

# **PROSPEÇÃO DE AÇÃO ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS ESSENCIAIS, EXTRATOS E HIDROLATOS DE PLANTAS NO CONTROLO DE MICRORGANISMOS ASSOCIADOS A PRODUTOS AGROALIMENTARES**

Fernanda Delgado, Cristina Santos Pintado, Manuela Goulão,  
Joana Domingues e Maria Helena Silva

O aumento da preferência dos consumidores por produtos naturais e minimamente processados faz com que um dos maiores desafios da indústria alimentar seja reduzir os aditivos químicos sintéticos na produção e conservação de alimentos. Nesse sentido, o uso alternativo de produtos vegetais naturais tem vindo a receber cada vez mais atenção, principalmente porque muitos desses produtos possuem propriedades funcionais adicionais.

Os óleos essenciais são produtos aromáticos e voláteis do metabolismo secundário das plantas ditas aromáticas, normalmente formados em células ou órgãos especializados. Quimicamente, são misturas complexas de compostos orgânicos em diferentes concentrações e com diversas funções, nomeadamente terpenos, álcoois, cetonas, aldeídos, fenóis, ésteres, ácidos orgânicos, entre outros. Geralmente são produzidos pelas plantas como defesa contra predadores ou como sinalizadores para serem visitadas por insetos, contribuindo dessa forma para a sua reprodução.

Os óleos essenciais são agentes antimicrobianos de ocorrência natural encontrados em muitas plantas que se mostraram eficazes em diversas aplicações, inibindo a multiplicação e reduzindo a sobrevivência de diferentes microrganismos, como bactérias, leveduras e fungos filamentosos. Muitos destes óleos essenciais são bem conhecidos pelos seus efeitos antimicrobianos e podem ser utilizados para controlar os microrganismos patogénicos transmitidos por alimentos (Bajpai & Baek, 2016). Alguns têm mostrado um potencial superior em comparação com os agentes antibacterianos químicos normalmente

usados contra bactérias patogénicas (Bajpai & Baek, 2016).

A aplicação de vários óleos essenciais na indústria alimentar tem-se mostrado eficaz na inibição do desenvolvimento de agentes patogénicos e de alteração. Um exemplo é a aplicação de revestimentos ou filmes edíveis antimicrobianos com a incorporação de extratos de plantas e/ou os seus óleos essenciais. Estes constituem uma solução atual para prolongar a vida útil dos produtos sem afetar negativamente a perceção sensorial dos alimentos onde são aplicados (Song et al., 2018). Em algumas situações, contribuem também para um aumento do valor nutricional do produto alimentar, como frutas, derivados de carne e queijos, entre outros.

As bactérias Gram-negativas são um dos grupos de microrganismos mais difíceis de inibir, devido à constituição da sua parede celular. São também um grupo que inclui agentes de deterioração de alimentos, reduzindo a sua qualidade e valor comercial. É o que sucede com os queijos que apresentam defeitos de cor na casca provocados por diferentes tipos de microrganismos, incluindo bactérias do género *Pseudomonas* (Ferreira, 2017).

A atividade antimicrobiana dos óleos essenciais pode ser atribuída a diferentes mecanismos, avaliados com recurso a diferentes técnicas *in vitro* e microscopia eletrónica (Bakkali et al., 2008). O mecanismo de ação mais estudado é atribuído à natureza hidrofóbica dos óleos essenciais, que através da despolarização da parede e membrana celular, induzem alterações na permeabilidade e lise celular. Em alguns casos, esta atividade pode ser potenciada devido a efeitos da interação de diferentes constituintes químicos, sejam eles antagónicos, aditivos ou sinérgicos dos óleos e extratos vegetais. De acordo com diversos autores, o elevado poder antimicrobiano dos óleos essenciais tem sido revisto e compilado, verificando-se que grande parte da ação positiva provém de óleos essenciais extraídos de plantas da família *Lamiaceae*.

Neste contexto, o Laboratório de Microbiologia da Escola Superior Agrária (ESACB) do Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB) tem vindo, desde 2011, a efetuar estudos sobre a ação antimicrobiana de óleos essenciais e de extratos de espécies vegetais autóctones ou com potencial biotecnológico para a região da Beira Interior (Delgado et al., 2015). Este trabalho tem vindo a ser desenvolvido em colaboração com o Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar (CATAA) e, mais recentemente, com o Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior (CBPBI).

