

EFEITO DO FILME BIODEGRADÁVEL COM EXTRATOS DE ALECRIM E SÁLVA NA ESTABILIDADE OXIDATIVA DA MANTEIGA EM TABLETE¹

Bianca Almada Ferreira Gomes²
Nataly Araújo Furtado
José Emílio Zanzirolani de Oliveira
Wellington de Freitas Castro
Rejiane Avelar Bastos

RESUMO

Visando aumentar a aplicação de embalagens sustentáveis e de antioxidantes naturais obtidos de plantas, este trabalho teve por objetivo produzir um filme biodegradável com fécula de mandioca e extratos de alecrim e sálvia e avaliar a sua influência na estabilidade oxidativa da manteiga. Utilizou-se o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com três variáveis independentes: concentração de alecrim, concentração de sálvia e tempo de armazenamento. As manteigas foram caracterizadas, embaladas com filmes de fécula de mandioca com diferentes concentrações dos extratos e armazenadas a 5 e 15 °C durante 30 dias e avaliadas quanto ao índice de peróxidos, acidez titulável e compostos fenólicos. Nas manteigas armazenadas a 5 °C, apenas o tempo de armazenamento influenciou no índice de peróxido e a relação entre o alecrim e sálvia na acidez titulável. Já nas manteigas armazenadas a 15 °C, o tempo de armazenamento e as concentrações dos extratos influenciaram no índice de peróxidos e na acidez. Conclui-se que, nas concentrações médias de extrato de alecrim e sálvia utilizadas (4 mL 100 mL⁻¹ de solução filmogênica), os valores encontrados no índice de peróxidos foram menores. O uso dos extratos apresentou influência sobre a estabilidade oxidativa do produto indicando possibilidade no desenvolvimento e aplicação do filme biodegradável.

Palavras-chave: *Rosmarinus officinalis* L.. *Salvia officinalis* L.. Aditivos naturais. Vida de prateleira. Rancidez oxidativa.

EFFECT OF BIODEGRADABLE FILM WITH OF ROSEMARY AND SAGE EXTRACTS ON OXIDATIVE STABILITY OF STICK BUTTER

ABSTRACT

In order to increase the application of sustainable packaging and natural antioxidants obtained from plants, this work aimed to produce a biodegradable film with cassava starch and extracts of rosemary and sage and to evaluate its influence on the oxidative stability of butter. The Central Composite Rotational Design (CCRD) was used with three independent variables: rosemary concentration, sage concentration and storage time. The butters were characterized,

¹ **Como citar este artigo:** GOMES, B. A. F et al. Efeito do filme biodegradável com extratos de alecrim e sálvia na estabilidade oxidativa da manteiga em tablete. *ForScience*, Formiga, v. 9, n. 2, e01049, jul./dez. 2021. DOI: 10.29069/forscience.2021v9n2.e1049.

²**Autor para correspondência:** Bianca Almada F. Gomes, e-mail: biancaalmada10@hotmail.com.

packed with cassava starch films with different concentrations of the extracts and stored at 5 and 15 C for 30 days and evaluated for peroxide index, titratable acidity and phenolic compounds. In the butters stored at 5 C, only the storage time influenced the peroxide index and the relationship between rosemary and sage in the titratable acidity. In the case of butters stored at 15 C, the days and concentrations of the extracts influenced the peroxide index and acidity. It was concluded that in the average concentrations of rosemary and sage extract used (4 mL 100 mL⁻¹ of filmogenic solution), the values found in the peroxide index were lower. Therefore, the use of extracts had an influence on the oxidative stability of the product, indicating the possibility of the development and application of the biodegradable film.

Keywords: *Rosmarinus officinalis* L.. *Salvia officinalis* L.. Natural additives. Shelf life. Oxidative rancidity.

1 INTRODUÇÃO

Segundo projeção da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2030 a Terra terá 8,6 bilhões de habitantes (GUEVANE, 2019). Além disso, o acesso à informação e o desenvolvimento tecnológico têm criado consumidores cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos alimentos. Sendo assim, o desafio atual da indústria está em produzir alimentos de qualidade e, em quantidade, suficiente para atender às necessidades da população.

Uma das formas de garantir a qualidade, a segurança e aumentar a vida de prateleira dos alimentos é a utilização de embalagens, as quais protegem os alimentos de reações de deterioração químicas, físicas e microbiológicas (RISCH, 2009). Entretanto, o uso cada vez maior de embalagens em alimentos resulta no aumento de resíduos sólidos e, conseqüentemente, em maior impacto ambiental. Sendo assim, uma das alternativas para solução deste problema está no desenvolvimento de filmes biodegradáveis.

Esses filmes podem ser produzidos a partir de polissacarídeos, lipídios e proteínas e apresentam a vantagem de serem constituídos de materiais biodegradáveis, de fontes renováveis e que, usualmente, não são tóxicos ao organismo humano (LANDIM *et al.*, 2016). Dentre os polissacarídeos utilizados na formação dos filmes biodegradáveis destacam-se o amido, o alginato, a pectina, a carragena, a quitosana, derivados da celulose e a fécula de mandioca. Por formar películas resistentes, transparentes e de baixo custo, a fécula de mandioca é amplamente estudada para elaboração de filmes e coberturas comestíveis. Entretanto, essa matéria prima pode apresentar limitações em suas propriedades mecânicas e de barreiras. Para melhorar essas características, pode-se recorrer à adição de plastificantes, como exemplo, o glicerol (FANG *et al.*, 2017).

