

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE
ALIMENTOS

ANA CAROLINA REIS DA SILVA

**EFEITO COMBINADO DE AGENTES ANTIOXIDANTES E USO DE COBERTURA
DE AMIDO NA VIDA ÚTIL DE
BRÓCOLIS (*BRASSICA OLERACEA* L. VAR. *ITÁLICA*) MINIMAMENTE PROCESSADO**

DOURADOS-MS

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE
ALIMENTOS

ANA CAROLINA REIS DA SILVA

**EFEITO COMBINADO DE AGENTES ANTIOXIDANTES E USO DE COBERTURA
DE AMIDO NA VIDA ÚTIL DE
BRÓCOLIS (*BRASSICA OLERACEA* L. VAR. *ITÁLICA*) MINIMAMENTE PROCESSADO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia
de Alimentos como requisito parcial para
conclusão do curso de graduação.

Orientador: Prof. D.Sc. Lucas de Souza Soares

DOURADOS - MS

2022

ANA CAROLINA REIS DA SILVA

**EFEITO COMBINADO DE AGENTES ANTIOXIDANTES E USO DE COBERTURA
DE AMIDO NA VIDA ÚTIL DE
BRÓCOLIS (*BRASSICA OLERACEA* L. VAR. *ITÁLICA*) MINIMAMENTE PROCESSADO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia
de Alimentos como requisito parcial para
conclusão do curso de graduação.

Dourados, 31 de agosto de 2022.

Banca Examinadora:

Profª D.Sc. Lucas de Souza Soares
Orientador

Profª D.Sc. William Renzo Cortez Vega
Titular

Profª D.Sc. Ana Paula da Fonseca Machado
Titular

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força e coragem para enfrentar essa jornada, por me guiar e me dar calma para suportar os momentos mais difíceis.

Agradeço ao meu Orientador Professor Doutor Lucas Soares de Souza pela paciência, pelo suporte durante esses últimos meses, obrigada pelos conselhos, por me encorajar e acreditar em mim me dando todo apoio necessário para que eu conseguisse concluir esse trabalho.

Agradeço aos professores do curso de engenharia de alimentos que através de seus ensinamentos para que eu pudesse concluir esse curso, em especial agradeço ao Professor Doutor William Renzo Cortez Vega pela colaboração, não conseguiria terminar essa jornada sem o seu apoio.

A minha mãe Elaine Duarte Reis por não medir esforços para me incentivar e dar o apoio necessário, agradeço aos meus pais Adaildo Souza Silva e Gilson Aparecido Tomaz Prudencio e familiares pelo apoio e ensinamentos para a realização desse sonho.

Aos meus pastores Edson Rodrigues e Quezia Sena pelo aconselhamento ao longo dos anos, por secar minhas lágrimas, por cuidarem de mim todos esses anos como filha.

As minhas companheiras e amigas Ana Carolina Medeiros, Clara Fioriti, Rarissa Ferraz, Nathália Santiago, Natiele Vieira por me acompanharem, me ajudarem nos experimentos, manter a calma, não me deixarem surtar nos finais de semestre e obrigada, pois sempre se preocuparam e me incentivaram, obrigada por terem tornado essa jornada mais leve e especial, vou guardar cada uma de vocês no meu coração.

A todos que participaram dessa longa e louca jornada, aos que participaram da pesquisa e todos que contribuíram para que conseguisse chegar ao final, não me deixando desistir e a todos que tiveram a compreensão e cuidado quando não estava presente ou bem, meu muito obrigada, vocês são especiais, amo cada um de vocês.

SUMÁRIO

1– INTRODUÇÃO	7
2– MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1 Material	9
2.2 Preparo dos brócolis	10
2.3 Planejamento experimental	10
2.4 Aplicação de agente antioxidante	11
2.5 Preparo e aplicação de revestimentos	12
2.6 Análises físico químicas	12
2.6.1 Perda de massa	12
2.6.2 pH	12
2.6.3 Acidez titulável	12
2.6.4 Cor	13
2.6.5 Textura	13
2.6.6 Análise de resultados	14
3 – RESULTADO E DISCUSSÃO	14
3.1 Aspecto visual	14
3.2 Perda de massa	8
3.3 pH	10
3.4 Acidez titulável	8
3.5 Cor	9
3.6 Textura	13
4 – CONCLUSÃO	14
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

RESUMO

A alta taxa respiratória, o acondicionamento inadequado e uso de transporte não refrigerado são fatores que fazem com que brócolis perca qualidade rapidamente, contribuindo para sua alta perecibilidade. Além da limpeza e uso embalagens adequadas, esforços vêm sendo empregados no sentido de estabilizar o produto e aumentar a qualidade de brócolis. Nesse sentido, esse estudo objetivou avaliar os efeitos de agentes antioxidantes ácido cítrico, EDTA e/ou cobertura de amido de milho na vida útil de brócolis. Foram elaborados 6 tratamentos: T1 (brócolis lavado e sanitizado - controle); T2 (imersão em solução de 1,0 % (v/v) de ácido cítrico); T3 (aplicação cobertura de amido de milho), T4 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de ácido cítrico, seguida de aplicação de cobertura de amido de milho), T5 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de EDTA); e T6 (imersão em solução de 1,0% (v/v) EDTA seguida de aplicação de cobertura de amido de milho). Para todos os tratamentos, brócolis minimamente processado foi acondicionado em embalagens de polietileno Tereftalato e armazenado sob refrigeração a 8 ± 2 °C, durante 21 dias. Imediatamente após a preparação e durante os 21 dias de armazenamento, nos dias 0, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18 e 21 foram realizadas análises as seguintes análises: aspecto visual, cor, perda de massa, pH, acidez titulável e textura. Foram realizadas 4 repetições para cada tratamento e os resultados das análises foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão, para cada um dos tempos. Realizou-se uma análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância, para as variáveis perda de massa, pH, acidez titulável e textura, a fim de comparar estatisticamente os tratamentos, em cada um dos tempos. Caso observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, em cada um dos tempos, realizou-se um teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Quando comparado os aspectos físico e químico nota-se que após o 11º dia de armazenamento as amostras apresentaram sinal de senescência, com isso os resultados foram levados em consideração até esse tempo. Quando comparado os percentuais de perda de massa (%) T1 se mostrou mais efetivo. Dentre os tratamentos T1, T3 e T6 apresentou menor variação de pH que os demais. T1, T2 e T3 apresentaram melhor conservação da ATT. Com isso, o estudo consegue afirmar que T1 foi mais eficiente conseguindo manter as características químicas e físicas do produto quando armazenado sob refrigeração a 8 ± 2 °C

Palavras-chaves: processamento de vegetais, refrigeração, ácido cítrico, EDTA, hortaliça.

ABSTRACT

The high respiratory rate, inappropriate addition and use of transport is not are factors that cause broccoli to lose quality quickly contributing to its high perishability. In addition to cleaning and using appropriate packaging, efforts have been made to stabilize the product and increase the quality of broccoli. In this sense, this study aimed to evaluate the effects of citric acid, EDTA and/or corn starch coating on the shelf life of broccoli. Six treatments were elaborated: T1 (broccoli washed and sanitized – control); T2 (immersion in 1,0% (v/v) citric acid solution); T3 (application of corn starch coating), T4 (immersion in a solution of 1,0% (v/v) of citric acid, followed by application of a coating of corn starch coating). For all treatments, processed broccoli was packed in polyethylene terephthalate packages and stored under refrigeration at $8 \pm 2^\circ \text{C}$ for 21 days immediately after preparation and during 21 days of storage on days 0,2,4,7,9,11,14,16, 18 and 21 the following analyzes were carried out visual, appearance color, texture, mass, titratable acidity and texture. 4 repetitions were carried out for each treatment and the results of the analyzes were presented as mean standard deviation, for each of the times. An analysis of variance (ANOVA) is performed at the level of 5% of significance for the variables mass loss, pH, titratable acidity and texture, in order to statistically compare the treatment at each time point. If a significant difference ($p < 0,05$) was observed between treatments, at each time point, a Tukey test was performed, at 5% significance level. When comparing the physical and Chemical aspects, it is noted that after the 11th day of storage the samples showed signs of senescence, so that the results were taken into account until that time. When comparing the percentages of mass loss (%) T1 proved to be more effective. Among the treatments T1, T3 and T6 showed a lower pH variation than the others. T1, T2 and T6 showed better ATT conservation. With this, the study can affirm that T1 was more efficient, managing to maintain the chemical and physical characteristics of the product when stored under refrigeration at $8 \pm 2^\circ \text{C}$.

Keywords: vegetable processing, refrigeration, citric acid, EDTA, vegetable.

1- INTRODUÇÃO

Brócolis (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) é uma hortaliça pertencente à família Brassicaceae, sendo a inflorescência da planta a parte comercialmente usada para alimentação humana (FILGUERIA, 2013).