Torna-se importante para a comunidade escolar garantir que, para além da aprendizagem de temáticas científicas e de investigação, estes conhecimentos se tornem úteis no dia-a-dia, contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos de forma sustentável. A temática dos óleos essenciais permite diversas abordagens por parte do estudante, tanto a nível social, como tecnológico e científico.

Com o intuito de valorização das espécies vegetais autóctones e de prospeção de compostos bioativos em plantas aromáticas, tem sido efetuada a produção de óleos essenciais, extratos e hidrolatos e a determinação da sua composição, com o objetivo de investigar a sua atividade antimicrobiana. Estes trabalhos têm sido alvo de atividades desenvolvidas com estudantes de diferentes níveis de ensino, desde o ensino secundário, passando pelo ensino tecnológico, licenciaturas, mestrados e doutoramentos, bem como práticas de métodos no âmbito de estágios de estudantes internacionais com acordo de cooperação com o IPCB.

### **Contribuição dos estudantes na investigação preconizada**

Os trabalhos desenvolvidos na Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB) e nos seus laboratórios têm por objetivo estudar a atividade antimicrobiana e as características químicas de diferentes óleos essenciais e extratos aquosos provenientes de plantas da região, a fim de valorizar estes recursos naturais, em particular no que toca à sua utilização na formulação de novos produtos edíveis (entre eles os revestimentos e embalagens) com propriedades antimicrobianas.

Para além dos trabalhos específicos de investigação durante a realização de estágios e teses de estudantes ao nível dos cursos técnicos superiores profissionais (CTeSP), licenciatura, mestrado e doutoramento, estas metodologias são abordadas em unidades curriculares (UCs) de diversos cursos que decorrem na ESACB. Nomeadamente no CTeSP de Análises Químicas e Biológicas, nas UCs de Análise Físico Química dos Alimentos e de Análise Microbiológica de Alimentos, na Licenciatura de Biotecnologia Alimentar, nas UC de Fisiologia Microbiana e de Microbiologia Alimentar, no Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar, na UC de Microbiologia Avançada (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Trabalhos desenvolvidos em teses de licenciatura, mestrado ou doutoramento. OE - óleos essenciais; E - extratos; H - hidrolatos.

OE, E, H	Recurso vegetal valorizado	Microrganismos testados	Possível aplicação	Curso	Ref.
<i>Lavandula luisieri</i> (OE)	Rosmaninho-menor	<i>Rhizopus</i> , <i>Botrytis cinerea</i>	Antifúngico para aplicar em morangos	LNHQQA	Graça (2012), Graça et al. (2014), Delgado et al. (2007), Delgado (2010), Gonzalez-Coloma et al. (2011)
<i>Melaleuca armillaris</i> (OE)	Melaleuca	<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Yarrowia lipolytica</i>	—	LBA	Pires (2013), Pires et al. (2013)
<i>Acacia dealbata</i> (OE e H)	Mimosa	<i>L. monocytogenes</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Y. lipolytica</i> , <i>Penicillium commune</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	—	LNHQQA	Lourenço (2014)
<i>Pterospartum tridentatum</i> (E)	Carqueja	<i>L. monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Pichia fermentans</i> , <i>Monilinia fructigena</i> , <i>Monilinia laxa</i>	Antimicrobiano em cereja	DEA	Coelho (2015)

Continuação da Tabela 1.

OE, E, H	Recurso vegetal valorizado	Microrganismos testados	Possível aplicação	Curso	Ref.
<i>Cistus ladanifer</i> (OE e H)	Esteva	<i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>Y. lipolytica</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>B. cinerea</i> , <i>P. commune</i>	—	LEBA	Santos (2016), Santos et al. (2016)
<i>Cymbopogon citratus</i> , <i>L. luisieri</i> , <i>M. armillaris</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Thymus mastichina</i> , <i>Thymus vulgaris</i> (OE e E)	Erva-príncipe, rosmaninho-menor, orégão, alecrim, tomilho	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Alcaligenes faecalis</i> , <i>Achromobacter xylosoxidans</i>	Inibição de agentes de defeitos de cor na casca de queijo	MIQPA	Abreu (2018), Abreu et al. (2018)
<i>C. ladanifer</i> , <i>Lavandula pedunculata</i> , <i>R. officinalis</i> , <i>T. mastichina</i> , <i>T. mastichina</i> , <i>Helichrysum stoechas</i> , <i>Arbutus unedo</i> , (OE e E)	Esteva, rosmaninho-maior, alecrim, tomilho, perpétua-das-areias, medronheiro	<i>P. fluorescens</i> , <i>P. putida</i> , <i>A. faecalis</i> , <i>A. xylosoxidans</i> , <i>P. aeruginosa</i>	Inibição de agentes de defeitos de cor na casca de queijo	LB	Pratas (2018)

Continuação da Tabela 1.