O conceito clássico de embalagem diz respeito ao material utilizado a fim de proteger o produto do meio externo, sem interagir com o mesmo. Entretanto, a ideia de que as embalagens devem possuir o mínimo de interação com o produto vêm perdendo força ao longo das últimas décadas graças ao desenvolvimento de embalagens ativas. Essas embalagens podem ser produzidas a partir de filmes biodegradáveis e aditivos naturais, por exemplo, e podem melhorar as características de conservação do produto de forma mais eficaz em comparação com as embalagens tradicionais (DANTAS *et al.*, 2015). Soma-se à possibilidade de reduzir a ingestão de aditivos artificiais utilizados como conservantes e antioxidantes, uma vez que substâncias naturais, com essas propriedades, podem ser incorporadas aos filmes, proporcionando estabilidade e reduzindo a ocorrência da oxidação lipídica (HASSAN *et al.*, 2018).

Dentre os aditivos naturais destaca-se a utilização de extratos e óleos essenciais de plantas, como de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e de sálvia (*Salvia officinalis* L.). Tanto o alecrim como a sálvia são plantas da família Lamiaceae utilizadas há séculos por suas propriedades aromáticas e medicinais. A presença de grupos bioativos, dentre eles, os compostos fenólicos, confere a essas plantas propriedades antimicrobianas e antioxidantes que permitem que sejam usadas como aditivos naturais na conservação de alimentos, principalmente os que possuem quantidade elevada de gordura, como exemplo a manteiga (FOGAÇA *et al.*, 2014).

A principal característica da manteiga é a alta concentração de gordura que a torna desejável aos consumidores devido ao sabor e textura que apresenta (QUEIRÓS; GRIMALDI; GIGANTE, 2016). Contudo, os lipídios podem ser deteriorados por reações de oxidação lipídica e enzimática. A oxidação lipídica é provocada pela exposição dos ácidos graxos insaturados ao oxigênio da atmosfera e após reação, podem modificar o sabor, textura e aroma comprometendo a qualidade do produto (FENNEMA, 2000).

Apesar da legislação brasileira não citar o uso de antioxidantes na manteiga, os filmes com compostos antioxidantes podem ser uma alternativa para prevenir ou retardar o aparecimento de reações de oxidação no produto. Entretanto, existe o desafio de encontrar formulações adequadas de filmes biodegradáveis ativos que forneçam proteção mecânica e interajam de forma desejável com produtos que apresentam altos teores de gorduras (DANTAS *et al.*, 2015). Dentro desse contexto, o objetivo deste estudo foi produzir filmes biodegradáveis com fécula de mandioca incorporado de extratos de alecrim e sálvia. Os filmes biodegradáveis foram aplicados em tabletes de manteiga, por proporcionar maior

superfície de contato entre o produto e a embalagem, e a estabilidade oxidativa do produto foi avaliada a fim de verificar a influência dos filmes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus Barbacena*.

2.1 Preparo e produção dos extratos

Os extratos de alecrim e sálvia foram preparados de acordo com Santos, Shetty e Miglioranza (2014), com modificações descritas a seguir. Utilizou-se folhas desidratadas de alecrim e sálvia obtidas no comércio de Barbacena/Minas Gerais. O solvente utilizado foi etanol 40 % (v/v) em água destilada. Para cada 10 g de folha seca e triturada de alecrim foram utilizados 100 mL do solvente e para cada 10 g de folha seca e triturada de sálvia foram utilizados 150 mL do solvente, pois as folhas secas de sálvia apresentaram maior volume dificultando a extração com apenas 100 mL de solvente. As misturas foram realizadas em béquer e acondicionadas em capela de exaustão sob agitação a 1000 rpm, com o uso de agitador magnético durante quatro horas, à temperatura de 30 °C. Após a extração, as amostras foram filtradas a vácuo em kitassato e funil de Buchner, com filtro de porosidade três micrase armazenadas em frascos de vidro âmbar a -18 °C e ao abrigo de luz.

Foi determinado o teor de compostos fenólicos nos extratos com base no método de Folin-Ciocalteu, de acordo com a metodologia descrita por Waterhouse (2003). A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada pela leitura de absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda 750 nm utilizando curva padrão de ácido gálico (0 - 190 µg mL⁻¹) em etanol absoluto. Os extratos foram diluídos a 1 % para realização da análise e o teor de compostos fenólicos dos extratos foi obtido posteriormente utilizando os cálculos de diluição.

2.2 Preparo e produção da embalagem ativa

As embalagens foram produzidas a base de fécula de mandioca. Esta foi adicionada na concentração para obter 4 % (m/v) de fécula no filme após a adição dos extratos. A fécula foi adicionada à água e a solução foi aquecida em banho-maria e gelatinizada a 80 °C por dois minutos. O gel formado foi resfriado e ao atingir 45 °C foi adicionado o glicerol na proporção

0,025 g de glicerol g⁻¹ de fécula. Prosseguiu-se o resfriamento até 30 °C e extratos de sálvia e alecrim foram adicionados em diferentes concentrações de acordo com o delineamento estatístico. Para formação do filme, foi transferido 10 mL de solução filmogênica às placas de poliestireno (nove centímetros de diâmetro) e secos em estufa a 30 °C com circulação de ar por 20 horas. Os tratamentos controle foram elaborados seguindo o mesmo procedimento descrito acima, porém os filmes não foram adicionados dos extratos.