No Brasil, o consumo per capita é baixo, podendo ser explicado devido às diferentes tradições culinárias, dificuldade de distribuição e renda do consumidor. Além disso, em alguns estados não há condições ambientais favoráveis ao cultivo, sendo necessário o uso de transportes aéreo ou caminhões, fazendo com que o produto chegue deteriorado ou que possua um preço inacessível para boa parte da população (MELO, 2015).

Além de motivações relacionadas à conservação do produto, existe cada vez mais a exigência de alimentos que sejam seguros, saudáveis e práticos para consumo, o que aumenta ainda mais o valor do produto (NASCIMENTO, 2014). Nesse sentido, há mais de duas décadas, o consumidor passou a adquirir hortaliças minimamente processadas, como beterrabas e cenouras, raladas ou em cubos; couves, alfaces e repolhos picados; e couve-flor e brócolis, sem folhas e com as inflorescências cortadas em pequenas partes (SIGRIST, 2002).

O processamento mínimo de vegetais ocorre em uma série de etapas que não envolvem o uso de nenhum tratamento térmico e/ou que altere a atividade de água do mesmo, passando pela seleção, classificação, pré-lavagem, corte, descascamento, sanitização, enxágue, drenagem, embalagem e armazenamento. Tais etapas são essenciais para que minimamente processados possam apresentar aumento de vida útil suficiente para a sua comercialização e consumo, de maneira a garantir a qualidade do alimento e segurança para o consumidor (CHITARRA, 2000). Durante essas etapas, geralmente são eliminadas as partes do alimento que não são consumidas comercialmente, como a casca, a semente e os talos (RODGERS, 2016).

Entretanto, injúrias são causadas aos tecidos pelo processo de descascamento e corte (GIOPPPO et al., 2012), causando a aceleração de liberação de água, aumento da taxa de respiração, rompimento de organelas, proporcionando o escurecimento enzimático, podendo causar alterações na cor, sabor e aroma de hortaliças, causando a diminuição da vida útil do produto, quando comparada às hortaliças inteiras (LUENGO et al., 1997; CENCI, 2011).

Para que haja um controle do escurecimento enzimático, a adição de agentes antioxidantes (método químico) e a aplicação de métodos físicos, que envolvem a redução ou aumento da temperatura, atmosfera modificada e/ou embalagens ativas, poderão ser utilizadas. (OLIVEIRA, 2009).

Uma das alternativas usadas pela indústria é a aplicação de ácidos orgânicos para atuarem como antioxidantes, desempenhando uma função complementar ao efeito acidulante e conservante, elevando a acidez, que retarda reações químicas e inibe o desenvolvimento de microrganismo em alimentos (JOSÉ, 2017).

O principal agente acidulante usado pela indústria de alimentos é o ácido cítrico (ácido 2-hidroxiopropano-1,2,3-tricarboxílico), atuando na prevenção do escurecimento enzimático, reduzindo a atividade enzimática pela sua ação quelante e redução do pH. Além disso, o uso de ácido cítrico em baixas concentrações é bem aceito sensorialmente (CORDEIRO, 2018) e, adicionalmente, pode prolongar a estabilidade da vitamina C e reduzir alterações de cor em alimentos (FOOD INGREDIENTS, 2014).

Além do ácido cítrico, outros compostos como: ácido ascórbico, eritórbito e ácido etileno-diamino-tetracético (EDTA), atuam como antioxidantes que evitam o escurecimento enzimático, a perda do sabor e do aroma, o amadurecimento dos tecidos e a perda da qualidade nutricional (CHITARRA, 1998). O EDTA é um agente quelante e se liga a íons metálicos, como o cobre, fundamental para a ativação da polifenoloxidase, adiando o efeito dessa enzima e prolongando a vida útil de vegetais tratados com esses compostos (DZIEZAK, J, 1986).

Os biofilmes podem ser classificados em dois tipos: i) o filme que possui uma estrutura própria independente; e a ii) cobertura (ou revestimento) que é aplicada diretamente na superfície dos alimentos, formando uma barreira de proteção e aumentando a vida útil do produto (COLLA, 2004). Em geral, revestimentos devem possuir atributos como transparência e aderência, além de não conferir odor e sabor que interfiram nas características sensoriais do produto (ASSIS et al., 2008).

O uso de revestimentos comestíveis também vem sendo utilizado para minimizar as reações de deterioração e aumentar a vida de prateleira de frutas e vegetais, podendo proporcionar melhorias nos aspectos visuais, reduzir reações enzimáticas e o desenvolvimento de microrganismos. Assim, revestimentos têm como objetivo preservar a qualidade do produto e aumentar a vida útil de vegetais. O uso de revestimento pode inibir a difusão de umidade, diminuir a taxa de respiração e

conservar as vitaminas do alimento (ARAUJO; SHIRAI, 2016). Esses revestimentos podem ser preparados a partir de várias matérias-primas comestíveis, como amido, celulose e derivados, pectina, alginato e carragena (RODRIGUES et. al, 2019).

Dentre os citados, o amido é o mais utilizado, sofrendo o processo de gelatinização com aquecimento em temperaturas maiores que 70 ° C e formando coberturas quando resfriados até a temperatura ambiente (RIBEIRO et al., 2009). Contudo, a melhoria das características de coberturas de amido é conseguida pelo uso de aditivos ou plastificantes.

O glicerol é um plastificante capaz de assegurar boa qualidade de cobertura de amido pelo aumento de flexibilidade, extensibilidade e distensibilidade, além de promover a diminuição da resistência mecânica, temperatura de transição vítrea e barreira a gases e vapor de água, que pode ser explicado em razão da higroscopicidade do plastificante, redução de interações que estabilizam a rede amilácea e aumento de interações amido-plastificante (GROSSMAN, 2007).

Desta maneira, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da combinação de agentes antioxidantes e/ou uso de cobertura comestível a base de amido de milho no aumento da vida útil de brócolis minimamente processado.

Para realização deste trabalho os brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) foram submetidos a diferentes tratamentos, a fim de avaliar suas características e possíveis modificações durante o armazenamento a uma temperatura de 8 ± 2 °C, uma vez que essas informações podem gerar dados científicos que não são comumente encontrados na literatura.

2– MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para a presente proposta foram utilizados brócolis frescos, desfolhado e cortado como “cabeça”, acondicionado em bandejas de poliestireno expandido (isopor) e coberta com filme PVC obtidos no comércio local de Dourados-MS. Ainda foi adquirido no comércio local, amido de milho, da marca Maisena.

Além disso, foram utilizados no experimento os seguintes reagentes: hipoclorito de sódio (Ciclo Farma), além disso foram utilizados no experimento os seguintes reagentes: ácido cítrico P.A - ACS (Dinâmica), EDTA (Cromato Produtos Químicos LTDA), hidróxido de Sódio P.A- ACS (Dinâmica), álcool Etílico (Cromato Produtos

Químicos LTDA), glicerina Bidestilada - PA (Cromato Produtos Químicos LTDA), fenolftaleína pura (Êxodo Científica).

A preparação e análises foram realizadas nos laboratórios de Bioengenharia e no laboratório de Análise de Produtos Agropecuários, da Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD.

2.2 Preparo dos brócolis

Após adquirir os brócolis no comércio local, os vegetais foram lavados em água corrente, drenados e armazenados sob refrigeração em geladeira, 8 ± 2 °C até o momento do processamento. No processamento de brócolis, inicialmente os vegetais foram lavados em água corrente fria em abundância, e em seguida, foram cortados com faca de aço inoxidável (previamente higienizada). Os pedaços de brócolis foram selecionados, eliminando-se pedaços contendo imperfeições, manchas ou partes atacadas por insetos.

Em seguida, os mesmos foram sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio (5 mg/L), por 15 min. Os pedaços de brócolis foram enxaguados em água corrente (potável). Em seguida, o excesso de água foi eliminado por drenagem.

2.3 Planejamento experimental

O experimento foi organizado usando o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Na Tabela 1 é apresentada uma descrição dos tratamentos. Realizou-se 4 repetições para cada um dos 6 tratamentos, resultando em 24 unidades experimentais.

Tabela 1 - Tratamentos realizados nos brócolis minimamente processados.

	Tratamentos	Tipo de condicionamento em agente antioxidante	Tipos de cobertura
1	Tratamento 1	-	-
2	Tratamento 2	Ácido cítrico	-
3	Tratamento 3	-	Amido de milho
4	Tratamento 4	Ácido cítrico	Amido de milho
5	Tratamento 5	EDTA	-
6	Tratamento 6	EDTA	Amido de milho

Fonte: Elaborado pela autora.

T1 (brócolis lavados e sanitizado - controle); T2 (imersão em solução de 1,0 % (v/v) de ácido cítrico por 15 minutos); T3 (aplicação cobertura de amido de milho), T4 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de ácido cítrico por 15 minutos, seguida de aplicação de cobertura de amido de milho), T5 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de EDTA por 15 minutos); e T6 (imersão em solução de 1,0% (v/v) EDTA por 15 minutos seguida de aplicação de cobertura de amido de milho).