OE, E, H	Recurso vegetal valorizado	Microrganismos testados	Possível aplicação	Curso	Ref.
<i>L. luisieri</i> (OE, E e H)	Rosmani- nho-menor	<i>L. monocytogenes</i> NCTC 11994, <i>L. monocytogenes</i> CP6/04, <i>B. cereus</i> ATCC 11778, <i>B.</i> <i>cereus</i> 5BC, <i>S. aureus</i> ATCC 25923, <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva Z5-5d-191, <i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>E. coli</i> Q2.2012.AQ, <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>P.</i> <i>aeruginosa</i> L1P2-69, <i>P. fluorescens</i> ATCC 13525, <i>P. fluorescens</i> Z8-117, <i>Yarrowia lipolytica</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Botrytis</i> <i>cinerea</i> , <i>Penicillium commune</i>	—	DB	Domin- gues et al. (2017)
<i>L. luisieri</i> (OE)	Rosmani- nho-menor	<i>Aspergillus</i> <i>carbonarius</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Penicillium</i> <i>brevicompactum</i> , <i>Aureobasidium</i> <i>pullulans</i> , <i>Sacrothecium rubi</i>	—	DB	Domin- gues et al. (2019c)
<i>L. luisieri</i> (OE e E)	Rosmani- nho-menor	<i>A. carbonarius</i> , <i>R. stolonifer</i> , <i>P.</i> <i>brevicompactum</i> , <i>A.</i> <i>pullulans</i> , <i>S. rubi</i>	Antifúngico em revesti- mentos para frutos	DB	Domin- gues et al. (2019a)

Continuação da Tabela 1.

OE, E, H	Recurso vegetal valorizado	Microorganismos testados	Possível aplicação	Curso	Ref.
<i>L. pedunculata</i> e <i>C. ladanifer</i> (OE, E e H)	Rosmani- nho-maior e esteva	<i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>E. coli</i> Q2.2012.AQ, <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>P.</i> <i>aeruginosa</i> L1P2-69, <i>P. fluorescens</i> ATCC 13525, <i>P. fluorescens</i> Z8-117, <i>S. aureus</i> ATCC 25923, <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva Z5-5d-191, <i>L. monocytogenes</i> NCTC 11994, <i>L. monocytogenes</i> CP6/04, <i>B. cereus</i> ATCC 11778, <i>B.</i> <i>cereus</i> 5BC	—	DB	Frazão et al. (2019)  Domingues et al. (2019b)

LNHQA- Licenciatura em Nutrição Humana e Qualidade Alimentar (ESACB); LBA- Licenciatura em Biologia Aplicada (ESACB); DEA-Doutoramento em Engenharia Alimentar (UTL/ESACB); LEBA-Licenciatura em Engenharia Biológica e Alimentar (ESACB); MIQPA- Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar (ESACB); LB-Licenciatura em Biotecnologia (ESAC/ESACB); DB-Doutoramento de Bioquímica (UBI/ESACB)

Tabela 2. Trabalhos de colaboração com escolas secundárias e programas de mobilidade internacional. OE - óleos essenciais; E - extratos; H - hidrolatos.