2.3 Embalagem e armazenamento da manteiga de tablete

Os filmes produzidos com diferentes concentrações dos extratos e sem adição de extratos (controle) foram utilizados para embalar 10 g de manteiga de tablete tipo extra com sal, a qual foi adquirida de laticínio na cidade de Barbacena/Minas Gerais no dia de fabricação. Posteriormente, foram armazenadas em condições aceleradas em câmaras, sob incidência de luz com intensidade média de 1100 ± 100 lux, medida em 12 pontos em cada câmara com utilização de luxímetro (Instrutherm, LD-400), nas temperaturas de 5 °C e 15 °C, umidade relativa de 70 % por 30 dias.

As temperaturas foram escolhidas com o intuito de comparar a temperatura média de armazenamento da manteiga (5 °C) com temperatura de teste acelerado (15 °C). Em testes acelerados podem ser utilizadas temperaturas de até 60 °C, entretanto, como foram avaliadas manteigas em tablete, as temperaturas superiores a 15 °C poderiam fundir o produto. Além disso, as manteigas foram armazenadas sob incidência de luz, que catalisa esta reação, com o intuito de acelerar a reação de oxidação (ANTONIASSI, 2001).

A manteiga foi caracterizada quanto à umidade, teor de gordura, extrato seco total e extrato seco desengordurado, acidez e índice de peróxidos, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008). Durante o armazenamento, foram realizadas análises de acidez, índice de peróxidos e compostos fenólicos na manteiga, com os intervalos de tempo determinados de acordo com o delineamento experimental. Já os tratamentos controle, foram avaliados nos tempos 0, 15 e 30 dias.

Nos filmes biodegradáveis com extratos, foram realizadas análises de compostos fenólicos nos intervalos de tempo de armazenamento determinados no delineamento experimental. Realizou-se, primeiramente, a extração com metodologia adaptada de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Para extração na manteiga foi utilizado becker contendo 10 g de amostra que foi aquecida a 50 °C em estufa para fusão. Quando liquefeita foi adicionado 10 mL de metanol absoluto, homogeneizada em agitador magnético por uma hora

e, em seguida, a solução foi centrifugada a 1200 rpm por cinco minutos e o sobrenadante retirado. A extração dos compostos fenólicos da embalagem foi realizada em amostras de duas gramas submersas em 20 mL de metanol absoluto. A solução foi agitada para homogeneização e, em seguida, mantida em repouso por 24 horas. Decorrido o tempo, foi realizada a centrifugação do extrato a 1200 rpm por cinco minutos retirando o sobrenadante para análise. O teor de fenólicos no sobrenadante foi determinado com base no método de Folin-Ciocalteu de acordo com a metodologia descrita por Waterhouse (2003). A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada pela leitura de absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda 750 nm utilizando curva padrão de ácido gálico ($0 - 190 \mu\text{g mL}^{-1}$) em etanol absoluto e o teor de compostos fenólicos foi expresso em equivalente de ácido gálico.

2.4 Delineamento experimental e análise dos resultados

Para investigar o efeito das três variáveis independentes: concentração de extrato de alecrim ($\text{mL } 100 \text{ mL}^{-1}$ de solução filmogênica), concentração de extrato de sálvia ($\text{mL } 100 \text{ mL}^{-1}$ de solução filmogênica) e tempo de armazenamento (dias) adotou-se o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), em planejamento fatorial completo 2^3 com dois pontos axiais e três repetições no ponto central, totalizando 17 ensaios. A matriz DCCR foi gerada pelo *software* Minitab 19 e o efeito dessas variáveis foi estudado em cinco níveis experimentais: $-\alpha$, -1 , 0 , 1 , $+\alpha$, onde $\alpha = 2^{n/4}$. O valor de α corresponde a distância entre cada um dos pontos axiais e o ponto central do delineamento enquanto n é o número de variáveis independentes ($n=3$) e 0 corresponde ao ponto central conforme apresentado na Tabela 1:

Tabela 1 - Níveis e valores das variáveis independentes Delineamento Composto Central Rotacional

Ensaio	x_1	x_2	x_3	Extrato de alecrim ($\text{mL } 100 \text{ mL}^{-1}$ de solução filmogênica)	Extrato de sálvia ($\text{mL } 100 \text{ mL}^{-1}$ de solução filmogênica)	Tempo de armazenamento (Dias)
1	-1	-1	-1	1,62	1,62	6
2	1	-1	-1	6,38	1,62	6
3	-1	1	-1	1,62	6,38	6
4	1	1	-1	6,38	6,38	6
5	-1	-1	1	1,62	1,62	24
6	1	-1	1	6,38	1,62	24
7	-1	1	1	1,62	6,38	24
8	1	1	1	6,38	6,38	24
9	-1,68	0	0	0	4	15

10	1,68	0	0	8	4	15
11	0	-1,68	0	4	0	15
12	0	1,68	0	4	8	15
13	0	0	-1,68	4	4	0
14	0	0	1,68	4	4	30
15	0	0	0	4	4	15
16	0	0	0	4	4	15
17	0	0	0	4	4	15

X_1 , X_2 e X_3 = variáveis independentes codificadas

No tempo de armazenamento foram utilizados os pontos axiais de 0 e 30 dias. Apesar da vida de prateleira da manteiga ser, em média, de 90 dias, as condições escolhidas permitiram avaliar as reações de deterioração de forma acelerada, sendo assim, o estudo foi realizado em 30 dias.