Após aplicação de todos os tratamentos, as unidades de brócolis foram acondicionadas em bandejas Polietileno Tereftalato (PET), com tampa e armazenados sob refrigeração em uma geladeira (Continental) por 21 dias, a $8 \pm 2^\circ\text{C}$.

2.4 Aplicação de agente antioxidante

Pedaços de brócolis de T2 e T4 após a higienização, foram imersos em uma solução com 2,0% (m/v) de ácido cítrico por 15 minutos. Após esse período os pedaços de brócolis foram enxaguados em água corrente e o excesso de água drenado.

Pedaços de brócolis de T5 e T6, similarmente, foram imersos em solução de EDTA 1,0% (m/v) por 15 minutos. Em seguida, passaram por enxague em água corrente e drenagem.

2.5 Preparo e aplicação de revestimentos

Para elaboração do revestimento preparou-se uma dispersão contendo 2,5% de amido de milho e 1,0% (m/v) de glicerol, sendo completado com água destilada. A suspensão passou por aquecimento a 95 °C por 10 minutos, sob agitação constante em agitador magnético (Fisatom, mod. 752A) para a gelatinização do amido. Em seguida, a solução foi resfriada (25 °C) para o recobrimento dos pedaços de brócolis (T3, T4 e T6).

2.6 Análises físico químicas

As análises físicas e químicas foram realizadas em 4 repetições, logo após o processamento dos tratamentos (dia 0) e após 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18 e 21 dias de armazenamento, os brócolis foram armazenados sob temperatura de refrigeração de 8 ± 2 °C, assim, realizou-se as análises de perda de massa, pH, acidez titulável, textura e cor.

2.6.1 Perda de massa

Após a preparação e durante os diferentes tempos de armazenamento, as unidades experimentais foram pesadas em balança analítica (Shimadzu) nos dias 0, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18 e 21. A perda de massa foi obtida através da diferença de massa inicial da massa em cada um dos dias analisados (Eq. 1).

$$P. M \% = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100\%$$

(Eq. 1)

Em equação 1, M_i é a massa inicial dos brócolis e M_f a massa final. Resultados de perda de massa foram expressos em porcentagem.

2.6.2 pH

Realizou-se segundo o método descrito por AOAC (2010). Para medida do pH, utilizou-se 5 g de brócolis que foram triturados em 10 mL de água destilada e em seguida, foi realizada a medição utilizando um potenciômetro de bancada (Marconi PA 200), calibrado em pH 4,00 e 7,00.

2.6.3 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada seguindo a metodologia do AOAC (2010), sendo expressa com base no volume em mL de NaOH 0,1 mol.L⁻¹, requerido para

titular 10 g de amostra diluída e homogeneizada em 100 mL de água. Assim a acidez foi expressa em g de ácido málico/ 100 g de amostra calculada de acordo com a equação 2.

$$ATT \text{ (g de ácido málico/ 100 g)} = \frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times N}$$

(Eq. 2)

Em Equação 2, V= volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL; M = molaridade da solução de hidróxido de sódio; P = massa da amostra em g ou volume pipetado em mL; PM = peso molecular do ácido correspondente em g; n = número de hidrogênio ionizáveis, e F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

2.6.4 Cor

A cor foi medida em cinco pontos diferentes e o resultado apresentado como valor médio, as análises foram feitas usando colorímetro portátil (Konica Minolta, mod. CR400), sendo realizadas leituras das coordenadas L*, a* e b* do sistema de CIELab, onde L* representa a luminosidade ou claridade da amostra, numa escala de 0 (preto) a 100 (branco), o valor de a* representa do vermelho (+60) ao verde (-60) e o valor de b* representa do amarelo (+60) ao azul (-60).

A partir das coordenadas a*, b* e L, calculou-se o índice de amarelecimento (YI) através da Equação 3, conforme metodologia descrita na ASTM D1925, citada por Andrady & Torikai (1999):

$$IA = \frac{100 \times (0,72a + 1,79b)}{L}$$

(Eq. 3)

A diferença total de cor entre as três coordenadas foi determinada conforme metodologia Pathare, Opara e Al-Said (2013), Equação 4.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$$

(Eq. 4)

2.6.5 Textura

A textura dos brócolis foi avaliada por meio da análise de tensão de cisalhamento, aplicada de forma uniaxial das amostras, com o auxílio do texturômetro

Universal Testing Machine (TA-TX Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra).

Para a realização dos testes, selecionou-se amostras que possuíam o tamanho previamente padronizado. As amostras foram centralizadas sobre a fenda da lâmina, a qual foi cisalhada a uma velocidade de 2 mm/s de forma uniaxial. A força de cisalhamento foi calculada em Newton (N) foi representada pelo software, sendo os resultados expressos foram obtidos através da média de 4 forças máximas necessárias até atingir por completo o cisalhamento da amostra a uma distância pré-fixada de 40 mm.

2.6.6 Análise de resultados

Os resultados das análises foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão para cada um dos tempos. Realizou-se uma análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância, para as variáveis: perda de massa, pH, acidez titulável e textura, a fim de comparar estatisticamente os tratamentos, em cada um dos tempos. Caso observada diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, em cada um dos tempos, realizou-se um teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

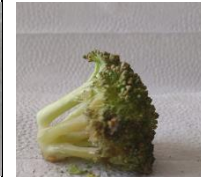
3 – RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Aspecto visual

No Quadro 1 é apresentado o aspecto visual de brócolis minimante processado submetidos a diferentes tratamentos avaliados em diferentes dias de armazenamento sob refrigeração, 8 ± 2 °C.

236
237

Quadro 1 – Aspecto visual de brócolis minimamente processado sob diferentes tratamentos em função do tempo.

	Tratamentos					
Dias	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0						
7						
11						
14						
18						
21						

238

Fonte: arquivo pessoal.

239

240

241

No Quadro 1, observa-se logo após a preparação dos tratamentos (dia=zero) os vegetais apresentam coloração verde intensa, não mostrando diferenças expressivas entre os diferentes tratamentos, ou seja, a aplicação das diferentes

condições experimentais não causou expressivas alterações nas características visuais do alimento.

A partir do 14º dia de armazenamento as amostras T2, T4 e T6 as “cabeças” dos brócolis começaram a apresentar coloração amarelada, os tratamentos 1 e 3 ficaram amarelados a partir do 18º dia de armazenamento e T5 no 21º dia de armazenamento.

T3 e T6 no último tempo de armazenamento começaram a apresentar uma coloração mais amarronzada. A cor marrom ou preta pode ser um indicativo de contaminação por bactérias e/ou fungos, esse aspecto torna o produto impróprio para comercialização, mas deve ser avaliado outros aspectos físicos e químicos para determinar até qual dia os tratamentos estão aptos para consumo.

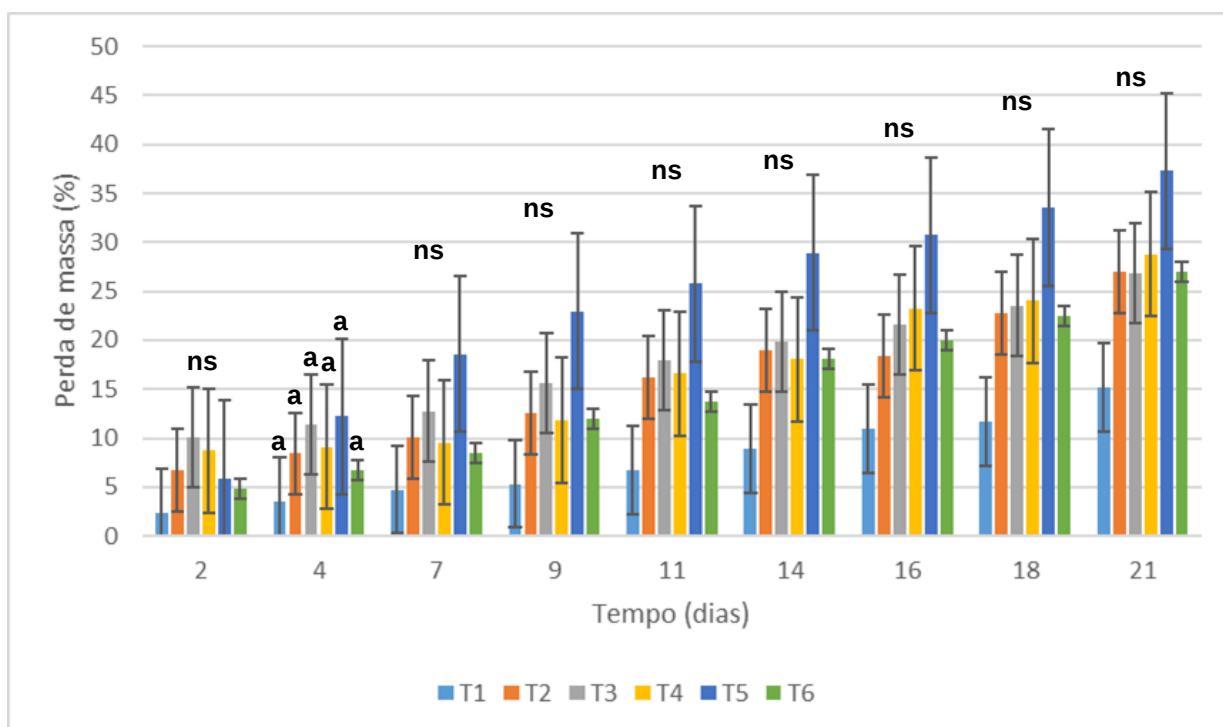
Era esperado que com o passar dos dias os floretes comesçassem apresentar uma tendencia a perda do verde mais vivo, para uma degradação da coloração até ficar mais amarelada, devido ao processo natural de senescência.