OE, E, H	Recurso vegetal valorizado	Microrganismos testados	Instituição / Projeto	Ref.
<i>R. officinalis</i> , <i>Pinus</i> <i>sylvestris</i> , <i>Eucalyptus</i> <i>globulus</i> (OE)	Alecrim, pinheiro, eucalipto	<i>L. monocytogenes</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Y. lipolytica</i> , <i>P.</i> <i>chrysogenum</i>	Instituto Federal de Brasília- Mobilidade internacional. (2013)	Silva et al. (2016)
<i>Chamaeme- lum fuscatum</i> , <i>Matricaria</i> <i>camomila</i> , <i>Matricaria</i> <i>recudita</i> (OE)	Margaça, camomila	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Botrytis</i> <i>cinerea</i>	Escola Secundária do Entroncamento (alunos 11º ano) / 11ª Ed. Prémio Fundação Ilídio Pinho / Projeto “Um bloom de camomilas na Secundária - uma estratégia para a valorização de um recurso silvestre, uma planta aromática e medicinal (PAM)” (2014).	Menção honrosa Prémio Fundação Ilídio Pinho, “Ciência na Escola”
<i>Juniperus</i> <i>communis</i>	Zimbros	<i>S. aureus</i> , <i>E.</i> <i>coli</i> , <i>C. albicans</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>B. cinerea</i> , <i>Penicillium</i>	Escola Profissional do Fundão/ 13ª Ed. Projeto Ciência na Escola, Fundação Ilídio Pinho/ Projeto “O zimbros ao serviço da saúde” (2016)	

OE, E, H	Recurso vegetal valorizado	Microrganismos testados	Instituição / Projeto	Ref.
<i>C. ladanifer</i>	Esteva	<i>B. cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>C. albicans</i> , <i>P.</i> <i>chrysogenum</i>	Escola Secundária Nuno Álvares, Castelo Branco (alunos 12º ano)/ Projeto desenvolvido na disciplina de Biologia “Atividade antimicrobiana do óleo essencial de esteva da Beira Baixa” (2017)	
<i>Allium sativum</i> , <i>L. pedunculata</i>	Alho e rosmani- nho-maior	<i>P. fluorescens</i> , <i>P.</i> <i>putida</i> , <i>A. faecalis</i> , <i>A. xylooxidans</i> , <i>P.</i> <i>aeruginosa</i>	Instituto Federal de Brasília- Mobilidade internacional – estágio tecnológico (2018)	

### Metodologias utilizadas

Vários óleos essenciais, extratos aquosos e hidrolatos de diferentes origens geográficas, têm sido obtidos por hidrodestilação em aparelho modificado de *Clevenger* (Figura 1) ou por arrastamento de vapor no caso dos ensaios com óleos provenientes de produtores de óleos essenciais. Os extratos de plantas testados têm tido diversas formas de obtenção, desde extratos aquosos, etanólicos, metanólicos e hidroalcoólicos.



Figura 1. Preparação de material vegetal e hidrodestilação em aparelho Clevenger.

Para a determinação da sua atividade antimicrobiana, os óleos essenciais são testados em ensaios preliminares usando o método de disco - difusão em agar. A concentração mínima inibitória (CMI) é determinada usando o método da microdiluição em caldo para as bactérias e os fungos filamentosos e o método da macrodiluição em caldo para as leveduras. A concentração mínima microbiana (CMM) é igualmente determinada. Na Figura 2 está apresentada uma microplaca usada para a determinação da CMI de óleos essenciais de *Origanum vulgare* (OO) e *Cymbopogon citratus* (OEP) sobre *Pseudomonas fluorescens* ESACB 153, usando o indicador resazurina. Os poços a roxo indicam inibição da multiplicação dos microrganismos e poços a rosa indicam ausência de inibição.

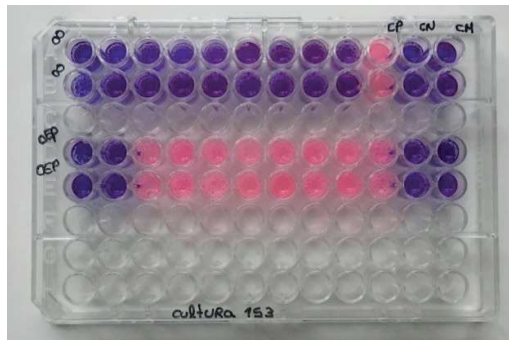


Figura 2. Determinação da concentração mínima inibitória pelo método da microdiluição em microplaca com óleos essenciais de *Origanum vulgare* (OO) e *Cymbopogon citratus* (OEP) (Abreu, 2018). CP-Poço com meio de cultura Mueller Hinton Broth (MHB) e inóculo; CN-Poço com MHB e o óleo essencial; CM-Poço apenas com MHB.

A análise química dos componentes dos óleos essenciais tem sido efetuada por cromatografia gasosa com detecção por espectrometria de massa (GC-MS). Na Tabela 3 referem-se alguns dos microrganismos isolados de produtos agroalimentares, manipuladores e utensílios alimentares, perante os quais se testa a ação antimicrobiana dos óleos essenciais relativamente à sua eficácia na conservação e preservação dos alimentos onde possam ocorrer.

