

ABÓBORA MINIMAMENTE PROCESSADA REVESTIDA COM COBERTURA DE AMIDO ADICIONADA DE ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM E CAPIM-LIMÃO

LUCAS MUNIZ DE CASTRO¹
ISABELA COSTA GUIMARÃES²
ANA LUIZA DE SOUZA MIRANDA³
LILIANE EVANGELISTA VISOTTO⁴
LETÍCIA QUIRINO SOARES⁵
EVANDRO GALVÃO TAVARES MENEZES⁶
RODRIGO RIBEIRO ROCHA⁷

A abóbora (*Cucurbita moschata* Duch) é uma hortaliça que apresenta alto valor nutricional, sendo considerada uma grande fonte de carotenoides. Entretanto, o seu consumo muitas vezes é comprometido devido ao seu tamanho e dificuldade no seu descascamento, o uso do processamento mínimo, se torna bastante interessante. Vegetais minimamente processados estão mais susceptíveis a deterioração e a utilização de revestimentos comestíveis são alternativas para aumentar a sua conservação. O estudo teve como objetivo avaliar a aplicação de revestimento a base de amido de milho, adicionado de óleo essencial de alecrim e capim-limão na qualidade de abóboras minimamente processadas, armazenadas durante 24 dias. Avaliou-se acidez titulável, pH, perda de massa fresca, firmeza, carotenoides totais, capacidade antioxidante, vitamina C e aspectos microbiológicos como contagem de fungos, leveduras e coliformes a 35°C e a 45°C. Para a realização das análises foram gerados 4 tratamentos: sem revestimento, revestimento de amido, revestimento amido + 2% de óleo essencial de alecrim e amido + 2% de óleo essencial de capim limão. O revestimento a base de amido foi eficiente na manutenção da massa e na capacidade antioxidante, enquanto revestimentos com óleos essenciais de alecrim e capim limão foram eficazes na manutenção do teor de carotenoides e na diminuição do crescimento microbiano, respectivamente. Os revestimentos avaliados são uma alternativa viável para o aumento da conservação e geração de um produto de melhor qualidade.

PALAVRAS CHAVE: Processamento mínimo, recobrimento de amido; óleos essenciais.

¹ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos – U.F.V.- Campus Rio Paranaíba, e-mail: lucas.m.castro@ufv.br.

² Engenheira de alimentos – UFL, Professora da Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba, e-mail: icostag@ufv.br.

³ Bacharela em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFV Campus Rio Paranaíba – Universidade Federal de Lavras, e-mail: ana.miranda2@estudante.ufla.br

⁴ Farmacêutica – Professora da UFV Campus Rio Paranaíba, e-mail: lvisotto@ufv.br

⁵ Discente em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFV Campus Rio Paranaíba, e-mail: leticia.q.soares@ufv.br.

⁶ Engenheiro de alimentos – UFL, Professor da Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba, e-mail: emenezes@ufv.br

⁷ Técnico de laboratório da UFV Campus Rio Paranaíba, e-mail: rodrigor.rocha@ufv.br

1 INTRODUÇÃO

A abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) caracteriza-se como uma matéria-prima de alto valor nutritivo, sendo uma grande fonte de carotenoides (SHI et al.; 2013). Devido à dificuldade de descascamento e o grande tamanho dos vegetais, o que dificulta seu armazenamento e transporte, seu consumo é reduzido (ALVES et al., 2010). Para aumentar o consumo de abóboras e minimizar perdas pós-colheita é preciso, entre muitas outras ações, desenvolver tecnologias de melhor aproveitamento vegetal, como o processamento mínimo, que é simples e de baixo investimento. A oferta deste produto minimamente processado vem tornando uma opção atraente para o mercado (SASAKI et al., 2006).

No entanto, os cortes realizados durante o processamento mínimo podem promover alterações na qualidade do vegetal, como amolecimento causado pela perda de água e ação de enzimas, alteração de cor e desenvolvimento microbiano. Para evitar esses problemas, assim como aumentar a vida útil e a segurança microbiológica do produto, uma alternativa viável é a aplicação de revestimentos comestíveis (LIN et al., 2005; LACETA et al., 2014).

Revestimentos comestíveis são membranas ou películas a base de biopolímeros, que recobrem toda a superfície vegetal e atuam como uma barreira à perda de umidade e controle da respiração, por promover alterações nas trocas com o ambiente (ASSIS & BRITO, 2017). Podem ser usados também para impedir a transferência de aromas, lipídeos, nutrientes e reduzir contaminações externas (FORATO et al. 2011). Inúmeros compostos podem ser utilizados na produção de revestimentos comestíveis, dentre eles o amido, considerado uma opção interessante para uso em alimentos, devido ao baixo custo, facilidade de obtenção, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manuseio (MALI et al., 2010).

Essa tecnologia permite ainda a incorporação de agentes antioxidantes ou antimicrobianos, como os óleos essenciais, permitindo assim uma maior preservação e manutenção da integridade mecânica do vegetal (BOTREL et al., 2010). Quando óleos essenciais são incorporados em sua composição, os revestimentos atuam como carreadores de compostos bioativos, como terpenos e polifenóis que são metabólitos secundários com alto potencial antimicrobiano e antioxidante (VANIN et al., 2014; PROESTOS et al., 2013). Esses óleos podem ser obtidos de espécies vegetais, como *Rosmarinus officinalis* L. que é pertencente à família *Lamiaceae*, com origem na região mediterrânea da Europa (MAY et al., 2010) e *Cymbopogon citratus*, originário da Índia e pertencente à família *Poaceae* (LORENZI; MATOS, 2002), popularmente conhecidos como alecrim e capim limão, respectivamente.

O alecrim possui propriedades antioxidantes importantes como conservante em alimentos, principalmente devido aos seus compostos fenólicos (JAFARI et al., 2022). Por apresentar atividade antioxidante e antimicrobiana, o óleo essencial de alecrim tem sido muito utilizado pela indústria de alimentos (RAŠKOVIĆ et al., 2014). O óleo essencial de capim limão possui como componente principal o citral (LEAL et al., 2003), além de limoneno, citronelal, mirceno e geraniol. Suas atividades antimicrobianas e antifúngicas são atribuídas ao citral (KAMARUDDIN et al., 2022).

Visando melhorar a qualidade e a conservação de produtos minimamente processados, o objetivo desse trabalho foi avaliar as características físico-químicas, funcionais e microbiológicas de abóboras minimamente processadas revestidas com coberturas de amido de milho, com e sem adição de óleo essencial de alecrim e capim limão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PROCESSAMENTO MÍNIMO DAS ABÓBORAS E APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO DE AMIDO

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, situada em Rio Paranaíba, município do estado de Minas Gerais.

As abóboras foram adquiridas no comércio local da cidade de Rio Paranaíba e encaminhadas ao Laboratório de Processamento de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba.

Os óleos essenciais de alecrim e capim limão utilizados foram adquiridos comercialmente da marca Laszlo Aromatologia.

As abóboras inicialmente foram lavadas com água potável e sabão neutro e sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos, seguidas de um resfriamento a 4°C, por aproximadamente 12 horas. Após esse período, as abóboras foram descascadas e cortadas em cubos e novamente sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm durante 15 minutos.

O revestimento de amido foi composto por 2% de amido e 1% de glicerol, com adição de óleo essencial (2% em relação ao peso do amido) de alecrim e de capim limão. Para elaboração do revestimento de amido, inicialmente o amido foi dissolvido (2%) em água destilada, sendo adicionado de glicerol (1% em relação à quantidade da solução de revestimento), a solução foi homogeneizada e submetida ao aquecimento a 75°C, mantendo a temperatura até a sua gelatinização. Os óleos essenciais foram adicionados as soluções após atingirem cerca de 40°C com posterior homogeneização. Posteriormente, as soluções revestimento foram resfriadas naturalmente até temperatura ambiente (25°C) para aplicação nas amostras.