Estudos feitos por Pizato et al. (2020) durante doze dias utilizando cobertura de goma xantana 1,5% e goma de quitosana 1,5%, mostrou que o tratamento com quitosana foi capaz de reter a cor original por mais tempo.

3.2 Perda de massa

Na Figura 1 é apresentada a representação da perda de massa (%) de brócolis minimamente processado submetidos a diferentes tratamentos avaliados em diferentes dias de armazenamento sob uma refrigeração, 8 ± 2 °C.

Figura 1 - Perda de massa (%) de brócolis minimamente processado, sob diferentes tratamentos em função do tempo.



Para cada um dos tempos, letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância, ns: não significativo ao nível de 5%. T1 (brócolis lavados e sanitizado - controle); T2 (imersão em solução de 1,0 % (v/v) de ácido cítrico); T3 (aplicação cobertura de amido de milho), T4 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de ácido cítrico, seguida de aplicação de cobertura de amido de milho), T5 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de EDTA); e T6 (imersão em solução de 1,0% (v/v) EDTA seguida de aplicação de cobertura de amido de milho).

Pela Figura 1, observa-se que no 2º dia de armazenamento que os valores de perda de massa não apresentaram diferenças significativas. Ao longo do tempo de armazenamento, alguns tratamentos começaram a perder maior quantidade de água e, conseqüentemente, houve maior perda de massa. Após 21 dias de armazenamento, observa-se que T1 apresentou menor perda de massa ($15,18 \pm 4,50$ %), seguido de T3 ($26,79 \pm 5,11$ %), T2 ($26,93 \pm 4,22$ %), T6 ($26,98 \pm 1,02$ %), T4 ($28,80 \pm 6,36$) e T5 ($37,26 \pm 7,98$ %).

Tal observação indica que tanto o tratamento com agentes antioxidantes seguido, ou não de cobertura de amido não foram capazes de diminuir a perda de massa (%) de brócolis, ao longo do tempo. Tal comportamento, em relação ao revestimento de amido está em desacordo Chitarra e Chitarra (2005), visto que se espera que revestimento forme uma película na superfície dos frutos diminuindo a

perda de água e a desidratação, causando, assim, uma enor perda de massa e diminuição do murchamento.

O uso de EDTA 1,0 % também pode ter contribuído para que ocorresse a perda de massa causando um aumento da respiração de brócolis e consequentemente maior liberação de água, que promoveram a perda de massa. Em estudos utilizando couve chinesa observou-se que o uso de solução de 1,0% (m/v) de EDTA causou maior perda de massa (%), enquanto o uso de solução de 2,0% (m/v) de EDTA promoveu uma redução na perda de massa (%) (EVANGELISTA et al. 2009).

A perda de massa é uma variável importante de qualidade, pois está relacionada a perdas econômicas do produto. Além disso, em brócolis a perda de massa promove um encolhimento, causando um efeito negativo na aparência do mesmo (ANSORENA, MARCOVICH, ROURA, 2011).

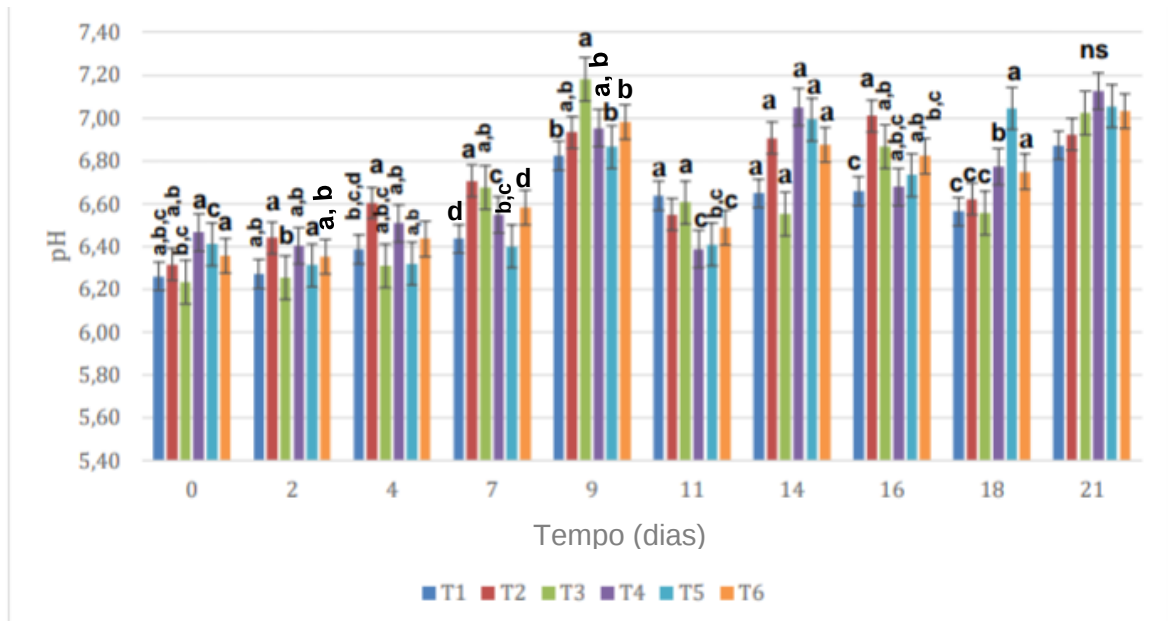
Para Chitarra e Chitarra (2005), perdas de massa em alimentos entre 3,0% a 6,0% já podem causar uma diminuição da qualidade dos alimentos, entretanto, alguns produtos podem ser comercializados com perda de massa igual a 10,0%, desde que as demais características de qualidade, como por exemplo a cor não tenham sido afetadas.

Tendo como base, a perda de massa em 10%, T1 ($8,86 \pm 3,44$ %) poderia ser comercializado até o décimo quarto dia, T2 ($10,02 \pm 2,42$ %), T4 ($9,52 \pm 7,10$ %) e T6 ($8,45 \pm 1,39$ %) até o sétimo dia, T3 ($10,12 \pm 6,02$) e T5 ($5,83 \pm 1,85$ %) até o segundo dia, possuindo uma perda de massa muito alta no início do armazenamento.

3.3 pH

Na Figura 2 são apresentados os valores de pH de brócolis minimamente processado submetidos em diferentes tratamentos avaliados em diferentes dias de armazenamento sob refrigeração, 8 ± 2 ° C

Figura 2 - Valores de pH dos brócolis minimamente processados, sob diferentes tratamentos em função do tempo.



Para cada um dos tempos, letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância, ns: não significativo ao nível de 5%. T1 (brócolis lavado e sanitizado - controle); T2 (imersão em solução de 1,0 % (v/v) de ácido cítrico); T3 (aplicação cobertura de amido de milho), T4 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de ácido cítrico, seguida de aplicação de cobertura de amido de milho), T5 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de EDTA); e T6 (imersão em solução de 1,0% (v/v) EDTA seguida de aplicação de cobertura de amido de milho).

Na Figura 2, observa-se uma diferença nos pH, onde no primeiro dia de análise T2, T4, T5 e T6 apresentaram valores mais elevados que os demais, Padula et. al. (2006) encontrou valores próximos a 6,08 em brócolis minimamente processado, essas alterações podem ter sido causadas por conta a imersão em ácido (cítrico e EDTA), uma vez que T1 ($6,26 \pm 0,03$) e T3 ($6,23 \pm 0,06$) apresentaram pH mais baixo, mostrando que o sanitizante e a cobertura de amido não causaram alterações no pH brócolis.

Em hortaliças minimamente processada existe a tendência de ocorrer maiores variações de pH em relação ao vegetal inteiro, devido ao alto índice de respiração que se acumulam na atmosfera dentro do produto (PIZATO, 2020).

