



COMUNICADO  
TÉCNICO

120

São Carlos, SP  
Dezembro, 2021

**Embrapa**

## Revestimentos comestíveis à base de zeínas e óleos vegetais em presunto cru ovino

Luiz Felipe Galizia  
Fellipe Engel Keller  
Rubens Bernardes Filho  
Renata Tiekko Nassu  
Fabiano Okumura  
Elen Silveira Nalério  
Citeli Giongo  
Luiz Alberto Colnago  
Fernanda Joos Almeida  
Yasmin Fernandes Nascimento  
Lucimara Aparecida Forato

# Revestimentos comestíveis à base de zeínas e óleos vegetais em presunto cru ovino

Luiz Felipe Galizia, Químico, Bacharel, Universidade Federal de São Carlos. Felipe Engel Keller, Químico, Bacharel, Universidade de São Paulo. Rubens Bernardes Filho, Físico, Embrapa Instrumentação. Renata Tiekó Nassu, Engenheira de Alimentos, Embrapa Pecuária Sudeste. Fabiano Okumura, Químico, Embrapa Pecuária Sudeste. Elen Silveira Nalério, Médica Veterinária, pós-doutora em ciência e tecnologia agroindustrial, Embrapa Pecuária Sul. Citieli Giongo, Farmacêutica clínica industrial, mestre em engenharia química, Embrapa Pecuária Sul. Luiz Alberto Colnago, Bioquímico, Embrapa Instrumentação. Fernanda Joos Almeida, Química, Bacharel, Universidade Federal de São Carlos. Yasmin Fernandes Nascimento, Bióloga, Bacharel, Universidade Central Paulista. Lucimara Aparecida Forato, Química, Embrapa Instrumentação.

## Resumo

A produção global de ovinos ultrapassa um bilhão de cabeças (<https://thesheepsite.com/focus/5m/99/global-sheep-meat-market-thesheepsite> acesso 13/08/20) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2019). No Brasil, houve um crescimento de 15% na produção de carne ovina na última década (Andrade et al., 2017). Em relação ao consumo, a carne de cordeiro é a preferida pelo consumidor; e destaca-se pela maciez, suculência, cor mais clara, além de conter menos gordura, se comparada à carne de ovinos mais velhos (Dutra et al., 2013). Em contraposição, a carne de animais velhos é menos apreciada e, assim, torna-se uma alternativa para o seu aproveitamento na elaboração de produtos cárneos derivados. Dentre estes, pode-se destacar o presunto cru que é um produto cárneo salgado obtido do pernil de animais acima de um ano de idade (categorias borrego e animais de descarte), que passa por processos de cura, maturação, salga e dessecação (Nalério & Giongo, 2017).

A ação de microrganismos, em produtos curados, pode ocorrer tanto durante o processo de abate dos animais, quanto pela contaminação de sua superfície durante o processamento. Alguns microrganismos, comumente identificados na indústria de processamento de carne, são a *Serratia liquefaciens* a qual também é um dos agentes responsáveis pela deterioração de presuntos curados (Hospital, 2017) e o *Proteus vulgaris*, ambos da família *Enterobacteriaceae* (Terra et al., 2007).

Além disso, devido à gordura presente, os produtos cárneos também podem sofrer processos de oxidação (rancificação), o que torna o alimento inadequado para o consumo. As coberturas ou revestimentos comestíveis, dependendo de sua composição, podem agir na redução da proliferação de microrganismos, perda de umidade, além de retardar a rancidez, sendo, portanto uma alternativa para se aumentar o tempo de prateleira de tais alimentos (Cordeiro et al., 2019) (Colzato et al., 2011) (Forato et al., 2015).

Neste comunicado técnico é descrita a utilização de zeínas, proteínas de reserva do milho, na elaboração de revestimentos comestíveis para de aplicá-los em presunto cru ovino. As zeínas são adequadas para preparação de revestimentos comestíveis por serem não tóxicas e hidrofóbicas. No entanto, revestimentos preparados somente a base destas proteínas são quebradiços e portanto se faz necessária a adição de materiais que possam reduzir este efeito (Scramin et al., 2011). Óleos vegetais têm sido utilizados como agentes plastificantes em revestimentos comestíveis, devido à sua não toxicidade, baixo custo e, dependendo da origem do óleo, ter propriedades antimicrobianas (Base et al., 2017, Garcia et al., 2000).