As abóboras minimamente processadas foram revestidas pelo método de *casting* (GUIMARÃES et al., 2016). As abóboras foram imersas nos diferentes revestimentos por 3 minutos. O grupo denominado controle foi imerso em água destilada nas mesmas condições e em seguida as amostras foram drenadas e secas à temperatura ambiente até que a solução de revestimento estivesse completamente seca. Posteriormente, as amostras foram transferidas para embalagens de isopor, envolvidas por filme plástico e armazenadas a 4°C até o final das análises.

Foram gerados 4 tratamentos: sem revestimento (Controle), revestimento de amido (Amido), revestimento de amido + 2% de óleo essencial de alecrim (Alecrim) e revestimento de amido + 2% de óleo essencial de capim limão (Capim limão).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS MAJORITÁRIOS PRESENTES NOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Para a análise da composição química dos óleos essenciais foi utilizado o cromatógrafo a gás acoplado GC-2010 Plus equipado com um espectrômetro de massa Detector Shimadzu GC / MS-QP2010 SE, coluna capilar TRB-5MS (30 m × 0,25 mm x 0,25 µm). As condições cromatográficas para análise da composição química do óleo foi: temperatura do injetor 250°C, gás de arraste He na vazão 1 mL/min, temperatura da interface e da fonte de ionização 180°C, energia de ionização 70 eV, programa de temperatura do forno: 70 a 200°C (5°C/min), mantendo a isoterma à 200°C por 20 min.

Os fragmentos do espectro MS foram comparados com os obtidos a partir de uma base de dados (NIST 11). Para fins de quantificação, a amostra foi injetada em quadruplicata e as áreas dos picos cromatográficos foram determinadas integrando a reconstrução do cromatograma a partir do cromatograma de varredura completo, usando para cada composto a base de íon (intensidade m / z 100%).

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As amostras de abóboras minimamente processadas foram analisadas com 0, 6, 12, 18 e 24 dias de armazenamento.

2.3.1 Acidez titulável

A determinação da AT foi realizada via titulação com solução de NaOH 0,1 M, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.3.2 Determinação de pH

Foi realizado por leitura direta com aparelho pHmetro portátil, previamente calibrado (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

2.3.3 Perda de massa

A perda de massa foi calculada pela diferença entre o peso final e inicial das amostras após 24 dias de armazenamento sendo expressa em porcentagem. Foi utilizada balança semianalítica para a pesagem das abóboras.

2.3.4 Firmeza

Foi realizada através de penetrômetro manual, modelo PTR-300, em que se mede a força em N necessária para a ponteira romper o tecido.

2.4 ANÁLISE DOS COMPOSTOS FUNCIONAIS

2.4.1 Carotenoides totais

Para a determinação dos carotenoides totais, foi adotada a metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999), onde inicialmente as amostras são

descoloridas com acetona, filtradas a vácuo e submetida a extração com éter de petróleo e lidas em espectrofotômetro, sendo a concentração de carotenoides totais ($\mu\text{g/g}$), expressos em β -caroteno, através da equação 1:

$$\text{Carotenoides totais } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times V \times 10^4}{\epsilon \times p} \times FD \quad (1)$$

Onde:

A = absorvância; V = volume total do extrato (mL); ϵ = coeficiente de absorção do β -caroteno em éter de petróleo ($2592 \text{ L. cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$); p = peso da amostra (g); FD = fator de diluição.

2.4.2 Determinação da capacidade antioxidante – método DPPH

A Determinação da capacidade antioxidante foi realizada pelo método DPPH e seguiu as metodologias descritas por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), adaptada por Rufino et al. (2007), que se baseia na extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH $60 \mu\text{M}$), onde foi calculado o percentual de sequestro do radical livre DPPH a partir do padrão. Os resultados serão expressos em percentual de sequestro de radical livre (%AA), conforme a equação 2:

$$\% AA = \frac{(Ac - Am)}{Am} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

Ac = absorvância do controle; Am = absorvância da amostra.

2.4.3 Vitamina C

A determinação de vitamina C foi realizada via titulação com solução de iodato de potássio 0,02 M, conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Três repetições dos tratamentos foram analisadas em triplicatas de 25g. As amostras foram trituradas e homogeneizadas em 225 mL de solução peptonada 0,1% obtendo a diluição 10^{-1} e a partir desta foram realizadas as diluições seriadas até 10^{-4} para placamento e contagem.

2.5.1 Contagem de fungos filamentosos e leveduras

Para a contagem de fungos filamentosos e leveduras, foram plaqueadas alíquotas de 0,1 mL de cada diluição pela técnica de espalhamento em superfície. O meio utilizado foi o ágar Batata Dextrose (BDA), com adição do antibiótico cloranfenicol para inibir o crescimento de bactérias. As placas foram mantidas a 25°C , por 5 dias.

2.5.2 Contagem de coliformes a 34°C e 45°C

Para a contagem de coliformes a 35°C e 45°C utilizou-se a técnica do Número Mais Provável (NMP) (SILVA et al., 2001), onde primeiramente foi

realizado o teste presuntivo nas amostras submetidas a diluições decimais seriadas (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) em solução peptonada. O volume de 1 mL de cada uma das diluições foi transferido para uma série de 3 tubos contendo 10 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) em simples concentração e tubos de Durhan invertidos. Os tubos foram mantidos a 35°C por 24 horas e o resultado foi considerado positivo quando houve formação de gás no interior dos tubos de Durhan. A partir dos tubos positivos, uma alíquota foi transferida para tubos contendo caldo Bile Verde Brilhante (VB), que foram mantidos a 35°C por 24 – 48 horas. Para as amostras com formação de gás foi realizada uma nova transferência para tubos contendo caldo *Escherichia coli* (EC) e tubo Durhan invertido e estes foram incubados por 24 horas a 45°C. Os tubos que apresentaram produção de gás foram considerados positivos e contabilizados levando em consideração sua diluição para a determinação do número mais provável.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os experimentos foram conduzidos através do delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA), sendo significativo a 5% de probabilidade, foi realizado o teste de Tukey para comparação das médias entre os tratamentos. As análises estatísticas foram feitas utilizando do programa R, versão 4.0.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição química dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* e *Rosmarinus officinalis* L.

A caracterização química do óleo essencial do capim limão foi determinada via cromatografia gasosa, onde foi possível detectar a presença de cinco compostos majoritários, o alfa-citral, beta-citral, cis-geraniol, (2E) -1-Bromo-3,7-dimetil-2,6-octadieno e gama-muroleno (Tabela 1). O valor porcentual do teor e o tempo de retenção de cada um desses componentes está apresentado na tabela 1.

TABELA 1. Composição química do óleo essencial de *Cymbopogon citratus*

Compostos detectados	Teor na amostra (%)	Tempo de retenção (min)
Alfa-citral	46,029	22,458
Beta-citral	37,522	20,581
Cis-geraniol	4,062	21,369
(2E)-1-Bromo-3,7-dimetil-2,6-octadieno	2,332	29,267
Gama-muroleno	1,220	36,761

A caracterização realizada nesse estudo obteve resultados semelhantes aos reportados por Barbosa et al., (2008), que também encontraram no óleo essencial de capim limão, o alfa-citral como composto majoritário (40 a 80% da composição do óleo). O espectro cromatográfico dos compostos majoritários

estão apresentados na figura 1. Os picos 1 e 2 apresentaram 97 e 95% de similaridade com os compostos alfa-citral e beta-citral, respectivamente. Enquanto a similaridade do pico 3 com o cis-geraniol foi de 92%. Já os picos 4 e 5 apresentaram similaridades de 90 e 93% com (2E) -1-Bromo-3,7-dimetil-2,6-octadieno e gama-muroleno, respectivamente.

