia o que não aconteceu com os frutos cobertos.

##### 1. INTRODUÇÃO

Frutas e hortaliças de ambientes tropicais, após serem colhidas apresentam processo de maturação e deterioração mais acelerado, por conta das mudanças bioquímicas e fisiológicas, além dos procedimentos de acondicionamento e práticas de manuseio adotadas inadequadamente (ASSIS et al., 2009). Dessa forma o controle do crescimento microbiano em alimentos, se torna necessário.

A cobertura comestível é uma tecnologia muito utilizada para preservar a qualidade e segurança dos alimentos, dentre elas se destaca os revestimentos incorporados a antimicrobianos naturais. Estes revestimentos podem ser elaborados a partir de biopolímeros, que são de fontes renováveis e biodegradáveis, dessa forma diminuem o impacto do acúmulo de embalagens ao meio ambiente.

Os processos de deterioração ou de oxidação microbiana alteram o sabor, o odor, e até mesmo a cor dos alimentos, o que pode acarretar a perda de valor nutricional devido a destruição de substâncias benéficas, como as vitaminas e proteínas

(BARBOSA-PEREIRA et al., 2014 ; LLANA-RUIZ-CABELLO et al., 2015).

Nesse sentido os óleos essenciais incorporados a revestimentos comestíveis são estudados com mais frequência, pois podem ser considerados aditivos naturais e reduzem a contaminação por micro-organismos em alimentos.

Os óleos essenciais são compostos voláteis complexos, caracterizadas por um forte odor e são formados por plantas aromáticas com metabólitos secundários. Podem ser obtidos por hidrodestilação a partir de material vegetal (folha, raiz, caule, semente, etc.). São conhecidos cerca de 3.000 óleos essenciais, dentre estes 300 são comercialmente importantes para as indústrias farmacêuticas, agrônômica, de alimentos, produtos sanitários, cosméticos e perfumes (BAKKALI et al., 2007).

No presente estudo o óleo essencial *Cinnamomum cassia* foi utilizado como constituinte de um revestimento comestível a base de gelatina e fécula de batata, aplicado por imersão no fruto de fisális pela sua conhecida atividade antimicrobiana (KOCEVSKI et al., 2013 ; SHENG e ZHU, 2014), e por ser uma plastificante natural.

Sabendo da importância dos micro-organismos na deterioração dos alimentos e na saúde humana, o presente estudo tem como objetivo, avaliar o efeito de um revestimento comestível antimicrobiano na qualidade microbiológica e sensorial de *Physalis peruviana*, assim como caracterizar o óleo essencial de *Cinnamomum cassia*, quanto a sua composição e ação antimicrobiana.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Grande Dourados. A elaboração das coberturas, e as análises microbiológicas, foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Ciência da Saúde (LPCS), a análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial (LANASE), e a cromatografia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

### 2.1 Matéria-prima

Foram utilizados frutos da espécie *Physalis peruviana* de uma plantação localizada em Cambuí, Minas Gerais. Os frutos foram colhidos no estágio verde-maduro e transportados até o local de pesquisa em Dourados. As fisális foram selecionadas por grau de maturação amarelo-alaranjado, tamanho e integridade física. As sépalas foram mantidas para posterior imersão da fruta no revestimento. Foram higienizadas com água destilada e hipoclorito de sódio (Vetec Química fina) a 150 ppm

por três minutos, e secas naturalmente.

Na preparação da solução filmogênica foram utilizado óleo essencial de *Cinnamomum cassia* adquirido da empresa FERQUIMA Indústria e Comércio Ltda e a gelatina tipo A (*Bloom* = 240, diâmetro de partícula = 50 mesh) da empresa GELITA DO BRASIL e fécula de batata (Yoki) adquirida no comércio local.

## 2.2 Elaboração das soluções filmogênicas

Para o preparo das soluções e recobrimento das frutas buscou-se adaptar a metodologia adotada por Fakhouri e Grosso (2003). A cobertura foi obtida hidratando-se gelatina em água destilada autoclavada por 1h (7,5 g de gelatina para 150ml de água destilada). A solução de fécula de batata (4,5g para 150 ml de água destilada) e a da gelatina foram aquecida separadamente em banho-maria a 70 °C por 10 minutos.

A solução de fécula de batata foi acrescentada a de gelatina sob agitação magnética para a homogeneização da mesma. As concentrações de óleo essencial de canela a 5%, 10% e 15% (v/v) em relação ao peso da macromolécula (gelatina e amido) foram adicionadas após o resfriamento da solução com agitação magnética (Biomixer 78 HW-1).

## 2.3 Cromatografia gasosa do óleo essencial *Cinnamomum cassia*

As análises foram realizadas empregando-se um cromatógrafo gasoso (GC-2010 Plus, Shimadzu, Kyoto, Japão) com detector de massas (GC-MS 2010 Ultra) usando uma coluna capilar de sílica fundida DB-5 (60 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro x 0,25 µm de espessura de filme). As temperaturas do detector e da linha de transferência foram 280°C e 300°C, respectivamente.

As identificações foram realizadas empregando os índices de retenção calculados usando a mesma mistura de alcanos lineares (C<sub>7</sub>-C<sub>40</sub>) como referência externa (Van den Dool e Kratz, 1963) associadas índices obtidos na literatura e à análise dos espectros de massas das amostras comparados com as bases de dados (NIST21 e WILEY229)

## 2.4 Concentração Inibitória Mínima (CIM)

Foram testadas as espécies padrões, *Candida albicans* ATCC 90028, *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e *Salmonella* sp. ATCC 13076. Os micro-organismos foram reativados em caldo BHI (*Brain hearth infusion*) por 24h em estufa a 37° C e foram

semeadas em Agar Müller Hinton (MH), e incubadas por mais 24h a 37° C, para obtenção das culturas puras (Metodologia adaptada de Brazão, 2012).

Pesou-se 0,025g (m/v) do óleo essencial de canela e adicionou em 50µl de Tween 20 e 10 mL de caldo MH esterilizado para a obtenção de uma solução estoque. Foram utilizadas as seguintes concentrações: 1000; 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,6; 7,8 µg/mL, para obter a concentração correspondente ao CIM do OE canela.

Nos ensaios de microdiluição foram utilizados 100 µL de cada concentração: 1000, 500, 250, 125 até 7,8 µg/mL do óleo de canela diluídos em caldo MH, em seguida adicionou-se 100 µL do inóculo bacteriano em cada poço da microplaca. A microplaca foi incubada a 35° C por 24 horas, após esse período foi adicionado a cada poço 10 µL de um marcador chamado resazurina a 0,01%, e foi novamente incubado por mais duas horas.

A concentração inibitória mínima se dá como a menor concentração capaz de inibir o crescimento microbiano evidenciado pela coloração ou por boton formado na microplaca.

## 2.5 Determinação de susceptibilidade de micro-organismos (disco difusão)

Os óleos essenciais foram avaliados pelo método difusão em ágar, quanto seu potencial de inibição contra cinco micro-organismos, *Candida albicans* ATCC 90028, *Staphylococcus aureus* ATCC 23235, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e *Salmonella* sp. ATCC 13076.

O óleo essencial de canela cássia foi diluído em água destilada esterilizada e Tween 20 (10% v/v), nas concentrações de 10, 25, 50 e 100%, adaptado de Borges et al., (2013). Placas com ágar Mueller Hinton foram semeadas com o auxílio de um swab com os micro-organismos descritos acima. Os discos de papel filtro (6mm) com 20 µL de cada concentração de óleo essencial de canela, foram colocado ao centro da placa inoculada, e o raio da inibição foi mensurado e os resultados expressos em mm de inibição.

## 2.6 Elaboração das soluções filmogênicas

Para o preparo das soluções e recobrimento das frutas buscou-se adaptar a metodologia adotada por Fakhouri e Grosso (2003). A cobertura foi obtida hidratando-se gelatina em água destilada autoclavada por 1h (7,5 g de gelatina para 150ml de água destilada). A solução de fécula de batata (4,5g para 150ml de água destilada) e a da

gelatina foram aquecida separadamente em banho-maria a 70 °C por 10 minutos.

A solução de fécula de batata foi acrescentada a de gelatina sob agitação magnética para a homogeneização da mesma. As concentrações de óleo essencial de canela a 5%, 10% e 15% (m/v) em relação ao peso da gelatina+fécula de batata foram adicionadas após o resfriamento da solução com agitação magnética (Biomixer 78 HW-1).

#### 2.6.1 Recobrimento das *Physalis peruviana* L.

As fisális foram recobertas pela técnica de imersão, permanecendo 1min na solução. Após esse período, as frutas recobertas foram mantidas suspensas através do cálice para a retirada do excesso e secagem da solução a temperatura de 18°C durante 12h.