Os pontos axiais das variáveis independentes concentração de extratos de alecrim e sálvia foram de 0 a 8 mL 100 mL⁻¹ de solução filmogênica, os quais foram determinados com base no estudo realizado por López-Córdoba *et al.* (2017). Além disso, para complementar as informações obtidas na literatura foram realizados pré-testes, a fim de avaliar as concentrações dos extratos que permitiriam melhor formação dos filmes. A partir dos resultados, observou-se que concentrações acima das utilizadas no presente estudo dificultaram o processo de secagem e formação do filme.

A metodologia de Superfície de Resposta foi utilizada para avaliar efeito das variáveis independentes sobre as variáveis resposta deste estudo, ou seja, variáveis dependentes, que foram concentração de fenólicos na embalagem e na manteiga, índice de peróxidos e acidez titulável.

Os resultados foram analisados por regressão múltipla que descreve os efeitos das variáveis em modelos polinomiais de segunda ordem. Com a análise de variância, testou-se a adequação dos modelos ao nível de 5 % de significância. Outro critério adotado para avaliar adequabilidade dos modelos completos foi o coeficiente de determinação (R^2). As análises de regressão foram realizadas e os gráficos de contorno foram plotados com auxílio do *software* Minitab 19.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição da manteiga

A manteiga analisada no tempo inicial estava de acordo com os padrões mínimos e/ou máximos exigidos pela legislação (BRASIL, 1996), sendo observado: $11,38 \pm 0,05$ % de umidade, $86,62 \pm 0,07$ % de gordura, $2 \pm 0,3$ % de extrato seco desengordurado, acidez $2,17 \pm 0,03$ milimoles 100g^{-1} de matéria gorda e $0,63 \pm 0,02$ mEq de peróxido kg^{-1} matéria gorda.

3.2 Compostos fenólicos do extrato

O teor de compostos fenólicos, em equivalente de ácido gálico, presente no extrato alcoólico de alecrim e sálvia foi de 2,92 e 1,32 mg mL^{-1} , respectivamente. Estes valores aproximam-se dos encontrados por Santos, Shetty e Miglioranza (2014), que ao avaliarem o teor de compostos fenólicos de extratos de alecrim e sálvia obtiveram 2,44 e 2,28 mg mL^{-1} . Entretanto, observou-se variações do teor de compostos fenólicos dos extratos de alecrim e sálvia obtidos no presente estudo com outros autores (BABILI *et al.*, 2013; ALMEIDA *et al.*, 2014; GONÇALVES; SANTOS; MORAIS, 2015; LÓPEZ-CÓRDOBA *et al.*, 2017).

Diversos fatores podem interferir no conteúdo de compostos fenólicos das plantas destacando-se, as condições ambientais (sazonalidade, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, poluição atmosférica e temperatura) e agrônômicas (variedade genética, adição de nutrientes, danos mecânicos, ataques de patógenos). Além disso, os diferentes métodos de extração, incluindo o solvente utilizado e as condições empregadas no processo, como a temperatura de extração, podem atuar modificando a concentração desses compostos tornando difícil a comparação entre diferentes estudos (GONÇALVES, SANTOS, MORAIS, 2015).

3.3 Compostos fenólicos no filme biodegradável e na manteiga em tablete

A concentração de fenólicos nos filmes variou de 15,71 a 82,07 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ nas embalagens durante o armazenamento nas duas temperaturas (5 e 15 °C), entretanto, a análise de variância foi não significativa ($p > 0,05$) para a variável resposta compostos fenólicos e as temperaturas. Dessa forma, a concentração de extratos presentes nos filmes e o tempo de armazenamento não influenciaram significativamente na concentração de compostos fenólicos nos filmes biodegradáveis.

Piñeros-Hernandez *et al.* (2017) avaliando filme de fécula de mandioca com extrato aquoso de alecrim encontraram concentrações de compostos fenólicos no filme seco variando de $4,4 \pm 0,2$ a $13,6 \pm 0,4$ mg g^{-1} . A concentração desses compostos no extrato aquoso foi de $5,04 \pm 2,3$ mg mL^{-1} , sendo maior que o utilizado neste estudo ($2,92$ mg mL^{-1}). A variação entre as concentrações dos extratos poderia explicar as diferenças observadas no teor

de fenólicos nos filmes em ambos os estudos. Além disso, como foi utilizado o extrato aquoso supõe-se que a interação entre o extrato e o filme tenha sido maior, culminando nos maiores valores encontrados por esses autores.

Em relação à concentração de compostos fenólicos na manteiga, a análise de variância indicou que o modelo foi não significativo ($p > 0,05$) nas duas temperaturas de armazenamento. Dessa forma, infere-se que a quantidade de extratos nos filmes e o tempo de armazenamento não influenciaram na concentração de compostos fenólicos na manteiga; e que se houve transferência desses compostos da embalagem para a manteiga. Se houve transferência desses compostos, possivelmente, foram degradados ou atuaram como antioxidantes.