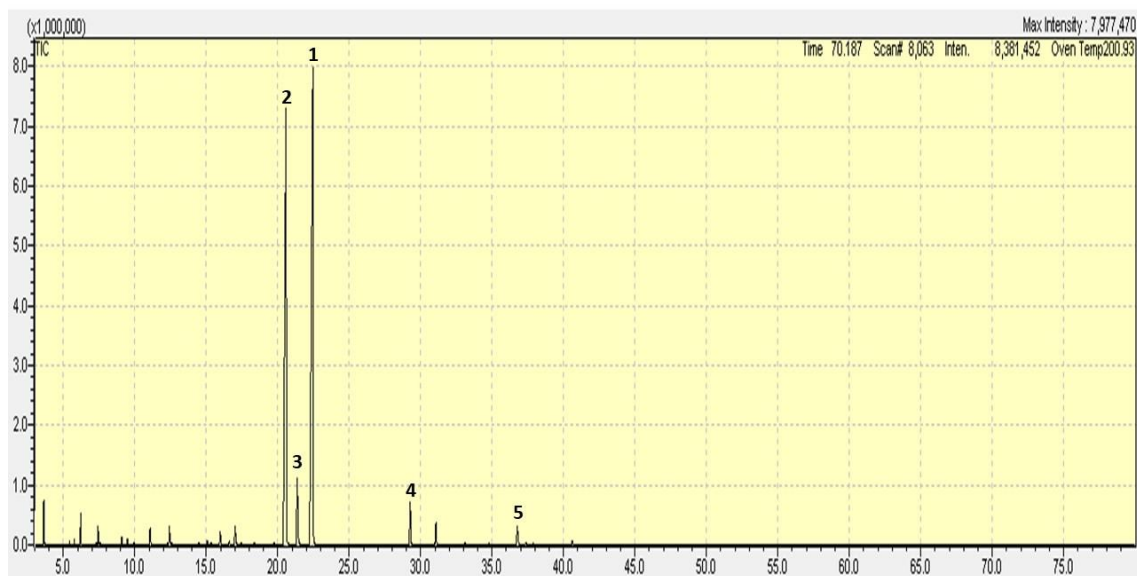


FIGURA 1- Perfil cromatográfico e estruturas químicas dos componentes majoritários presentes no óleo essencial *Cymbopogon citratus*.

A caracterização química do óleo essencial de alecrim foi determinada via cromatografia gasosa, onde foi possível detectar a presença de três compostos majoritários, o fenol 2-metoxi-3-(2-propenil), cariofileno e alfa-cariofileno (Tabela 2). O valor porcentual do teor e o tempo de retenção de cada um desses componentes está apresentado na tabela 2.

TABELA 2. Composição química do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis*

Compostos detectados	Teor na amostra (%)	Tempo de retenção (min)
Fenol-2-metoxi-3-(2-propenil)	88,415	27,922
Cariofileno	9,495	31,127
Alfa-cariofileno	2,095	33,115

May et al. (2010), avaliaram a influência da altura, corte e do intervalo na produção de biomassa e do rendimento do óleo essencial de alecrim e encontraram teor médio de 5,3 % de cariofileno, além de outros compostos majoritários, diferentes dos encontrados nessa pesquisa. Esse fato pode estar relacionado a influência de fatores como o tipo de cultivar de alecrim, origens genéticas, aspectos ambientais particulares de cada região, tempo de colheita e o tipo de destilação, fatores que afetam a composição química e o rendimento dos óleos essenciais. O espectro cromatográfico e as estruturas dos compostos majoritários estão apresentados na figura 2. O pico 1 apresenta 95% de similaridade com o fenol 2-metoxi-3-(2-propenil), enquanto a similaridade dos picos 2 e 3 apresentam similaridade de 96% com o cariofileno e com o alfa cariofileno, respectivamente.



FIGURA 2- Perfil cromatográfico e estruturas químicas dos componentes majoritários presentes no óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L.

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

3.2.1 ACIDEZ E PH

A acidez titulável das abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos está apresentada na figura 3. A acidez obtida no tempo inicial e final do armazenamento (0 e 24 dias) variou entre 0,11 a 0,16% (Amido), 0,21 a 0,23% (Alecrim), 0,13 a 0,23% (Capim limão). No tratamento controle os valores inicial e final de acidez foram semelhantes, 0,12% de ácido málico (Figura 3).

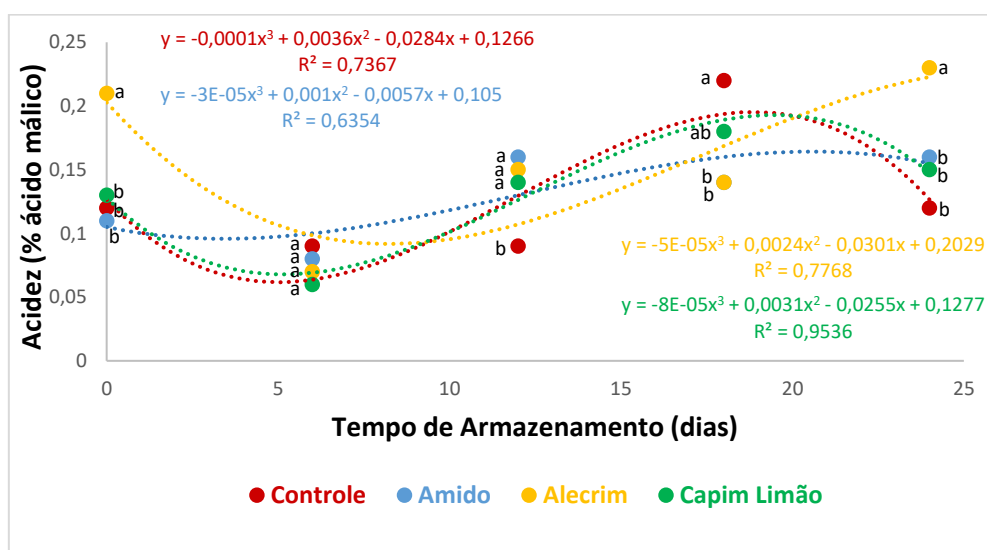


FIGURA 3- Valores médios de acidez titulável (n=3) de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Observou-se nas amostras do tratamento com alecrim valores significativamente maiores de acidez nos tempos 0 e 24 dias de armazenamento, enquanto o tratamento controle apresentou diferença estatística aos 12 e 18º dia, em relação aos demais tratamentos. As variações nos valores de acidez normalmente estão relacionadas aos processos bioquímicos associados ao metabolismo respiratório do fruto, onde ácidos orgânicos são sintetizados ou convertidos em açúcares

(MARTINEZ-FERRER et al., 2022). Apesar da oscilação nos valores de acidez é possível afirmar que a partir do 6º dia, no geral, houve aumento dos valores da acidez em todos os tratamentos (Figura 3). Sabe-se que a elevação substancial na acidez titulável pode influenciar as características sensoriais do produto, diminuindo sua vida de prateleira, fato não observado no presente estudo.

Quanto ao pH, a diferença estatística entre os tratamentos foi obtida no 6º, 12º e 24º dia de armazenamento (Figura 4). Segundo Chitarra & Chitarra (2005), variações no pH podem estar relacionadas as variações na acidez titulável, o que foi constatado neste estudo. A acidez diminuiu no 6º dia enquanto o pH aumentou e nos dias 12, 18 e 24 houve aumento nos valores de acidez e conseqüente diminuição do pH (Figuras 3 e 4). Observou-se um pH significativamente maior nas amostras que não receberam cobertura no 12º e 24º dia, possivelmente devido ao metabolismo respiratório mais acelerado, decorrente da maturação e outros processos fisiológicos do fruto (SILVA et al.; 2014). Os valores mais baixos de pH foram observados nos tratamentos com amido e com alecrim, no 6º, 12º e 24º dia. Com exceção do 6º dia, onde os valores de pH aumentaram em todos os tratamentos, verificou-se valores constantes de pH nas amostras do tratamento com óleo de capim limão, durante o período das análises (Figura 4).