Foram preparados 5 lotes correspondentes a cada tratamento estudado. No tratamento 1, as fisális não foram higienizadas, já as sem cobertura foram denominadas como controle ou tratamento 2. No tratamento 3, 4 e 5 as fisális foram imersas na solução de GEL+AMI com 5, 10 e 15% (p/v) de óleo essencial de canela cássia respectivamente. Após a secagem, os frutos foram acondicionados em bandejas de polipropileno e mantidos sob-refrigeração à temperatura de 5±2°C, para o estudo de vida útil durante 56 dias com retiradas de amostras para análises físico-químicas no 1°, 7°, 14°, 21°, 28°, 35°, 42°, 49° e 56° dias.

#### 2.7 Caracterização microbiológica das *Physalis peruviana* L.

As condições sanitárias das fisális não higienizadas, controle e com cobertura comestível foram caracterizadas a cada sete dias durante o período de armazenamento de 56 dias. Foram realizadas as seguintes análises: coliformes a 35-45°C pela técnica de tubos múltiplos, mesófilos aeróbios, psicrotróficos, bolores e leveduras pela técnica de contagem em placas e *Samonella* sp ausência/presença . As análises microbiológicas da fisális foram realizadas de acordo com ANVISA/RDC 12 (BRASIL 2001) e APHA (2001).

#### 2.8 Análise sensorial

As amostras de fisális com ou sem revestimento comestível foram submetidas ao teste de aceitação e avaliadas por 60 julgadores não treinados ao longo de 56 dias de armazenamento. Realizaram-se testes hedônicos para os atributos: cor, odor, aparência e aceitação global com escala hedônica de 9 pontos, variando de gostei muitíssimo até

desgostei muitíssimo (Anexo I) ( Metodologia modificada de Carpenter, Lyon e Hasdell (2000).

Os julgadores receberam as amostras controle, e revestimento comestível com 5, 10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC), simultaneamente em recipiente de polietileno. As amostras foram codificadas com números de 3 dígitos aleatoriamente.

## 2.9 Análise estatística

O programa Assistat 7.7 (Campinas, SP) foi usado para calcular as análises de variância (ANOVA) e o teste de Tukey empregado para determinar as diferenças entre as médias no intervalo de 95% de confiança.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Cromatografia do óleo essencial *Cinnamomum cassia*

A composição química do óleo essencial *Cinnamomum cassia* foi caracterizada utilizando um CG-MS, e 90,06% dos compostos foram identificados, os cinco compostos o tempo de retenção, índice de retenção, são listados na Tabela 1.

O óleo essencial foi extraído por arraste a vapor das folhas de cascas e galhos da *Cinnamomum cassia*, os resultados mostraram que os principais componentes são o Cinamaldeído (79,93%), Metoxi cinamaldeído (5,86%). O composto minoritário foi Coahuilensol, metil éter com 1,27%.

Tabela 7: Principais compostos presentes no óleo essencial de *Cinnamomum cassia* obtido por destilação das folhas e galhos

	Constituintes	TR	IR	CR %
1	Cinamaldeído	22.279	1270	79,93
2	Metoxi cinamaldeído	32.776	1530	5,86
3	Benzaldeído	8.533	960	1,53
4	Salicilaldeído	11.745	1043	1,50
5	Coahuilensol, metil éter	16.993	1164	1,27

TR: Tempo de retenção (min), IR: Índice de Retenção, CR: Composição relativa %

Chang et al., (2013) avaliando a composição de *Cinnamomum cassia* identificaram 16 compostos e, o cinamaldeído foi o segundo constituinte principal com 42,37%, o óleo foi obtido da casca do caule da planta. Já Zhang et al. (2015) não

relataram em seu trabalho a parte da planta que foi realizada a extração do OE e os autores identificaram o cinamaldeído como o principal constituinte com 92,40%.

Luz et al., (2014), estudaram a produção do óleo essencial de *Melissa officinalis* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações, e confirmaram que a época de cultivo da planta (verão/inverno) alterou as concentrações dos constituintes principais do óleo, dessa forma a variabilidade de concentrações de cinamaldeído em óleos essenciais de *Cinnamomum cassia* pode ser alterada pela época de colheita, genótipo, processo de secagem, e a parte destilada da planta.

### 3.2 Concentração inibitória mínima (CIM) e susceptibilidade de micro-organismos ao óleo essencial de *Cinnamomum cassia*

A concentração inibitória mínima foi determinada pela técnica de microdiluição em placa. Os resultados estão descritos na Tabela 2. As concentrações 7,8, 15,6 e 31,25 µg /mL foram consideradas como um ótimo efeito antimicrobiano, já 62,5, 125 e 250 µg /mL média atividade, enquanto que as concentrações de 500 e 1000 µg /mL inativo (CLSI 2009).

Tabela 8: Concentração inibitória mínima (CIM) e halos de inibição *Cinnamomum cassia* frente a cinco micro-organismos.

Micro-organismos	Gram	CIM (µg /mL)	Halo de inibição (mm)			
			C100%	C50%	C25%	C10%
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	≥250*	40 ± 0,3	36 ± 0,0	34 ± 0,0	30 ± 0,0
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	+	≥250*	50 ± 0,6	50 ± 0,0	46 ± 0,1	38 ± 0,2
<i>C. albicans</i> ATCC 90028	lv	≥250*	42 ± 0,1	40 ± 0,2	40 ± 0,1	28 ± 0,0
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	-	≥250*	30 ± 0,2	30 ± 1,0	27 ± 0,6	25 ± 1,0
<i>Salmonella</i> sp. ATCC 13076	-	≥250*	42 ± 0,0	35 ± 0,4	35 ± 1,0	30 ± 0,1

µg /mL: Micrograma por mL, mm: milímetro, C 100, 50, 25, 10%: concentrações, lv levedura, + positivo, - negativo e \*média atividade antimicrobiana.

Os resultados da CIM indicam que o óleo essencial de *Cinnamomum cassia* apresentou média atividade antimicrobiana para todos os micro-organismos testados, já a técnica de difusão em ágar mostrou valores diferenciados de halos de inibição na qual variou de 25-30 mm para *P. aeruginosa* ATCC 27853 (menor atividade antimicrobiana) e 38-50 mm para *S. aureus* ATCC 25923 (maior atividade antimicrobiana) de acordo com o diâmetro de halo de inibição (Figura 2). Essa diferença pode ser devido a

estrutura da parede celular das bactérias gram positiva (+) e negativa (-), na qual a gram negativa possui uma membrana celular extra diferentemente da gram positiva, dessa forma as positivas como *S. aureus* podem ser mais susceptíveis a ação de antimicrobianos (OUSSALAH et al., 2007).