3.4 Índice de Peróxidos

Os coeficientes de regressão do modelo completo para a variável resposta índice de peróxidos da manteiga armazenada a 5 °C e 15 °C são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 - Coeficiente de regressão da variável resposta índice de peróxidos da manteiga no armazenamento a 5 °C e 15 °C

Fatores	Índice de peróxidos no armazenamento a 5 °C		Índice de peróxidos no armazenamento a 15 °C	
	Coefficiente de regressão	p-valor	Coefficiente de regressão	p-valor
Constante	8,71	0,001	11,22	0,000
Alecrim	-2,03	0,308	-2,449	0,077
Sálvia	-1,45	0,840	-2,35	0,096
Tempo	0,169	0,000*	1,52	0,000*
Alecrim x Alecrim	0,214	0,114	0,289	0,001*
Sálvia x Sálvia	0,167	0,202	0,346	0,000*
Tempo x Tempo	0,01598	0,100	-0,016	0,004*
Alecrim x Sálvia	0,006	0,965	-0,068	0,336
Alecrim x Tempo	0,0010	0,979	0,014	0,575
Sálvia x Tempo	0,0024	0,951	-0,025	0,201

* Apresenta significância estatística ($p < 0,05$)

A variável tempo teve efeito linear significativo ($p < 0,05$) sobre o índice de peróxidos nas manteigas armazenadas a 5 °C. O R^2 no modelo ajustado foi 0,85, demonstrando que se ajusta bem aos dados experimentais. Entretanto, não se apresenta como bom modelo para fazer predição, pois o R^2 para o modelo de predição foi menor que 0,58, isto pode ser explicado devido ao fato de que apenas a variável tempo apresentou efeito linear significativo ($p < 0,05$).

Em relação ao índice de peróxido na manteiga armazenada a 15 °C, foi verificado que o tempo de armazenamento e as interações alecrim x alecrim, sálvia x sálvia, e tempo x tempo apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$). O R^2 para o modelo ajustado e o R^2 de predição foram 0,98 e 0,94, respectivamente, desse modo, o modelo se adequa bem aos dados experimentais e com alta predição.

Foi observado aumento no índice de peróxidos nas manteigas a 5 °C e 15 °C proporcional ao aumento do tempo de armazenamento. Sendo assim, o aumento do índice de peróxidos pode ser relacionado à ocorrência da reação de oxidação com formação dos hidroperóxidos como substâncias intermediárias, que se degradam posteriormente em compostos que conferem ranço ao produto. De acordo com Reische, Lillard e Eitenmiller (2008), um dos fatores que pode favorecer a ocorrência de reações de oxidação na manteiga é o oxigênio dissolvido, incorporado durante o manuseio e processo de fracionamento do produto.

Os compostos fenólicos são extremamente reativos a fatores como temperatura, luz e oxigênio. Durante o armazenamento, esses fatores podem ter contribuído com sua degradação impedindo que atuassem como antioxidantes. Além disso, segundo Niki (2002), os tipos de radicais livres gerados nos alimentos atuam intensamente e podem influenciar na atividade antioxidante dos extratos. Isso porque os radicais livres podem reagir rapidamente com muitas moléculas biológicas provocando danos até o momento deles se tornarem estáveis. Sendo assim, após a estabilização destes radicais, os compostos antioxidantes não são mais necessários.

Outro fator determinante na atividade antioxidante é a forma como esses compostos são distribuídos pelo alimento (NIKI, 2002). Supõe-se que a maior temperatura possa ter influência na permeabilidade do filme e no contato entre o filme e a manteiga provocando maior transferência (difusividade) de compostos fenólicos, culminado nos resultados observados na temperatura de armazenamento a 15 °C.

Quanto ao índice de peróxidos nas manteigas armazenadas à 15 °C, observou-se que o aumento no tempo de armazenamento está relacionado ao aumento no índice de peróxidos. Entretanto, nas concentrações intermediárias dos extratos de alecrim e sálvia, observou-se menores valores neste parâmetro indicando que, possivelmente, os extratos apresentaram concentração ótima de atuação próxima às concentrações médias utilizadas (4 mL 100 mL⁻¹ de solução filmogênica) em ambos os extratos. Esses resultados podem ser observados na curva de contorno da Figura 1.