Os pHs médios ao longo do tempo de armazenamento foram 7,6 para o controle, 6,6 para os tratamentos com amido e com alecrim e 6,9 para tratamento com capim limão. A abóbora é rica em água, não sendo considerada um alimento ácido, já que seu pH situa-se próximo a neutralidade, independentemente do tipo de embalagem ou do processamento. Já foram reportados pH médios de 6,59 em abóboras minimamente processadas (ALVES et al., 2010), pH 6,7 em abóboras armazenadas em atmosfera modificada e a vácuo (RUSSO et al., 2012) e pH 6,8 em processadas em fatias e cubos (SÁTIRO et al., 2020), valores semelhantes aos obtidos no presente estudo.

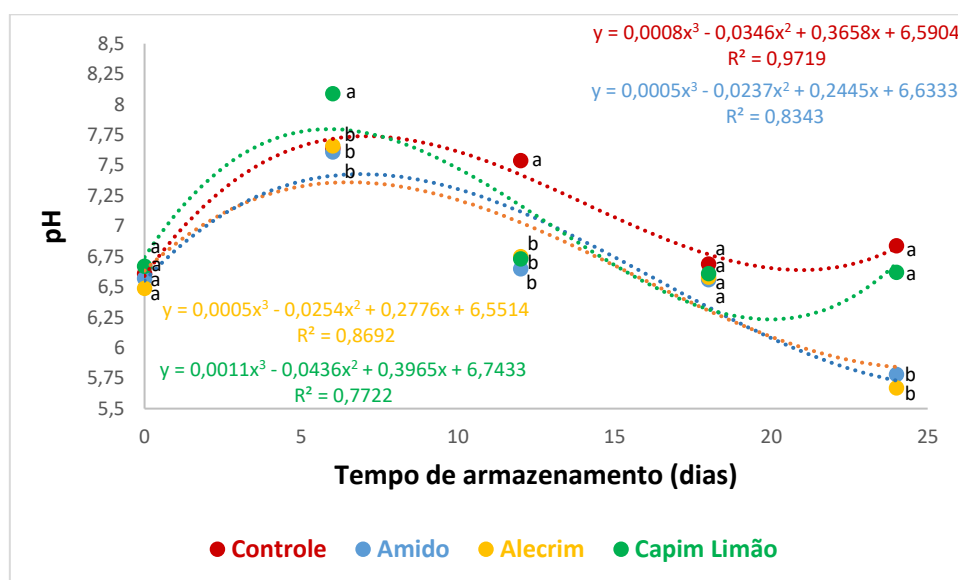


FIGURA 4- Valores médios de pH (n=3) de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.

3.2.2 PERDA DE MASSA E FIRMEZA

Todos os tratamentos apresentaram aumento da perda de massa ao longo do tempo de armazenamento (Figura 5), porém houve diferença significativa entre os tratamentos após o 18º dia de análise. As menores perdas de massa foram observadas nas amostras com revestimento à base de amido (variação média da perda de massa ao longo do tempo total de armazenamento 8,60 %), enquanto as maiores perdas nas amostras com cobertura à base de amido adicionada de óleo essencial de capim limão (variação média da perda de massa ao longo do tempo total de armazenamento 11,56 %). Resultados semelhantes foram reportados em morangos revestidos com alginato e pectina adicionados com óleos essenciais de eugenol e citral. Nesse estudo foi observado uma maior perda de massa nos frutos recobertos com óleos essenciais do que nos frutos controle (GUERREIRO et al., 2015). Uma justificativa para tal fato seria a formação de uma estrutura porosa nos revestimentos adicionados de óleos essenciais, o que possivelmente facilitou a saída das moléculas de água e a troca gasosa entre os frutos e o meio. Sabe-se que, durante o processo de cura é estabelecida a formação de ligações primárias e secundárias entre as cadeias poliméricas do revestimento. Nessa etapa, a evaporação do solvente deve ser feita espontânea e o mais lentamente possível, já que uma evaporação acelerada leva a formação de bolhas resultando muitas vezes em uma cobertura porosa e com propriedades de barreira reduzidas (ASSIS & BRITO, 2017). Devido a hidrofobicidade, os óleos podem ter prejudicado a formação de uma cobertura homogênea, o que favoreceu a perda de massa das abóboras.

Segundo Finger & Vieira (1997) a perda de peso máxima aceitável para os produtos hortícolas varia de 5 a 10%. No presente estudo, observamos que até o 12º dia de armazenamento, as abóboras minimamente processadas atingiram valores próximos a essa faixa de aceitação (7,4 a 10,9%).

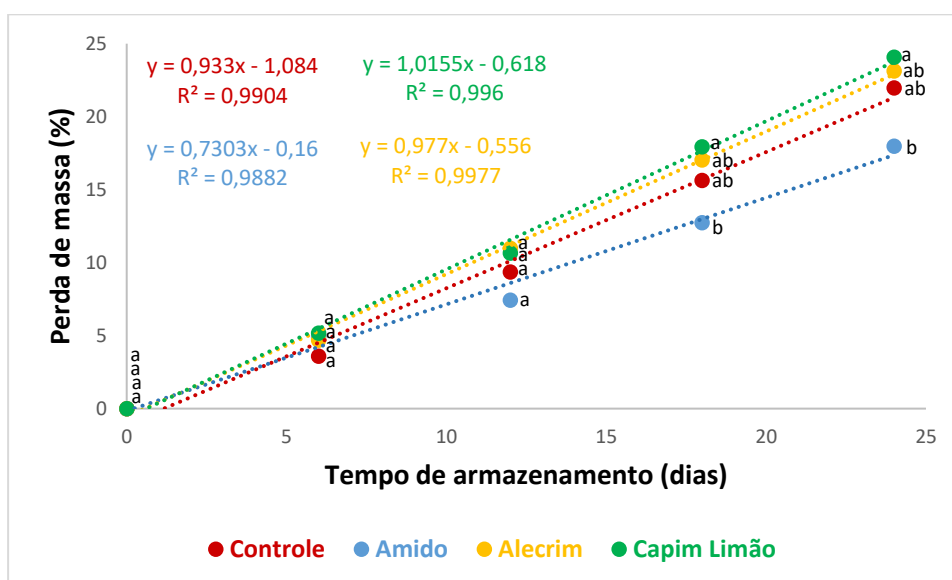


FIGURA 5- Valores médios de perda de massa (n=3) de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Quando foi avaliado o período de armazenamento que mais afetou a perda de massa das amostras (Tabela 3), verificou-se que entre o 12º ao 18º dia ocorreu a maior porcentagem de perda de massa (variação média de 6,23 %). Um estudo sobre o efeito de diferentes coberturas a base de gelatina e amidos nativos de trigo, sorgo, batata e arroz na qualidade de uvas, reportou que o tratamento controle (sem revestimento) apresentou a maior perda de água desde o primeiro ao 22º dia de armazenamento, quando comparado aos tratamentos que utilizaram coberturas, chegando a reduzir aproximadamente 14% de água ao final do experimento. Enquanto as frutas recobertas, por sua vez, apresentaram uma perda de massa máxima no final do experimento de aproximadamente 8%. Este mesmo resultado foi observado para o tratamento controle no 12º dia do experimento, resultando em um aumento de vida útil de 10 dias (FAKHOURI et al., 2007).

