



Química e Desenvolvimento Sustentável

Seminário de Tecnologia Química

27 abril 2023

Instituto Politécnico de Tomar



ipt

Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar



est.ipt

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Instituto Politécnico de Tomar



IYBSSD 2022

International Year of Basic Sciences for Sustainable Development

As Ciências Básicas e a Valorização e Conservação Sustentável do Património

Dina Mateus (dinamateus@ipt.pt)

Techn&Art - Centro de Tecnologia, Restauro e Valorização das Artes








1



ÍNDICE

APRESENTAÇÃO DO TECHN&ART

PROJETOS TECHN&ART E CIÊNCIAS BÁSICAS

PROJETO NATBIO

ATIVIDADES

RESULTADOS








2



**Techn
&Art**
 CENTRO DE TECNOLOGIA, RESTAURO
 E VALORIZAÇÃO DAS ARTES





O Techn&Art desenvolve investigação nos domínios da Salvaguarda e da Valorização do Património

POLITÉCNICO DE TOMAR
UNIVERSIDADE DE PORTUGAL

fct Fundação para a Ciência e a Tecnologia
UIDB/05498/2020










3



**Techn
&Art**
 CENTRO DE TECNOLOGIA, RESTAURO
 E VALORIZAÇÃO DAS ARTES





OBJETIVOS

Promover uma cultura científica que adota princípios de boa prática de investigação científica: integridade, transparência, imparcialidade, independência e cooperação, cuja aplicação conduz à **Investigação Científica de Excelência**.



Projetos de Investigação

Reconhecimento e Apoio

Disseminação Conhecimento

Transferência Conhecimento

Formação Avançada










4



Techn &Art

CENTRO DE TECNOLOGIA, RESTAURO
E VALORIZAÇÃO DAS ARTES



27 abril 2023



Unidade de I&D

Reúne investigadores das
mais diversas áreas para a
realização de investigação
em matéria de
Salvaguarda e Valorização
do Património








Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

5



Techn &Art

CENTRO DE TECNOLOGIA, RESTAURO
E VALORIZAÇÃO DAS ARTES



27 abril 2023



EQUIPA

34 integrated researchers

Equipa de investigação

multidisciplinar:

- **Antropologia**
- História e Arqueologia
 - Artes
 - TIC
- Engenharias
- **Química**
- Materiais/**Física**
 - **Biologia**
- Biotecnologia








Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

6



Projetos Techn&Art

**Química
Desenvolvimento
Sustentável**
27 abril 2023



<http://www.techneart.ipt.pt/porfio/>



<http://www.techneart.ipt.pt/waterrivertour/pt/>



<http://www.techneart.ipt.pt/insignia/>



<http://www.techneart.ipt.pt/murarte/pt/>



<http://www.techneart.ipt.pt/pt/>



<http://www.papertrails.techneart.ipt.pt/>

cTeSP
ANÁLISE LABORATORIAL

Itq
Licenciatura em Tecnologia Química

mtq
Mestrado em Tecnologia Química

Ci2.ipt
Centro de Investigação em Ciências Inteligentes

Techn & Art
CENTRO DE TECNOLOGIA, RECURSO E INOVAÇÃO (CTCRI-ARTS)

fct
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

7



Projetos Techn&Art

**Química
Desenvolvimento
Sustentável**
27 abril 2023



<http://www.observatoriopauldoboquilobo.ipt.pt/>



<http://www.techneart.ipt.pt/raulino/>



http://www.techneart.ipt.pt/memorias_da_azinhaga_por_saramago/



<http://www.techneart.ipt.pt/tipografia/>



<http://www.transmedia.ipt.pt/>



<http://www.techneart.ipt.pt/natbio/>

cTeSP
ANÁLISE LABORATORIAL

Itq
Licenciatura em Tecnologia Química

mtq
Mestrado em Tecnologia Química

Ci2.ipt
Centro de Investigação em Ciências Inteligentes

Techn & Art
CENTRO DE TECNOLOGIA, RECURSO E INOVAÇÃO (CTCRI-ARTS)

fct
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

8





Projetos Techn&Art

Biocidas Naturais para Conservação Sustentável do Património - NatBio



NatBio
Biocidas naturais
para a conservação
sustentável do património












9





DESCRIÇÃO DO PROJETO

TÍTULO Biocidas naturais para a conservação sustentável do património

ACRÓNIMO NatBio

REFERÊNCIA CFPI2021_01

PALAVRAS CHAVE Biocidas ecológicos; Biodeterioração; Conservação e restauro; Sustentabilidade