Tabela 3. Microrganismos isolados maioritariamente de produtos agroalimentares.

Microrganismos	Origem
<i>Listeria monocytogenes</i> ESACB_CP6/04	Casca de queijo de ovelha (Pintado et al., 2010)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ESACB_P6/06	Leite cru de ovelha (Pintado et al., 2010)
<i>Yarrowia lipolytica</i> ISA 1708	Casca de queijo de ovelha (Carreira et al., 1998)
<i>Rhizopus</i> sp. ESACB	Morango (Graça, 2011)
<i>Rhizopus stolonifer</i> ESA.M.44	Medronho (Domingues, 2018. Dados ainda não publicados)
<i>Botrytis cinerea</i> ISA	Tomate (Graça, 2011)
<i>Penicillium chrysogenum</i> ESACB_Pen7/06	Casca de queijo de ovelha (Pintado et al., 2010)
<i>Penicillium commune</i> ESACB_Pen8/06	Casca de queijo de ovelha (Pintado et al., 2010)
<i>Penicillium brevicompactum</i> ESA.M.60	Medronho (Domingues, 2018. Dados ainda não publicados)
<i>Aspergillus carbonarius</i> ESA.M.51	Medronho (Domingues, 2018. Dados ainda não publicados)
<i>Aureobasidium</i> sp. ESA.M.34	Medronho (Domingues, 2018. Dados ainda não publicados)
<i>Aureobasidium</i> sp. ESA.M.65	Medronho (Domingues, 2018. Dados ainda não publicados)
<i>Sacrothecium rubi</i> ESA.M.89	Medronho (Domingues, 2018. Dados ainda não publicados)
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ESACB_P2	Leite de ovelha (Ferreira, 2018)

Continuação da Tabela 3.

Microrganismos	Origem
<i>Alcaligenes faecalis</i> ESACB_A7	Leite de vaca (Ferreira, 2018)
<i>Achromobacter xylosoxidans</i> ESACB_Ac9	Zaragatoa ao ambiente de uma queijaria (Ferreira, 2018)
<i>Pseudomonas putida</i> ESACB_P27	Zaragatoa a manipulador de alimento (Ferreira, 2018)
<i>Pseudomonas putida</i> ESACB_P29	Água não tratada (Ferreira, 2018)
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ESACB_P67	Leite de cabra (Ferreira, 2018)
<i>Achromobacter xylosoxidans</i> ESACB_Ac137	Zaragatoa de Francela (Ferreira, 2018)
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ESACB_P153	Zaragatoa do carrinho de inox (Ferreira, 2018)
<i>Pseudomonas putida</i> ESACB_P184	Zaragatoa de escova de lavar queijo (Ferreira, 2018)
<i>Pseudomonas putida</i> ESACB_P191	Zaragatoa do carrinho de inox 1 (Ferreira, 2018)

Os óleos essenciais, extratos e hidrolatos têm sido extraídos de diversos tipos de plantas recolhidas pelos alunos e bolsеiros, ou por produtores de óleos essenciais da região que pretendem testar a qualidade dos seus produtos. Na Tabela 4 são indicados alguns dos óleos essenciais e extratos mais testados.

Atualmente, a base destes trabalhos foca-se na aplicação em formulações para revestimentos edíveis que possam ser aplicadas no controlo de microrganismos de alteração na superfície de queijos, frutos e outros alimentos (Figura 3). Assim, os óleos essenciais e/ou extratos aquosos que revelarem um melhor desempenho nos ensaios preliminares de atividade antimicrobiana têm sido selecionados para a incorporação nas formulações.

Tabela 4. Espécies de plantas aromáticas mais estudadas.