TABELA 3 – Variações médias de perda de massa de abóboras minimamente processadas ao longo dos períodos de armazenamento

Período de tempo	Perda de massa (%)				Média
	Controle	Amido	Alecrim	Capim Limão	
0 a 6 dias	3,60	4,88	4,68	5,17	4,58
6 a 12 dias	5,75	2,54	6,31	5,48	5,02
12 a 18 dias	6,29	5,32	6,05	7,29	6,23
18 a 24 dias	6,33	5,24	6,09	6,14	5,95

Houve diferença significativa na firmeza apenas nas amostras revestidas com capim limão e alecrim, aos 12º e 24º dias de armazenamento, respectivamente (Figura 6). De uma forma geral, as abóboras minimamente processadas perderam firmeza ao longo do período de armazenamento.

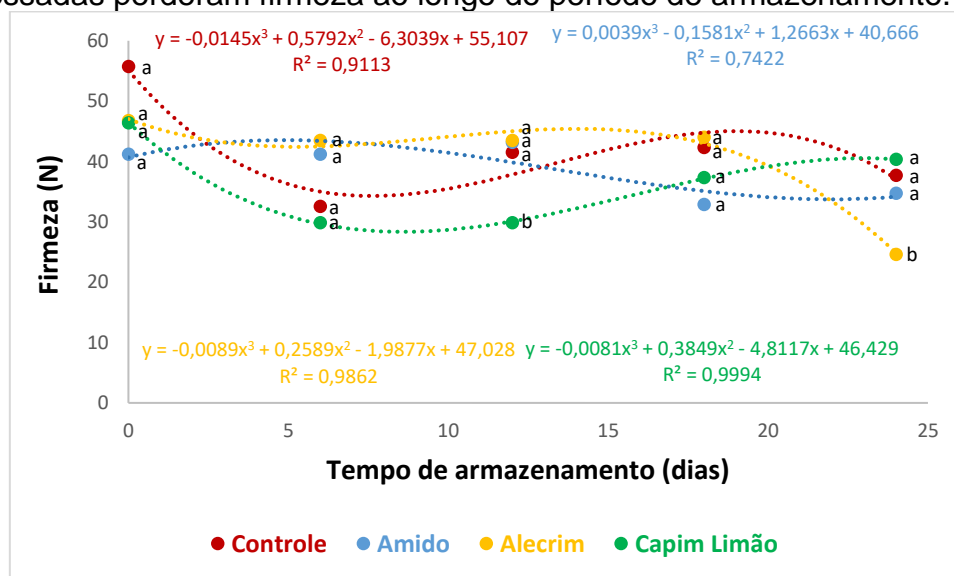


FIGURA 6- Valores médios de firmeza (n=6) de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Essa perda, independente do tratamento já era esperada, já que as lesões causadas durante o processamento são responsáveis pela descompartimentalização celular, o que torna possível a ação de enzimas do

próprio produto ou de microrganismos, favorecendo o amolecimento do tecido e, conseqüentemente, a redução da firmeza (COSTA et al., 2011). Dentre os tratamentos, o amolecimento mais crítico ocorreu nas amostras revestidas com óleo essencial de alecrim ao final do período de armazenamento (24º dia).

3.3 ANÁLISES DOS COMPONENTES FUNCIONAIS

3.3.1 CAROTENOIDES

Houve redução da concentração dos carotenoides quando o tempo inicial (0 dia de armazenamento) foi comparado aos demais dias de análise (Figura 7), sendo essa redução mais evidente nos tratamentos controle e capim limão. É sabido que o processamento mínimo de vegetais contribui para a redução da concentração dos carotenoides, devido ao rompimento celular e a conseqüente liberação de enzimas oxidativas ou compostos pró-oxidantes que modificam a estrutura dos carotenóides (BEMFEITO et al., 2020; VERONEZI & JORGE, 2011). Por outro lado, as abóboras revestidas com óleo essencial de alecrim apresentaram maior concentração de carotenóides, a partir do 6º dia de análise, em relação aos outros tratamentos (Figura 7). A presença de 88,41% de Fenol-2-metoxi-3-(2-propenil) no óleo essencial de alecrim (Tabela 1), possivelmente contribuiu com a preservação das estruturas químicas dos carotenóides presentes nas abóboras. Segundo Santana et al. (2021), esse composto apresenta um potencial antioxidante e seu uso pode prevenir ou reduzir a oxidação lipídica e a inativar moléculas pró-oxidantes em produtos alimentícios e farmacêuticos.

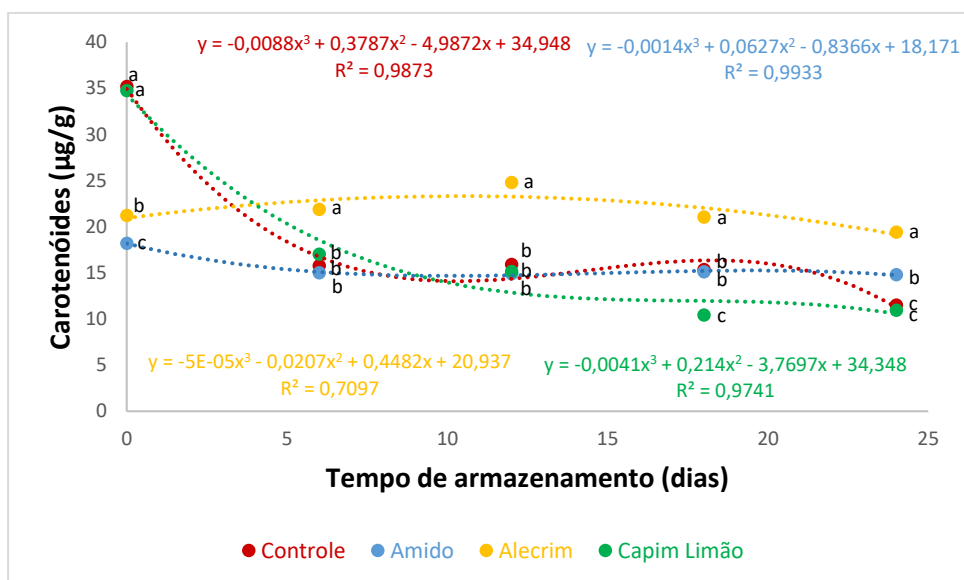


FIGURA 7- Valores médios da concentração de carotenóides (n=3) de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.

3.3.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O potencial de sequestro de radicais estáveis DPPH das abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos foi expresso em percentual de atividade antioxidante (% AA) e os resultados estão apresentados na figura 8. Em geral, houve redução da % AA ao longo do tempo em todos os tratamentos. Até o 6º dia de avaliação, todas as amostras apresentaram uma atividade antioxidante acima de 50%, considerada moderada, segundo Luzia & Silva (2021). Após esse período, os tratamentos controle e revestimento a base de amido foram mais eficientes na manutenção da capacidade antioxidante. Esperava-se uma maior % AA nas amostras recobertas com óleos essenciais de alecrim e capim limão devido a presença de possíveis compostos antioxidantes. No entanto, nesses tratamentos houve menor atividade antioxidante nos tempos 6, 12 e 18 dias de armazenamento, quando comparado ao controle (Figura 8). Esse resultado, provavelmente está relacionado a composição química dos óleos. Cutrim et al., 2019 e Wanderley, 2014, reportaram a presença de 1,8-cineol no óleo de alecrim, um quimiotipo considerado o principal responsável pela capacidade de estabilização dos radicais livres DPPH desta espécie vegetal e que não foi detectado no óleo utilizado na presente pesquisa. Um estudo sobre a atividade antioxidante do óleo de capim limão e seus componentes majoritários isolados demonstrou que, o óleo essencial e o citral apresentaram pequena atividade antioxidante comparado aos compostos isolados, timol e α -tocoferol (GUIMARÃES et al., 2011). Os autores relacionaram esse fato a pouca facilidade do óleo de capim limão e do citral em doar hidrogênio para neutralizar o radical DPPH. O óleo essencial de capim limão utilizado no presente estudo apresentou 46% de citral e ausência de timol e α -tocoferol, fatores que podem ter influenciado no resultado.