Assim, foram preparados revestimentos a base de zeínas contendo óleos vegetais e sendo eles aplicados em amostras de presunto cru ovino, com o objetivo de avaliar sua ação quanto à oxidação lipídica, variação de massa e aspecto visual. Além disso, utilizou-se a ressonância magnética nuclear (RMN) em baixo campo, que é uma técnica não destrutiva e pode ser utilizada para avaliar a distribuição da água em produtos cárneos.

Os revestimentos foram preparados com zeínas adquiridas da SigmaAldrich. Essas proteínas foram dissolvidas em etanol 70% (m/m). Foram preparados quatro revestimentos com formulações diferentes, todos com a mesma proporção de zeínas, com adição de quatro óleos vegetais diferentes, isolados ou combinados conforme tabela 1. Os óleos utilizados foram: Azeite de Oliva extravirgem (Z), óleo de abacate (A), pimenta rosa (P) e manjerição (M) obtidos no Mundo dos Óleos (<https://www.mundodosoleos.com>).

Foram utilizadas amostras de presunto cru ovino, tipo espanhol, sem especiarias, com três meses de maturação, os quais foram preparados na Embrapa Pecuária Sul. As amostras foram cortadas em pedaços cilíndricos com tamanhos médios de 6 cm de altura e 4 cm de diâmetro. Os revestimentos, apresentados na tabela 1, foram aplicados sobre amostras com o auxílio de aspersor tipo spray manual; as amostras foram acondicionadas em bandejas as quais foram armazenadas em uma incubadora refrigerada com agitação a 4°C (TECNAL TE421), por 23 dias. Foram preparadas 5 replicatas para cada revestimento incluindo o controle.

## Materias e Métodos

**Tabela 1.** Componentes utilizados na preparação dos revestimentos comestíveis aplicados em amostras de presunto cru ovino. Azeite de oliva extravirgem (Z), óleo de abacate (A), pimenta rosa (P) e manjerição (M).

Formulação	Zeínas	A	P	M	Z
R <sub>0</sub> (Controle)	Não	Não	Não	Não	Não
R <sub>1</sub>	Sim	Sim	Não	Não	Não
R <sub>2</sub>	Sim	Sim	Não	Sim	Não
R <sub>3</sub>	Sim	Não	Sim	Não	Não
R <sub>4</sub>	Sim	Não	Não	Não	Sim

## Análises por ressonância magnética nuclear (RMN) em baixo campo

As análises por RMN foram realizadas num espectrômetro RMN-DT - SpecFit (Fit Instrument, Brasil), operando na frequência de 15,4 MHz (0,36 T), para o núcleo de  $^1\text{H}$  e utilizando uma sonda de 40 mm de diâmetro. As medidas de  $T_2$ , tempo de relaxação transversal, foram feitas com a sequência de pulsos Carr-Purcell-Meiboom-Gill (CPMG). O decaimento sinal foi tratado com ajustes bi e tri-exponencial, utilizando o software Origin.

### Análise de variação da massa

Durante a realização do experimento a massa das amostras foi medida duas vezes por semana em uma balança semi-analítica - Shimadzu BL3200H. Em média, as amostras pesaram 35 gramas. Os dados de variação de massa, no período, foram normalizados.

### Análise de oxidação lipídica

As análises de oxidação lipídica foram feitas utilizando TBARS, no início (tempo zero dias) e ao final do experimento (tempo 23 dias). O procedimento utilizado com ácido tiobarbitúrico (TBA) a  $0,04 \text{ mol L}^{-1}$  foi baseado na literatura (Sørensen & Jørgensen, 1996) (Vyncke, 1970).