Espécie (Nome Científico)	Óleo essencial	Extratos	Hidrolatos
<i>Acacia dealbata</i>	X		
<i>Chamaemelum fuscatum</i>	X		
<i>Cistus ladanifer</i>	X	X	X
<i>Cymbogopon citratus</i>	X		
<i>Eucalyptus globulus</i>	X		
<i>Helicrysum stoechas</i>	X		
<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>luisieri</i>	X	X	X
<i>Lavandula pedunculata</i>	X	X	X
<i>Matricaria recudita</i>	X		
<i>Melaleuca armillaris</i>	X	X	
<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>virens</i>	X	X	X
<i>Pinus pinaster</i>	X		
<i>Pterospartum tridentatum</i>		X	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	X	X	X
<i>Thymus mastichina</i>	X		X
<i>Thymus vulgaris</i>	X		



*Figura 3. Ensaio de revestimentos bioativos em frutos.*

### **Considerações finais**

Os resultados obtidos dos trabalhos apresentados na Tabela 1 permitem afirmar que os óleos essenciais, extratos e hidrolatos poderão ser utilizados na preservação dos alimentos seja em pós-colheita, seja na indústria transformadora, pela utilização de métodos mais naturais. Uma das possibilidades é a sua incorporação em matrizes filmogénicas edíveis para revestimento de alimentos.

A integração dos estudantes neste tipo de estudos tem originado interesses diversos por parte dos mesmos ao nível da qualidade dos produtos alimentares, bem como na prossecução da sua vida académica e profissional nestas áreas de trabalho.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi apoiado pelos projetos SoSValor-Soluções Sustentáveis para a Valorização de Produtos Naturais e Resíduos Industriais de Origem Vegetal (Centro-01-0145-Feder-023631), Lab2factory-Reforço da transferência do conhecimento científico e tecnológico para as fileiras agroalimentar e florestal (Centro-01-0246-Feder-000020-Candidatura 6644) e Centro 2020, PROVERE - Operação Centro-04-3928-FEDER-000009, Plataforma de Inovação da Fileira do Medronho, Portugal 2020.

## Referências

Abreu, R. (2018). *Aplicação de óleos essenciais e extratos aquosos de plantas no controlo de bactérias Gram-negativas produtoras de pigmentos em queijo*. (Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Castelo Branco). Disponível em <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/6401>

Abreu, R., Delgado, F., Goulão, M., Silva, H., & Pintado, C. (2018, Agosto). *Aplicação de óleos essenciais no controlo de microrganismos patogénicos e de alteração, isolados de alimentos e superfícies*. Trabalho apresentado em VIII Semana da Produção Científica, Brasília, Brasil.

Bajpai, V. K., & Baek, K. (2016). Biological efficacy and application of essential oils in foods - a review. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(1), 1-19. doi: 10.1080/0972060X.2014.935033

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils - a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446 - 475. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106

Coelho, T. (2015). *Estudos de propagação in vitro, caracterização e valorização de carqueja (Pterospartum tridentatum (L.) Willk)*. (Tese de doutoramento, Instituto Superior de Agronomia). Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.5/9271>

Delgado, F.M.G., Oliveira, M.R., González-Coloma, A., Mohamed, N., Soria, A.C., Sanz, J., Burillo, J., Rodilla, J., Silva, L., & Reina, M. (2007, Setembro). *Adaptação ao cultivo e valorização de Lavandula luisieri*. Poster apresentado em II Colóquio Nacional de Plantas Aromáticas e Medicinais, Vila das Caldas do Gerês.

Delgado, F. (2010). *Conservação e valorização de Asphodelus bento-rainhae P. Silva e Lavandula luisieri (Rozeira) Rivas-Martínez da Beira Interior*. (Tese de Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia). Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.5/2858>

Delgado F., Antunes, P., Silva, M.H., & Pintado, C. (2015, Dezembro). *Óleos essenciais e controlo de microrganismos isolados de produtos agro-alimentares*. Trabalho apresentado em I Congresso Nacional das Escolas Superiores Agrárias, Bragança, Portugal.

Domingues, J.L., Frazão, D.F., Raimundo, J.R., Delgado, F., Goulão, M.M., Martins, M.H., Pintado, C.M.B.S. (2017, Novembro). *Atividade antimicrobiana de produtos de hidrodestilação de Lavandula stoechas subsp. luisieri (Rozeira) Rozeira*. Poster apresentado em II Congresso das Escolas Superiores

Agrárias, Elvas, Portugal.

Domingues, J.L., Coutinho, D., Delgado, F., Gonçalves, J.C. & Pintado, C.M.B.S. (2019a, Julho). *Products of autochthonous plants as bioactive ingredients in chitosan-based coatings for preservation of Arbutus unedo L. fruits*. Poster apresentado em XII edição do CIBIA – Congresso Iberoamericano de Engenharia Alimentar, Faro, Portugal.