Com isso, verifica-se que até o 9º dia todos os tratamentos tiveram um aumento de pH. Após esse período todos os tratamentos apresentaram uma variação de pH, descendo e subindo, essa variação pode estar associada a degradação dos brócolis, podendo haver uma contaminação por microrganismos que produzem em excesso ácidos durante o período de deterioração do vegetal.

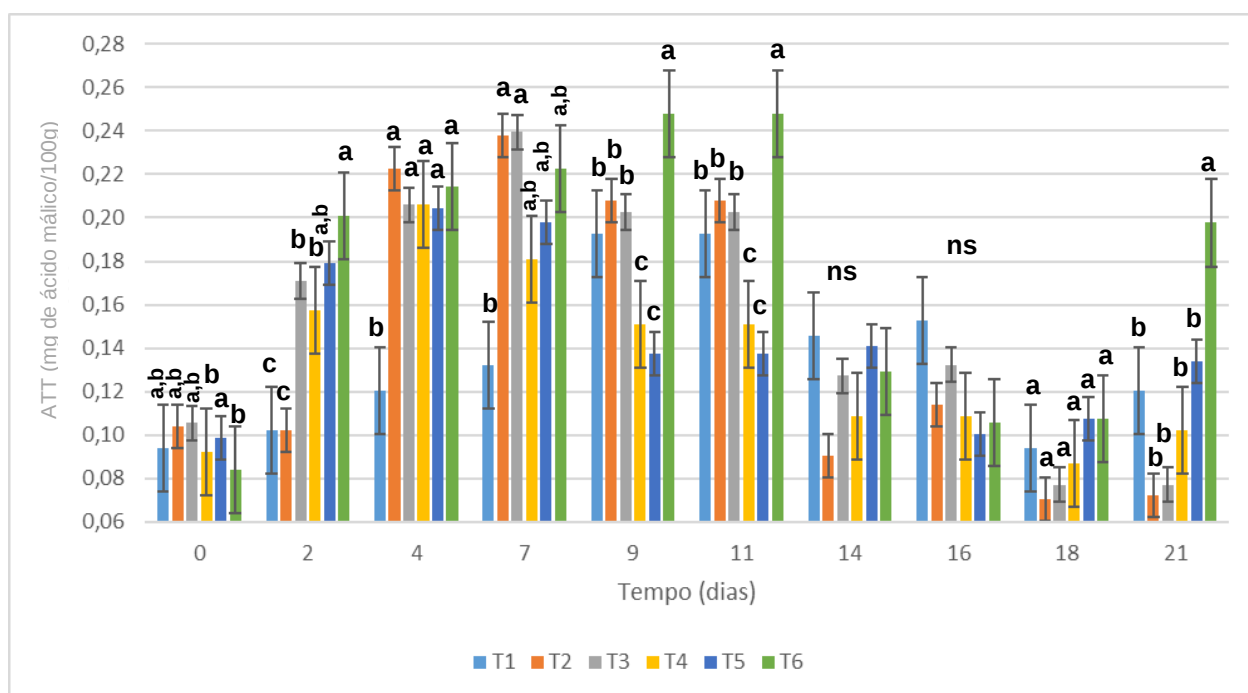
Com isso, podemos verificar que no 21º dia T3 e T5 tiveram um maior aumento no pH quando comparado ao dia zero, o uso da cobertura de amido pode ter prejudicado a taxa respiratória de brócolis, causando a elevação do pH. Além disso, a utilização do EDTA também pode ter causado um aumento na utilização de ácidos orgânicos e elevando os valores de pH.

Resultados diferentes foram encontrados por Araújo e Shirai (2016), que ao realizar imersão em solução ácida de quitosana em brócolis minimamente processados e imersão em ácido acético (1,0%) apresentou estabilidade e não obteve variações nos valores de pH entre os tratamentos quando comparadas ao tratamento controle após dez dias de análise.

3.4 Acidez titulável

Na Figura 3 são apresentados os valores de acidez titulável para os tratamentos durante os 21 dias de armazenamento sob refrigeração a 8 ± 2 °C.

Figura 3: Valores de acidez titulável dos brócolis minimamente processados, com diferentes tratamentos em função do tempo.



Para cada um dos tempos, letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância, ns: não significativo ao nível de 5%. T1 (brócolis lavado e sanitizado - controle); T2 (imersão em solução de 1,0 % (v/v) de ácido cítrico); T3 (aplicação cobertura de amido de milho), T4 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de ácido cítrico, seguida de aplicação de cobertura de amido de milho), T5 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de EDTA); e T6 (imersão em solução de 1,0% (v/v) EDTA seguida de aplicação de cobertura de amido de milho).

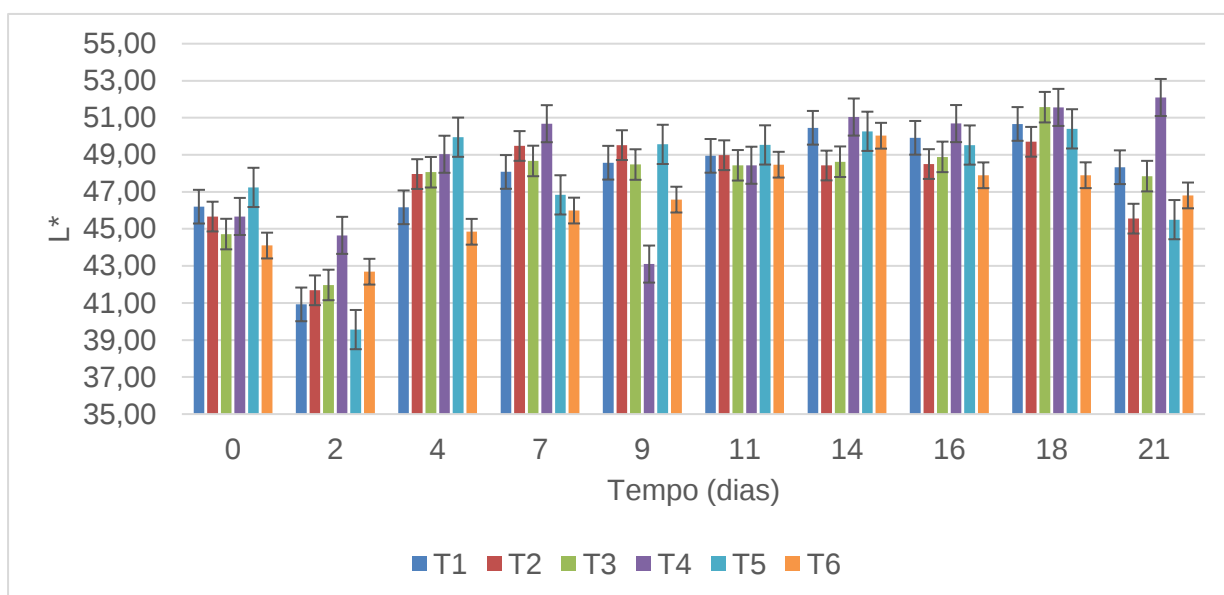
Na Figura 4, observa-se para T4 uma variação de 0,092 no dia zero até 0,102 mg de ácido málico por 100 g de brócolis no 21º dia; para T2, de 0,104 para 0,072 mg de ácido málico por 100 g de brócolis e T3 de 0,106 para 0,077 mg de ácido málico por 100 g de brócolis, nesse mesmo intervalo de tempo. Esse resultado era esperado, pois a redução de acidez está diretamente ligada ao amadurecimento e senescência e com isso leva ao aumento do consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005). T2, T3, T4 e T5 apresentaram um aumento da acidez titulável, entre a análise realizada após a preparação dos tratamentos (dia zero) e o 7º dia de armazenamento, havendo um decréscimo após 9º dia. Enquanto isso, T1 e T6 apresentaram um aumento da acidez titulável, entre a análise realizada após a preparação dos tratamentos (dia zero) e o 9º dia de armazenamento, havendo um decréscimo após 14º dia. Essa observação indica o início da senescência do vegetal, podendo ser também um indicativo do aumento do número de microrganismos, uma vez que alimentos com baixo índice de acidez são ambientes propícios para a multiplicação de bactérias, com isso pode-se observar que nenhum tratamento conseguiu diminuir a degradação dos brócolis após esse período.

3.5 Cor

3.5.1 – Luminosidade (L*)

Na Figura 4 é apresentado os valores de luminosidade (L*) de brócolis minimamente processado submetidos a diferentes tratamentos avaliados em diferentes dias de armazenamento sob refrigeração, 8 ± 2 °C

Figura 4 – Luminosidade das amostras (L*), com diferentes tratamentos em função do tempo.



