

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS  
CAMPUS DE CAMPO MOURÃO

VÂNIA RIBEIRO DE ARAÚJO

**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE  
QUITOSANA EM BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2015

VÂNIA RIBEIRO DE ARAÚJO

**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE  
QUITOSANA EM BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Profa. Dra. Marianne Ayumi Shirai

CAMPO MOURÃO

2015



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ  
Campus Campo Mourão  
Departamento Acadêmico de Alimentos



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE QUITOSANA EM BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADO**

**por**

**VÂNIA RIBEIRO DE ARAÚJO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 24 de junho de 2015 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Profa. Dra. Marianne Ayumi Shirai  
Orientador

---

Profa. Dra. Lívia Bracht  
Membro da banca

---

Profa. Dra. Roberta de Souza Leone  
Membro da banca

---

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no Departamento Acadêmico de Alimentos da UTFPR Campus Campo Mourão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, por serem meus primeiros professores, me ensinando valores que são essenciais para a vida em sociedade.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Marianne Ayumi Shirai, que neste período tem sido mais que uma professora para mim, agradeço a ela pelo carinho, atenção, empenho e dedicação na elaboração deste trabalho.

Ao meu namorado Josiel Bordignon pela atenção, carinho e companheirismo nesse momento importante de minha vida.

À minha prima e melhor amiga Josiane Araújo da Silva por sempre estar do meu lado, à minha amiga Daniela Paula que sempre acreditou em mim, aos meus irmãos, Vanessa e Carlos, pois aprendi a ser uma pessoa melhor com eles.

Às minhas futuras cunhadas Camila Alexandra dos Santos e Gêssica Bordignon, por terem lugar especial no meu coração.

Aos meus professores do ensino médio, em especial ao professor de Português e Literatura: Francisco Severino, no qual levarei os seus ensinamentos para a vida toda.

À minha ex patroa e amiga Moema Petean Pim, pois aprendi muitas coisas com ela e através da mesma conheci o curso de Tecnologia e foi a primeira pessoa que me motivou a ter um diploma.

À UTFPR pela oportunidade de fazer o curso de Tecnologia em Alimentos e a todos professores pelo conhecimento transmitido.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

## RESUMO

ARAÚJO, V. R. Aplicação de revestimento comestível a base de quitosana em brócolis minimamente processado. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

O processamento mínimo oferece praticidade a uma grande variedade de vegetais como os brócolis. Entretanto, este processamento causa um aumento na perecibilidade do produto, pois os danos causados pelo corte ou descascamento deixa o vegetal susceptível a diversas fontes de contaminação microbiológica, além de aumentar a sua taxa de respiração. Neste sentido, coberturas comestíveis a base de biopolímeros estão sendo cada vez mais estudadas com o objetivo de auxiliar na conservação de vegetais minimamente processados. Este trabalho teve como objetivo aplicar o revestimento comestível a base de quitosana em brócolis minimamente processado e avaliar a sua vida útil durante 10 dias de armazenamento refrigerado. Para isso foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, tais como: cor, pH, perda de massa, teor de ácido ascórbico, contagem de mesófilos e bolores e leveduras. Os brócolis minimamente processados revestidos com quitosana apresentaram menor perda de massa e de ácido ascórbico, além de inibir a multiplicação de bolores e leveduras. Os resultados deste estudo sugerem que a quitosana possui grande potencial para ser aplicada como cobertura comestível em vegetais minimamente processado em escala comercial.

**Palavras-chave:** Biopolímero. Atividade antimicrobiana. Vida útil. Ácido ascórbico.

## ABSTRACT

ARAÚJO, V. R. Application of chitosan edible coating in fresh cut broccoli. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

Minimal processament offers convenience to a wide variety of vegetables such as broccoli. However, cutting and slicing operations cause tissue damage that increase susceptibility to microbiological contamination and respiration rate. Edible coatings based on biopolymers have been studied in order to assist the conservation of fresh-cut vegetables. This study aimed to apply chitosan based edible coating in minimally processed broccoli and evaluate their shelf-life during 10 days of refrigerated storage. Physicochemical and microbiological analyses such as color, pH, weight loss, ascorbic acid content, mesophilic and molds and yeasts count were performed. The minimally processed broccoli coated with chitosan showed less weight loss and higher ascorbic acid content, in addition to inhibit the growth of molds and yeasts. The results of this work suggest that chitosan has great potential to be applied as edible coating on minimally processed vegetables in commercial scale.

**Key-words:** Biopolymer. Antimicrobial activity. Shelf-life. Ascorbic acid.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura química da quitina e da quitosana .....	17
Figura 2 – Brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos e envasados em bandejas de isopor.....	20
Figura 3 - Valores de pH dos brócolis minimamente processados com diferentes tratamentos e armazenados sob refrigeração. ....	23
Figura 4 – Perda de massa em brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado. ....	25
Figura 5 – Teor de Ácido ascórbico em brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado.....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros de cor em brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado. ....	27
Tabela 2 – Contagem de mesófilos e bolores e leveduras em brócolis minimamente processado durante o armazenamento refrigerado.....	28



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANOVA – Análise de variância

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

GRAS - Generally recognized as safe.

ppm – Parte por milhão

PVC - Policloreto de vinila

UFC – Unidades formadoras de colônias

PCA - Plate Count Agar

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	13
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
3.1. VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS .....	14
3.2 COBERTURAS COMESTÍVEIS .....	15
3.2.1. Quitosana como cobertura comestível .....	16
4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS .....	19
4.1. LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO .....	19
4.2. MATERIAL .....	19
4.3. APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO DE RECOBRIMENTO DE QUITOSANA EM BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADO .....	19
4.5. AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL DOS BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADOS .....	20
4.5.1. pH .....	20
4.5.2. Perda de massa .....	21
4.5.3. Teor de vitamina C .....	21
4.5.4. Cor .....	21
4.5.5. Contagem de bolores e leveduras .....	22
4.5.6. Contagem de mesófilos .....	22
4.5.7. Análise estatística .....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5.1. MEDIDA DO pH .....	23
5.2. PERDA DE MASSA .....	24
5.3. TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO .....	25
5.4. MEDIDA DE COR .....	26
5.5. CONTAGEM DE MESÓFILOS E BOLORES E LEVEDURAS .....	27
6. CONCLUSÃO .....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

## 1. INTRODUÇÃO

Os brócolis pertencem à espécie *Brassica oleracea* e se destacam pela presença de glucosinolatos, flavonoides, vitaminas C, E e A e pela propriedade antioxidante (PAGE et al., 2001; LEMOINE et al., 2009). Há cultivares do tipo “ramoso”, de inverno, como a tradicional ‘Ramoso Santana’; cultivares de primavera-verão, como ‘Ramoso Piracicaba’; e de ampla adaptabilidade termoclimática como o híbrido ‘Flórida’. A cultivar do tipo “cabeça” vem sendo expandida com os híbridos ‘Karatê’ e ‘Legacy’, por exemplo, que podem ser plantados do final do verão até meados do inverno (FILGUEIRA, 2000).