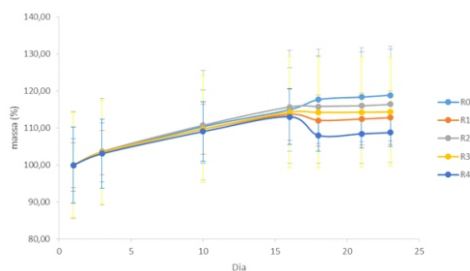
### Análise Estatística

Para identificar se os diferentes tratamentos apresentaram diferença

significativa foi realizada a análise de variância (ANOVA) e o teste F. Isto foi feito utilizando-se o software Excel. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

## Resultados e Discussão

As amostras de presunto com e sem revestimento foram pesadas no decorrer dos 23 dias de experimento. Na figura 1, está o acompanhamento dessas análises, as quais demonstram que houve um aumento nas massas das amostras (Tabela 2) e que não houve diferença significativa entre as amostras com e sem revestimento, nestes casos o valor de  $p$ , obtido, foi sempre superior a 0,05. O resultado de ganho de massa observado com o tempo pode ser atribuído à absorção de umidade durante o armazenamento das amostras.

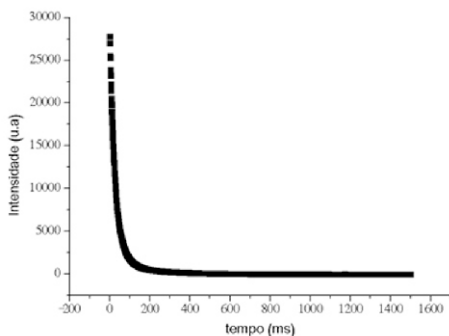


**Figura 1.** Gráfico da variação de massa das amostras durante o período do experimento. R<sub>0</sub> = controle; R<sub>1</sub> = zeína + óleo de abacate; R<sub>2</sub> = zeína + óleo de pimenta rosa; R<sub>3</sub> = zeína + óleo de manjerição; R<sub>4</sub> = zeína + azeite de oliva.

**Tabela 2.** Média das massas das amostras nos 1º e 23º dias de experimento.

1º dia de experimento					
Revestimento	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
Massa Média (g)	36,9	37,0	33,8	32,8	35,0
23º dia de experimento					
Revestimento	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
Massa Média (g)	43,9	41,7	39,3	37,5	38,1

A relaxometria por RMN em baixo campo pode dar informações sobre populações de água com mobilidades diferentes no tecido muscular quando se analisa amostras de carne. Na figura 2 é apresentado o decaimento do sinal ( $T_2$ ) para uma amostra de presunto ovino.



**Figura 2.** Decaimento do sinal de RMN em baixo campo –  $T_2$  – obtido com a sequência de pulsos CPMG, para uma amostra de presunto ovino.

Na literatura, as análises do tempo de relaxação transversal ( $T_2$ ) têm indicado a presença de três tempos de relaxação distintos em carne, relativos a populações da água com mobilidade que diferem entre si, por meio de ajuste do sinal. Os tempos são:  $T_{2b}$  na faixa entre 1 e 10 ms;  $T_{21}$  entre 40 e 60 ms e  $T_{22}$  entre 150 e 400 ms. O sinal com  $T_2$  mais curto,  $T_{2b}$ , é atribuído principalmente aos hidrogênios da água fortemente associada às macromoléculas da carne fresca, esta população de hidrogênios corresponde de 1 a 4% da área do sinal do decaimento  $T_2$ . No entanto, em torno de 30% dos hidrogênios, que constituem o tempo  $T_{2b}$ , podem ser atribuídos às macromoléculas presentes na carne (proteínas) e não à água. O tempo  $T_{21}$ , com valores intermediários de  $T_2$ , representa a maior população de

hidrogênios, os quais correspondem à água retida na rede das proteínas miofibrilares e apresenta uma população de 85 a 96% dos hidrogênios do decaimento  $T_2$ . O tempo  $T_{22}$ , mais longo, está relacionado aos hidrogênios com maior mobilidade localizados nos espaços extra miofibrilares (água extracelular); com uma população de 2 a 10% (Bertram et al., 2001) miofibrilares (água extracelular); com uma população de 2 a 10% (Bertram et al., 2001). O ajuste biexponencial foi utilizado na literatura para analisar amostras de bacalhau salgado (Aursand et al., 2008), segundo os autores este ajuste é mais adequado do que o triexponencial, pois neste caso o sinal de  $T_{2b}$  é um resultado da divisão do  $T_{21}$  em dois tempos devido a um efeito de sobreajuste do sinal (*overfit*); e não devido a um tempo de relaxação mais curto.