ÁREA Desenvolvimento sustentável e Valorização do património cultural

FINANCIAMENTO 18 050€

DURAÇÃO 24 MESES

KICK-OFF 1 de setembro 2021
<http://www.techneart.ipt.pt/natbio/en/contactos/>










10




OBJETIVOS

O principal objetivo deste Projeto é o desenvolvimento de novos materiais naturais extraídos de plantas indígenas ou naturalizadas que possam ser usados como biocidas na preservação do património cultural e artístico.

Os biocidas naturais obtidos devem ter uma pegada ecológica menor e menor toxicidade ambiental e humana do que os obtidos por síntese.

Contribuir para:

- Conservação sustentável do património;
- Uso sustentável dos ecossistemas;
- Desenvolvimento das comunidades locais.



11




PARCEIROS E INVESTIGADORES DO PROJETO

Para atingir os objetivos do Projeto, a equipa de investigação reúne conhecimentos de diferentes áreas, nomeadamente **Química e Materiais, Biologia, Biotecnologia, Ecotoxicologia, Ambiente e Conservação e Restauro.**

TECHN&ART

Dina Mateus (PI)

Ricardo Triães (co-PI)

Cecília Baptista

Eduardo Ferraz

Fernando Costa

Luís Santos

Manuel Rosa



12



PARCEIROS E INVESTIGADORES DO PROJETO

CONVENTO DE CRISTO DE TOMAR
 Rui Ferreira

MUSEU MONOGRÁFICO DE CONÍMBRIGA
 Virgílio Correia
 Pedro Sales

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
 Maria Emília Amaral
 Maria Lúcia Silva

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
 Giceli Oliveira

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM CIDADES INTELIGENTES Ci2
 José Casimiro Pereira

cTeSP **Itq** **mtq** **Techn** **Ci2.ipt** **fct**
ANÁLISE LABORATORIAL Laboratório em Tecnologia Química Mestrado em Tecnologia Química Centro de Investigação em Cidades Inteligentes Centro de Tecnologia, Recursos e Inovação em Arte Fundação para a Ciência e a Tecnologia

13

13



ATIVIDADES

Task 1. Escolha das plantas, extração e purificação de extratos: obtenção de óleos essenciais por hidrodestilação (tipo Clevenger) e obtenção de extratos solventes por extração Soxhlet.

Task 2. Caracterização química de biocidas: análise de extratos por cromatografia gasosa (GC-MS).

Task 3. Testes laboratoriais para avaliar o potencial biocida: testes em escala laboratorial in vitro e em provetes para avaliar o poder biocida e o impacto nos materiais a serem preservados.

Task 4. Ensaio ecotoxicológicos: determinação dos limites de toxicidade dos extrato de plantas que apresentaram melhor comportamento biocida em diferentes seres vivos (crustáceos planctónicos, gastrópodes e plantas).

Task 5. Teste in situ: Aplicação das soluções biocidas em materiais pétreos e cerâmicos do Convento de Cristo em Tomar e das ruínas da Cidade Romana de Conimbriga.

cTeSP **Itq** **mtq** **Techn** **Ci2.ipt** **fct**
ANÁLISE LABORATORIAL Laboratório em Tecnologia Química Mestrado em Tecnologia Química Centro de Investigação em Cidades Inteligentes Centro de Tecnologia, Recursos e Inovação em Arte Fundação para a Ciência e a Tecnologia

14

14



ATIVIDADE 1 – Extração e purificação de extratos de plantas

Critério de escolha das plantas

- Plantas de géneros diferentes e diferente composição química de OEs
- Efeito antimicrobiano tradicionalmente atribuído
- Produção já instalada (D'Alengudiana, Mértola)

Óleos Essenciais (OEs) e extratos de solventes (ESs) (etanol e n-hexano)

Tomilho bela-luz
Thymus mastichina
(Tm)



Perpétua-das-areias
Helychrysum stoechas (HS)



Poejo
Mentha pulegium
(Mp)



Funcho
Foeniculum vulgare
(Fv)



Rosmaninho-verde
Lavandula viridis
(Lv)










15

15



ATIVIDADE 2 – Caracterização química de biocidas

Caracterização da composição química dos OEs pelo método de cromatografia gasosa acoplada com espetrometria de massas (GC-MS).