Uma forma de diversificar a oferta no mercado e ao mesmo tempo agregar valor aos brócolis seria realizar o seu processamento mínimo. Os vegetais minimamente processados são aqueles que passaram pelas operações de lavagem, seleção, sanitização, descascamento e corte com o objetivo de proporcionar ao consumidor produtos prontos, práticos e com características de frescos (APPENDINI; HOTCHKISS, 2002; CENSI, 2011).

Diferente de grande parte das técnicas de processamento de alimentos, o processamento mínimo causa um aumento na perecibilidade do produto, uma vez que o dano causado pelo corte ou descascamento aumenta a susceptibilidade da ação de fungos e bactérias patogênicas. Além disso, os tecidos fatiados por terem uma maior superfície de exposição e difusão de oxigênio, apresentam maiores taxas de respiração e, conseqüentemente, maiores alterações fisiológicas e bioquímicas em relação ao tecido inteiro, como aceleração de reações de escurecimento, descoloração de pigmentos externos, mudança de textura e perda nutricional (ALVES et al., 2000; PORTE; MAIA, 2001; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Uma tecnologia alternativa cada vez mais divulgada e avaliada como um procedimento viável para elevar a vida útil de vegetais minimamente processados é o emprego de coberturas comestíveis. Esses revestimentos não têm como objetivo substituir o uso dos materiais convencionais de embalagens ou mesmo eliminar definitivamente o emprego do frio, mas sim o de apresentar uma atuação funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional,

reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água (ASSIS et al., 2008; PARK, 2005; TURHAN, 2010).

Entre as matérias-primas empregadas na produção de coberturas comestíveis destaca-se a quitosana, um polímero biodegradável, biocompatível, geralmente extraído de carapaças de crustáceos e que possui certa atividade antimicrobiana. Diversas pesquisas relatam com sucesso a aplicação de quitosana como cobertura comestível em frutas e hortaliças tanto *in natura* como minimamente processada (ANSORENA; MARCOVICH; ROURA, 2011; MOREIRA; ROURA, PONCE, 2011; QIU et al., 2013). Entretanto, poucos estudos reportam o efeito de seu uso em brócolis minimamente processado.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da aplicação de cobertura comestível a base de quitosana em brócolis minimamente processado.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar o processamento mínimo dos brócolis tipo cabeça.
- Aplicar a quitosana como cobertura comestível nos brócolis minimamente processados.
- Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento refrigerado.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

As frutas e os vegetais são produtos altamente perecíveis que continuam seus processos metabólicos após a colheita, tais como: aumento da taxa de respiração, aumento de até 20 vezes na produção de etileno, hidrólise enzimática de ácidos graxos insaturados causando o mau odor, escurecimento enzimático, perda de textura, perda de água, injúrias físicas e alterações microbiológicas (FONSECA et al, 2000; PORTE; MAIA, 2001).

O processamento mínimo é definido como um conjunto de práticas simples como lavagem, corte e armazenamento aplicáveis à maioria das frutas e hortaliças. Tem como objetivos preservar a qualidade sensorial e nutricional dos vegetais, oferecendo assim produtos frescos com maior praticidade aos consumidores (FONSECA et al., 1999).

Embora os vegetais minimamente processados tragam bastante praticidade e facilidade ao consumidor, este processamento torna as frutas e hortaliças mais perecíveis, pois quando são cortados, descascados, fatiados ou ralados, sua taxa metabólica aumenta. Isso decorre, provavelmente, da maior atividade metabólica das células injuriadas e do aumento da superfície exposta à atmosfera após o corte, o que facilita a difusão do oxigênio no interior das células (CENSI, 2011).

O processamento mínimo, por utilizar matéria-prima de origem vegetal, que está sujeita às diversas fontes de contaminação microbiana ao longo do seu cultivo e processamento, como água de irrigação, manipuladores, solo, equipamentos, utensílios e água de lavagem, exige a implementação de um sistema de garantia de qualidade por unidades que processam esse tipo de produto (CRUZ et al, 2006).

Ao contrário da maioria das técnicas de processamento de alimentos, que estabilizam a vida de prateleira dos produtos, o processamento mínimo pode aumentar sua perecibilidade (MELO; SILVA; ALVES, 2011; MORETTI, 2007; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2004).

### 3.2 COBERTURAS COMESTÍVEIS

Coberturas comestíveis são finas camadas formadas a partir de uma solução de polímeros naturais e que são aplicados e formados diretamente sobre a superfície do alimento (THARANATHAN, 2003). Quando aplicadas em brócolis minimamente processados, podem contribuir na preservação da textura e do valor nutricional, reduzir as trocas gasosas superficiais, a perda ou ganho excessivo de água e também podem formar uma barreira antimicrobiana (PARK, 2005; TURHAN, 2010). Essas coberturas têm sido indicadas, principalmente, para produtos com alta taxa de respiração (ASSIS et al., 2008).

As matérias-primas empregadas na formação das coberturas e revestimentos comestíveis podem ter origem animal ou vegetal, ou formarem um composto com a combinação de ambas, e devem ser substâncias geralmente reconhecidas como seguras (GRAS = *generally recognized as safe*). Os polissacarídeos, ceras (lipídios) e proteínas são as classes de materiais mais empregados e a escolha depende fundamentalmente das características do produto a ser revestido e do principal objetivo almejado com o revestimento aplicado. (ASSIS et al., 2008; CHITARRA; CHITARRA, 2005; ZARITZKY, 2011).

A técnica mais comum e que tem se mostrado mais eficiente na formação de coberturas é a imersão. Embora o uso de pincel (HARALAMPU, 1990; CHLEBOWSKA-SMIGIEL et al., 2007) e o spray também tenham sido utilizados para alguns casos (ANDRADE et al., 2012), a imersão é o procedimento que garante que toda a superfície entre em contato com a solução filmogênica e uma leve agitação permite o desprendimento de bolhas, possibilitando uma deposição mais homogênea.