Para as amostras de presunto ovino, com e sem revestimento, no decorrer dos 23 dias de experimento, os valores do ajuste biexponencial obtidos foram:  $T_{21}$  de 25 a 42 ms e  $T_{22}$  de 105 a 148 ms, com populações,  $P_{21}$  e  $P_{22}$ , variando de 83 a 89 e de 11 a 17%, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas entre os tempos de relaxação para as amostras com e sem revestimento.

Na tabela 2 estão os valores obtidos com o ajuste biexponencial, no primeiro e último dia de análise. Observa-se que para todas as amostras houve um aumento nos valores da constante de tempo  $T_{21}$ . O aumento desta constante de tempo é atribuído ao aumento do tempo de relaxação da água nos espaços intra-miofibrilares. O aumento nos valores de  $T_{21}$  foi acompanhado pelo aumento da população  $P_{21}$  com o tempo, o que indica que houve um aumento na



população de hidrogênios, oriundos da água, nos espaços entre as miofibrilas. No caso da constante de tempo  $T_{22}$  também houve aumento nos valores, indicando um maior tempo de relaxação para a água extracelular, neste caso

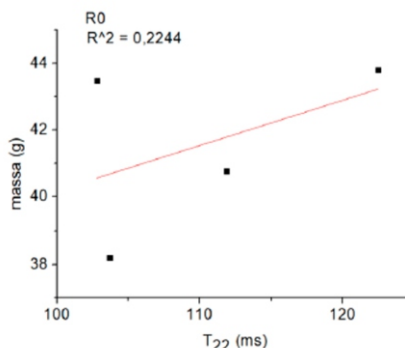
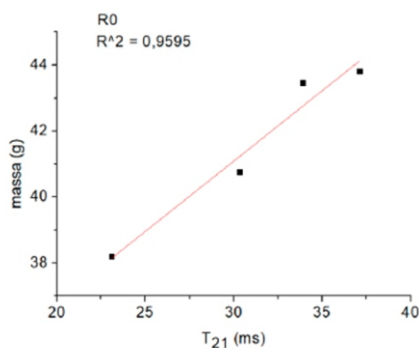
também houve aumento da população  $P_{22}$ , indicando um aumento na população água extracelular (Pearce et al., 2011), exceto para as amostras R3 e R4 que permaneceram constantes.