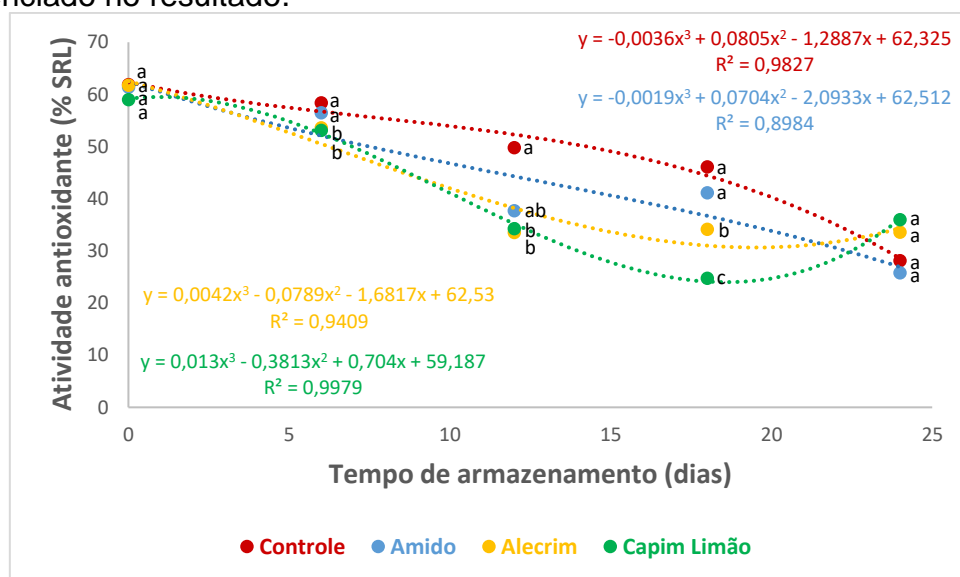


FIGURA 8- Valores médios de atividade antioxidante (n=3) de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

3.2.3 VITAMINA C

Os teores de vitamina C das abóboras minimamente processadas submetidas aos diferentes tratamentos estão apresentados na figura 9. A análise de variância demonstrou que houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos, apenas no tempo 0 de armazenamento. É possível inferir que no período entre os dias 0 e 6 houve redução dos teores de vitamina C em todos os tratamentos (Figura 9), mas nos dias posteriores observou-se ascendência seguida de queda. Segundo Chitarra & Chitarra (2005) as concentrações de vitamina C em produtos hortícolas tende a diminuir com o tempo de armazenamento, em decorrência da ação enzimática, como a ácido ascórbico oxidase e a peroxidase. Em vegetais minimamente processados a degradação da vitamina C pode ser intensificada, em consequência do rompimento celular resultante de atrito, corte ou moagem. Nesse caso a atividade enzimática tende a aumentar, permitindo que substrato e enzima entrem em contato e haja degradação de constituintes celulares. Além disso, a exposição de substâncias redutoras, como é o caso da vitamina C ao ar, luz ou calor, resulta em sua rápida degradação (KLEIN, 1987).

Ao longo de todo o período de armazenamento as perdas foram de 7,65% (variação de 39,2 para 36,2 mg. 100 g⁻¹) em abóbora recobertas com amido; 46,73% (variação de 49,0 para 26,1 mg. 100 g⁻¹) em abóbora recobertas com óleo essencial de alecrim e 21,25% (variação de 41,4 para 32,6 mg. 100 g⁻¹) em abóbora recobertas com óleo de capim limão. No tratamento sem revestimento houve aumento da concentração de vitamina C (variação de 22,8 para 45,0 mg. 100 g⁻¹). Resultados semelhantes foram reportados por Alves et al. (2010), em um produto a base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa minimamente processado.

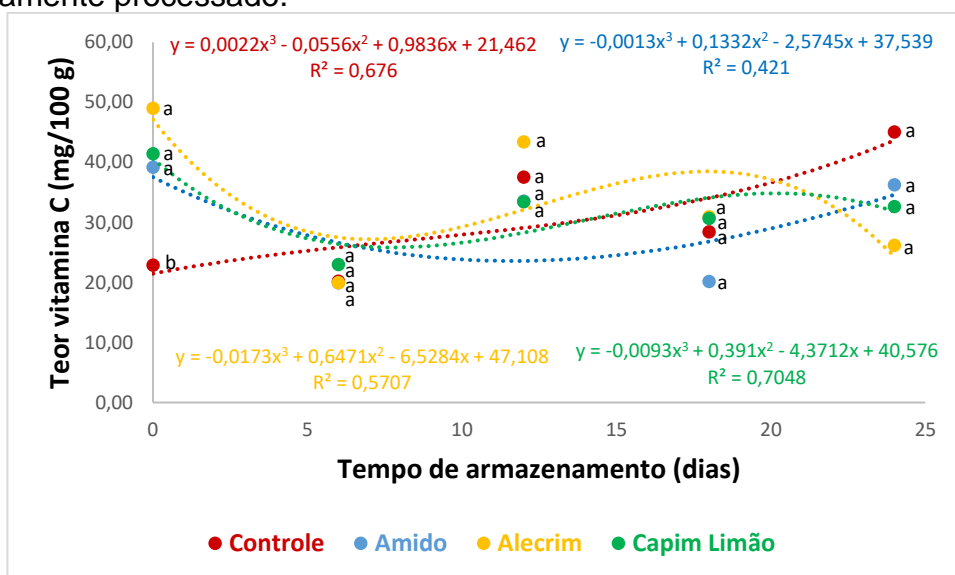


FIGURA 9- Valores médios de teor de vitamina C (n=3) de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa ($p<0,05$) pelo teste de Tukey.

3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

3.3.1. CONTAGEM DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS

O resultado do efeito dos revestimentos no controle do desenvolvimento de fungos e leveduras em abóboras minimamente processadas está apresentado na figura 10. Os tratamentos diferiram entre si a partir do sexto dia de análise, onde amostras revestidas apresentaram contagem de fungos inferior ao controle sem revestimento. O tratamento com óleo essencial de capim-limão foi o mais eficiente na inibição do crescimento microbiano (Figura 10). Com isso é possível inferir que o uso de revestimento retarda o desenvolvimento de microrganismos, e essa barreira pode ser intesensificada quando é feita a adição de compostos com atividades antimicrobianas, como é o caso de alguns óleos essenciais.

A hidrofobicidade dos óleos essenciais e de seus constituintes é importante para a interação com a camada lipídica das membranas celulares de microrganismos, por exemplo, e isso pode provocar alterações em suas estruturas tornando-as menos seletivas. No caso do óleo de capim limão, há alguns estudos que relacionam a atividade antifúngica ao componente majoritário, o citral (GUIMARÃES et al., 2011; LEITE et al., 2014; MARTINAZZO et al., 2019). O citral (3,7-dimetil-2-6-octadienal) é o nome dado a mistura de dois isômeros geométricos, geranial (trans e cis-citral), os quais são classificados como aldeídos monoterpenos acíclicos α , β -insaturados (LEITE et al., 2014). Foi demonstrado que o citral atua na desestabilização da integridade da membrana de fungos, ocasionando o extravasamento de íons e outros constituintes celulares (ZOU et al., 2014).