Ao imergir uma fruta na solução filmogênica, a cobertura se forma pela deposição das espécies poliméricas dissolvidas no meio, estabelecendo ligações, fracas e fortes (ligação de hidrogênio, interação hidrofóbica, forças de Van der Waals e interação eletrostática), com a superfície da fruta. Diversos modelos têm sido propostos para a deposição de estruturas poliméricas e subsequente formação de filmes sobre superfícies sólidas. Nesses modelos, as características do absorvente (a casca) e do absorvato (compostos diluídos na solução filmogênica) são as que definem que tipo de

mecanismo será predominante na formação da cobertura (MYERS, 1991; PARIA e KHILAR, 2004).

### 3.2.1. Quitosana como cobertura comestível

Devido a grande procura de alimentos sem conservantes químicos e pela atividade antimicrobiana da quitosana contra diferentes grupos de microrganismos, esta tem ganhado atenção especial na área de conservação de alimentos, em especial na produção de coberturas comestíveis para aplicação em vegetais minimamente processados (ANSORENA; MARCOVICH; ROURA, 2011; BORDERÍAS et al., 2005; MOREIRA; ROURA, PONCE, 2011).

A quitosana é um composto biocompatível e biodegradável, sendo obtido a partir da desacetilação da quitina, geralmente encontrada em carapaças de crustáceos (caranguejo, lagosta e camarões) e insetos, podendo ser produzida também por fungos (*Aspergillus niger*, *Mucor rouxii* e *Penecillium notatum*). Sua estrutura química é composta por unidades de 2-acetamido-2-deoxi-D-glicopiranosose e 2-amino-2-deoxi-D-glicopiranosose unidas por ligações do tipo  $\beta$  (1-4) (Figura 1). O grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) presente em sua estrutura, quando em meio ácido, apresenta cargas positivas devido à sua protonação ( $\text{NH}_3^+$ ) (ABDOU et al., 2008; ELSABEE; ABDOU, 2013).

A atividade antimicrobiana da quitosana está relacionada com a formação de complexos polieletrólíticos, uma vez que seus grupos aminos protonados se ligam seletivamente à superfície celular carregada negativamente dos microrganismos, alterando a atividade celular e a permeabilidade da membrana, resultando na perda de componentes intracelulares e consequente inibição microbiana (AVADI et al., 2004; YADAV et al., 2004).

Vários estudos relatam o uso da quitosana como revestimentos em frutas e hortaliças. Em mangas, a cobertura de quitosana desacelerou o processo de amadurecimento, devido à diminuição na difusão de oxigênio e consequente redução da taxa de respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em estudo similar Zhu et al. (2008) verificaram que em mangas da variedade Tainong cobertas com diferentes concentrações de quitosana (0,5; 1,0 e 2,0% p/v) houve inibição da multiplicação de



*Colletotrichum gloeosporioides*. Já em mangas minimamente processadas, o uso da quitosana como cobertura diminuiu a perda de água, da qualidade sensorial, inibiu o crescimento de microrganismos dos gêneros *Cladosporium*, *Aspergillus* e *Penicillium* e preservou a quantidade de ácido ascórbico (CHIEN et al., 2007).

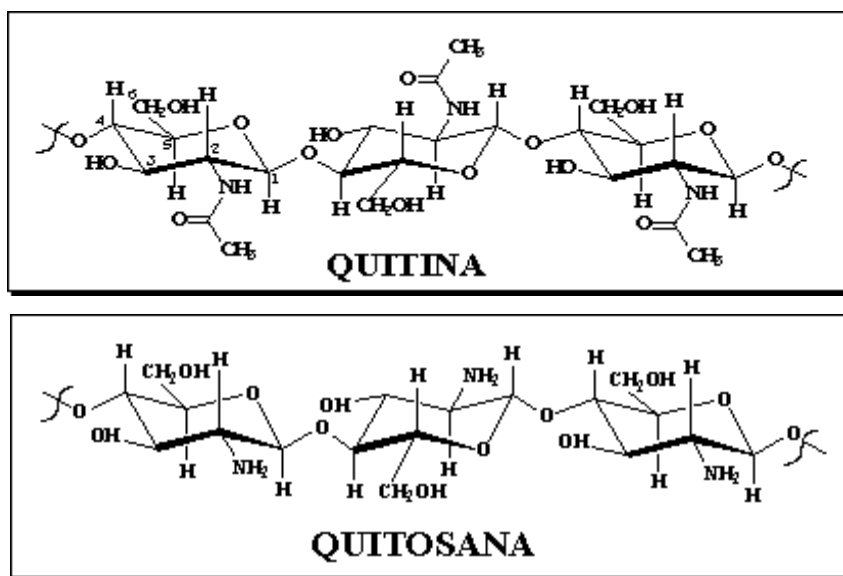


Figura 1 – Estrutura química da quitina e da quitosana  
Fonte: Padetec (2015)

Dang et al. (2010) verificaram que o teor de ácido ascórbico em cerejas revestidas com quitosana foi maior do que as sem revestimento (controle). Segundo os autores, este fato pode estar relacionado à diminuição da permeabilidade de gases em virtude do revestimento de quitosana e isso consequentemente reduziu a atividade das enzimas e impediu a oxidação do ácido ascórbico. Cerqueira et al. (2011) observaram fenômeno semelhante em goiabas. O tratamento com 6 % de solução ácida de quitosana além de preservar a quantidade de ácido ascórbico também manteve a integridade estrutural da fruta a partir da redução da perda de firmeza.

O efeito antifúngico da quitosana foi observado em mamões minimamente processados armazenados por 14 dias a 5°C (GONZÁLES-AGUILAR et al., 2009), em maçãs (CAPDEVILLE et al., 2002) e em pepinos (BEN-SHALOM et al., 2003) armazenados a temperatura ambiente, em uvas armazenadas a temperatura ambiente

( $\pm 22^{\circ}\text{C}$ ) e sob refrigeração ( $\pm 0^{\circ}\text{C}$ ) (ROMANAZZI et al., 2002) e em brócolis minimamente processados (ANSORENA, MARCOVICH, ROURA, 2011).

## 4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

### 4.1. LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi realizado nos laboratórios de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da UTFPR, campus Campo Mourão.