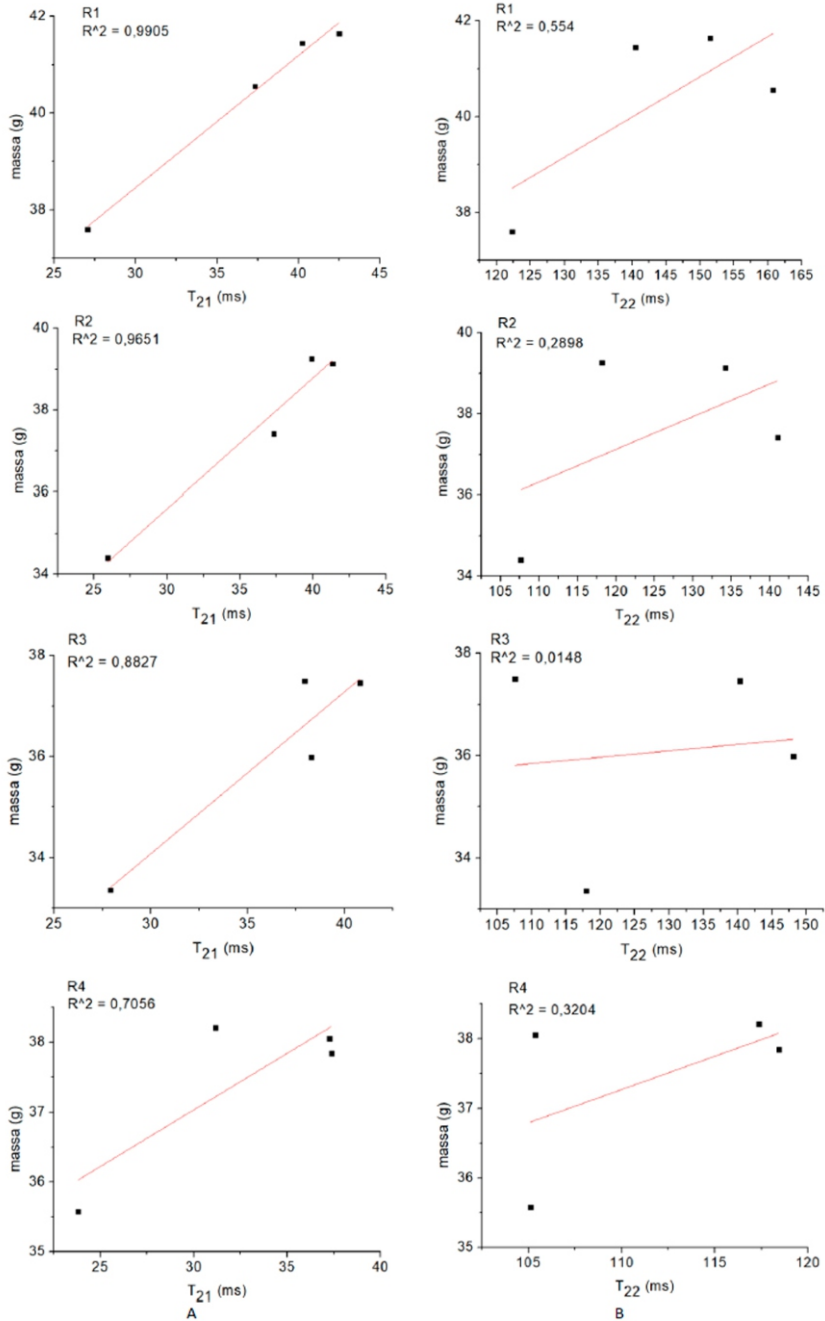
**Tabela 2.** Valores de  $T_{21}$ ,  $T_{22}$ ,  $P_{21}$  e  $P_{22}$  obtidos a partir do ajuste biexponencial do sinal de  $T_2$  para amostras de presunto ovino com e sem revestimento.  $R_0$  = controle;  $R_1$  = zeína + óleo de abacate;  $R_2$  = zeína + óleo de pimenta rosa;  $R_3$  = zeína + óleo de manjerição;  $R_4$  = zeína + azeite de oliva.

Amostra/dia	$T_{21}$ (ms)	Erro $\bar{T}_1$ (ms)	$P_{21}$ (%)	$T_{22}$ (ms)	Erro $\bar{T}_2$ (ms)	$P_{22}$ (%)
R0 dia 1	23,09	0,07	87	103,70	1,08	13
R0 dia 23	37,11	0,14	85	122,49	1,67	15
R1 dia 1	27,05	0,07	85	122,28	0,95	15
R1 dia 23	42,48	0,13	84	151,50	1,77	16
R2 dia 1	25,94	0,08	87	107,66	1,04	13
R2 dia 23	39,89	0,18	85	118,16	1,82	15
R3 dia 1	27,90	0,07	85	117,95	1,01	15
R3 dia 23	37,95	0,18	83	107,53	1,55	17
R4 dia 1	23,81	0,20	86	105,12	0,85	14
R4 dia 23	37,25	0,17	83	105,35	1,52	17

Os resultados de  $T_2$  obtidos, por meio de ajuste biexponencial, foram correlacionados aos dados de análise de massa. Na figura 3 estão os gráficos dos valores normalizados do aumento de massa; bem como a evolução dos tempos de relaxação  $T_{21}$  e  $T_{22}$  normalizados. A regressão linear entre esses dois resultados indicou que tanto as análises de  $T_{21}$  e  $T_{22}$  apresentaram uma correlação positiva, com  $R^2 \geq 0,70$  para ganho de massa versus  $T_{21}$  para

todas as amostras com e sem revestimento; e para ganho de massa versus  $T_{22}$  obteve-se valor máximo de  $R^2=0,55$ . Na literatura é indicada uma relação positiva entre  $T_{21}$  e o conteúdo de água em amostras de presunto curado (García-García et al., 2019). Assim, considerou-se que a constante de tempo  $T_{21}$  foi a que apresentou correlação com o conteúdo de água das amostras de presunto ovino.





**Figura 3.** Efeito dos tempos de relaxação T<sub>21</sub> (A) e T<sub>22</sub> (B) dos revestimentos R1, R2, R3 e R4 e da amostras controle sobre a alteração de massa para as amostras de presunto ovino.

