

Efeito da aplicação de espumas à base de celulose na conservação de azeitonas de mesa com teor de sódio reduzido – Resultados Preliminares

Letícia Alves^{1,2*}, Ermelinda Pereira¹, Pedro Crugeira¹, Tânia Graça¹, André Guerra², Hayriye Ünal³, Elsa Ramalhosa¹

¹CIMO, LA SusTEC, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

²Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ – Campus Valença, Brasil.

³Sabancı University Nanotechnology Research Center (SUNUM), Turquia.

*Autor correspondente, E-mail: leticia.alves@ipb.pt

Introdução

- Relevância e Valor Nutricional:** As azeitonas de mesa assumem particular importância na dieta mediterrânica, sendo ricas em ácidos gordos monoinsaturados e compostos fenólicos com propriedades antioxidantes e cardioprotetoras. Em Portugal, destaca-se a relevância socioeconómica e a qualidade da cultivar Negrinha de Freixo (DOP).
- Desafios Tecnológicos:** A conservação tradicional baseia-se em salmouras com elevado teor de sal (6,5% de NaCl, m/v). No entanto, as exigências de saúde pública impõem a redução de sódio nos alimentos. Contudo, essa redução fragiliza a estabilidade microbiológica e físico-química do produto, aumentando a vulnerabilidade a microrganismos deteriorantes e comprometendo a textura, a qualidade e a segurança alimentar do produto.
- Inovação (Projeto OLIVEPACK):** Como alternativa sustentável, propõe-se o desenvolvimento de embalagens ativas através de *inserts* (espumas), desenvolvidos a partir de resíduos de poda da oliveira.
- Objetivo:** Avaliar o impacto de diferentes formulações e posicionamentos destas espumas (imersão na salmoura vs. colocação na tampa) na estabilidade físico-química e microbiológica de azeitonas Negrinha de Freixo, em salmoura reduzida (3,5% de NaCl, m/v), comparando-as ao padrão comercial usualmente aplicado (6,5% de NaCl, m/v).

Metodologia

Delineamento experimental para avaliação físico-química e microbiológica de azeitonas e salmouras durante o armazenamento - 0, 1 e 3 meses (Figura 1 e Tabela 1).

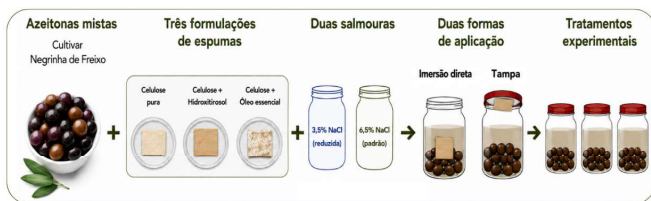


Figura 1: Delineamento experimental.

Tratamento	Nomenclatura	Configuração do Insert	%NaCl da salmoura
Padrão comercial	P	Sem insert	6,5
Controlo	C	Sem insert	
Celulose	FM	Insert mergulhado na salmoura	3,5
Celulose + Hidroxitirosol	HM		
Celulose + Óleo essencial	OM		
Celulose	FT		
Celulose + Óleo essencial	OT	Insert fixado na tampa	

Tabela 1: Descrição dos Tratamentos Experimentais.

- Parâmetros físico-químicos:** Cor, textura, pH, acidez titulável (AT), teor de sal e compostos fenólicos;
- Parâmetros microbiológicos:** Aeróbios mesófilos, bolores e leveduras, bactérias ácido-lácticas (BAL) e enterobactérias.

Resultados & Discussão

Análises Físico-Químicas

Tratamento	Dureza das azeitonas [g]		
	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 3
P	751 ± 144 ^b	794 ± 165 ^{ABC,b}	1069 ± 217 ^{A,a}
C	751 ± 144 ^b	1100 ± 158 ^{A,a}	640 ± 95 ^{B,b}
FM	751 ± 144 ^b	944 ± 174 ^{AD,a}	755 ± 126 ^{AD,a}
HM	751 ± 144 ^b	842 ± 137 ^{BC,a}	955 ± 183 ^{AB,a}
OM	751 ± 144 ^b	709 ± 144 ^{BC,a}	691 ± 136 ^{B,a}
FT	751 ± 144 ^b	828 ± 168 ^{BC,a}	757 ± 167 ^{AB,a}
OT	751 ± 144 ^b	670 ± 136 ^{C,a}	645 ± 135 ^{B,a}

A cor e a textura das azeitonas permaneceram estáveis, sugerindo preservação das características sensoriais.