### 4.2. MATERIAL

Neste trabalho foi utilizado a quitosana de baixa massa molecular (Sigma Aldrich, Brasil) com 85% de grau de desacetilação e ácido acético glacial (Dinâmica, São Paulo) para o preparo da solução de recobrimento. Os brócolis (*Brassica oleracea L. var. italica*), as bandejas de poliestireno expandido (isopor) e o filme de policloreto de vinil (PVC) foram adquiridos no comércio de Campo Mourão - PR.

### 4.3. APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO DE RECOBRIMENTO DE QUITOSANA EM BRÓCOLIS MÍNIMAMENTE PROCESSADO

A solução de recobrimento foi preparada dissolvendo-se 20 g de quitosana em um litro de solução de ácido acético 1% (v/v). Para completa dispersão da quitosana, a solução foi agitada em agitador magnético por um período de 30 minutos a temperatura ambiente (ANSORENA, MARCOVICH, ROURA, 2011; PARK, DAESCHEL, ZHAO, 2004).

Nos Brócolis do tipo “cabeça” foram realizadas as operações de seleção, lavagem e sanitização com água clorada (100 ppm), remoção da água residual e corte dos floretes. Nos brócolis minimamente processados foram realizados 3 tratamentos:

- a) sem imersão em solução de quitosana (controle);
- b) imersão em solução ácida de quitosana;
- c) imersão em solução de ácido acético 1% (v/v).

Para o tratamento com quitosana e ácido acético, os floretes de brócolis foram imersos em solução de quitosana ou solução de ácido acético por 3 minutos a temperatura ambiente, drenados, secos e envasados em bandejas de poliestireno expandido com capacidade de 100 g e recobertos com filmes de PVC. As bandejas contendo brócolis (Figura 2) foram armazenadas em refrigerador a 10°C e análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos tempos 0, 3, 6 e 10 dias. As análises no tempo 0 foram realizadas com os brócolis antes de passarem pelos tratamentos.



**Figura 2 – Brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos e envasados em bandejas de isopor.**

#### 4.5. AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL DOS BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

##### 4.5.1. pH

A amostra na quantidade de 10 g foi triturada com 100 mL de água destilada a 25°C em um béquer. O eletrodo do pHmetro de bancada (Marte Científica, São Paulo) devidamente calibrado, foi inserido na amostra para leitura do pH (IAL, 2008).

#### 4.5.2. Perda de massa

As amostras foram pesadas em balança semi-analítica (Marconi, São Paulo) e a perda de massa fresca durante o armazenamento foi determinada conforme a Equação 1 (PADULA, et al. 2006):

$$\% \text{ perda de massa fresca} = (M_n/M_o) \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

Sendo  $M_o$  a massa no tempo inicial de armazenamento (1º dia) e  $M_n$  a massa para os dias posteriores de análise ( $n = 3, 6$  e  $10$ ).

#### 4.5.3. Teor de vitamina C

Para a determinação do teor de vitamina C foi utilizado o método padrão da AOAC, modificado por Benassi e Antunes (1988). Amostras de 2 g de brócolis foram homogeneizadas com 50 g de solução extratora (ácido oxálico 2%, Dinâmica, São Paulo) em liquidificador por dois minutos. Uma alíquota de 20 g foi tomada e diluída com a mesma solução empregada para extração para 50 mL em balão volumétrico. Uma alíquota de 10 mL dessa solução foi titulada com solução padronizada de 2,6-diclorofenolindofenol 0,01% (Vetec, São Paulo) e o ponto de viragem foi detectado visualmente. Os resultados foram expressos em mg de vitamina C / 100 g de produto

#### 4.5.4. Cor

A cor foi medida com auxílio do colorímetro (Mini Scan EZ), onde foram tomadas 4 medidas aleatórias da superfície externa dos floretes de brócolis. O colorímetro foi previamente calibrado em placas padrão de cor branco e preto, com fonte de iluminação D65 e ângulo de observação de 10°. Os resultados foram determinados a partir do sistema Hunterlab (L, a e b).

#### 4.5.5. Contagem de bolores e leveduras

Para realizar a diluição das amostras pesou-se 25 gramas de brócolis em sacos de “stomacher” esterilizados e adicionou-se 225 mL de solução salina peptonada 0,1% e homogeneizou-se por 60 segundos em stomacher (ITR, Brasil). Essa foi a diluição  $10^{-1}$  e a seguir, foram preparadas diluições decimais  $10^{-2}$  até  $10^{-6}$  em tubos contendo solução salina.

A contagem de bolores e leveduras foi feita pelo método de plaqueamento em superfície em meio ágar batata dextrose (Fluka, EUA) acidificado com ácido tartárico (Dinâmica, São Paulo) e posterior incubação a 25°C por 5 dias (SILVA et al., 2007). Os resultados da contagem foram expressos em log UFC/g.

#### 4.5.6. Contagem de mesófilos

Para a contagem de mesófilos o preparo da amostra foi feita de modo semelhante ao descrito no item anterior. A contagem de mesófilos foi realizada em ágar padrão – PCA (Merck, Brasil) por plaqueamento em profundidade, com incubação a 35°C por 48 horas (SILVA et al., 2007). Os resultados da contagem foram expressos em log UFC/g.

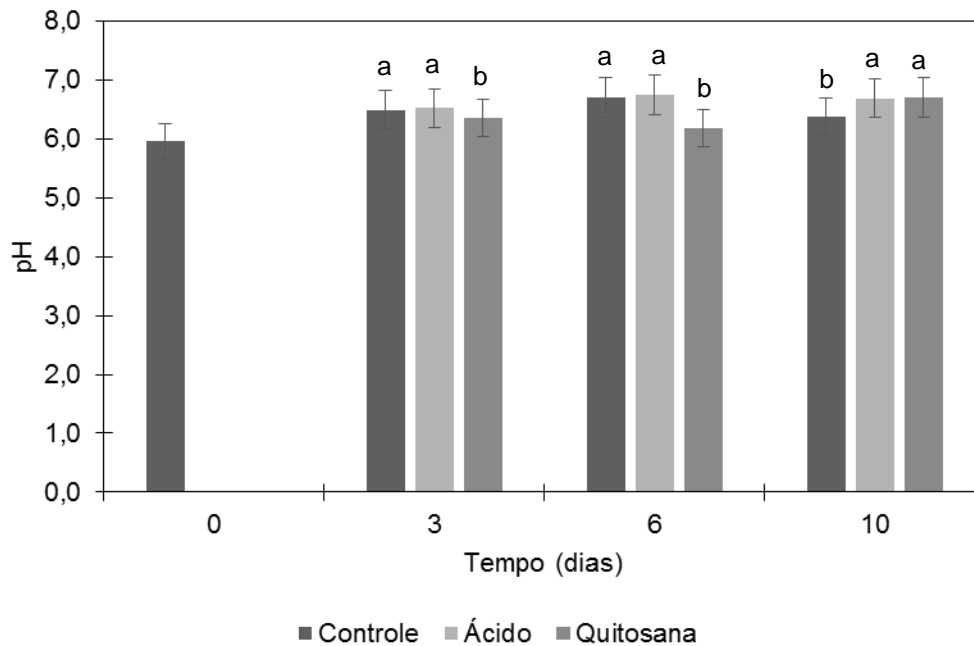
#### 4.5.7. Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados por análise de variância (ANOVA) pelo programa STATISTICA 7 e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 10% de significância ( $p < 0,10$ ).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. MEDIDA DO pH