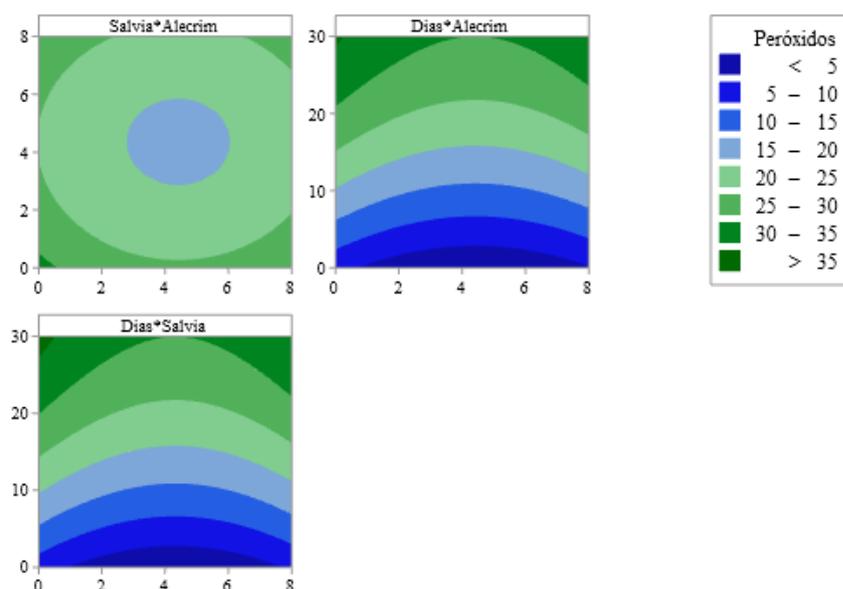


Figura 1 - Curva de contorno para o índice de peróxidos da manteiga em tablete revestida com embalagem ativa armazenada à 15 °C em função do tempo de armazenamento em dias e das concentrações (mL 100 mL⁻¹ de solução filmogênica) de extratos de alecrim e sálvia

Santos, Shetty e Miglioranza (2014), ao utilizarem extrato alcoólico de alecrim visando observar a estabilidade oxidativa na manteiga, perceberam maior efeito antioxidante com a concentração intermediária de alecrim usada (400 mg kg⁻¹) refletindo na menor formação de peróxidos. Com as concentrações máximas de extratos de alecrim e sálvia, foram obtidos maiores valores no índice de peróxido durante o armazenamento. Segundo Bhale *et al.* (2007), alguns compostos, dependendo da concentração do extrato de alecrim, podem apresentar ação pró-oxidante suprimindo sua capacidade oxidante.

Nas amostras de manteiga armazenadas com o filme contendo o extrato de alecrim e sálvia na concentração ótima de atuação (4 mL 100 mL⁻¹ de solução filmogênica) e nas amostras armazenadas com o filme controle observa-se aumento no índice de peróxidos com o aumento no tempo de armazenamento. Entretanto, no caso das amostras armazenadas a 5 °C com o filme contendo os extratos, os valores de peróxido são menores do que os das amostras com filme controle. Essa variação possivelmente está relacionada à presença dos antioxidantes naturais utilizados. Quanto às manteigas armazenadas a 15 °C, observou-se aumento no índice de peróxidos em ambas as amostras. Neste caso, o aumento pode estar relacionado ao uso de temperaturas mais elevadas que possivelmente atuaram aumentando a velocidade da reação de oxidação ou induzindo um rápido esgotamento dos compostos fenólicos devido a sua atuação como antioxidantes. Fatores como as condições de armazenamento e as concentrações dos extratos podem ainda induzir a ação pró-oxidante dos compostos aumentando a velocidade de reações de oxidação e provocando o aumento no

índice de peróxidos (GONÇALVES, SANTOS, MORAIS, 2015). Esses resultados são indicados na Figura 2.

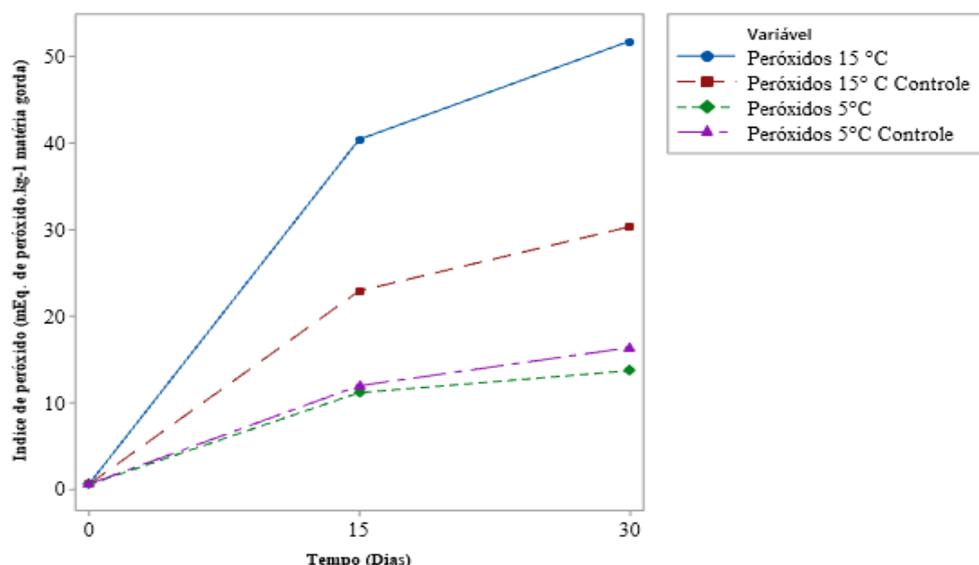


Figura 2 - Índice de peróxidos nas temperaturas 5 e 15 °C medidos nos tempos 0, 15 e 30 dias nas amostras controle e com filme com concentrações médias dos dois extratos (4 mL 100 mL⁻¹ de solução filmogênica)

3.5 Acidez

Os coeficientes de regressão do modelo completo para a variável resposta acidez da manteiga armazenada a 5 °C e 15 °C são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficiente de regressão para variável resposta acidez da manteiga no armazenamento a 5 °C e 15 °C