Estabilidade

pH e AT mantiveram-se em níveis compatíveis com a segurança microbiológica para azeitona de mesa sujeita a fermentação natural (pH < 4,3 e AT > 0,3%)

Tratamento	pH salmoura			pH azeitona		
	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 3	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 3
P	3,68 ± 0,01 ^{B,a}	3,62 ± 0,02 ^{B,b}	3,38 ± 0,04 ^{C,c}	3,81 ± 0,02 ^a	3,67 ± 0,06 ^{BC,ab}	3,55 ± 0,09 ^{B,b}
C	3,72 ± 0,01 ^{A,a}	3,67 ± 0,01 ^{AB,b}	3,44 ± 0,03 ^{BC,c}	3,81 ± 0,02 ^a	3,68 ± 0,04 ^{BC,b}	3,56 ± 0,04 ^{AB,c}
FM	3,72 ± 0,01 ^{A,a}	3,72 ± 0,01 ^{A,a}	3,56 ± 0,13 ^{AB,a}	3,81 ± 0,02 ^a	3,59 ± 0,06 ^{BC,b}	3,61 ± 0,07 ^{AB,b}
HM	3,72 ± 0,01 ^{A,a}	3,73 ± 0,06 ^{A,a}	3,50 ± 0,04 ^{A,a}	3,81 ± 0,02 ^a	3,53 ± 0,04 ^{CD,c}	3,71 ± 0,05 ^{A,b}
OM	3,72 ± 0,01 ^{A,a}	3,69 ± 0,01 ^{A,b}	3,83 ± 0,02 ^{B,b}	3,81 ± 0,02 ^a	3,77 ± 0,04 ^{AB,b}	3,70 ± 0,05 ^{AB,b}
FT	3,72 ± 0,01 ^{A,a}	3,67 ± 0,03 ^{AB,b}	3,63 ± 0,02 ^{AB,BC,b}	3,81 ± 0,02 ^a	4,03 ± 0,06 ^{A,a}	3,62 ± 0,05 ^{AB,c}
OT	3,72 ± 0,01 ^{A,a}	3,67 ± 0,01 ^{AB,ab}	3,62 ± 0,04 ^{A,b}	3,81 ± 0,02 ^a	4,02 ± 0,03 ^{A,a}	3,66 ± 0,04 ^{AB,c}

pH
 3,38 a 3,73 (salmoura)
 3,53 a 4,03 (azeitona)

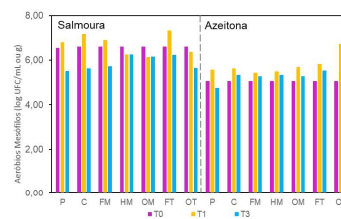
Acidez Titulável
 0,61 a 0,96 g ác láctico/100mL (salmoura)
 0,50 a 0,76 g ác láctico/100g (azeitona)

Tratamento	Acidez Titulável na salmoura (g ácido láctico/100mL)			Acidez Titulável na azeitona (g ácido láctico/100g)		
	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 3	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 3
P	0,86 ± 0,01 ^{A,a}	0,92 ± 0,06 ^{AB,a}	0,85 ± 0,03 ^{A,a}	0,65 ± 0,08 ^a	0,65 ± 0,05 ^{BC,ab}	0,76 ± 0,06 ^{A,a}
C	0,61 ± 0,03 ^{B,b}	0,74 ± 0,05 ^{CD,ab}	0,66 ± 0,02 ^{CD,ab}	0,65 ± 0,08 ^a	0,52 ± 0,05 ^{C,a}	0,54 ± 0,04 ^{D,ab}
FM	0,61 ± 0,03 ^{B,b}	0,83 ± 0,02 ^{BC,a}	0,76 ± 0,03 ^{ABC,ab}	0,65 ± 0,08 ^a	0,71 ± 0,02 ^{A,a}	0,69 ± 0,05 ^{AB,a}
HM	0,61 ± 0,03 ^{B,c}	0,82 ± 0,01 ^{BC,a}	0,63 ± 0,04 ^{BCD,b}	0,65 ± 0,08 ^a	0,55 ± 0,04 ^{BC,ab}	0,62 ± 0,05 ^{BCD,ab}
OM	0,61 ± 0,03 ^{B,c}	0,96 ± 0,04 ^{A,a}	0,73 ± 0,05 ^{AB,ab}	0,65 ± 0,08 ^a	0,51 ± 0,04 ^{C,b}	0,67 ± 0,01 ^{ABC,ab}
FT	0,61 ± 0,03 ^{B,b}	0,63 ± 0,05 ^{B,b}	0,63 ± 0,04 ^{B,b}	0,65 ± 0,08 ^a	0,51 ± 0,03 ^{C,b}	0,56 ± 0,04 ^{CD,ab}
OT	0,61 ± 0,03 ^{B,b}	0,66 ± 0,01 ^{DE,a}	0,62 ± 0,04 ^{B,b}	0,65 ± 0,08 ^a	0,50 ± 0,02 ^{C,b}	0,56 ± 0,02 ^{CD,ab}