398

399 Na Figura 4, verificou-se que a uma tendencia de decrescimento e depois de
400 aumentar, no dia zero todos os tratamentos possuíam valores semelhantes de
401 luminosidade, confirmando o aspecto visual, no 2º dia o valor de L* diminuiu para todos
402 os tratamentos, com exceção de T4 e T6, que mantiveram valores semelhantes ao 0º
403 dia. Após o 7 dia de armazenamento, o valor de L* aumentou para todos os
404 tratamentos, embora no 9º dia de armazenamento T4 tenha mostrado uma diminuição
405 para essa coordenada e, conseqüentemente, um aumento de IA. No 11º, 14º, 16º e
406 18º dia de armazenamento todos os tratamentos estabilizaram os valores de
407 luminosidade, sendo possível que várias alterações causadas por reações internas
408 tenham cessado. Já no dia 21 somente T4 apresentaram aumento, os demais
409 tratamentos tiveram diminuição de L*, o aumento até o 18º dia pode ter ocorrido devido
410 a degradação da clorofila deixando as amostras mais brancas.

411 Esses resultados eram esperados, pois os brócolis possuem grande
412 quantidade de clorofila, tais como os carotenoides e as ficobilinas que são
413 responsáveis pelo pigmento dos brócolis, sendo o principal destes a clorofila que são
414 suscetíveis a mudanças químicas e físicas dos vegetais, mudando sua coloração e
415 causando maiores modificações de L* (TUNES et. al., 2014).

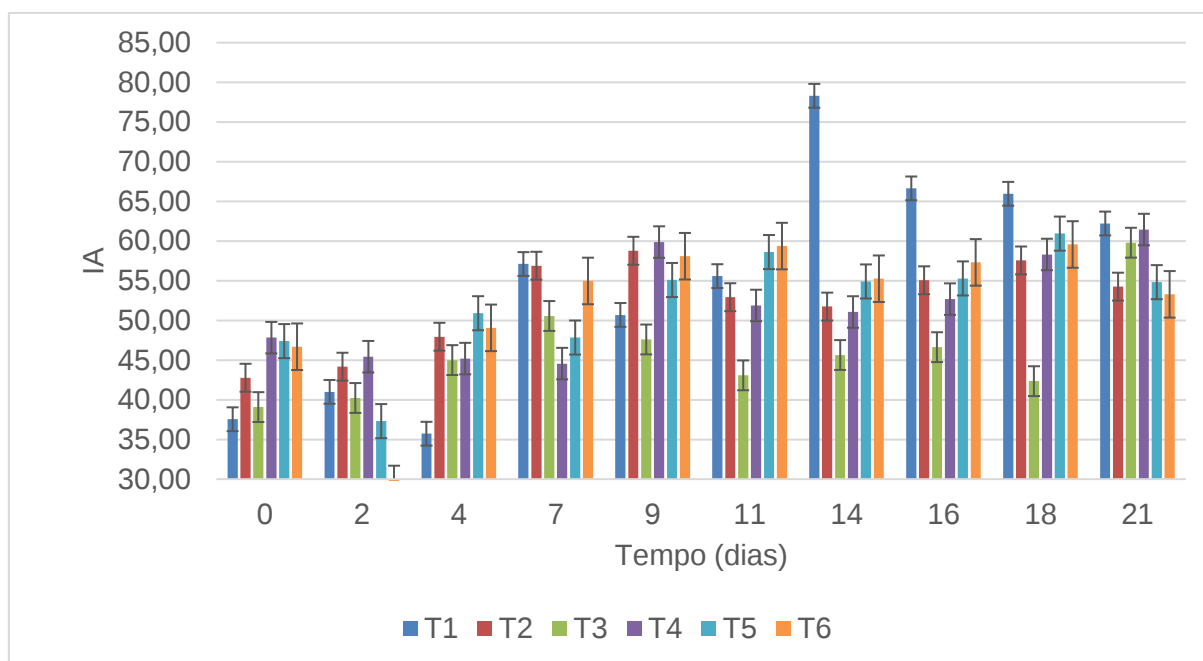
416 Resultados diferentes foram encontrados nos estudos realizados por Ansorena,
417 Marcovich e Roura (2011), que observaram que brócolis revestidos com quitosana e
418 carboximetilcelulose apresentaram uma constância na cor verde e apresentou baixa
419 degradação da clorofila quando comparada com ao controle após dez dias de
420 armamento. Na pesquisa de Araújo e Shirai (2016), utilizando imersão em ácido
421 acético (1,0%) e imersão em solução ácida de quitosana os tratamentos não
422 apresentaram variação significativa ($p < 0,05$) na luminosidade em dez dias de
423 armazenamento quando comparadas ao tratamento controle.

424 **3.5.2 Índice de amarelecimento**

425 A cor é um dos atributos mais importantes para os brócolis e a taxa de
426 amarelecimento é utilizada para demonstrar a qualidade do produto, podendo ser
427 aumentado pela degradação da clorofila. Além disso, a cor é utilizada para verificar a
428 qualidade e indicar a vida de prateleira do produto (BERNARDES, 2012; TOIVONEN;
429 DELL, 2011).

Desta forma, na Figura 5, verifica-se o aumento do amarelecimento de brócolis minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos avaliados em diferentes dias de armazenamento sob refrigeração, 8 ± 2 °C.

Figura 5– Índice de amarelecimento (IA) com diferentes tratamentos em função do tempo



Na Figura 5, verifica-se o aumento do amarelecimento em todos os tratamentos, após o sétimo dia T1, T2 e T6 apresentaram uma alta elevação de IA comparados aos demais tratamentos. Já no 14º dia, T1 apresentou um maior aumento entre todos os tratamentos, apresentando uma diminuição nos dias 16 e 18, estando relacionado ao aumento de L^* durante esse período, a qual houve maior embranquecimento entre as amostras. Ao final de 21 dias, observou-se que T1, T4 e T3, respectivamente apresentaram uma maior taxa de amarelecimento, em contrapartida T2, T6 e T5 apresentaram uma variação menor, o que foi indicado pelo aspecto visual.

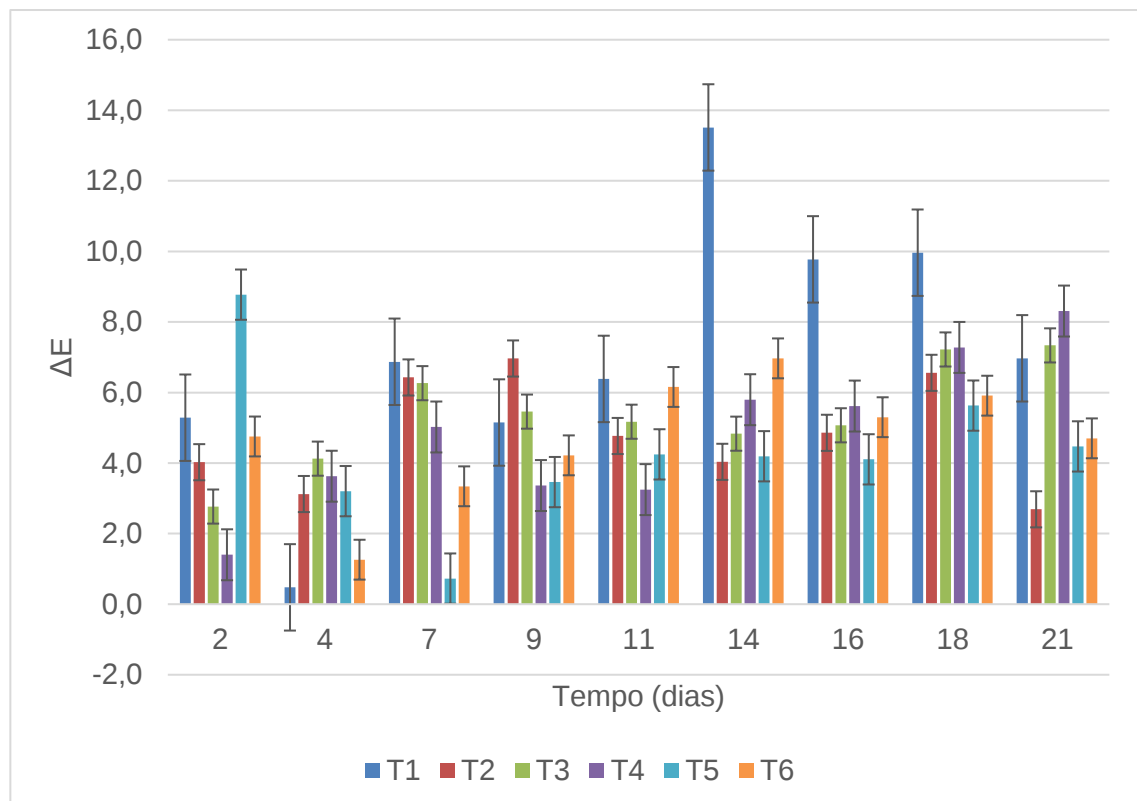
Esse resultado era esperado, pois amarelecimento em vegetais, em especial de brócolis após a colheita são mais facilmente perceptíveis (ASODA et. al., 2009), isso ocorre devido a sensibilidade da clorofila a alterações de pH, enzimas, temperatura, enzimas e oxigênio, confirmando que alterações do pH a partir do 11º dia causou alterações na coloração dos brócolis.