Fatores	Acidez no armazenamento a 5 °C		Acidez no armazenamento a 15°C	
	Coefficiente de regressão	p-valor	Coefficiente de regressão	p-valor
Constante	2,254	0,000	1,717	0,000
Alecrim	-0,0683	0,483	0,0476	0,244
Sálvia	-0,0392	0,286	0,0556	0,501
Tempo	0,0352	0,798	0,0285	0,008*
Alecrim x Alecrim	0,006	0,319	0,007	0,392
Sálvia x Sálvia	-0,005	0,461	- 0,003	0,769
Tempo x Tempo	-0,0006	0,174	- 0,0004	0,486
Alecrim x Sálvia	0,02	0,024*	- 0,0052	0,627
Alecrim x Tempo	-0,004	0,073	0,0008	0,769
Sálvia x Tempo	-0,0005	0,807	- 0,00002	0,993

* Apresenta significância estatística (p<0,05)

A interação alecrim x sálvia teve efeito significativo (p<0,05) sobre a acidez da manteiga armazenada a 5 °C, sendo que quanto maiores as concentrações dos extratos de

sálvia e alecrim, maiores foram os valores de acidez. Na acidez da manteiga armazenada a 15 °C foi verificado que o tempo de armazenamento em dias apresentou efeito significativo ($p < 0,05$), com o aumento do tempo de armazenamento houve também aumento na acidez titulável.

Esses resultados, segundo Nadeem *et al.* (2015), indicam que pode ter ocorrido hidrólise dos triacilglicerídeos, produzindo ácidos graxos livres responsáveis por aumentar os valores de acidez titulável encontrados nas análises. Esses afirmam que a presença de ácidos graxos livres interfere diretamente nas características sensoriais, como cor, textura e odor do produto.

Nos estudos de Mehdizadeh *et al.* (2019) com extratos hidroalcoólicos de semente de noz avaliados na conservação da manteiga armazenada por 90 dias sob refrigeração, também houve aumento nos valores de acidez titulável em todas as amostras. Os autores notaram variações de 0,5 a 5 mM 100g⁻¹ de matéria gorda durante o armazenamento.

Nas temperaturas de 5 °C a 15 °C o R² dos modelos ajustados foram de 0,4 e 0,6, respectivamente, o que demonstra que os modelos não ajustam bem aos dados experimentais. O R² no modelo de predição foi 0,0 para a temperatura de 5 °C e 0,44 para a temperatura de 15 °C, isso demonstra que os modelos apresentam baixa predição, uma vez que ambos foram menores que 0,7 devido ao fato de que apenas a interação dos fatores alecrim x sálvia foi significativa ($p < 0,05$). Portanto, este parâmetro não foi utilizado para predizer a influência dos extratos na vida de prateleira da manteiga.

Os valores máximos de acidez obtidos durante o armazenamento das manteigas embaladas com o filme biodegradável com extratos foram de 2,57 mM 100g⁻¹ de matéria gorda de acidez no armazenamento a 5 °C e 2,60 mM 100g⁻¹ de matéria gorda de acidez no armazenamento a 15 °C. Sendo estes, próximos aos valores de acidez encontrados na manteiga com filme controle, os quais foram 2,30 mM 100g⁻¹ de matéria gorda de acidez no armazenamento a 5 °C e 2,37 mM 100g⁻¹ de matéria gorda de acidez no armazenamento a 15 °C. Apesar do aumento em todos os tratamentos, a acidez titulável permaneceu dentro dos padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 1996).

De acordo com os resultados, observou-se a relação entre o índice de peróxidos e a acidez titulável. Foi observado aumento em ambos os parâmetros durante o tempo de armazenamento. Este fato pode ser explicado pela ocorrência de reações de oxidação, pois nesse processo, ocorre a formação de peróxidos e a hidrólise de triacilglicerídeos formando ácidos graxos livres. Esses compostos modificam as características sensoriais do produto de

forma negativa, podendo, em alguns casos, serem tóxicos ao organismo humano. Além disso, o radical peroxila e o hidroperóxido são apenas compostos intermediários da reação de oxidação e alguns ácidos graxos livres estão presentes naturalmente na manteiga.

4 CONCLUSÃO

Nas concentrações médias de extrato de alecrim e sálvia utilizadas (4 mL 100 mL⁻¹ de solução filmogênica), os valores no índice de peróxidos foram menores para as amostras armazenadas a 5 °C. Sendo assim, o uso dos extratos apresentou influência sobre a estabilidade oxidativa do produto, indicando possibilidade no desenvolvimento e aplicação do filme biodegradável para a manteiga em tablete armazenada sob refrigeração em condições similares às empregadas ao longo da cadeia de produção, comercialização e consumo do produto.

Para obtenção de melhores resultados, sugere-se o uso da concentração ideal dos extratos combinado com embalagens complementares que forneçam proteção contra a luz. Além disso, sugere-se avaliar a eficiência de outros solventes, a fim de otimizar a extração dos compostos fenólicos e aumentar sua concentração.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. F. *et al.* Atividade antioxidante in vitro e microencapsulação por spray drying de extrato hidroalcoólico de Salvia (*Salvia officinalis* L.). **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 41-49, nov. 2014.
- ANTONIASSI, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 353-380, jul./dez. 2001.
- BABILI, F. E. *et al.* Culinary decoctions: spectrophotometric determination of various polyphenols coupled with their antioxidant activities. **Pharmaceutical Crops**, Toulouse, v. 4, n. 2, p. 15-20, out. 2013.
- BHALE, S. D. *et al.* Oregano and rosemary extracts inhibit oxidation of longchain n-3 fatty acids in menhaden oil. **Journal of Food Science**, Los Angeles, v. 72, n. 9, p. 504-508, nov./dez. 2007.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidante activity. **LWT-Food Science and Technology**, Massy, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga**. Disponível em: <http://www.agais.com/normas/leite/manteiga.htm>. Acesso em: maio 2021.