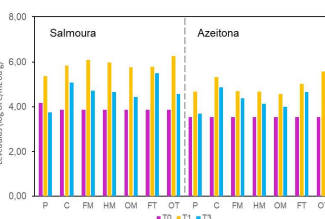
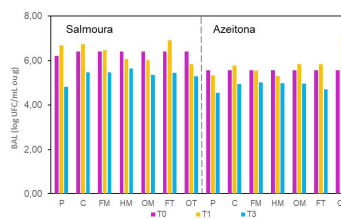
Tratamento	Fenóis na salmoura (mg GAE/L)		
	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 3
P	830 ± 45 ^{A,a}	917 ± 67 ^{9^a}	802 ± 154 ^{A,a}
C	501 ± 44 ^{B,b}	688 ± 69 ^{50^{BC,ab}}	708 ± 72 ^{AB,a}
FM	501 ± 44 ^{B,b}	643 ± 38 ^{07^{BC,ab}}	683 ± 03 ^{B,a}
HM	501 ± 44 ^{B,b}	613 ± 59 ^{18^{B,b}}	746 ± 53 ^{AB,a}
OM	501 ± 44 ^{B,b}	693 ± 32 ^{17^{B,b}}	709 ± 35 ^{AB,a}
FT	501 ± 44 ^{B,b}	624 ± 36 ^{62^{BC,ab}}	800 ± 54 ^{A,a}
OT	501 ± 44 ^{B,b}	639 ± 60 ^{61^{BC,ab}}	733 ± 49 ^{AB,a}

Os valores são apresentados como média ± desvio padrão. Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas entre os tratamentos e diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas ao longo do tempo (p < 0,05, teste de Tukey).

Análises Microbiológicas



APÓS 3 MESES DE ARMAZENAMENTO:
Mesófilos e BAL: inferiores a 7,5 log UFC/mL ou g
Leveduras: reduções superiores a 1,5 log UFC/mL na salmoura (T1 → T3)
Enterobactérias: não detectáveis (<1,7 log UFC/mL ou g)



Conclusão

Valores de pH e acidez titulável dentro das margens de segurança para azeitona de mesa de fermentação natural foram obtidos nos tratamentos com redução do teor de sal, não sendo também favorecido o crescimento de enterobactérias. A manutenção ou redução de aeróbios mesófilos e bactérias ácido-lácticas indicou que as espumas não estimularam o seu crescimento. Observou-se a preservação ou incremento dos compostos fenólicos, sugerindo possível migração dos fenóis presentes na espuma para a salmoura. Os resultados evidenciam o potencial do uso de embalagens ativas na produção de azeitonas com teor reduzido de sódio.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro atribuído ao Projeto "OLIVEPACK-Bio-based antimicrobial packaging materials to increase the shelf life of naturally fermented low salt table olives", pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito do Programa PRIMA (Projeto com a Referência: PRIMA/0007/2023). Este trabalho foi também suportado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC): UIDB/00690/2025 (DOI:10.54499/UIDB/00690/2025) e UIDP/00690/2025 (DOI:10.54499/UIDP/00690/2025); e SusTEC, LA/P/0007/2020 (DOI:10.54499/LA/P/0007/2020).