Durante a realização desta pesquisa não foram encontrados outros estudos que propusessem o cálculo de IA para brócolis para que fosse realizada uma comparação entre valores.

3.5.3 Diferença de cor ΔE

Na Figura 6, são apresentados os valores de da diferença total de cor (ΔE) de brócolis minimamente processado submetidos a diferentes tratamentos avaliados em diferentes dias de armazenamento sob refrigeração, 8 ± 2 °C.

Figura 6 – Diferença total de cor das amostras (ΔE), com diferentes tratamentos em função do tempo.



Na Figura 6, observa-se que a tendência de aumento da variação foi semelhante ao comportamento da Figura 5. Verifica-se que houve um decréscimo do 2º dia em relação ao dia zero, seguido de um aumento constante até o 11º, onde com exceção de T1 que apresentou grande aumento ΔE , os demais se estabilizaram ou diminuíram, após esse período houve uma instabilidade dos valores, como resultado das alterações químicas (mudança de pH e acidez) que o produto estava sofrendo.

O aumento de ΔE até o 11º dia era esperado, pois a perda da clorofila causa mudanças na cor dos vegetais, causando variação de L^* , além de um pequeno aumento em b^* , indicando que houve um aumento da cor amarela.

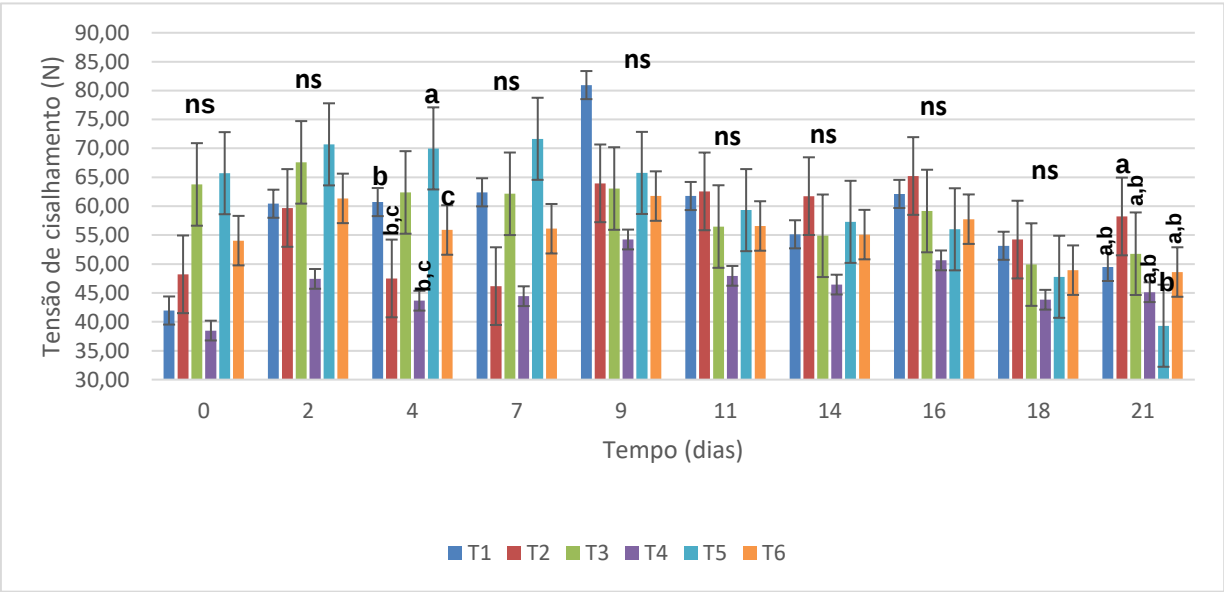
Nos estudos realizados por Shirai e Araujo (2016), o valor de L^* apresentou um aumento durante os dez dias de análise, mas uma consistência nos valores de b^* ,

mostrando que brócolis apresentou estabilidade na cor verde utilizando os tratamentos de solução ácida de quitosana e solução de ácido acético 1,0%.

3.6 Textura

Na Figura 7, podemos verificar os valores de textura (N) que foram submetidos em diferentes tratamentos e armazenados a uma temperatura, 8 ± 2 °C.

Figura 7 - Valores de textura dos brócolis minimamente processados, com diferentes tratamentos em função do tempo.



Para cada um dos tempos, letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância, ns: não significativo ao nível de 5%. T1 (brócolis lavados e sanitizado - controle); T2 (imersão em solução de 1,0 % (v/v) de ácido cítrico); T3 (aplicação cobertura de amido de milho), T4 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de ácido cítrico, seguida de aplicação de cobertura de amido de milho), T5 (imersão em solução de 1,0% (v/v) de EDTA); e T6 (imersão em solução de 1,0% (v/v) EDTA seguida de aplicação de cobertura de amido de milho).

A textura é um fator importante, pois está diretamente ligado ao fator sensorial, com isso na Figura 7, pode-se analisar que até o nono dia houve aumento da textura (N) de todos tratamentos avaliados, este aumento da textura está relacionado com a perda de massa dos brócolis, havendo maior perda de água e consequentemente deixando mais rígido o tecido da planta.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo realizado por Pizato et. al. (2020), que observou que o uso de coberturas com quitosana e goma de xantana

apresentou menor aumento da textura após 12 dias de armazenamento, quando comparadas ao tratamento controle, havendo maior perda de água e consequentemente deixando os tecidos mais rígidos.

A conservação da firmeza ao longo do tempo em frutas e hortaliças, está diretamente relacionado a fatores como a turgescência dos tecidos e a degradação da parede celular (FAGUNDES et al., 2015).

Após o dia 11, houve uma diminuição da rigidez em todos os tratamentos, esta perda pode estar relacionada com a instabilidade de pH, diminuição do índice de acidez, aumento da taxa de amarelecimento (YI) e o aspecto visual com as flores mais amareladas, indicando o comprometimento da qualidade dos brócolis após esse período em todos os tratamentos avaliados, sendo T5 o que obteve maior perda de textura ($39,31 \pm 7,10$ N) e maior perda de massa ($37,26 \pm 7,98$ %) após 21 dias, além de comprometer sensorialmente o produto, está inviável para alimentação humana.

4 – CONCLUSÃO

Foram elaboradas diferentes combinações de agentes antioxidantes e/ ou cobertura comestível, e aplicados em brócolis minimamente processados.

Quando comparados os aspectos físicos químicos mostra-se que houve alterações químicas e físicas degradativas nos brócolis após o 11º dia de armazenamento, com isso, os resultados serão levados em consideração até esse tempo. Visualmente, T1 apresentou um aspecto melhor, mantendo a coloração verde, esse resultado é confirmado com IA, onde se manteve quase constante entre 0 4º e 11º dia. T1 também apresentou menor perda de massa (%), em pH no dia 11º T1, T3 e T6 apresentaram menor variação quando comparada as demais, em ATT T1, T2 e T3 apresentaram maior conservação da quantidade de ácido málico.

Desta forma, o estudo permite afirmar que utilização de sanitizante se mostrou mais eficaz, mantendo as características de integridade dos brócolis por maior tempo.

Embora esse pré-tratamento com EDTA e ácido cítrico não tenham se mostrado uma melhoria na vida útil do brócolis, mesmo quando utilizado com cobertura de amido de milho, outros estudos devem ser realizados utilizando diferentes concentrações desses ácidos e/ou diferentes tipos de coberturas devem ser estudados.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 18th Edition, Revision 3, **Association of Official Analytical Chemists**, Washington DC, 2010.
- ARAÚJO, V. R.; SHIRAI, M. A. Aplicação de revestimento comestível de quitosana em brócolis minimamente processado. **Boletim do Centro de Pesquisas de Processamento de Alimentos**, v. 34, n. 2, p. 1-10, 2016.
- ASODA, T.; TERA, H.; KATO, M.; SUZUKI, Y. Effects of postharvest ethanol vapor treatment on ethylene responsiveness in broccoli. *Postharvest Biology and Technology*, v. 52, p. 216-220, 2009.
- 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.
- BERNARDES, J. M. Colorímetro Digital Portátil. 2012. 117 f. Monografia (Bacharelado Campinas), Campinas, SP, p. 128, 1999.
- CENSI, S. A. Processamento mínimo em frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagens. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, p. 144, 2011.
- CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. ESAL/FAEPE. Lavras. p.320, 1990.
- CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. SIGRIST, J. M. M. Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processados. (Tese Doutorado). Catálogo USP. Piracicaba, p. 112, 2002.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.
- COLLA, R.E. Biofilmes de farinha de amaranto adicionados de ácido esteárico: elaboração e aplicação em morangos frescos (*Fragaria ananassa*). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CORDEIRO, I. N. F. Soluções Antioxidantes e Tratamento Térmico na Qualidade de Batata-Doce Minimamente Processada. 2018. 53f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2018.