DANTAS, E. A. *et al.* Caracterização e avaliação das propriedades antioxidantes de filmes biodegradáveis incorporados com polpas de frutas tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 1, p. 142-148, jan. 2015.

FANG, Z. X. *et al.* Active and intelligent packaging in meat industry. **Trends Food Science Technology**, Londres, v. 61, n. 5, p. 60-71, mar. 2017.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Editora Acribia S.A., 2000

FOGAÇA, F. H. S. *et al.* Oxidação lipídica em filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) defumados com alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 10, p. 259-270, maio 2014.

GONÇALVES, J. H. T.; SANTOS, A. S.; MORAIS, H. A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 13, n. 1, p. 486-497, jul. 2015.

GUEVANE, E. **População mundial**. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>. Acesso em: 17 maio 2021.

HASSAN, B. *et al.* Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, Faisalabad, v. 109, n. 1, p. 1095-1107, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LANDIM, A. P. M. *et al.* Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, São Carlos, v. 26, (número especial), p. 82-92, jul. 2016.

LÓPEZ-CÓRDOBA, A. *et al.* Cassava starch films containing rosemary nanoparticles produced by solvent displacement method. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 71, n. 5, p. 26-34, out. 2017.

MEHDIZADEH, T. *et al.* Effect of walnut kernel septum membranes hydroalcoholic extract on the shelf life of traditional butter. **Heliyon**, Oxford, v. 5, n. 3, p. 1-20, mar. 2019.

NADEEM, M. *et al.* Enhancement of the oxidative stability of whey butter through almond (*Prunus dulcis*) peel extract. **Journal of Food Processing and Preservation**, New Jersey, v. 39, n.6, p. 591-598, dez. 2015.

NIKI, E. Antioxidant activity: are we measuring it correctly? **Nutrition**, Osaka, v. 18, n. 6, p. 524-525, jul. 2002.

PIÑEROS-HERNANDEZ, D. *et al.* Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. **Food Hydrocolloids**, Buenos Aires, v. 63, n. 16, p. 1-33, feb. 2017.

QUEIRÓS, M. S.; GRIMALDI, R.; GIGANTE, M. L. Addition of olein from milk fat positively affects the firmness of butter. **Food Research International**, Campinas, v. 84, n. 2, p. 69-75, jun. 2016.

REISCHE, D.; LILLARD, D.; EITENMILLER, R. Antioxidants in food lipids. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 2, n. 5, p. 353-369, ago. 2008.

RISCH, S. J. Food packaging history and innovations. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 9, p. 8089-8092, ago. 2009.

SANTOS R. D.; SHETTY, K.; MIGLIORANZA, L. H. S. Oxidative stability of butter with added phenolics from Lamiaceae herbs and *in vitro* evaluation of potential cytotoxicity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract. **International Journal of Food Science and Technology**, New Jersey, v. 49, n. 3, p. 768-775, mar. 2014.

WATERHOUSE, A. L. Determination of total phenolics. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, New York, v. 1, n. 1, p. 111-118, fev. 2003.

DADOS DOS AUTORES:

Nome: Bianca Almada Ferreira Gomes

E-mail: biancaalmada10@hotmail.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7953473728865305>

Mestranda em Ciência dos Alimentos na Universidade Federal de Lavras na área de Frutas e Hortaliças e graduação em Tecnologia em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Barbacena. Apresenta interesse em áreas com ênfase na Ciência e Tecnologia em Alimentos além de áreas relacionadas ao desenvolvimento sustentável, alimentação saudável e educação.

Nome: Nataly Araújo Furtado

E-mail: natyfurtado0@gmail.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5919603226394324>

Graduanda em Tecnologia em Alimentos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Barbacena. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Alimentos.

Nome: José Emílio Zanzirolani de Oliveira

E-mail: jose.zanzirolani@ifsudestemg.edu.br

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2505425113105659>

Doutorado e mestrado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa, graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora e, graduação em Ciências pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Cataguases. Atualmente é professor na Educação Básica, Técnica e Tecnológica do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Barbacena. Tem experiência na área de Genética. Atuando

principalmente nos seguintes temas: *Bidens pilosa*, Plantas medicinais, anatomia, isozimas, altitude e plasticidade fenotípica.

Nome: Wellington de Freitas Castro

E-mail: wellington.castro@ifsudestemg.edu.br

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7869111463930835>

Doutorado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas e graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é professor do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Barbacena. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Processamento Industrial de Alimentos e Embalagens e Estabilidade de Alimentos.

Nome: Rejiane Avelar Bastos

E-mail: rejiane.bastos@ifsudestemg.edu.br

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9841870715433224>

Doutorado e mestrado em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras, graduação em Tecnologia em Alimentos pelo Instituto Federal Minas Gerais. Atualmente é professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Barbacena.