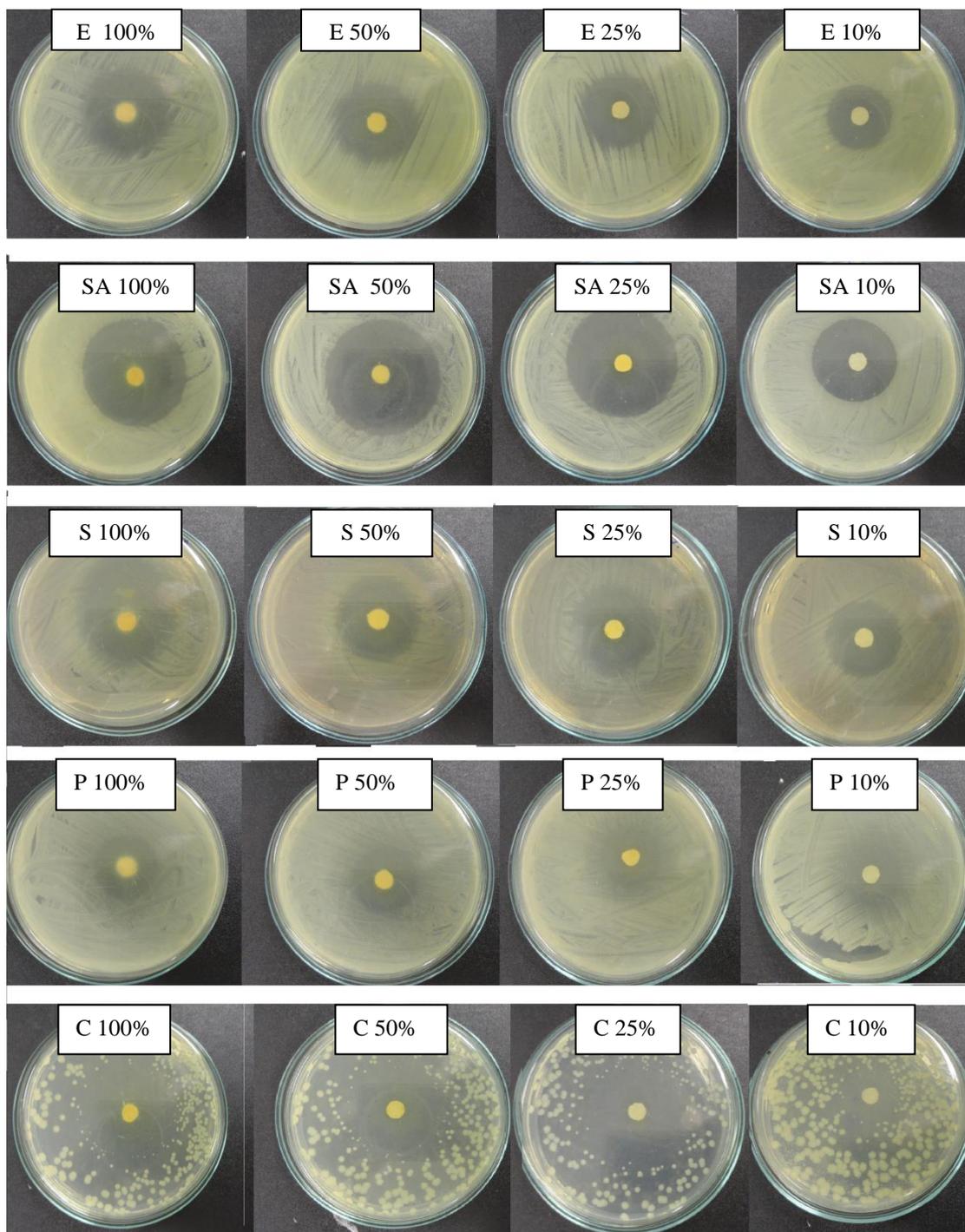


Figura 5: Teste de susceptibilidade de cinco micro-organismos em contato com óleo essencial de *Cinnamomum cassia* (halos de inibição). E: *E. coli*, SA: *S.aureus*, S: *Salmonella* sp., P: *Pseudomonas aeruginosa*, C: *Candida albicans*.

Oussalah et al., (2007) em estudo da atividade antimicrobiana com 28 óleos essenciais contra bactérias patogênicas (*E. coli* O157: H7, *S. Typhimurium* SL1344, *S. aureus* ATCC 29213 e *L. monocytogenes* 28121, relatam o potencial efeito de *Cinnamomum cassia*, na qual se destacou entre cinco dos melhores resultados com a Concentração Inibitória mínima  $\leq 0,05\%$  (vol / vol) pela técnica de diluição em ágar, comprovando sua eficiente ação antimicrobiana.

Zhang et al., (2015), determinou a CIM e os halos de inibição (técnica de difusão em ágar, disco impregnado com 5 $\mu$ l) do óleo essencial *Cinnamomum cassia* em duas bactérias patogênicas, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Escherichia coli* ATCC 25922 e, obteve os valores de  $28,7 \pm 2,0$  mm e  $19,2 \pm 1,3$  mm de halos de inibição respectivamente e CIM de 1,0 mg/mL para ambas. Conferindo com o presente estudo na qual encontrou maiores halos de inibição para *S. aureus* variando entre 38-50 mm.

Sobre o mecanismo de ação de *Cinnamomum cassia*, Zhang et al., (2015), afirmam que o óleo atua sobre a membrana citoplasmática do micro-organismo, e afeta sua integridade, liberando os ácidos nucleicos e as proteínas acarretando o mau funcionamento da célula.

Os micro-organismos mesófilos e psicrotróficos presentes em alimentos podem se comportar como deterioradores, como *Pseudomonas* sp. e patogênico como *E. coli*. Os resultados da CIM comprovaram a ação antimicrobiana do OE de *Cinnamomum cassia*, para vários micro-organismos, dessa forma, os óleos essenciais é uma alternativa para ser adicionado em alimentos, pois podem reduzir a carga microbiana do mesmo e retardar o processo de deterioração.

### 3.3 Qualidade microbiológica de *Physalis peruviana* submetida a revestimento comestível de acordo com a ANVISA

#### 3.3.1 *Salmonella* sp. e Coliformes

No Brasil a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) é responsável pelo controle de micro-organismos em alimentos, a legislação vigente a RDC nº 12 de 2001, preconiza a ausência de *Salmonella* sp. em 25 g de alimento e um limite tolerável de até  $2 \times 10^3$  (3,3 log) UFC/g para Coliformes a 45 °C (fecais) em frutas *in natura* (Anexo II).

Os tratamentos avaliados não apresentaram coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp., dessa forma as frutas estavam em condições sanitárias satisfatórias, dentro dos limites aceitáveis de consumo pela legislação vigente. Os coliformes totais ou a 35 °C foram

mensurados e os resultados são expressos em Log de NMP/g de alimento (Figura 1). A concentração de 5% de OE *Cinnamomum cassia* foi eficiente e reduziu o crescimento dos micro-organismos do grupo dos coliformes, já a concentração de 15% inibiu completamente, dessa forma estas duas concentrações se destacaram com o menor Log de NMP/g.

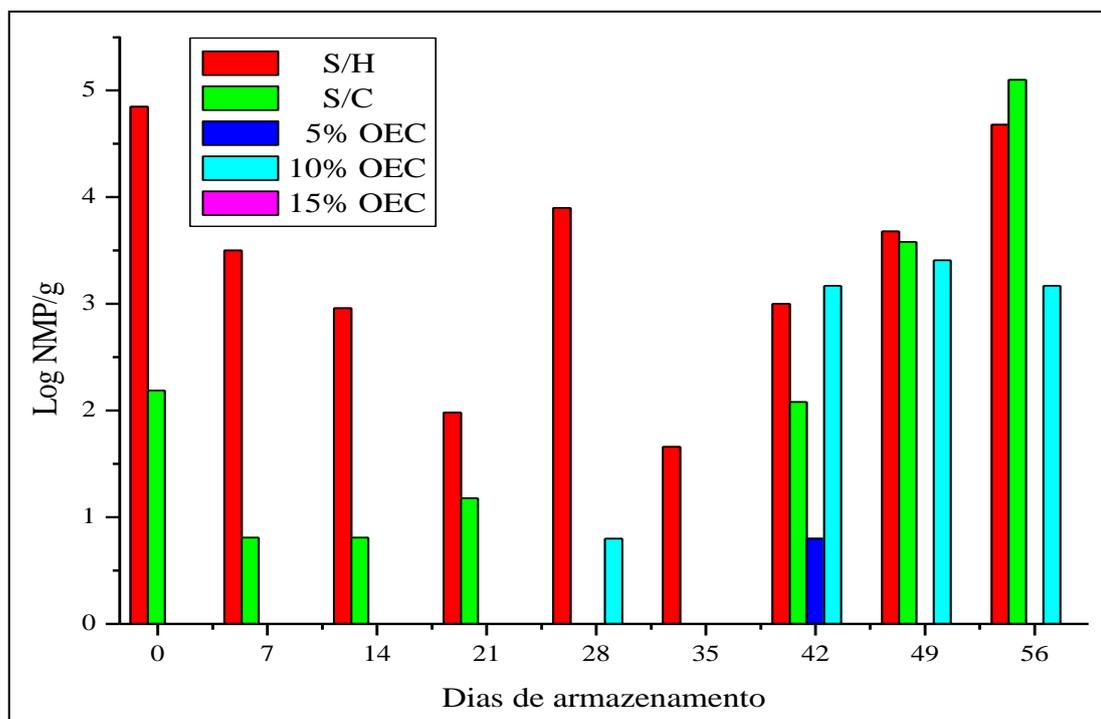


Figura 6: Log de NMP/g de Coliformes a 35°C em *Physalis peruviana* com e sem revestimento comestível. Concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC). S/H: sem higienização, S/C sem cobertura.

Os valores encontrados no tratamento não higienizado e controle (sem revestimento) comprova a eficiência da higienização com hipoclorito de sódio, pois houve redução de 1,55 Log de NMP/g, já se compararmos o controle com a concentração de 15% de OE *Cinnamomum cassia* houve uma redução de 1,75 Log de NMP/g comprovando que o revestimento comestível enriquecido com óleo essencial inibiu o crescimento de bactérias do grupo coliformes.

### 3.3.2 Contagem total de micro-organismos mesófilos aeróbios e psicrotróficos

As análises de contagem padrão de mesófilos aeróbios e psicrotróficos podem traçar um perfil das condições sanitárias do alimento, não há uma norma vigente que define o limite aceitável desses micro-organismos, mas acima de  $10^6$  UFC/g os mesmos podem produzir toxinas e causar danos a saúde humana.

A Tabela 3 apresenta os resultados de mesófilos aeróbios, e psicrotróficos, nota-

se que as médias dos dias de armazenamento não diferiram entre si pelo teste de Tukey, mas se observarmos somente os valores, o revestimento comestível de 5 % de *Cinnamomum cassia* ao final dos dias de armazenamento, mostrou uma redução 1 Log de UFC/g se comparado com o S/C, ou seja, aproximadamente 4.883 UFC/g de alimento. Foi observado para psicrotróficos, uma redução de 2 Logs entre frutos com revestimento comestível e fruto sem higienização.

Sánchez et al., (2014) em estudo com métodos de processamento alternativo para conservação de fisális com danos, rachaduras e outros, elaboraram uma polpa crua do fruto e avaliou dentre outros parâmetros a qualidade microbiológica, e obteve o valor de 5.000 UFC/g de alimento, para mesófilos aeróbios. Os valores encontrados pelos autores e neste estudo remetem a alta concentração de micro-organismos encontrados em fisális, isso pode ser devido a falhas na higienização do fruto ou a uma grande contaminação presente no mesmo.