Domingues, J.L., Frazão, D.F., Raimundo, J., Pintado, C.M.B.S., Goulão, M., Seabra, I.J. & Delgado, F. (2019b, Setembro). *Essential oil of Lavandula pedunculata (Miller) Cav. from Portugal: chemical profile and biological activities*. Poster apresentado em 50th International Symposium on Essential Oils, Viena, Áustria.

Domingues, J.L., Delgado, F., Pintado, C.M.B.S. & Gonçalves, J.C. (2019c, Setembro). *Antimicrobial activity of Lavandula stoechas subsp. luisieri essential oils against strains of fungi isolated from strawberry tree*. Poster apresentado em 50th International Symposium on Essential Oils, Viena, Áustria.

González-Coloma, A., Delgado, F., Rodilla, J., Silva, L., Sanz, J., & Burillo, J. (2011). Chemical and biological profiles of *Lavandula luisieri* essential oils from western Iberia Peninsula populations. *Biochemical Systematics and Ecology*, 39, 1-8. doi: 10.1016/j.bse.2010.08.010

Graça, S. (2011). *Actividade antimicrobiana de óleos essenciais de Lavandula luisieri sobre Botrytis cinerea e Rhizopus sp. isolado de morango*. (Tese de Licenciatura, Instituto Politécnico de Castelo Branco).

Graça, S.F.N., Martins, M.H., Delgado, F.M.G., Silva, L.A., Ferreira, M.A.S.S. & Pintado C.M.B.S. (2014, Outubro). *Antifungal activity of essential oils from Lavandula luisieri and cineole against Rhizopus sp. isolated from strawberry*. Poster apresentado em III International Conference on Antimicrobial Research, Madrid, Spain.

Ferreira (2017). Diversidade genética de isolados bacterianos de *Pseudomonas* e géneros afins relacionados com defeitos de cor em queijo. Trabalho Final de Mestrado em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Frazão, D.F., Domingues, J.L., Delgado, F., Coutinho, D., Gonçalves, J.C. & Pintado, C.M.B.S. (2019, Setembro). *Biological activities of commercial C. ladanifer essential oil from Portugal*. Poster apresentado em 50th International

Symposium on Essential Oils, Viena, Áustria.

Lourenço, M. (2014). Óleos essenciais de *Acacia dealbata* - Valorização, caracterização e atividade antimicrobiana. (Tese de Licenciatura, Instituto Politécnico de Castelo Branco).

Pintado, C.M.B.S., Ferreira, M.A.S.S., & Sousa, I. (2010). Control of pathogenic and spoilage microorganisms from cheese surface by whey protein films containing malic acid, nisin and natamycin. *Food Control*, 21, 240-246.

Pires, P. (2013). Óleos essenciais de *Melaleuca armillaris* caracterização e atividade antimicrobiana. (Tese de Licenciatura, Instituto Politécnico de Castelo Branco).

Pires, P., Delgado, F., Antunes, P., Martins, M.H., Goulão, M.M., & Pintado, C.M.B.S. (2013, Dezembro). *Antimicrobial activity of essential oils from Melaleuca armillaris*. Poster apresentado em Portuguese Congress of Microbiology and Biotechnology, Aveiro, Portugal.

Pratas, T. (2018). *Valorização de produtos naturais com atividade antimicrobiana*. (Tese de Licenciatura, Instituto Politécnico de Coimbra).

Santos, S. (2016). *Estudo da atividade antimicrobiana de óleos essenciais e de hidrolatos de Cistus ladanifer*. (Tese de Licenciatura, Instituto Politécnico de Castelo Branco).

Santos, S., Delgado, F., Antunes, P., Silva, M.H., & Pintado, C.M.B.S. (2016). *Cistus ladanifer essential oils and in vitro antimicrobial activity against food isolates*. Poster apresentado em AM 2016 - 6th International Congress of Aromatic and Medicinal Plants, Coimbra, Portugal (Comunicações em poster).

Silva, M.G., Pintado, C., Antunes, P., Martins, M.H.D.S., & Delgado, F. (2016, Maio). *Antimicrobial activity of volatile oils obtained from Rosmarinus officinalis, Pinus sylvestris and Eucalyptus globulus*. Poster apresentado em 6th International Congress of Aromatic and Medicinal Plants, Coimbra, Portugal.

Song, X., Zuoa, G., & Chen, F. (2018). Effect of essential oil and surfactant on the physical and antimicrobial properties of corn and wheat starch films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 107, 1302-1309. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.09.114