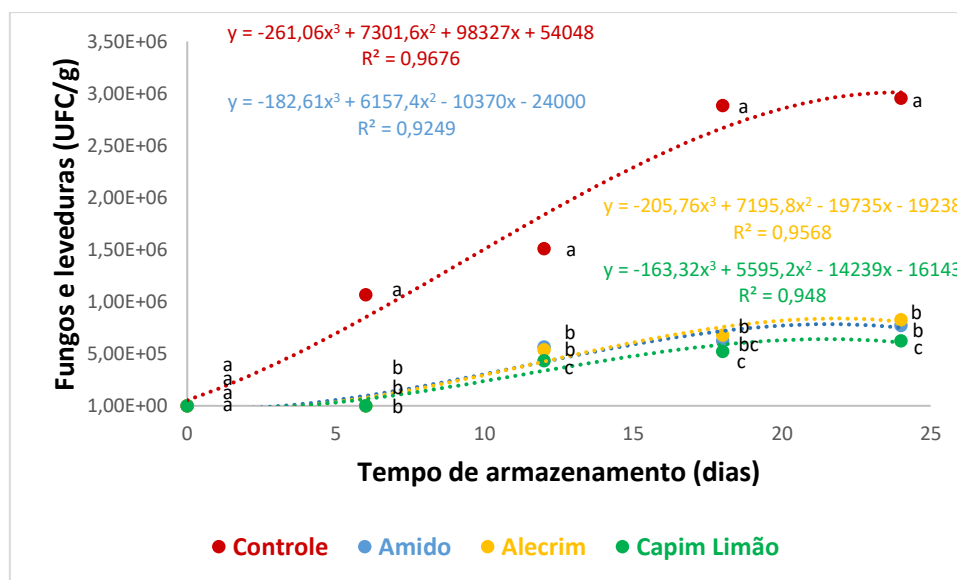


FIGURA 10- Contagem de fungos e leveduras de abóboras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas durante 24 dias a 4°C. Médias com letras diferentes no mesmo dia de armazenamento, apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Amostras do tratamento controle, no 6º dia de armazenamento já apresentavam contagens de fungos e leveduras maiores a 10^6 UFC g^{-1} , enquanto os tratamentos com revestimento alcançaram a ordem de grandeza

10⁵ UFC g⁻¹ no 12^o dia. Não existe legislação que estabeleça limite máximo de contagem de fungos e leveduras em vegetais minimamente processados. Entretanto, sabe-se que contagens elevadas (>10⁵ UFC g⁻¹) são indesejáveis, por caracterizar que o alimento já está em fase de deterioração, apresentando perdas de seus atributos sensoriais e aparência comprometida (SOARES, 2018).

3.3.2 ANÁLISE DE COLIFORMES A 35°C E A 45°C

Todas as amostras mostraram-se isentas de coliformes a 35°C e a 45°C, sugerindo que o processamento mínimo das abóboras foi conduzido em condições higiênico-sanitárias satisfatórias. Segundo a resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os padrões microbiológicos permitem até 5x10² NMP de coliformes a 45°C por grama do produtos hortícolas e frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas e para o consumo direto (BRASIL, 2001).

4 CONCLUSÃO

O revestimento a base de amido foi mais eficiente na manutenção da massa e na capacidade de sequestrar radicais DPPH das abóboras minimamente processadas. A adição do óleo essencial de alecrim manteve o teor de carotenóides constante e mais elevado do que os demais tratamentos, devido a presença de substâncias antioxidantes, como o eugenol, que reduzem a oxidação e a conseqüente perda desses componentes durante o armazenamento. Entretanto, o efeito mais expressivo dos revestimentos adicionados de óleos essenciais foi no controle do desenvolvimento de microrganismos, em especial o óleo essencial de capim limão, que apresentou em sua constituição mais de 80% de citral, um potente antimicrobiano. Por se tratar de uma tecnologia de baixo custo, fácil aplicação e alta versatilidade, o emprego de revestimento comestível a base de amido com a adição de óleo essencial de alecrim e capim limão é uma alternativa viável e que oferece ao consumidor um produto com maior vida útil e alta qualidade.

ABSTRACT

MINIMALLY PROCESSED PUMPKIN COATED WITH STARCH COVER ADDED WITH ROSEMARY ESSENTIAL OIL AND LEMONGRASS

Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch) is a vegetable that has high nutritional value, being considered a great source of carotenoids. However, its consumption is often compromised due to its size and difficulty in peeling it, so the use of techniques such as minimal processing becomes quite interesting. Minimally processed vegetables are more susceptible to deterioration and the use of edible coatings is an alternative to increase their conservation. The present study aimed to evaluate the effect of applying of corn starch-based coating, added with rosemary and lemongrass essential oil, on the quality of minimally processed pumpkins, stored for 24 days. Every 6 days, pH, titratable acidity, fresh mass loss, firmness, vitamin C, total carotenoids, antioxidant capacity and

microbiological aspects such as fungal, yeasts and coliform counts at 35°C and 45°C were evaluated. For the analysis, 4 treatments were generated: no coating (Control), starch coating (Starch), starch + 2% rosemary essential oil (Rosemary) and starch + 2% lemongrass essential oil (Lemongrass). The starch coating was efficient in maintaining fresh mass and antioxidant capacity, while coating with essential oils of rosemary and lemongrass were effective in maintaining carotenoid content and reducing microbial growth, respectively. The evaluated coatings are a viable alternative for increasing conservation and generating a better quality product.

KEYWORDS: Minimum processing, starch coating; essential oils.

REFERÊNCIAS

- 1 ALVES, J. A.; VILAS BOAS, E. V. B.; VILAS BOAS, B. M.; SOUZA, E. C. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.3, p. 625-634, 2010.
- 2 ASSIS, O. B. G.; BRITO, D. Coberturas comestíveis sobre frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M. D. (Ed). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa, 2017. p. 185-203.
- 3 BARBOSA, L. C. A.; PEREIRA, U. A.; MARTINAZZO, A. P.; MALTHA, C. R. A.; TEIXEIRA, R.; MELO, E. C. Valuation of the chemical composition of brazilian comercial *Cymbopogon citratus* (D.C.) **Stapf Samples Molecules**, v.13, n.8, p. 1864-1874, 2008.
- 4 BEMFEITO, C. M.; RIBEIRO, A. P. L.; PEREIRA, R. C.; PEREIRA-ANGELIS, M.C. Carotenoides em alimentos: fatores interferentes na biossíntese e estabilidade frente ao processamento. In: CORDEIRO. C. A. M. **Tecnologia de alimentos: Tópicos físicos, químicos e biológicos**. Vol. 1. Guarujá, São Paulo: Ed. Científica, 2020. p.445-465.
- 5 BOTREL, D. A.; SOARES, N. F. F.; CAMILLOTO, G. P.; FERNANDES, R. V. B. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, v.40, n.8, p. 1814-1820, 2010.
- 6 BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.28, n.1, p. 25-30, 1995.
- 7 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº12**, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico de limites microbiológicos para alimentos.
- 8 CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