Tabela 9: Média dos dias para contagem de mesófilos aeróbios e psicrotróficos em fisális com e sem revestimento comestível armazenadas a  $5 \pm 2$  °C em Log de UFC/g

Tratamentos	Mesófilos aeróbios	Psicrotróficos
S/H	4,86 $\pm$ 0,99 a	4,30 $\pm$ 0,02 a
Controle	4,33 $\pm$ 1,35 ab	3,21 $\pm$ 1,27 ab
05% OEC	3,24 $\pm$ 0,20 b	2,08 $\pm$ 0,50 b
10% OEC	3,50 $\pm$ 0,92 b	2,17 $\pm$ 0,60 b
15% OEC	3,61 $\pm$ 0,67 b	2,34 $\pm$ 0,80 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade.  $\pm$  desvio padrão. Concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC). S/H: sem higienização.

Vários trabalhos relatam a ação antimicrobiana do OE de *Cinnamomum cassia* para diferentes micro-organismos (SHENG e ZHU, 2014; KOCEVSKI et al., 2013; CHAUDHRY e TARIQ, 2006, entre outros), mas neste estudo com soluções filmogênicas, as concentrações utilizadas não foram eficientes para controlar o crescimento de mesófilos e psicrotróficos, dessa forma novas pesquisas devem ser realizadas para aplicação em revestimentos comestíveis.

### 3.3.3 Bolores e leveduras

Para a contagem de bolores e leveduras os revestimentos comestíveis incorporados com OE de *Cinnamomum cassia*, mostraram diferença significativa

somente entre os tratamentos. As concentrações de 10 e 15% obtiveram melhores resultados quando comparados ao controle, com redução de 1,15 e 1,25 Log respectivamente (Tabela 4). Esses resultados sugerem uma maior ação antifúngica do óleo essencial de *Cinnamomum cassia* quando adicionadas a revestimentos comestíveis (figura 3), o que pode retardar o processo de deterioração dos frutos, tendo em vista que existem várias espécies de fungos deterioradores em alimentos.

Mohammadia et. al., (2015) elaboraram um revestimento comestível com quitosana e OE *Cinnamomum zeylanicum* para aumentar a vida de prateleira de pepinos, e obtiveram ao longo de 18 dias de armazenamento, uma menor contagem de bolores e leveduras para o revestimento de quitosana com adição do OE *Cinnamomum zeylanicum*, em relação ao revestimento elaborado somente com a quitosana.

Tabela 10: Contagem de bolores e leveduras de fisális com e sem revestimento comestível armazenadas a  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  em Log de UFC/g

Dias	Tratamentos				
	S/H	Controle	05% OEC	10% OEC	15% OEC
1	5,76 $\pm$ 0,72 aA	5,59 $\pm$ 0,64 aA	3,10 $\pm$ 0,88 aA	4,45 $\pm$ 4,45 aA	5,27 $\pm$ 1,32 aA
7	6,21 $\pm$ 0,24 aA	5,35 $\pm$ 1,42 aA	5,02 $\pm$ 0,07 aA	3,99 $\pm$ 0,07 aA	3,47 $\pm$ 0,00 aA
14	6,41 $\pm$ 1,32 aA	4,04 $\pm$ 0,61 aA	4,47 $\pm$ 0,00 aA	4,20 $\pm$ 0,04 aA	3,61 $\pm$ 0,19 aA
21	5,88 $\pm$ 1,65 aA	4,82 $\pm$ 0,92 aA	5,20 $\pm$ 1,02 aA	4,32 $\pm$ 0,21 aA	3,58 $\pm$ 1,26 aA
28	6,35 $\pm$ 1,46 aA	6,16 $\pm$ 1,43 aA	3,97 $\pm$ 0,70 aA	4,32 $\pm$ 2,43 aA	2,97 $\pm$ 1,36 aA
35	6,49 $\pm$ 0,83 aA	5,78 $\pm$ 2,18 aA	5,09 $\pm$ 1,77 aA	4,75 $\pm$ 1,75 aA	4,86 $\pm$ 1,61 aA
42	6,01 $\pm$ 1,64 aA	6,39 $\pm$ 1,41 aA	4,77 $\pm$ 0,98 aA	5,11 $\pm$ 0,20 aA	5,43 $\pm$ 1,36 aA
49	6,93 $\pm$ 0,86 aA	6,39 $\pm$ 1,59 aA	4,28 $\pm$ 1,04 aA	3,92 $\pm$ 2,04 aA	4,55 $\pm$ 3,17 aA
56	7,29 $\pm$ 0,56	5,88 $\pm$ 2,46 aA	4,70 $\pm$ 0,54 aA	5,03 $\pm$ 1,10 aA	5,46 $\pm$ 1,48 aA
Médias	6,37 a	5,60 ab	4,51 bc	4,45 c	4,35 c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade.  $\pm$  desvio padrão. Concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC). S/H: sem higienização.

Um estudo conduzido por Azarakhsha et al., (2014), com revestimento comestível a base de alginato e adição de diferentes concentrações de óleo essencial de erva cidreira, comprova que a adição de óleos essenciais com propriedades antimicrobianas podem reduzir a contagem de fungos nos alimentos. No estudo os autores observaram uma redução de até 3 Logs em abacaxi minimamente processado, cobertos com revestimento antimicrobiano ao final de 16 dias de armazenamento.

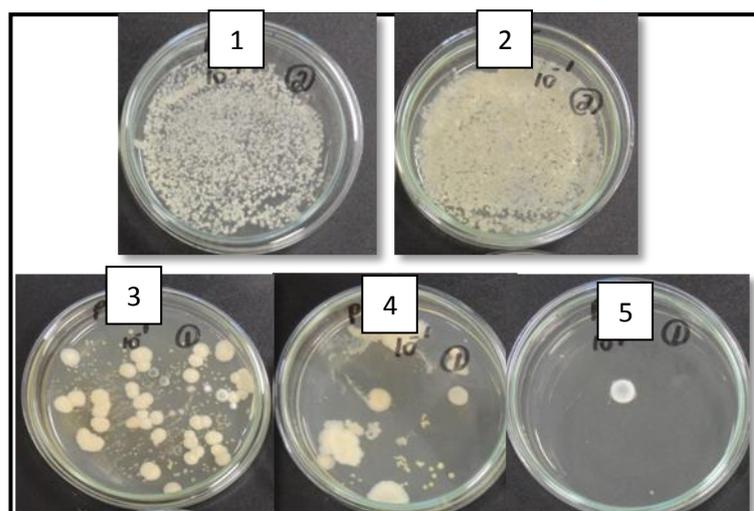


Figura 7 : Contagem de bolores e leveduras ao 7º dia de armazenamento dos frutos de fisális. 1 fruto sem higienização, 2 fruto controle, 3,4 e 5 frutos com cobertura de 5, 10 e 15% de OEC respectivamente.

### 3.4 Avaliação sensorial

Para avaliação da aceitação dos frutos com e sem revestimento os parâmetros, cor, aparência, odor e aceitação global, foram julgadas e, as fisális com revestimento de 5, 10 e 15% de OEC receberam melhores notas até o final dos 56 dias de armazenamento não diferindo entre si. Os frutos controle obtiveram uma redução da aceitação sensorial para todos os parâmetros a partir do 35º dia, com o menor valor de 3,15 para aparência no 56º dia (Figura 4).

Quanto ao parâmetro do odor os revestimentos comestíveis a base de amido e gelatina com adição de OE *Cinnamomum cassia* apresentou bons resultados que variam entre 7,73 a 7,10, dessa forma não interferiram na aceitação, ou seja, o cheiro característico da canela não desagradou os julgadores.

Resultado semelhante foram observados por Xing et al., (2011) com pimenta doce e revestimento comestível com adição de OE de canela. As pimentas controle apresentaram menor aceitabilidade após 35 dias de armazenamento a 8 ° C.

Guerra et al., (2015), elaboraram um revestimento comestível a base de quitosana e óleo essencial de *Mentha* sp. e submeteram os frutos de tomate cereja a testes de aceitação e preferência em diferentes intervalos de tempo. Os autores não encontraram diferenças significativas entre os frutos com e sem cobertura para os parâmetros avaliados na aceitação sensorial. Dessa forma a formulação utilizada na elaboração do revestimento comestível pode alterar ou não, a aceitação do produto pelos

consumidores.