Com os resultados do gráfico 3, pode-se observar que as análises de RMN em baixo campo, podem ser utilizadas para

se avaliar a variação das amostras de presunto cru de forma rápida.

**Tabela 3.** Resultados da análise de oxidação lipídica pelo método de TBARS para cada revestimento, no período inicial e final no experimento. R<sub>0</sub> = controle; R<sub>1</sub> = zeína + óleo de abacate; R<sub>2</sub> = zeína + óleo de pimenta rosa; R<sub>3</sub> = zeína + óleo de manjeriço; R<sub>4</sub> = zeína + azeite de oliva.

Dia	Tratamento	TBARS (mg MDA/kg de amostra)
0	R0	0,50 ± 0,16
23	R0	1,12 ± 0,49
23	R1	1,31 ± 0,44
23	R2	1,11 ± 0,28
23	R3	1,20 ± 0,40
23	R4	0,81 ± 0,26

Por meio da análise de variância (ANOVA) não se observou diferença significativa ( $p=0,20>0,05$ ) entre os revestimentos no quesito de proteção à oxidação lipídica considerando-se apenas as amostras no último dia de análise, dia 23 (incluindo a amostra controle, R<sub>0</sub>), e ainda que todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite de aceitabilidade para produtos cárneos (2 mg MDA/kg de amostra) (Carvalho et al., 2020). CORDEIRO et al., (2019), observaram que carne de cordeiro com revestimentos à base de zeína, e utilizando óleos vegetais como plastificantes, apresentaram valores menores de TBARS, comparados a amostra sem revestimentos. No entanto, para o presunto ovino não se observou redução de oxidação com os revestimentos aqui utilizados.

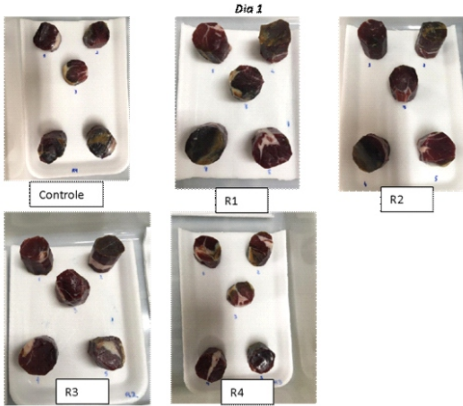
### Imagens das amostras no decorrer do experimento

Nas figuras 4, 5 e 6 estão as imagens das amostras nos dias 1, 10 e 18 dos experimentos. Pode-se observar pelas imagens da Figura 6, que ao 18º dia, com exceção das amostras revestidas com R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub>, todas as demais apresentaram bolores visíveis. O fato das amostras contendo os revestimentos R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub> não terem

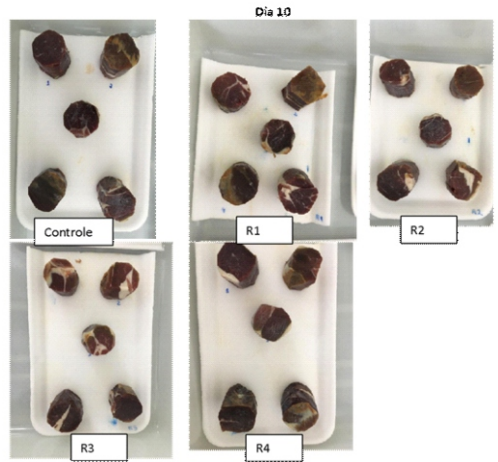
apresentado bolores visíveis pode ser devido à presença de óleos vegetais contido nessas formulações. O revestimento R<sub>2</sub> contém óleo de abacate e óleo de manjeriço que devido ao seu conteúdo em linalol e estragol possui atividade antimicrobiana à presença de óleos vegetais contidos nessas formulações. O revestimento R<sub>2</sub> contém óleo de abacate e óleo de manjeriço que devido ao seu conteúdo em linalol e estragol possui atividade antimicrobiana contra algumas bactérias e contra fungos como *Candida spp.*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Rhodotorula spp.* (Sakkas & Papadopoulou, 2017). No caso do revestimento R<sub>3</sub>, além das zeínas está presente o óleo de pimenta rosa que é rico em  $\beta$  mirceno, um monoterpeno, que tem ação contra os microrganismos *S. aureus* e *L. monocytogenes* (Dannenberg et al., 2019), embora não haja evidência da ação deste óleo contra bolores e leveduras.