A Figura 3 apresenta os valores médios de pH dos brócolis minimamente processados, com diferentes tratamentos e armazenados durante 10 dias sob refrigeração. O pH inicial dos brócolis minimamente processado foi de 5,97. Valor próximo (6,08) foi relatado por Padula (2006) em brócolis orgânico minimamente processado.



**Figura 3 - Valores de pH dos brócolis minimamente processados com diferentes tratamentos e armazenados sob refrigeração. Letras iguais não apresentam diferença significativa ao nível de 10% ( $p < 0,10$ ) pelo teste de Tukey entre os tratamentos.**

Avaliando o efeito do tratamento, notou-se que no terceiro e no sexto dia de armazenamento os valores de pH dos brócolis revestidos com quitosana foram estatisticamente menores. Valores elevados de pH podem estar associados com a utilização de ácidos orgânicos em excesso como substrato respiratório (MEDLICOTT; JEGER, 1987). Desta forma, pode-se deduzir que o revestimento de quitosana pode ter

atuado como uma barreira, impedindo a difusão de oxigênio e assim reduziu a taxa de respiração.

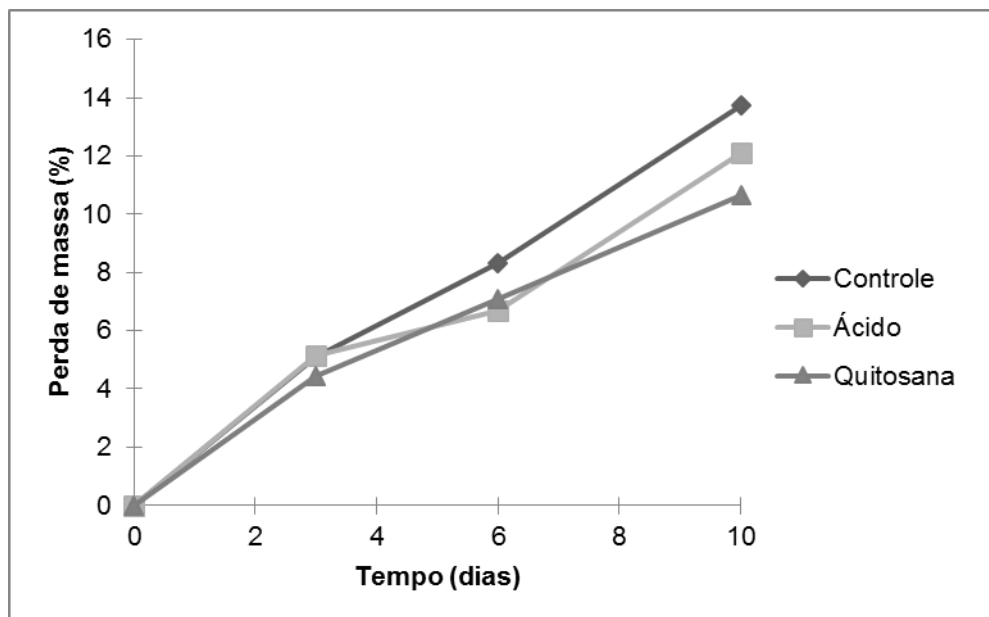
Considerando o tempo de armazenamento, não notou-se grande variação nos valores de pH para os diferentes tratamentos. Comportamento semelhante foi observado por Cabral (2012) e Velickova et al. (2013) onde o pH se manteve estável durante o armazenamento de melão minimamente processado com revestimento de quitosana e adicionado de óleo essencial.

## 5.2. PERDA DE MASSA

A Figura 4 apresenta a perda de massa dos brócolis minimamente processados, com diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado. Este parâmetro de qualidade é importante, pois a perda de massa está relacionada com perdas econômicas. Além disso, a perda de massa causa o encolhimento dos brócolis, causando um impacto negativo na aparência do mesmo (ANSORENA, MARCOVICH, ROURA, 2011).

Durante o armazenamento houve um aumento gradativo na porcentagem de perda de massa e após o sexto dia os brócolis revestidos com quitosana apresentaram menor valor, quando comparado aos demais tratamentos. A redução na perda de massa das amostras revestidas com quitosana pode estar ligada à presença da cobertura na superfície do produto que reduziu a permeabilidade ao vapor de água do produto para o ambiente e também esta atuou como uma barreira para permeabilidade do oxigênio, reduzindo a taxa de respiração. Resultados semelhantes foram observados em brócolis minimamente processado revestidos com quitosana e carboximetilcelulose (ANSORENA, MARCOVICH, ROURA, 2011) e em aspargos revestidos com quitosana de diferentes massas moleculares (QIU et al.,2013).





**Figura 4 – Perda de massa em brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado.**

### 5.3. TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO

A variação do teor do ácido ascórbico dos brócolis minimamente processados, contendo diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado está apresentada na Figura 5. O teor inicial de ácido ascórbico foi de 118,42 mg/100 g de brócolis. Valores inferiores (78 mg/100 g) foram reportados por Ansorena, Marcovich e Roura (2011) e valores maiores (~150 mg/100 g) por Yamashita et al. (2006) em brócolis minimamente processado.

Ao longo do armazenamento todas as amostras apresentaram redução no teor de ácido ascórbico, sendo que este fenômeno está fortemente ligado à presença de oxigênio (QIU et al.,2013). As amostras revestidas com quitosana tiveram uma menor perda em relação ao controle, indicando que a incorporação de revestimento a base deste polímero reduziu a difusão de oxigênio preservando o conteúdo de ácido ascórbico. Comportamento similar foi observado em aspargos (QIU et al.,2013), em mangas (SOUZA et al., 2011) e brócolis minimamente processado (ANSORENA, MARCOVICH, ROURA, 2011) revestidos com quitosana.