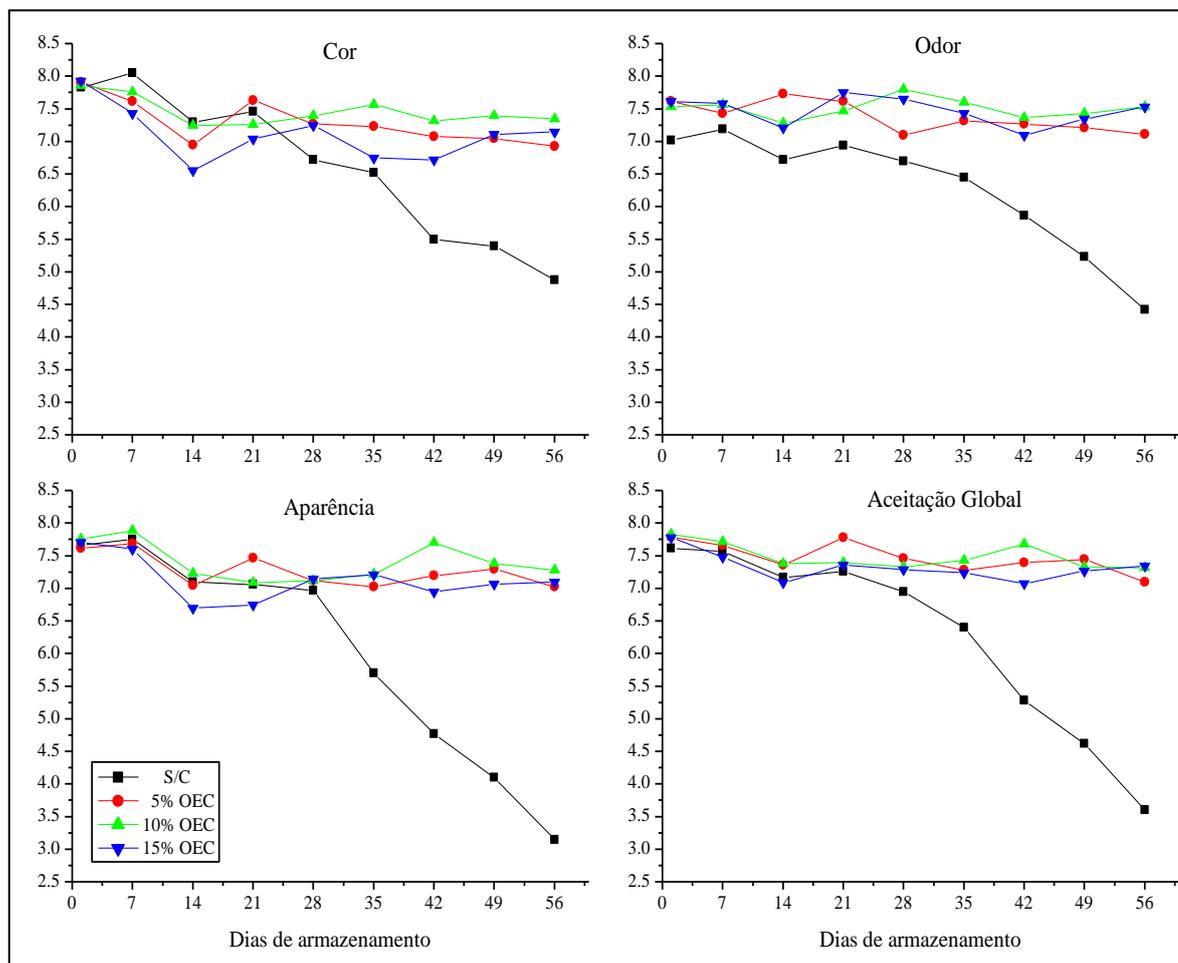


Figura 8: Médias de 60 julgadores da aceitação sensorial de fisális cotrole (S/C) e com revestimento comestível a base de amido e gelatina com diferentes concentrações de óleo de canela (OEC).

#### 4 CONCLUSÃO

- A caracterização química do OE de *Cinnamomum cassia* revelou através da cromatografia gasosa, o principal constituinte do óleo, o cinamaldeído com 79,93%, já a ação antimicrobiana determinada pela CIM e pelo teste de suscetibilidade foi eficiente para comprovar a ação antimicrobiana do óleo com CIM de 250  $\mu\text{g/mL}$  e valores de halos de inibição variando entre 25-50 mm para cinco micro-organismos testados;
- As análises microbiológicas comprovam a importância da higienização dos frutos, na qual foi observado reduções significativas de até 2 Logs se comparados com o controle. Os frutos de fisális possuem uma cera natural, que

pode servir de meio de aderência de bactérias e fungos, o que justifica os maiores valores de contagem para o fruto sem higienização.

- Os frutos com e sem revestimento comestível não apresentaram coliformes a 45°C e *Salmonella* sp., dessa forma estão dentro dos padrões exigidos pela legislação;
- Não foi encontrada diferença significativa em contagem de mesófilos aeróbios e psicrotróficos para frutos com e sem revestimento;
- Para bolores e leveduras as concentrações de 10 e 15% se destacaram com menores valores de contagem na média dos dias com 4,45 e 4,35 log UFC/g respectivamente;
- Através da análise sensorial foi possível observar que os revestimentos comestíveis a base de gelatina e amido com adição de OE de *Cinnamomum cassia*, foram eficientes para retardar a maturação do fruto, pois se mantiveram próprios para consumo até o último dia de armazenamento, e não apresentou diferença significativa entre si, o que comprova a eficiência do revestimento em manter as características sensoriais do fruto;
- Os frutos controle apresentaram condições sensoriais ideais para consumo até o 35º dia de armazenamento, já os frutos com cobertura até o 56º dia.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O revestimento comestível aplicado nos frutos de fisalis mostrou-se mais eficiente contra fungos, o que retardou o processo de deterioração dos mesmos. Diante das análises físico-químicas e microbiológicas foi observado que os revestimentos com adição de *Cinnamomum cassia*, prolongaram a vida útil de *Physalis peruviana* em pelo menos 20 dias, o que se torna uma alternativa para distribuição da fruta em longas distâncias, pois podem manter o fruto viável por um maior período de tempo, além de garantir a integridade nutricional dos mesmos.

Novos estudos devem ser realizados com novas concentrações de óleo e diferentes formas de processamento do fruto, para uma melhor redução da contagem total de micro-organismos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, Fernanda Jhullana Villacís. **Estudio del efecto de un recubrimiento comestible y su incidencia en el tiempo de vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana* L.)**. 2014. 184 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciencia e Ingeniería En Alimentos., Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador, 2014.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2001. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA. 676 p.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. 17. ed., Washington, 2002.

AREDO, Victor et al. Comparación entre el secado convectivo y osmoconvectivo en la pérdida de vitamina C de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) con y sin pre-tratamiento de NaOH. **Agroindustrial Science**, [s.l.] v. 1, n. 2, p.126-131, 2012.

AREIZA-MAZO, Natalia; MALDONADO, María Elena; ROJANO, Benjamín. Extracto acuoso de uchuva (*Physalis peruviana*): actividades antiproliferativa, apoptótica y antioxidante. **Perspectivas En Nutrición Humana**, [s.l.], v. 15, n. 1, p.41-55, 2013.

ASSIS, Odilio Benedito Garrido; BRITTO, Douglas de. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas. **Braz. J. Food Technol.**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.87-97, 2014.

ASSIS, Odílio Benedito Garrido; BRITTO, Douglas de; FORATO, Lucimara Aparecida. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, São Carlos, Sp, v. 1, n. 1, p.1-23, 2009.

ATARÉS, Lorena; CHIRALT, Amparo. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. **Trends In Food Science & Technology**, [s.l.], v. 48, p.51-62, fev. 2016.

AZARAKHSH, Nima et al. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. **Postharvest Biology And Technology**, [s.l.], v. 88, p.1-7, 2014.

BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils –A review. **Food And Chemical Toxicology**, [s.l.], v. 46, n. 2, p.446-475, 2008.

BALLIN, Nicolai Z.; SØRENSEN, Ann T.. Coumarin content in cinnamon containing food products on the Danish market. **Food Control**, [s.l.], v. 38, p.198-203, 2014.

BARBOSA-PEREIRA, Letricia et al. Development of new active packaging films containing bioactive nanocomposites. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s.l.], v. 26, p.310-318, 2014.

BOLZAN, Renata Padilha; CUQUEL, Francine Lorena; LAVORANTI, Osmir José. Armazenamento refrigerado de *Physalis*. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, Sp, v. 1, p.577-583, 2011.

BORGES, C. D; MENDONÇA, C. R. B; ZAMBIAZI, R. C; NOGUEIRA, D; PINTO. E. M; PAIVA, F. F. Conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1071-1083, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2001. **Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos.

BRAVO, Karent et al. Influence of cultivar and ripening time on bioactive compounds and antioxidant properties in Cape gooseberry ( *Physalis peruviana* L.). **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [s.l.], v. 95, n. 7, p.1562-1569, 2015.

BRAVO, Karent; NAVAS, Alejandro; OSORIO, Edison. Propiedades antioxidantes de la uchuva (*Physalis peruviana* L.): Efecto del desarrollo y maduración. In: CARVALHO, Catarina Pedro Pássaro (Ed.). ***Physalis peruviana* L.:Fruta andina para el mundo**. Colômbia: Cyted Cornucopia, 2014. Cap. 4. p. 182-210.