No entanto, como não foram feitas análises de bolores totais ou outros ensaios antimicrobianos, não é possível afirmar que somente os óleos presentes nos revestimentos R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub> possam ser responsáveis pelo não aparecimento de bolores nas amostras revestidas.

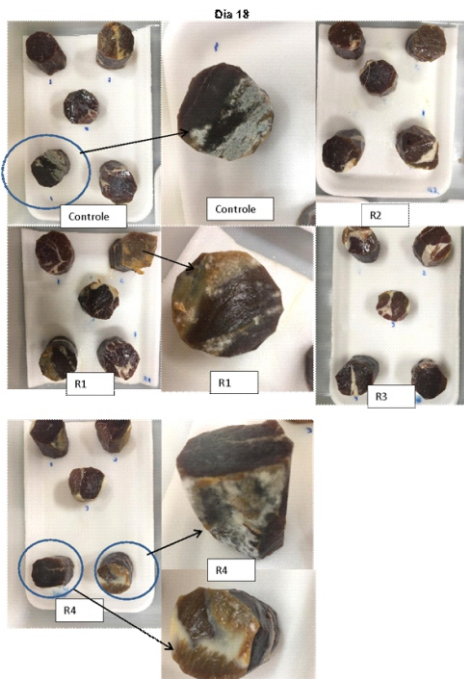




**Figura 4.** Imagens das amostras controle e revestidas no primeiro dia de experimento.



**Figura 5.** Imagens das amostras controle e revestidas no décimo dia de experimento.



**Figura 6.** Imagens das amostras controle e revestidas no décimo oitavo dia de experimento

## Conclusões

Os revestimentos a base de zeínas contendo óleos vegetais não apresentaram ação antioxidante, evidenciado pelos resultados de oxidação lipídica. Por meio das análises de variação de massa, pôde-se concluir que as análises por RMN em baixo campo tem alta correlação com esta, e que pode ser uma alternativa para se avaliar este parâmetro de forma rápida. Dentre os revestimentos utilizados neste trabalho, dois deles se destacaram de as amostras que receberam sua aplicação não apresentaram formação de bolores aparentes durante o período de armazenamento. Este efeito provavelmente é devido aos óleos vegetais utilizados nas formulações R2 e R3. Assim, deverão ser realizados trabalhos futuros de análises de bolores totais para se avaliar a efetividade desses revestimentos contra a deterioração causada por tais agentes.

## Referências

- AURSAND, I. G.; GALLART-JORNET, L.; ERIKSON, U.; AXELSON, D. E.; & RUSTAD, T. Water Distribution in Brine Salted Cod ( Gadus morhua ) and Salmon ( Salmo salar ): A Low-Field  $^1\text{H}$  NMR Study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, e. 15, p. 6252–6260, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf800369n>
- BERTRAM, H. C.; KARLSSON, A. H.; RASMUSSEN, M.; PEDERSEN, O. D.; DØNSTRUP, S.; ANDERSEN, H. J. Origin of Multiexponential T2 Relaxation in Muscle Myowater. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, e. 6, p. 3092–3100, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf001402t>
- BHASNEY, S. M.; PATWA, R.; KUMAR, A.; & KATIYAR, V. Plasticizing effect of coconut oil on morphological, mechanical, thermal, rheological, barrier, and optical properties of poly(lactic acid): A promising candidate for food packaging. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 134, e. 41, p. 45390, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/app.45390>
- CARVALHO, F.A.L.; Lorenzo, J. M.; Pateiro, M.; Bermúdez, R.; Purriñoz, L.; & Trindade, M. AEffect of guarana (Paullinia cupana) seed and pitanga (Eugenia uniflora L.) leaf extracts on lamb burgers with fat replacement by chia oil emulsion during shelf life storage at 2 °C. **Food Research International**, v. 125, 108554, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108554>
- COLZATO, M.; SCRAMIN, J. A.; FORATO, L. A.; COLNAGO, L. A.; & ASSIS, O. B. G.  $^1\text{H}$  NMRInvestigation of Oil Oxidation in Macadamia Nuts Coated with Zein-Based Films. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 35, e 6, p. 790–796. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00530.x>
- CORDEIRO, C. DE S.; FORATO, L. A.; BERNARDES-FILHO, R.; & NASSU, R. T. (2019). Utilization of zein-based coatings containing vegetable oils on the physicochemical characteristics of vacuum-packaged lamb meat. **Ciência Rural**, v, 49, e. 10, e20190310. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190310>
- ANDRADE, J. C.; NALÉRIO, E. S.; GIONGO, C.; DE BARCELLOS, M. D.; ARES, G.; & DELIZA, R. . Consumer perception of dry-cured sheep meat products: Influence of process parameters under different evoked contexts. **Meat Science**, v. 130, p. 30–37, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.003>
- DUTRA, M. P.; PALHARES, P. C.; SILVA, J. R. O.; EZEQUIEL, I. P.; RAMOS, A. L. S.;