Compound	Thymus mastichina L.	Helychrysum stoechas L.	Mentha pulegium L.	Foeniculum vulgare L.
911	4.70	85.65	0.44	170
936	6.19	0.16		0.24
950	1.22		0.08	0.02
975	2.95		0.36	174
989			0.04	169
989			0.13	
1004				0.19
1011				0.56
1022				0.84
1030		13.62	0.10	26.04
1032	95.72		0.15	
1035				2.10
1040	1.29			
1060	1.21			0.82
1065			0.07	14.94
1066	1.18			
1082				0.31
1143	10.29			0.43
1161			1.00	
1168			21.99	
1169	7.21			
1176			3.90	
1177				0.16
1190	1.47		0.25	
1195				3.22
1217				0.20
1234			70.02	
1236	0.40			
1255				40.00
1256	0.04			
1261			0.15	
1420			0.03	
1453			0.08	
1459			0.09	

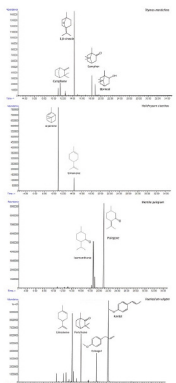


Figure 1: Chromatograms of the Essential Oils of the used aromatic plants.








16

16





ATIVIDADE 3 - Testes laboratoriais para avaliar o potencial biocida

Recolha de microrganismos e amostras de materiais

Claustro Principal do Convento de Cristo Tomar (CCT)












17

17





ATIVIDADE 3 - Testes laboratoriais para avaliar o potencial biocida

Recolha de microrganismos e amostras de materiais

Ruínas Cidade Romana - Museu Monográfico de Conímbriga (MMC)

a)



b)




c)



Identificação dos m.o. cultiváveis

- Microbiologia Clássica
- Biologia molecular (IPN)








18

18

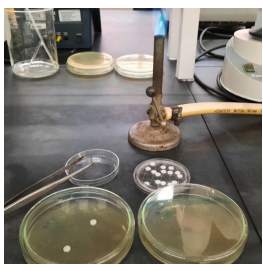
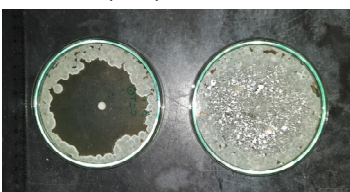


ATIVIDADE 3 - Testes laboratoriais para avaliar o potencial biocida

Avaliação do efeito biocida dos OEs e ESs

- Método disco – difusão
- Surfactante dodecil sulfato de sódio (SDS)
- Biotin T controlo positivo











19

19



ATIVIDADE 3 - Testes laboratoriais para avaliar o potencial biocida

Avaliação do efeito biocida dos OEs e ESs

Table 1. Relative average diameter ($\pm$ standard deviation) of the EOs inhibition halos, using Biotin T inhibition halos as reference (4.2 ± 1.0 cm for bacterial and 6.7 ± 0.4 cm for fungal assays). Resistant (R) corresponds to absolute inhibition halos <0.6 cm.

Biocida	Concentration (v/v %)	Relative inhibition halo (Antibacterial action)	Relative inhibition halo (Antifungal action)
<i>Thymus mastichina</i> (Tm)	2	R	R
	10	0.32 ± 0.04	R
	20	0.44 ± 0.03	R
<i>Helichrysum stoechas</i> (Hs)	2	R	R
	10	R	R
	20	R	R
<i>Mentha pulegium</i> (Mp)	2	R	R
	10	0.31 ± 0.01	0.24 ± 0.01
	20	0.58 ± 0.04	0.37 ± 0.03
<i>Foeniculum vulgare</i> (Fv)	2	0.22 ± 0.05	R
	10	0.27 ± 0.03	0.16 ± 0.01
	20	0.52 ± 0.03	0.30 ± 0.02
<i>Lavandula viridis</i> (Lv)	2	R	R
	10	0.36 ± 0.03	0.18 ± 0.07
	20	0.63 ± 0.12	0.25 ± 0.07