BRAZÃO, Maria Angélica Bolini. **Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Piper aduncum* L. e seu componente, dilapiol, frente a *Staphylococcus* spp. multirresistentes**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

BRITTO, D.; CAMPANA FILHO, S. P.; ASSIS, O. B. G. Mechanical Properties of N,N,N-trimethylchitosan Chloride Films. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 15, n. 2, p. 129-132, 2005.

CABRAL, Lucía da Cruz; PINTO, Virginia Fernández; PATRIARCA, Andrea. Application of plant derived compounds to control fungal spoilage and mycotoxin production in foods. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 166, n. 1, p.1-14, 2013.

CARPENTER, Roland P.; LYON, David H.; HASDELL, Terry A.. **Guidelines for sensory analysis in food product development**. 2. ed. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publication, 2000. 210 p.

CASTRO, Raúl Alberto; BLAIR, Gloria Helena González. Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L. var. Colombia). **Revista Alimentos Hoy**, Colombia, v. 19, n. 21, p.16-34, 2010.

CAVALCANTI, Yuri Wanderley et al. Efeito inibitório de óleos essenciais sobre micro-organismo do canal radicular. **Rev Odontol Unesp**, Araraquara, v. 5, n. 40, p.208-214, 2011.

CHANG, Chen-tien et al. Chemical composition and tyrosinase inhibitory activity of *Cinnamomum cassia* essential oil. **Botanical Studies**, [s.l.], v. 54, n. 1, p.1-7, 2013.

CHAUDHRY, Nazia Masood Ahmed; TARIQ, Perween. Anti-microbial activity of *Cinnamomum cassia* against diverse microbial flora with its nutritional and medicinal impacts. **Pak. J. Bot.**, [s.l.], v. 1, n. 38, p.169-174, 2006.

CLSI (**Clinical and Laboratory Standards Institute**). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing: M7-A8, vol. 26 n 2. 2009.

DEMİR, Tuğçe; ÖZEN, Mehmet Özgün; HAMEŞ-KOCABAŞ, Esin. Antioxidant and Cytotoxic Activity of *Physalis peruviana*. **Medicinal Plant Research**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.30-34, 2014.

DÍAZ, G. M. Cortés; SUÁREZ, G. A. Prieto; NUÑEZ, W. E. Rozo. Caracterización bromatológica y fisicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana*L.) y su posible aplicación como alimento nutraceutico. **Revista Ciencia En Desarrollo**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.87-97, 2015.

DICKINSON, Eric. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. **Food Hydrocolloids**, [s.l.], v. 23, n. 6, p.1473-1482, 2009.

FAGUNDES, Cristiane et al. Hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings formulated with antifungal food additives to reduce alternaria black spot and maintain postharvest quality of cold-stored cherry tomatoes. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 193, p.249-257, 2015.

FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas in natura (*Psidium guajava* L.) mantidas sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p.203-211, 2003.

FISCHER, G.; MARTÍNEZ, O. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. **Agronomía Colombiana** 16(1-3), 35-39, 1999.

FISCHER, Gerhard; ALMANZA-MERCHÁN, Pedro José; MIRANDA, Diego. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, [s.l.], v. 36, n. 1, p.01-15, 2014

FRANCO-OSPINA, Luis A. et al. Actividad Antibacteriana in vitro de Extractos y Fracciones de *Physalis peruviana* L. y *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, [s.l.], v. 3, n. 12, p.230-237, 2013.

GUERRA, Ingrid Conceição Dantas et al. Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 214, p.168-178, 2015.

GUILBERT, S., GONTARD, N., GORRIS, L.G.M. Prolongation of the shelf life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **LWT - Food Science and Technology**, n 29, p 10-17, 1996.

HARDENBURG, R. E. Wax and Related Coatings for Horticultural Products: a bibliography. **Agriculture Research Service Bulletin**, 51-15, Washington, DC, 1967.

**ICBF.** Página oficial de bienestar familiar en colaboración con la FAO. Manejo, control y regulación de alimentos em Colombia. Disponível em: [http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos\\_colombianos/principal\\_alimento.asp?id\\_alimento=465&alimento=Uchuva](http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/principal_alimento.asp?id_alimento=465&alimento=Uchuva). Acesso em 20 de fev. 2016.

JACA, T. P.; KAMBIZI, L.. Antibacterial properties of some wild leafy vegetables of the Eastern Cape Province, South Africa. **Journal Of Medicinal Plants Research**, [s.l.], v. 5, n. 13, p.2624-2628, 2011.

KASALI, Félicien Mushagalusa et al. Assessment of antidiabetic activity and acute toxicity of leaf extracts from *Physalis peruviana* L. in guinea-pig. **Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine**, [s.l.], v. 3, n. 11, p.841-846, 2013.

KOCEVSKI, Dragana et al. Antifungal Effect of *Allium tuberosum* , *Cinnamomum cassia*, and *Pogostemon cablin* Essential Oils and Their Components Against Population of Aspergillus Species. **Journal Of Food Science**, [s.l.], v. 78, n. 5, p.31-37, 2013.

KONICA MINOLTA. Precise Color Communication: Color control from perception to instrumentation. Konica Minolta Sensing, Inc. 3- 91, Daisennishimachi, Sakai. **Osaka** 590-8551, Japan, 1998.

KROCHTA, John M.; MULDER-JOHNSTON, Cathérine de. Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities. **Food Technology**, S. I, v. 2, n. 51, p.60-74, 1997.

LI, Juan-mei; NIE, Shao-ping. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. **Food Hydrocolloids**, [s.l.], v. 53, p.46-61, 2016.

LICODIEDOFF, Silvana et al. Influência da maturação e tamanho do fruto na atividade antioxidante do *Physalis peruviana*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XXII, 2012, Bento Gonçalves-rs. **Anais...** . Bento Gonçalves-rs: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2012. p. 1649 – 1652.

LIMA, C. S. M.; MANICA-BERTO R.; SILVA, S. J. P.; BETEMPS, D. L.; RUFATO, A. R. Custos de implantação e condução de pomar do *Physalis* na região sul do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, v.56, p.555-561, 2009.

LLANA-RUIZ-CABELLO, Maria et al. In vitro toxicological evaluation of essential oils and their main compounds used in active food packaging: A review. **Food And Chemical Toxicology**, [s.l.], v. 81, p.9-27, 2015.

LUVIELMO, Márcia; LAMAS, Susana. Revestimentos comestíveis em frutas. **Ete**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.8-15, 28 nov. 2012.

LUZ, J.M.Q. et al. Produção de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. **Rev. Bras. Plantas Med.**, [s.l.], v. 16, n. 3, p.552-560, 2014.

MOHAMMADI, Ali; HASHEMI, Maryam; HOSSEINI, Seyed Masoud. Chitosan nanoparticles loaded with *Cinnamomum zeylanicum* essential oil enhance the shelf life of cucumber during cold storage. **Postharvest Biology And Technology**, [s.l.], v. 110, p.203-213, 2015.

MORA, Oswaldo Osório et al. Evaluación de un recubrimiento comestible uma base de Proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad Físico-Química de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Acta Agronómica** , v. 65, n. 4, de 2016.

MORAES, Kessiane Silva de. **Influência da atmosfera modificada e cobertura comestível na qualidade de physalis (*Physalis peruviana* L.) armazenada em diferentes temperaturas.** 2013. 297 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Cap. 8.

NARVÁEZ-CUENCA, Carlos Eduardo; MATEUS-GÓMEZ, Ángela; RESTREPO-SÁNCHEZ, Luz Patricia. Antioxidant capacity and total phenolic content of air-dried cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) at different ripeness stages. **Agronomía Colombiana**, S.i, v. 2, n. 32, p.232-237, 2014.

OTONI, Caio G. et al. Antimicrobial and physical-mechanical properties of pectin/papaya puree/cinnamaldehyde nanoemulsion edible composite films. **Food Hydrocolloids**, [s.l.], v. 41, p.188-194, 2014.

OUSSALAH, Mounia et al. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157. **Food Control**, [s.l.], v. 18, n. 5, p.414-420, 2007.

PUENTE, Luis A. et al. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.1733-1740, 2011.

PUENTE, Luis A. et al. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.1733-1740, 2011.

RAHMAN, M; BRAZEL, C. The plasticizer market: an assessment of traditional plasticizers and research trends to meet new challenges. **Progress In Polymer Science**, [s.l.], v. 29, n. 12, p.1223-1248, 2004.

RAMADAN, M. F.. *Physalis peruviana* pomace suppresses highcholesterol diet-induced hypercholesterolemia in rats. **Grasas y Aceites**, [s.l.], v. 63, n. 4, p.411-422, 2012.

RAMADAN, Mohamed Fawzy. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.1830-1836, 2011.

RANASINGHE, Priyanga et al. Medicinal properties of 'true' cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. **Bmc Complementary And Alternative Medicine**, [s.l.], v. 13, n. 275, p.1-10, 2013.

RAVINDRAN, P. N. ; NIRMAL, B. K; SHYLAJA, M. 2004. Cinnamon and Cassia: **The genus *Cinnamomum***. CRC Press, USA.