PEREZ, J. R. O.; & RAMOS, E. M. Technological and quality characteristics of cooked ham-type pâté elaborated with sheep meat. **Small Ruminant Research**, v. 115, e. 1, p. 56–61, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.08.007>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2019). *World food and agriculture—Statistical pocketbook 2019*. FOOD & AGRICULTURE ORG.

FORATO, L. A.; DE BRITTO, D.; DE RIZZO, J. S.; GASTALDI, T. A.; & ASSIS, O. B. G. Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 5, p. 68–74, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2015.06.001>

GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Lipid Addition to Improve Barrier Properties of Edible Starch-based Films and Coatings. **Journal of Food Science**, v. 65, e. 6, p. 941–944, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb09397.x>

GARCÍA-GARCÍA, A. B.; CAMBERO, M. I.; CASTEJÓN, D.; ESCUDERO, R.; & FERNÁNDEZ-VALLE, M. E. Dry cured-ham microstructure: A T2 NMR relaxometry, SEM and uniaxial tensile test combined study. **Food Structure**, v. 19, p. 100-104, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2018.100104>

HOSPITAL, X. F. Effect of nitrate and nitrite on *Listeria* and selected spoilage bacteria inoculated in dry-cured ham. **Food Research International**, v. 6, 2017.

PEARCE, K. L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J.; & HOPKINS, D. L. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. **Meat Science**, v. 89, e. 2, p. 111–124, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007>

SCRAMIN, J. A.; DE BRITTO, D.; FORATO, L. A.; BERNARDES-FILHO, R.; COLNAGO, L. A.; & ASSIS, O. B. G. Characterisation of zein-oleic acid films and applications in fruit coating: Zein-oleic acid films. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, e. 10, p. 2145–2152, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02729.x>

SØRENSEN, G.; JØRGENSEN, S. S. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und Forschung**, v. 202, e. 3, p. 205–210, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01263541>

TERRA, N. N.; FREITAS, R. J. S.; CICHOSKI, A. J. (2007). Atividade de água, pH, umidade e desenvolvimento de *Staphylococcus xylosus* durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, e. 4, p. 756–760, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400014>

VYNCKE, W. (1970). Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette, Seifen, Anstrichmittel**, v. 72, e. 12, p. 1084–1087, 1970. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/lipi.19700721218>

Exemplares desta publicação  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Instrumentação**  
Rua XV de Novembro, 1452  
Caixa Postal 741  
CEP 13560-970 São Carlos, SP  
Fone: (16) 2107 2800  
Fax: (16) 2107 2902  
www.embrapa.br

1ª edição  
1ª impressão (2021): tiragem 100



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações  
Embrapa Instrumentação

Presidente

*José Manoel Marconcini*

Secretária-executiva

*Maria do Socorro Gonçalves de Souza Monzane*

Membros

*Carlos Renato Marmo*

*Cynthia Cabral da Costa*

*Cristiane Sanchez Farinas*

*Elaine Cristina Paris*

*Maria Alice Martins*

*Paulo Renato Orlandi Lasso*

Normalização bibliográfica

*Maria do Socorro Gonçalves de Souza Monzane*

Imagem da capa

*presunto cru de ovino  
de Paulo Lanzetta*

Editoração eletrônica e

tratamento das ilustrações  
*Valentim Monzane*