20

20

**Química
Desenvolvimento
Sustentável**
27 abril 2023

ATIVIDADE 3 - Testes laboratoriais para avaliar o potencial biocida

Avaliação do efeito biocida dos OEs e Ees

- Tomilho
- Poejo
- Funcho
- Rosmaninho verde

Plant EOs	Diameter of inhibition zone (cm) ± 95% confidence interval									
	F1	F2	F3	F4	F5	Y1	Y2	B1	B2	AII(1)
<i>Thymus mastichina</i>	1.5±0.4	2.3±0.4	1.8±0.6	< 0.6	< 0.6	0.8±0.1	1.1±0.1	< 0.6	1.0±0.1	0.25
<i>Mentha pulegium</i>	1.9±0.4	6.7±0.3	6.1±0.5	< 0.6	4.0±0.5	> 10.0	2.1±0.5	< 0.6	1.4±0.2	0.64
<i>Foeniculum vulgare</i>	2.0±0.4	3.2±0.8	3.2±1.1	< 0.6	< 0.6	0.8±0.1	1.5±0.1	< 0.6	< 0.6	0.32
<i>Lavandula viridis</i>	2.2±0.4	2.1±0.3	2.8±1.2	< 0.6	< 0.6	0.8±0.0	1.7±0.1	< 0.6	1.0±0.1	0.30
Biotin T (control)	9.2±0.5	6.9±0.5	7.3±0.3	4.3±0.3	4.2±0.1	3.5±0.2	5.3±0.1	1.1±0.1	3.1±0.1	-

Aspergillus versicolor - F1; *Rousoella sp.* - F2; *Cladosporium cladosporioides* - F3; *Stagonosporopsis sp.* - F4; *Paraconiothyrium variabile* - F5; *Cystobasidium minutum* - Y1; *Vishniacozyma globospora* - Y2; *Pseudomonas* - B1; *Micobacterium* - B2

cTeSP Itq mtq Ci2.ipt Techn C&Art fct

21

**Química
Desenvolvimento
Sustentável**
27 abril 2023

ATIVIDADE 3 - Testes laboratoriais para avaliar o impacto materiais

Parâmetros cromáticos foram avaliados, por espectrofotometria de cor, antes e após a aplicação dos biocidas na superfície dos provetes.

Biocidas:
Biotin T | Funcho
Poejo | R-verde

Amostra	Três camadas aplicada (3ª semana)				Quatro camadas aplicadas (4ª semana)			
	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*ab	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*ab
MMC1								
Biotin T	1.17	-0.38	-0.82	1.5	-0.36	0.09	-0.23	0.4
Funcho	-1.29	0.02	0.03	1.3	-2.23	-0.27	-0.26	2.3
Poejo	-0.27	-0.03	0.11	0.3	-3.22	0.23	1.20	3.4
Rosmaninho-verde	-4.83	0.63	1.51	5.1	-9.25	0.84	1.27	9.4

cTeSP Itq mtq Ci2.ipt Techn C&Art fct

22



ATIVIDADE 3 - Testes laboratoriais para avaliar o impacto materiais

Propriedades físicas: massa volúmica aparente e a porosidade aberta.
de acordo com a NP EN 1936 (2008) e absorção de água de acordo
com a NP EN 13755 (2008).

Amostra	Absorção de água (%)	Porosidade aberta (%)	Massa volúmica aparente (kg/m ³)
CC1	7.4 ± 0.7	14.6 ± 1.4	2250 ± 70
CC2	3.5 ± 0.3	8.4 ± 0.6	2470 ± 30
CC3	1.4 ± 0.1	3.6 ± 0.2	2570 ± 10
MMC1	0.7 ± 0.1	1.5 ± 0.1	2640 ± 20
MMC2	9.1 ± 0.8	16.3 ± 1.6	1960 ± 110

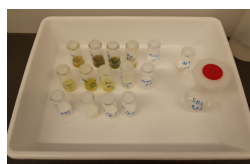
A tonalidade da rocha afetada pela ação dos biocidas naturais é a que
tem **reduzida porosidade**.