RODRIGUES, Eliseu et al. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 29, n. 3, p.642-645, 2009.

SÁNCHEZ, Adriana María Castro; MONTAÑEZ, Gloria Acened Puentes; RODRÍGUEZ, Yolanda Botía. Alternativas de procesamiento de uchuva (*Physalis peruviana* L.) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.121-130, 2014.

SCARTAZZINI, Laura. **Elaboração de cobertura comestível a partir de resíduo à base de gelatina e avaliação da sua aplicação em physalis (*Physalis peruviana* L.)** 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SHAHIDI, Fereidoon; ZHONG, Ying. Novel antioxidants in food quality preservation and health promotion. **European Journal Of Lipid Science And Technology**, [s.l.], v. 112, n. 9, p.930-940, 2010.

SHENG, Lina; ZHU, Mei-jun. Inhibitory effect of *Cinnamomum cassia* oil on non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. **Food Control**, [s.l.], v. 46, p.374-381, 2014.

SILVA, Daniel Fernandes da et al. Conservação pós-colheita de fisális e desempenho produtivo em condições edafoclimáticas de Minas Gerais. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p.826-832, 2013.

TAPIA, Mario E.; FRIES, Ana María. **Guía de campo de los cultivos andinos**. Lima, Peru: Fao y Anpe, 2007. 209 p.

TOMASSINI, Therezinha C. B. et al. Gênero *Physalis* - uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, [s.l.], v. 23, n. 1, p.47-57, 2000.

VARGAS-MURGA, Liliana. Normativa europea aplicabe a *Physalis peruviana* L.: Situación actual y perspectiva de futuro. In: CARVALHO, Catarina Pedro Pássaro (Ed.). ***Physalis peruviana* L.:Fruta andina para el mundo**. Colômbia: Cyted Cornucopia, 2014. Cap. 5. p.221-229.

VELASQUEZ, Héctor José Ciro; GIRALDO, Omar Hideki Buitrago; ARANGO, Sebastián Adolfo Pérez. Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura e fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín**, [s.l.], v. 60, n. 1, p.3785-3796, 2007.

VIEIRA, Melissa Gurgel Adeodato et al. Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. **European Polymer Journal**, [s.l.], v. 47, n. 3, p.254-263, 2011.

WANI, A.a.; SINGH, P.; LANGOWSKI, H.-c.. Food Technologies: Packaging. **Encyclopedia Of Food Safety**, [s.l.], p.211-218, 2014.

XAVIER, D. ; IVANOV, R. C. ; CUNHA, M. A. A. da ; PEREIRA, E. A. . Produção e Caracterização de Vinagre de Fisalis. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos** , v. 1, p. 1-6, 2011.

XING, Yage et al. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Food Chemistry**, [s.l.], v. 124, n. 4, p.1443-1450, 2011.

YANG, Cheng-hong; LI, Rong-xian; CHUANG, Li-yeh. Antioxidant Activity of Various Parts of *Cinnamomum cassia* Extracted with Different Extraction Methods. **Molecules**, [s.l.], v. 17, n. 12, p.7294-7304, 2012.

ZHANG, Yunbin et al. Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil - against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. **Food Control**, [s.l.], v. 59, p.282-289, 2015.

## APÊNDICE A

### Tabelas adicionais

Tabela 1: Contagem total de mesófilos aeróbios em *Physalis peruviana* com e sem revestimento comestível armazenadas  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  em Log de UFC/g<sup>-1</sup>

Dias	Tratamentos				
	S/H	Controle	05% OEC	10% OEC	15% OEC
1	4,90 ± 0,82	4,40 ± 0,11	3,00 ± 0,00	3,48 ± 0,00	4,29 ± 1,17
7	4,57 ± 1,20	4,45 ± 1,45	2,91 ± 0,66	3,04 ± 0,62	1,59 ± 0,83
14	5,02 ± 0,48	3,06 ± 0,08	3,40 ± 1,47	3,07 ± 0,75	3,40 ± 0,02
21	3,63 ± 2,62	3,04 ± 0,53	2,50 ± 0,71	2,18 ± 1,67	2,85 ± 0,88
28	4,75 ± 2,22	4,37 ± 2,46	1,74 ± 1,04	3,23 ± 3,16	2,27 ± 1,80
35	5,21 ± 0,29	4,97 ± 2,11	4,08 ± 1,07	4,76 ± 0,54	4,97 ± 0,70
42	4,53 ± 1,49	4,92 ± 1,64	4,48 ± 0,98	4,14 ± 0,46	4,37 ± 1,57
49	4,87 ± 0,98	4,98 ± 1,77	3,57 ± 0,35	3,18 ± 1,81	4,23 ± 1,68
56	6,30 ± 0,43	4,77 ± 2,22	3,51 ± 0,40	4,72 ± 0,82	4,54 ± 1,37
Médias	4,86 a	4,33 ab	3,24 b	3,50 b	3,61 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade. ± desvio padrão. Concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC). S/H: sem higienização.

Tabela 2: Contagem total de micro-organismos psicrótróficos em *Physalis peruviana* com e sem revestimento comestível armazenadas  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  em Log de UFC/g<sup>-1</sup>

Dias	Tratamentos				
	S/H	Controle	05% OEC	10% OEC	15% OEC
1	2,94 ± 0,54	1,45 ± 0,64	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
7	3,24 ± 3,16	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
14	3,57 ± 0,14	3,16 ± 0,16	1,74 ± 2,45	1,45 ± 0,64	1,60 ± 0,85
21	4,84 ± 1,73	2,54 ± 1,32	3,31 ± 0,23	0,00 ± 0,00	2,24 ± 1,75
28	3,77 ± 0,42	3,84 ± 2,31	2,45 ± 3,46	2,90 ± 1,84	3,27 ± 2,55
35	5,45 ± 0,78	4,52 ± 1,48	3,47 ± 0,11	4,27 ± 1,69	3,82 ± 0,92
42	3,94 ± 0,28	4,98 ± 1,24	3,09 ± 0,03	4,14 ± 0,00	4,42 ± 1,34
49	5,85 ± 0,06	4,76 ± 1,77	2,99 ± 0,73	3,51 ± 1,46	3,58 ± 1,76
56	5,37 ± 0,89	4,21 ± 2,80	1,75 ± 2,48	3,78 ± 1,04	3,14 ± 1,62
Médias	4,30 a	3,21 ab	2,08 b	2,17 b	2,34 b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC).

Tabela 3: Cor a\* e b\* de fisális com e sem revestimento comestível armazenados a 5±2°C por 56 dias

Trat.	Cor	Dias de armazenamento									
		1	7	14	21	28	35	42	49	56	
Controle	a*	13,71 ± 8,57	12,40±4,06	13,56 ± 2,53	12,69 ± 2,23	13,38±1,46	13,17 ± 0,51	10,14 ± 3,31	10,01±4,69	9,36 ± 5,36	
	b*	44,72 ± 2,87	41,24±13,53	42,85 ± 8,89	41,01 ± 6,65	42,01± 14,36	40,72 ± 14,06	26,60 ± 7,63	24,98 ± 9,37	17,24 ± 1,30	
0 % OEC	a*	13,96 ± 7,59	13,24 ± 2,53	13,57 ± 2,98	13,16 ± 3,52	12,73 ± 1,43	12,51 ± 0,71	10,53 ± 2,51	10,94 ± 0,93	9,70 ± 3,90	
	b*	44,43 ± 2,99	40,47 ± 12,26	41,12 ± 6,57	42,32 ± 3,77	41,18 ± 13,05	38,27 ± 11,47	29,35 ± 0,93	31,20 ± 2,41	22,98 ± 1,86	
5% OEC	a*	14,20 ± 6,61	14,07±1,00	13,57 ± 3,43	13,62 ± 4,82	12,08 ± 1,41	11,85 ± 1,93	10,92 ± 1,72	11,88 ± 4,00	10,04 ± 2,44	
	b*	44,13 ± 3,10	39,70±11,0	39,38 ± 4,14	43,62 ± 0,89	40,35 ± 11,73	35,82 ± 8,88	32,11 ± 9,50	37,42 ± 2,66	28,71 ± 5,02	
10% OEC	a*	11,50 ± 6,28	12,89 ± 7,22	13,94 ± 1,45	14,01 ± 2,80	13,19 ± 1,57	12,17 ± 2,04	11,26 ± 4,18	10,59 ± 4,15	9,45 ± 3,48	
	b*	37,29 ± 9,93	46,18 ± 0,10	37,73 ± 8,88	39,09 ± 3,22	37,59 ± 7,61	39,00 ± 8,64	37,67 ± 7,86	35,99 ± 7,58	33,48 ± 8,47	
15% OEC	a*	9,83 ± 3,78	12,13 ± 7,77	11,20 ± 1,77	13,24 ± 6,00	11,82 ± 2,98	11,26 ± 3,83	12,28 ± 5,76	9,09 ± 1,57	9,93 ± 3,08	
	b*	37,97 ± 14,69	44,62 ± 3,55	37,58 ± 5,44	43,95 ± 3,47	42,96 ± 2,13	39,36 ± 7,51	41,95 ± 5,31	36,39 ± 12,33	36,13 ± 10,05	

Concentrações de 0,5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC). a\* variação do vermelho, b\* variação do amarelo.