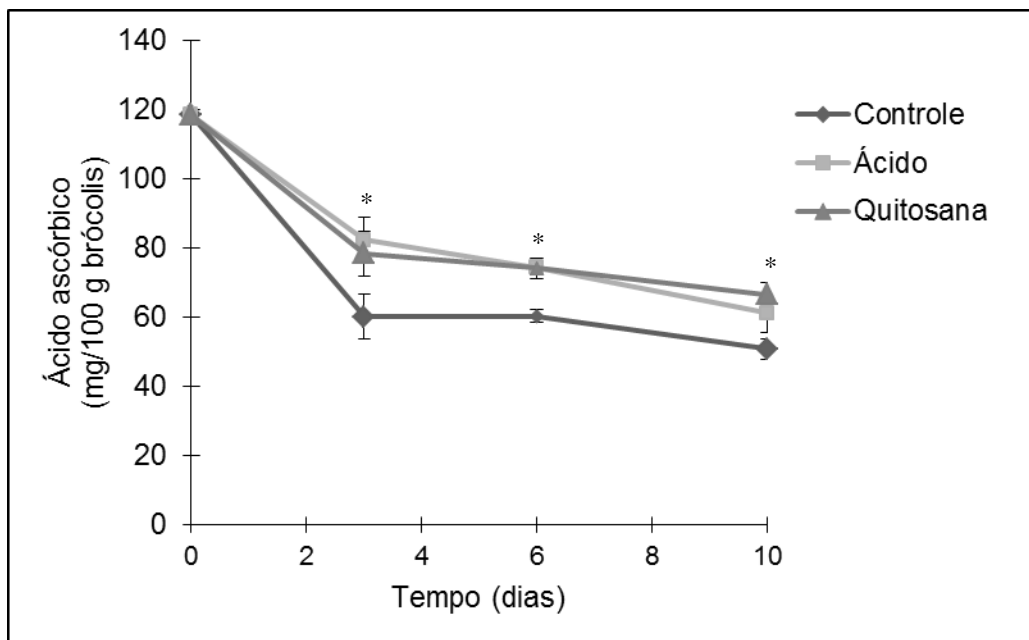


Figura 5 – Teor de Ácido ascórbico em brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado.

\* Apresentam diferença significativa em relação ao controle ao nível de 10% ( $p < 0,10$ ) pelo teste de Tukey.

#### 5.4. MEDIDA DE COR

A cor é um atributo importante para o brócolis e o amarelecimento a que ele está sujeito é o termo usado para descrever a condição adversa da qualidade do produto, resultante da degradação da clorofila. Esse processo inclusive, tem sido utilizado como indicador e como uma ferramenta para avaliar a qualidade e prever a sua vida útil (BERNARDES, 2012; TOIVONEN; DEELL, 2001).

Os parâmetros de cor, expressos em termos de L, a e b, dos brócolis minimamente processados medidos durante o armazenamento refrigerado estão resumidos na Tabela 1. O parâmetro L está relacionado com a luminosidade, ou seja, quanto maior o valor de L, mais clara é a amostra e quanto menor, mais escura é a amostra. O valor de a indica cor verde quando negativo e cor vermelho quando positivo. Já o valor b quando negativo representa a cor azul e quando positivo a cor amarelo. Após 10 dias de armazenamento, o valor de L aumentou para todos os tratamentos, correspondendo a um clareamento das amostras. É possível que isto possa estar

relacionado com o descoloramento dos brócolis, ou seja, a clorofila foi degradada deixando as amostras mais brancas. Este fato também pode ser comprovado pelos valores de  $-a$ , que decaíram com o tempo. Por outro lado, o valor de  $b$  manteve-se estável indicando que não houve amarelamento dos floretes.

Ao avaliar o efeito do tratamento, de uma forma geral, durante o armazenamento os parâmetros de cor não apresentaram variação significativa ( $p < 0,10$ ). Resultados diferentes foram verificados por Ansorena, Marcovich e Roura (2011), onde os brócolis revestidos com quitosana mantiveram a cor verde e a degradação de clorofila ocorreu em menor proporção quando comparado com as amostras controle.

**Tabela 1 – Parâmetros de cor em brócolis minimamente processado com diferentes tratamentos durante o armazenamento refrigerado.**

	0	3 dias	6 dias	10 dias
<b>L</b>				
<b>Controle</b>	29,90±2,86 <sup>B</sup>	41,09±3,20 <sup>aA</sup>	36,44±5,04 <sup>aA</sup>	41,17±6,63 <sup>aA</sup>
<b>Ácido</b>	29,90±2,86 <sup>B</sup>	38,25±2,80 <sup>abA</sup>	23,46±5,34 <sup>bC</sup>	41,78±4,19 <sup>aA</sup>
<b>Quitosana</b>	29,90±2,86 <sup>B</sup>	37,25±2,95 <sup>bA</sup>	22,36±7,67 <sup>bC</sup>	37,19±6,62 <sup>aA</sup>
<b>a</b>				
<b>Controle</b>	-9,38±1,38 <sup>A</sup>	-6,42±1,02 <sup>aB</sup>	-8,76±1,79 <sup>aA</sup>	-6,75±1,68 <sup>aB</sup>
<b>Ácido</b>	-9,38±1,38 <sup>A</sup>	-6,11±0,94 <sup>aB</sup>	-9,70±1,39 <sup>aA</sup>	-5,55±0,99 <sup>aB</sup>
<b>Quitosana</b>	-9,38±1,38 <sup>A</sup>	-6,15±0,88 <sup>aB</sup>	-10,14±2,96 <sup>aA</sup>	-5,27±1,48 <sup>aB</sup>
<b>b</b>				
<b>Controle</b>	33,02±6,81 <sup>A</sup>	19,59±3,91 <sup>aB</sup>	32,35±9,55 <sup>aA</sup>	28,02±2,35 <sup>aA</sup>
<b>Ácido</b>	33,02±6,81 <sup>AB</sup>	21,37±5,04 <sup>aC</sup>	39,32±8,49 <sup>aA</sup>	27,60±4,43 <sup>aBC</sup>
<b>Quitosana</b>	33,02±6,81 <sup>AB</sup>	22,96±3,26 <sup>aC</sup>	37,70±12,0 <sup>aA</sup>	26,18±4,23 <sup>aBC</sup>

Letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha iguais não apresentam diferença significativa ao nível de 10% ( $p < 0,10$ ) pelo teste de Tukey.