DZIEZAK, J.D. Antioxidants. **Food Technology**, p. 94-102, 1986.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L.; CASTRO, P. S.; RALL, V. L. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 324- 332, 2009.

Fagundes, C., Palou, L., Monteiro, A. R., Pérez-gago, M. B. Hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coatings formulated with antifungal food additives to reduce alternaria black spot and maintain postharvest quality of coldstored cherry tomatoes. **Scientia Horticulturae**, 193, 249-257, 2015.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, terceira ed. UFV, Viçosa-MG.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Aplicações do ácido cítrico na indústria de alimentos. V.30 –. p. 96-103. 2014.

GIOPPO, M.; SOUZA, A. M.; GONÇALVES, J.; AYUB, R. A. Vida útil pós-colheita do repolho roxo minimamente processado, armazenado em diferentes embalagens. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 59, n. 4, p. 560-564, 2012.

GROSSMAN, M. V. E.; MALI, S.; SHIMAZU, A. A. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Semana: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v.28, n. 1, p. 79-88, 2007.

JESUS, M. M. S. de; CARNELOSSI, M. A. G.; SANTOS, S. F.; NARAIN, N.; CASTRO, A. A. Inibição do escurecimento enzimático de quiabo minimamente processado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 524-530, 2008.

JOSÉ, J. F. B. Estratégias alternativas na higienização de frutas e hortaliças. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.3, p.630-640, 2017.

LI, D.; ZHU, Z.; SUN, D. Effects of freezing on cell structure of fresh cellular food materials: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 75, p. 46-55, 2018.

LUENGO, R.; LUANA M. M. Processamento mínimo em hortaliças. **Embrapa Hortaliças-Comunicado técnico (INFOTECA-E)**, 1997.

MEDLICOTT, A. P., JEGER, M. J. The development and application of postharvest handling treatments to manipulate ripening mangoes. In: Prinsley, R. T.,

Tucker, R. T. Mangoes: a review. London: **Commonwealth Science Council**, p. 56-77, 1987.

MELO, RAC. [ed. téc.]. A cultura do brócolis. Brasília, BR: Embrapa. p. 153, 2015.

MOREIRA, R.T. Análise de perdas de mineiras em hortaliças submetidas a dois métodos de cocção. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição/Ciências da Saúde)-Centro Universitário São Francisco, Curitiba, 2006.

NASCIMENTO, K. D. O., AUGUSTA, I. M., da ROCHA RODRIGUES, N., PIRES, T., BATISTA, E., JÚNIOR, J. L. B., BARBOSA, M. I. M. J. Alimentos Minimamente Processados: Uma tendência de mercado. **Acta Tecnológica**. v. 9, n.1, p. 48-61, 2014.

OLIVEIRA, L. E. M. Deficiência dos nutrientes minerais. Temas em fisiologia vegetal. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2015.

Pathare, P. B.; Opara, U. L.; Al-Said, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol**. v. 6, p. 36–60, 2013.

Pizato et al./ Carpathian Journal of Food Science and Technology, 2020, 12(1), 157-167

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. Mercado de brócolis é bastante promissor no Brasil. 2015. Disponível em: <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/outros/noticias/mercado-de-brocolis-e-bastante-promissor-no-brasil-127586>> Acesso em: 23 ago 2022.

RIBEIRO, T.P.; LIMA, M.A.C.D. TRINDADE, D.C.G.D.; SANTOS, A.C.N.D.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31(2), p.343-351, 2009.

RODGERS, S. Minimally Processed Functional Foods: Technological and Operational Pathways Journal of food science, 2016.

RODRIGUES, Ariane Oliveira; LUCIO, Eyshila Cristina Bitencourt; MELO, Letícia do Carmo; CANHAMERO, Magali; SILVA, Fátima Chagas. Biopolímero desenvolvido a partir da farinhade arroz e sua aplicação como revestimento em frutos. **Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 103–107, 2019.

626 SHIZUTO, M. Horticultura. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 2ed.
627 **Editora Campinas**, Campinas,SP p. 128, 1999.

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

632 TUNES et. al. Alterações na coloração e nos tecidos de clorofila e de
633 carotenoides totais em brócolis após armazenamento. Enciclopédia biosfera 10(19),
634 2014.

635 UCHOA, Francisco Nataniel Macedo et al. Avaliação da sanitização de
636 hortaliças em uma unidade de alimentação e nutrição em Fortaleza-Ceará. **Revista**
637 **Intertoxecoadvisor de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade**, Ceará, 2015, v.
638 8, n. 2, p. 26-37, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANA CAROLINA REIS DA SILVA

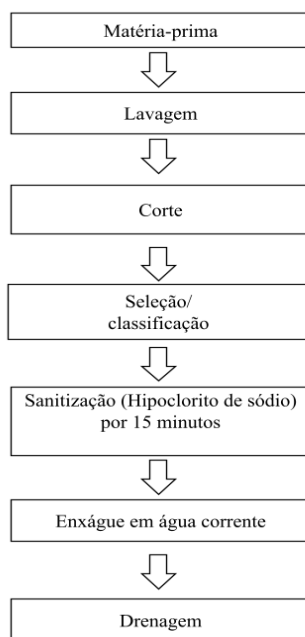
**MATERIAL SUPLEMENTAR: EFEITO COMBINADO DE AGENTES
OXIDANTES E USO DE COBERTURA DE AMIDO NA VIDA ÚTIL DE BRÓCOLIS
(BRASSICA OLERACEA L. ITÁLICA) MINIMAMENTE PROCESSADO**

DOURADOS-MS

2022

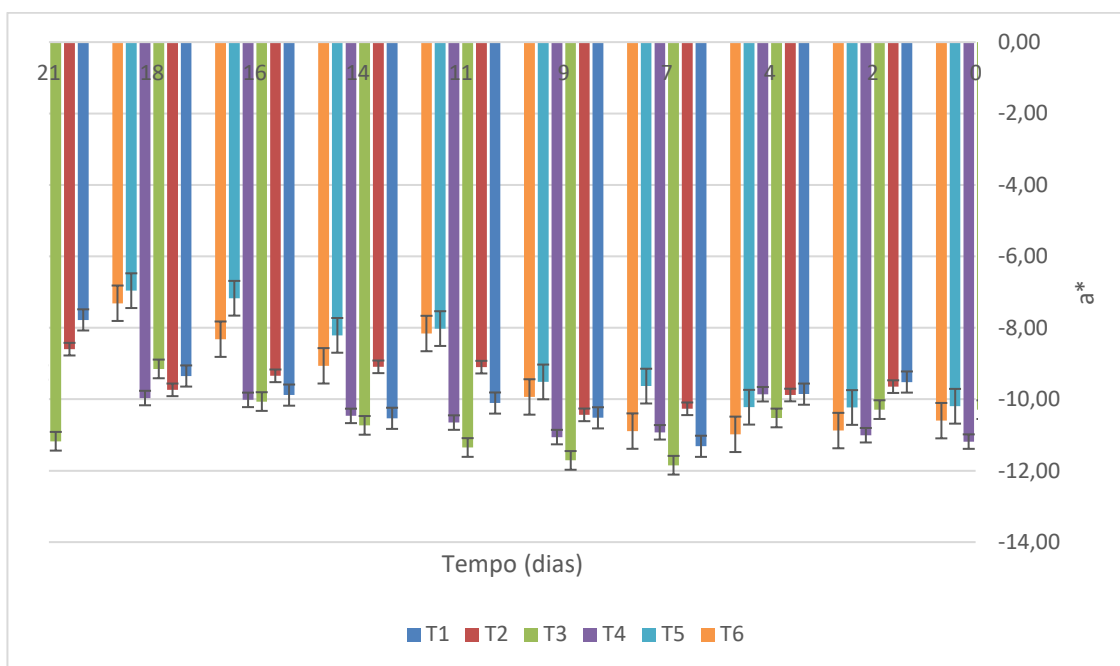
Na figura M.S 1 vemos a sequência preparar os brócolis, passando por diferentes etapas até a separação para aplicação dos diferentes tratamentos.

Figura M.S 1 - Sequência esquemática das etapas de preparação de brócolis.



Na Tabela M.S 1 podemos verificar os dados da média dos valores de a^* durante 21 dias de armazenamento sob refrigeração 8 ± 2 °C.

Figura M.S. 1 - Valores da estabilidade da cor a^* dos brócolis minimamente processados, com diferentes tratamentos e armazenados sob refrigeração.



Na Tabela M.S 2 podemos verificar os dados da média dos valores de a^* e b^* durante 21 dias de armazenamento sob refrigeração 8 ± 2 °C.

Figura M.S. 2 - Valores da estabilidade da cor b^* dos brócolis minimamente processados, com diferentes tratamentos e armazenados sob refrigeração.