Tabela 4: Coliformes totais de fisális com e sem revestimento comestível armazenadas a  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  em Log de NMP/g

Dias	Tratamentos				
	NH	Controle	05% OEC	10% OEC	15% OEC
1	4,85±0,66 abAB	2,19 ± 3,01 abcAB	0,00 ± 0,00 aB	0,00 ± 0,00 aB	0,00 ± 0,00 aB
7	3,50 ± 0,65 abAB	0,81 ± 1,15 AB	0,00 ± 0,00 aB	0,00 ± 0,00 bB	0,00 ± 0,00 aB
14	2,95 ± 1,42 abAB	0,81± 1,15 bcAB	0,00 ± 0,00 aB	0,00 ± 0,00 bB	0,00 ± 0,00 aB
21	1,98 ± 1,42 abA	1,18 ± 1,67 bcA	0,00 ± 0,00 aA	0,00 ± 0,00 bA	0,00 ± 0,00 aA
28	3,89 ± 0,81 abA	0,00 ± 0,00 cB	0,00 ± 0,00 aB	0,80 ± 1,13 abB	0,00 ± 0,00 aB
35	1,66 ± 2,34 bA	0,00 ± 0,00 cA	0,00 ± 0,00 aA	0,00 ± 0,00 bA	0,00 ± 0,00 aA
42	2,99 ± 1,48 abAB	2,08 ± 2,94 abcAB	0,80 ± 1,13 aAB	3,16 ± 1,72 abAB	0,00 ± 0,00 aB
49	3,68 ± 0,51 abA	3,58 ± 0,82 abcA	0,00 ± 0,00 aB	3,41 ± 2,01 abA	0,00 ± 0,00 aB
56	4,68 ± 0,91 abA	5,10 ± 1,33 abcA	0,00 ± 0,00 aB	3,16 ± 1,72 abA	0,00 ± 0,00 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade. ± desvio padrão. Concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC). S/H: sem higienização

Tabela 5: Resultados da análise sensorial para os atributos, cor, odor, aparência e aceitação global em 56 dias de armazenamento refrigerado de fisális controle e com revestimento comestível.

Tratamentos	Cor								
	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Controle	7,83aA	8,05 aA	7,30 aA	7,46 aA	6,72 abA	6,52 abcA	5,50 bcB	5,40 bcB	4,88 cB
05% OEC	7,91 aA	7,62 aA	6,95 aA	7,63 aA	7,27 aA	7,23 aA	7,08 aA	7,05 aA	6,93 aA
10% OEC	7,86 aA	7,76 aA	7,25 aA	7,26 aA	7,40 aA	7,57 aA	7,32 aA	7,40 aA	7,35 aA
15% OEC	7,93 aA	7,43 aA	6,56 aA	7,04 aA	7,25 aA	6,75 aA	6,72 aAB	7,11 aA	7,15 aA
Tratamentos	Odor								
	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Controle	7,02 aA	7,19 aA	6,72 aA	6,94 aA	6,70 aA	6,45 abA	5,87 abcB	5,23 bcB	4,42 cB
05% OEC	7,62 aA	7,43 aA	7,73 aA	7,62 aA	7,10 aA	7,32 aA	7,27 aA	7,21 aA	7,11 aA
10% OEC	7,53 aA	7,57 aA	7,28 aA	7,47 aA	7,80 aA	7,60 aA	7,37 aA	7,43 aA	7,53 aA
15% OEC	7,62 aA	7,58 aA	7,21 aA	7,75 aA	7,65 aA	7,43 aA	7,10 aA	7,35 aA	7,53 aA
Tratamentos	Aparência								
	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Controle	7,67 aA	7,75 aA	7,10 aA	7,06 abA	6,97 abA	5,70 bcB	4,77 cdB	4,10 cdB	3,15 dB
05% OEC	7,62 aA	7,69 aA	7,05 aA	7,47 aA	7,12 aA	7,03 aA	7,20 aA	7,30 aA	7,03 aA
10% OEC	7,76 aA	7,89 aA	7,23 aA	7,09 aA	7,12 aA	7,22 aA	7,70 aA	7,38 aA	7,28 aA
15% OEC	7,71 aA	7,60 aA	6,70 aA	6,75 aA	7,15 aA	7,21 aA	6,95 aA	7,07 aA	7,10 aA
Tratamentos	Aceitação global								
	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Controle	7,62 aA	7,57 aA	7,17 aA	7,26 aA	6,95 aA	6,40 abA	5,28 bcB	4,62 cdB	3,60 dB
05% OEC	7,79 aA	7,66 aA	7,36 aA	7,78 aA	7,46 aA	7,28 aA	7,40 aA	7,45 aA	7,10 aA
10% OEC	7,83 aA	7,72 aA	7,38 aA	7,40 aA	7,33 aA	7,43 aA	7,68 aA	7,33 aA	7,32 aA
15% OEC	7,78 aA	7,48 aA	7,09 aA	7,36 aA	7,29 aA	7,24 aA	7,08 aA	7,27 aA	7,35 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Concentrações de 5,10 e 15% de óleo essencial de canela (OEC).

## ANEXO I

Questionário aplicado na avaliação sensorial dos frutos de fisális com e sem revestimento comestível

Nome:

Sexo: M ( ) F ( )

Data:

Estamos avaliando a aceitação de um novo tipo de cobertura comestível relacionada com a aparência do fruto. Por favor, de uma nota para cada amostra e diga se gostou ou desgostou desta de acordo com a escala abaixo.

- 9 - gostei muitíssimo
- 8 - gostei muito
- 7 - gostei moderadamente
- 6 - gostei ligeiramente
- 5 - nem gostei/nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 - desgostei moderadamente
- 2 - desgostei muito
- 1 - desgostei muitíssimo

Amostras	Cor	Odor	Aparência	Avaliação Global
157				
532				
283				
756				

Comentários:

---



---

## ANEXO II

Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001

Padrões microbiológicos sanitários para frutas *in natura*

GRUPO DE ALIMENTOS	MICROORGANISMO	Tolerância para Amostra INDICATIVA	Tolerância para Amostra Representativa			
			n	c	m	M
1 FRUTAS, PRODUTOS DE FRUTAS e SIMILARES						
a) morangos frescos e similares, "in natura", inteiras, selecionadas ou não.	Coliformes a 45°C/g	2x10 <sup>3</sup>	5	2	2 x 10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>3</sup>
	Salmonella sp/25g	Aus	5	0	Aus	-

m: limite que, em um plano de três classes, separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável;

M: é o limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável. Em um plano de três classes, M separa o lote com qualidade intermediária aceitável do lote inaceitável. Valores acima de M são inaceitáveis;

n: é o número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente.

c: número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de m e M (plano de três classes). Nos casos em que o padrão microbiológico seja expresso por "ausência", c é igual a zero, aplica-se o plano de duas classe.

## ANEXO III

do óleo de Canela.ppt

**FERQUIMA**

**LAUDO TÉCNICO**  
**Óleo Essencial de Canela Cássia**  
*(Cinnamomum cassia)*

Lote: 216	CAS Number: 84961-46-6
Fabricação: Maio/2014	Validade: Maio/2017

Itens Controlados	Resultados	Especificações
Aparência	Líquido	Líquido
Cor	Amarelo a Marrom	Amarelo
Impurezas	Isento	Isento
Odor	Característico	Característico
Densidade (20°C)	1,053	1,045 – 1,065
Índice de Refração (20°C)	1,609	1,595 – 1,615
Rotação Ótica		[-1° ; +1°]
Data da Análise	05/07/2014	
Origem	China	
Resultado	<b>Aprovado</b>	
Principais Componentes (aprox.)	Aldeido cinâmico = 81% Cumarina = 3% Benzaldeido = 3% Álcool cinâmico= 3 % Estireno = 3%	

Recomendações Especiais	
Manuseio	Perigos mínimos, máscara e luvas recomendável. Não ingerir. Não colocar o produto em contato com a pele, olhos e mucosa. Se isso ocorrer, lavar imediatamente com água limpa em abundância. Pode causar irritação à pele sensível. Em caso de derramamento, absorver o material derramado com material absorvente (areia, terra).
Incêndio	Caso haja fogo, utilizar extintor de pó químico seco e água em forma de neblina, não utilizando jatos de água para não espalhar o produto.
Explosividade	Nenhum perigo em condições normais.
Uso	Este produto destina-se ao uso profissional / industrial e como é elaborado a partir de substâncias naturais pode apresentar pequenas variações de cor e cromatografia sem causar qualquer problema na performance do produto.
Armazenamento	Armazenar em local seco, longe de umidade e do calor, protegido da luz, em recipiente original bem vedado. Não reutilizar a embalagem vazia.
Transporte	Produto não enquadrado na portaria 204/97 em vigor sobre transporte de produtos perigosos.