## 5.5. CONTAGEM DE MESÓFILOS E BOLORES E LEVEDURAS

As contagens de mesófilos e de bolores e leveduras estão apresentadas na Tabela 2. A contagem inicial de mesófilos do brócolis foi de 2,41 log UFC/g. Contagem

maior (4,34 log UFC/g) foi obtido por Ansorena, Marcovich e Roura (2011) em brócolis minimamente processado. Para todos os tratamentos foi observado uma elevação na contagem total de mesófilos e de bolores e leveduras durante os 10 dias de armazenamento refrigerado. Apenas no 6º dia de armazenamento as amostras revestidas com quitosana e as tratadas com ácido apresentaram contagem significativamente menor.

Segundo Dutta et al.(2009) a quitosana com alto teor de desacetilação tem maior caráter antimicrobiano que as com alto grau de grupos aminos acetilados. A ação antimicrobiana da quitosana contra bactérias pode ser devido a grande quantidade de cargas positivas na molécula devido a desacetilação que permite a interação e formação de complexos polieletrólíticos com os polímeros da superfície da célula bacteriana (DURANGO; SOARES; ANDRADE, 2006).

**Tabela 2 – Contagem de mesófilos e bolores e leveduras em brócolis minimamente processado durante o armazenamento refrigerado.**

Tempo	Mesófilos (log UFC/g)			Bolores e Leveduras (log UFC/g)		
	Controle	Ácido	Quitosana	Controle	Ácido	Quitosana
0	2,41±0,36	2,41±0,36	2,41±0,36	1,00±0,01	1,00±0,01	1,00±0,01
3	6,15±0,47 <sup>a</sup>	5,18±0,31 <sup>b</sup>	5,85±0,01 <sup>a</sup>	5,65±0,07 <sup>ab</sup>	4,78±0,49 <sup>b</sup>	5,81±0,25 <sup>a</sup>
6	6,77±0,04 <sup>a</sup>	6,41±0,11 <sup>b</sup>	6,11±0,14 <sup>b</sup>	6,28±0,10 <sup>a</sup>	5,00±0,01 <sup>b</sup>	5,54±0,28 <sup>b</sup>
10	6,80±0,01 <sup>a</sup>	6,80±0,01 <sup>a</sup>	6,78±0,04 <sup>a</sup>	6,60±0,33 <sup>a</sup>	5,85±0,18 <sup>b</sup>	5,10±0,02 <sup>c</sup>

<sup>a, b, c</sup> letras iguais na linha não apresentam diferença significativa ao nível de 10% (p<0,10) pelo teste de Tukey.

Para a contagem de bolores e leveduras, os brocolis revestidos com quitosana apresentaram valores estatisticamente menores a partir do 6º dia de armazenamento, comprovando o efeito antifúngico da quitosana. As amostras tratadas com ácido tiveram menores contagens, provavelmente, devido à atividade antimicrobiana do ácido acético que desfavoreceu o desenvolvimento de bolores e leveduras.

O mecanismo de ação da quitosana contra fungos envolve a interação do polissacarídeo com a parede celular do microrganismo interferindo diretamente em seu crescimento. Além disso, os oligômeros de quitosana se difundem dentro das hifas fúngicas interferindo na atividade das enzimas responsáveis pelo crescimento do fungo.

A intensidade de ação de degradação da parede celular dos fungos é dependente do pH do meio, do grau de desacetilação da quitosana e da concentração desse polímero (GOY et al., 2009).

Ao contrário do relatado em outros trabalhos (ANSORENA; MARCOVICH; ROURA, 2011; MOREIRA; ROURA; PONCE, 2011) a quitosana não atuou de forma efetiva contra micorganismos mesófilos, mas apresentou atividade antimicrobiana contra bolores e leveduras. A diferença pode estar relacionada com o grau de desacetilação e massa molecular da quitosana. Enquanto no presente estudo utilizou-se quitosana de baixa massa molecular com 85% de grau de desacetilação, nos outros trabalhos a quitosana foi de média massa molecular com 98% de grau de desacetilação.

## **6. CONCLUSÃO**

O revestimento comestível a base de quitosana se mostrou efetivo quando aplicado em brócolis minimamente processado, pois reduziu as perdas de ácido ascórbico, inibiu o desenvolvimento de bolores e leveduras e diminuiu a perda de massa ao longo do armazenamento refrigerado. Desta forma, a quitosana pela sua atividade antifúngica e por ser um polímero biodegradável e biocompatível poderia ser uma alternativa para auxiliar na conservação de vegetais minimamente processados em escala comercial.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDOU, E. S.; NAGY, K. S. A.; ELSABEE, M. Z. Extraction and characterization of chitin and chitosan from local sources. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 1359-1367, 2008.
- ALVES, R. E., SOUZA F.; BASTOS. M. S. R.; FIGUEIRAS, H. A. C. & BORGES, M. F. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. Anais do II Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Universidade Federal de Viçosa (UFV), p. 75-85, 2000.
- ANDRADE, R. D.; SKURTYS, O.; OSORIO, F. A. Atomizing spray systems for application of edible coatings. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, n. 3, p. 323-337, 2012.
- ANSORENA, M. R.; MARCOVICH, N. F.; ROURA, S. I. Impact of edible coatings and mild heat shocks on quality of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L.) during refrigerated storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 59, p. 53-63, 2011.
- APPENDINI, P.; HOTCHKISS, J. H. Review of antimicrobial food packaging. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 3, p. 113-126, 2002.
- ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Higiene Alimentar**, v. 22, n. 160, p. 99-106, 2008.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.
- BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.
- BEN-SHALOM, N. et al. Controlling gray mould caused by *Botrytis cinerea* in cucumber plants by means of chitosan. **Crop Protection**, v. 22, n. 2, p. 285-290, 2003.
- BERNARDES, J. M. Colorímetro Digital Portátil. 2012. 117 f. Monografia (Bacharelado em Ciências da Computação) – Universidade Federal do Lavras, Lavras, 2012.
- BORDERÍAS A. J., SÁNCHEZ-ALONZO I., PÉREZ-MATEOS M. New applications of fibers in foods: addition to fishery products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 458-465, 2005.
- CABRAL, Marília de freitas. **Avaliação do revestimento de quitosana com a inclusão de composto ativo de óleo essencial na qualidade e segurança de melão**

**minimamente processado**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

CAPDEVILLE, G. et al. Alternative disease control agents induce resistance to blue mold in harvested 'Red Delicious' apple fruit. **Phytopathology**, v. 92, n. 8, p. 900- 908, 2002.