- 9 COSTA, A. C.; ANTUNES, P. L.; ROMBALDI, C. V.; GULARTE, M. A. Controle do escurecimento enzimático e da firmeza de polpa em pêssegos minimamente processados. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p. 1094-1101, 2011.
- 10 CUTRIM, E. S. M.; TELES, A. M.; MOUCHREK, A. N.; MOUCHREK FILHO, V. E.; EVERTON, G. O. Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais e extratos hidroalcoólicos de *Zingiber officinale* (Gengibre) e *Rosmarinus officinalis* (Alecrim). **Revista Virtual de Química**, v.11, n.1, p. 60-81, 2019.
- 11 FAKHOURI, F. M.; FONTES, L.C.B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; QUEIROZ, F. P. C. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p. 369-375, 2007.
- 12 FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa. 1997. 29p.
- 13 FORATO, L. A.; ASSIS, O. B. G.; BERNARDES, F. R. Revestimentos comestíveis protetores em frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M. D. (Ed.). **Tecnologias pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. cap. 12, p. 207-218.
- 14 GUERREIRO, A. C.; GAGO, C. M. L.; FALEIRO, M. L.; MIGUEL, M. G. C.; ANTUNES, M. D. C. The use of polysaccharide-based edible coatings enriched with essential oils to improve shelf-life of strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, v.110, p. 51–60, 2015.
- 15 GUIMARAES, I. C.; MENEZES, E. G. T.; RODRIGUE, L. F.; RODRIGUES, A. C.; MONTEIRO, A. G. D. P.; REIS, K. C. dos; BOAS, E. V. de B. V. B. Filme comestível à base de amido e micro/nanofibrila de celulose de cenoura prolonga a vida útil de cenoura minimamente processada. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.34, n.1, p. 85-110, 2016.
- 16 GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; SOUSA, P. E.; ANDRADE, J. VIEIRA, S. S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p. 464-472, 2011.
- 17 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4.ed. São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- 18 JAFARI, S. Z.; JAFARIAN, S.; HOJJATI, M.; NAJAFIAN, L. Evaluation of antioxidante activity of nano- and microencapsulated resemmary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves extract in cress (*Lepidium sativum*) and basil (*Ocimum basilicum*) seed gums for enhancing oxidative stability of sunflower oil. **Food Science and Nutrition**, v.10, n.6, p. 2111-2119, 2022.

- 19 KAMARUDDIN, Z. H.; JUMAIDIN, R.; SELAMAT, M. Z.; ILYAS, R. A. Characteristics and properties of lemongrass (*Cymbopogon citratus*): a comprehensive review. **Journal of Natural Fibers**, v.19, n.14, p. 8114-8118, 2022.
- 20 KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, v.10, n.3, p. 154-158, 1987.
- 21 LACETA, I. S.; MOLINARO, B. P.; GUERREROA, J. P.; KERRY, B. K. Quality attributes of map packaged ready-to-eat baby carrots by using chitosan-based coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v.100, p.142–150, 2014.
- 22 LEAL, T. C. B.; FREITAS, S. P.; SILVA, J. F.; CARVALHO, A. J. C. Produção de biomassa e óleo essencial em plantas de capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (Dc.) Stapf] em diferentes idades. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.5, n.2, p. 61-64, 2003.
- 23 LEITE, M. C. A.; BEZERRA, A. P. B.; SOUSA, J. P.; GUERRA, F. Q. S.; LIMA, E. O. Evaluation of antifungal activity and mechanism of action of citral against *Candida albicans*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, p. 1-9, 2014.
- 24 LIN, S. Y. D.; KROCHTA, J. M. Whey protein coating efficiency on surfactante modified hydrophobic surfaces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p. 18-23, 2005.
- 25 LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512p.
- 26 LUZIA, D. M. M.; SILVA, M. R. A. Efeito da cobertura comestível no potencial antioxidante de minis tomates orgânicos mantidos sob refrigeração. In: MELO, J. O. F. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil**. Vol. 1. Guarujá, São Paulo: Ed. Científica, 2021. p.190-202.
- 27 MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção propriedades e potencial de utilização. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p. 137-156, 2010.
- 28 MARTINAZZO, A. P.; OLIVEIRA, F. S.; TEODORO, C. E. S. Atividade antifúngica do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* no controle do *Aspergillus flavus*. **Ciência e Natura**, v.41, p. 1-8, 2019.
- 29 MARTÍNEZ-FERRER, M.; HARPER, C.; PÉREZ-MUÑOZ, F.; CHAPARRO, M. Modified atmospher packaging of minimally processed mango and pineapple fruits. **Journal of Food Science**, v.67, n.9, p. 3365–3371, 2002.

- 30 MAY, A.; SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; BARATA, L. S.; PINHEIRO, M. Q. Produção de biomassa e óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) em função da altura e intervalo entre cortes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.2, p. 195–200, 2010.
- 31 PROESTOS, C.; LYTOUDI, K.; MAVROMELANIDOU, O. K.; ZOUMPOULAKIS, P.; SINANOGLU, V. J. Antioxidant capacity of selected plant extracts and their essential oils. **Antioxidants**, v.2, p.11-22, 2013.
- 32 RAŠKOVIĆ, A.; MILANOVIĆ, I.; PAVLOVIĆ, N.; ĆEBOVIĆ, T.; VUKMIROVIĆ, S.; MIKOV, M. Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.14, p. 225, 2014.
- 33 RODRIGUEZ-AMAYA, D. **Guide to Carotenoid Analysis in Food**. Washington, DC: International Life Sciences Institute Press, 1999. 64p.
- 34 RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G. PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico Embrapa**. 2007, Fortaleza, CE.
- 35 RUSSO, V. C.; DAIUTO, E. R.; SANTOS, B. L.; LOZANO, M. G.; VIEITES, R. L.; VIEIRA, M. R. S. Qualidade de abóbora minimamente processada armazenada em atmosfera modificada ativa. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p. 1071-1084, 2012.
- 36 SANTANA, M. S.; MACHADO, E.C.L.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Propriedades funcionais do eugenol e sua aplicação em alimentos. In: VERRUCK, S. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol. 4. Guarujá, São Paulo: Ed. Científica, 2021. p.59-73.
- 37 SASAKI, F. F.; AGUILA, J. S.; GALLO, C. R.; ORTEGA, M. M.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p. 170-174, 2006.
- 38 SÁTIRO, L. S.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; SILVA, J. L.; NOBRE, M. A. F.; ARAÚJO, C. R.; GADELHA, T. M.; LIRA, R. P. Evaluation of the physical-chemical quality of minimally processed Brazilian pumpkin (*Cucurbita moschata*). **Research, Society and Development**, v.9, n.5, p. e589553202, 2020.
- 39 SHI, X.; WU, H.; SHI, J.; XUE, S. J.; WANG, D.; WANG, W.; CHENG, A.; GONG, Z.; CHEN, X.; WANG, C. Effect of modifier on the composition and antioxidant activity of carotenoid extracts from pumpkin (*Cucurbita*

- maxima) by supercritical CO₂. **Food Science and Technology**, v. 51, n. 2, p. 433-440, 2013.
- 40 SILVA, J. S.; SIMÃO, A. A.; MARQUES, T. R.; LEAL, R. S.; CORRÊA, A. D. Chemical constituents of the pumpkin seeds flour. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.5, n.2 p. 148-156, 2014.
- 41 SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo, SP: Varela, 2001. 317p.
- 42 SOARES, A. S.; RAMOS, A. M.; VIEIRA, É. N. R.; VANZELA, E. S. L.; OLIVEIRA, P. M.; PAULA, D. A.. Vacuum impregnation of chitosan-based edible coating in minimally processed pumpkin. **International Journal of Food Science na Technology**, v.53, p. 2229-2238, 2018.
- 43 VANIN, A. B.; ORLANDO, T.; PIAZZA, S. P.; PUTON, B. M. S.; CANSIAN, R. L.; OLIVEIRA, D.; PAROUL, N. Antimicrobial and antioxidant activities of clove essential oil and eugenyl acetate produced by enzymatic esterification. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.174, p. 1286-1298, 2014.
- 44 VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Carotenóides em abóboras. **B.CEPPA**, v.29, n.1, p. 9-20, 2011.
- 45 WANDERLEY, A. L. **Atividade antioxidante e antimicrobiana do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L., cultivado em sistema orgânico sob diferentes condições, frente a bactérias causadoras de mastite bovina**. 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Federal de Viçosa/Campus Rio Paranaíba (UFV – CRP).