CENSI, S. A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011, 144 p.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e quitosana. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 216-221, 2011.

CHIEN, P. J.; SHEU, F.; YANG, F. H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, v.78, n.1, p.225-229, 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

CHLEBOWSKA-SMIGIEL, A.; GNIEWOSZ, M.; SWINCZAK, E. An attempt to apply a pullulan and pullulan-protein coatings to prolong apples shelf-life stability. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2007.

CRUZ, A. G., CENCI, S. A., MAIA, M. C. A. Pré-requisitos para implementação do sistema APPCC em uma linha de alface minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 104-109, 2006.

DANG, Q. F.; YAN, J. Q.; LI, Y.; CHENG, X. J.; LIU, C. S.; CHEN, X. G. Chitosan acetate as an active coating Material and Its Effects on the Storing of Prunus avium L. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 2, p. 129, 2010.

DURANGO, A.; SOARES, N.; ANDRADE, N. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. **Food Control**, v.17, p. 336 a 341, 2006.

DUTTA, P.; TRIPATHI, S.; MEHROTRA, G.; DUTTA, J. Review: perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. **Food Chemistry**, v.114, p.1173-1182, 2009.

ELSABEE, M. Z.; ABDU, E. S. Chitosan based edible films and coating: A Review. **Materials Science and Engineering: C**, v. 33, p. 1819-1841, 2013.



FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, p.296-297, 2000.

FONSECA, S. C., OLIVEIRA, F. A. R., LINO, I. B. M., BRECHT, J. K., CHAU, K. V. Modelling O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, 43, p. 9-15, 2000.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K.; CHAU, K.V. Development of perforation-mediated modified atmosphere packaging for fresh cut vegetables. In: OLIVEIRA, F. A. R.; OLIVEIRA, J. C. (Eds). *Processing of foods: Quality optimisation and process assessment*. Boca Raton: CRC Press, p.389-404, 1999.

GOY, R. C.; BRITTO, D.; ASSIS, O. B. G. A review of the antimicrobial activity of chitosan. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 3, p. 241-247, 2009.

HARALAMPU, S. G. Protein-based edible coatings. Patent US PCT/US90/06441, 1990.

IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. ed. digital. São Paulo, 2008. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=%20com\\_remository&Itemid=0&func=select&orderby=1](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=%20com_remository&Itemid=0&func=select&orderby=1). Acesso em: 23 Abr. 2015

LEMOINE, M. L.; CIVELLO, P.; CHAVES, A.; MARTINEZ, G. Hot air treatments delays senescence and maintains quality of fresh-cut broccoli florets during refrigerated storage. **LWT – Food Science and Technology**, v. 42, p.1076–1181, 2009.

MARTIÑON, M.E.; MOREIRA, R.G.; CASTELL-PEREZ, M.E.; GOMEZ, C. Development of a multilayered antimicrobial edible coating for shelf-life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo L.*) stored at 4°C. **Food Science and Technology**, n.56, p.341 - 350, 2014.

MELO, B.; SILVA, C. A.; ALVES, P. R. B. **Processamento mínimo de hortaliças e frutas**. Disponível em: < <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>>. Acesso em: 05 de jun. 2015.

MOREIRA, M.; ROURA, S.; PONCE, A. Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 2335-2341, 2011.

MORETTI, C. L. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**; SEBRAE, 2007. 531 p.

OLIVEIRA JUNIOR, E. N. de et al. Alterações pós-colheita da “Fruta-de-Lobo” (*Solanum lycocarpum St. Hil.*) durante o amadurecimento: análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 410-413, 2004.

PADULA, M.L. **Influência de diferentes tipos de embalagem em Brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) orgânicos minimamente processados e armazenados sob refrigeração**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

PAGE, T.; GRIFFITHS, G.; BUCHANAN-WOLLASTON, V. Molecular and bio-chemical characterization of postharvest senescence in broccoli. **Plant Physiology**, v.125, p.718–727, 2001.

PARK, S.; DAESCHEL, M.; ZHAO, Y. Functional properties of antimicrobial lysozyme–chitosan composite films. **Journal of Food Science**, v. 69, p. 215–221, 2004.

PARK, H. J. **Edible coatings for fruits**. In: JONGEN, W. W. F. (Ed.). Fruit and vegetable processing: improving quality. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 331-345.

PORTE, A.; MAIA, L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **Boletim do Ceppa**, v. 19, n. 1, p. 105-118, 2001.

ROMANAZZI, G. et al. Effects of pre and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. **Food Microbiology and Safety**, v. 67, n. 5, p. 1862-1867, 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 3 ed, 2007, 552p.

THARANATHAN, P. Biodegradable film and composite coatings: pasta, present and future. **Trends in Food Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 71-78, 2003.

TOIVONEN, P.M.A.; DeELL, J.R. Chlorophyll fluorescence, fermentation product accumulation, and quality of stored broccoli in modified atmosphere packages and subsequent air storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 23, n. 1, p. 61-69, 2001

TURHAN, K. N. Is edible coating an alternative to MAP for fresh and minimally processed fruits? **Acta Horticulturae**, v. 876, n. 1, p. 299-305, 2010.

VELICKOVA, E.; WINKELHAUSEN, E.; KUZMANOVA, D.; ALVES, V.D. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv *Camarosa*) under commercial storage conditions. **Food Science and Technology**, v. 52, p. 80 - 90, 2013.

YADAV A. V, BHISE S.B. Chitosan: a potential biomaterial effective against typhoid. **Current Science**, v. 87, n. 9, p. 1176-1178, 2004.

YAMASHITA, F. MATIAS, A. N.; GROSSMANN, M. V. E.; ROBERTO, S. R.; BENASSI, M. T. Active packaging for fresh-cut broccoli using 1-methylcyclopropene in biodegradable sachet. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n.4, p. 581-586, 2006.

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

ZHU, X.; WANG, Q.; CAO, J.; JIANG, W. Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L. Cv. Tainong) fruits. **Journal of Food Processing & Preservation**, v.32, n.5, p.770-784, 2008.