23



ATIVIDADE 3 - Testes em provetes para avaliar o potencial biocida

Aulas de Biodeterioração: Aplicação em provetes cerâmica



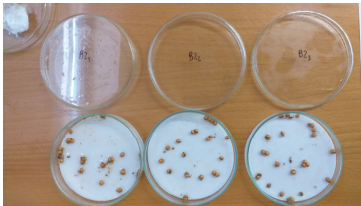
24



Quimica
Desenvolvimento
Sustentável
27 abril 2023

ATIVIDADE 4 – Ensaios ecotoxicológicos

- Estudos para compreender a influência dos OEs na germinação de sementes *Lactuca sativa*.
- Ensaio ecotoxicológico, neste caso o IG₅₀ (concentração do OEs que inibe a germinação de 50% das sementes).
- Determinação estatística (Litcheld-Wilcoxon) de IG₅₀











25

25

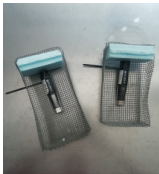
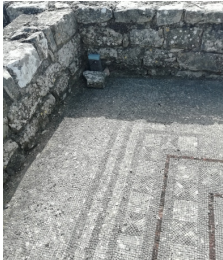


Quimica
Desenvolvimento
Sustentável
27 abril 2023

ATIVIDADE 5 - Testes *in situ*

Realização dos testes *in situ* (CCT e MMC)

- Caracterização dos locais
- Levantamento gráfico e fotográfico
- Monitorização das condições ambientais
- Monitorização dos locais de aplicação .

Ruínas do Museu Monográfico de Conímbriga








26

26



ATIVIDADE 5 - Testes *in situ*





- Aplicação das emulsões de óleos essenciais de Tomilho, Poejo, Funcho e Rosmaninho verde *in situ* – CCT e MMC.
- Monitorização do locais de aplicação



1 aplicação 2 aplicações 3 aplicações



Convento de Cristo em Tomar








27

27



ATIVIDADE 6 – Coordenação e disseminação dos resultados





Página do Projeto
<http://www.techneart.ipt.pt/natbio/en/contactos/>

Trabalhos Finais de curso:

Maria Inês Girão (2021). Isolamento e caracterização de compostos extratáveis de plantas aromática. Trabalho Final da Licenciatura em Tecnologia Química, novembro 2021, Instituto Politécnico de Tomar.

Vera Patrícia Marques Perna (2022). Efeito biocida de óleos essenciais e extratos de plantas contra microrganismos isolados das ruínas da cidade Romana de Conímbriga e do Convento de Cristo da Cidade de Tomar. Trabalho Final da Licenciatura em tecnologia Química, Instituto politécnico de Tomar.








28

28





ATIVIDADE 6 – Coordenação e disseminação dos resultados

Comunicações em Conferências Internacionais:

Cecília Baptista, Luís Santos, Maria Emília Amaral and Lúcia Silva. Chemical characterization of essential oils with biocide base for conservation and restoration. 1st International FibEnTech Congress 2021, December 9-10, Covilhã.
<https://www.youtube.com/watch?v=ESfVR42LwuY&t=3480s>

Mateus, D.M.R., Costa, F.M.C. & Triães, R.P.(2022, October, 21-23). Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from Portuguese Convent of Christ in Tomar [Paper presentation]. 13th International Conference on Environmental Science and Technology (ICEST2022), Shandong University, Qingdao, China.

Ferraz, E. & Mateus, D.M.R. (2022, Outubro, 11-15). Ação de óleos essenciais de funcho, poejo e rosmaninho (com potencial efeito biocida) na tonalidade de calcários provenientes do Convento de Cristo (Tomar) e do Museu Monográfico de Conímbriga [Paper presentation]. Encontro da REALP - Ciências da Sustentabilidade em Língua Portuguesa, Tomar, Portugal.

Mateus, D.M.R., Perna, V., Sales, P. & Hipólito-Correia, V. (2022, November, 1-4). Essential oils and extracts of plants as biocides against microorganisms isolated from the ruins of the Roman city of Conímbriga in Portugal [Paper Presentation]. 4Th Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration (EMCEI2022). Sousse, Tunisia.








29

29





ATIVIDADE 6 – Coordenação e disseminação dos resultados

Artigos em revistas Internacionais:

Cecília Baptista, Luís Santos, Maria Emília Amaral, and Lúcia Silva, (2022). Chemical Characterization of Essential Oils With a Biocide Base for Conservation and Restoration. In 1st International FibEnTech Congress (FibEnTech21) New opportunities for fibrous materials in the ecological transition, KnE Materials Science, pages 80–90. DOI 10.18502/kms.v7i1.11611
<https://knepublishing.com/index.php/KnE-Materials/issue/view/338>

Dina Mateus, Fernando Costa and Ricardo Triães (aceite para publicação). Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from Portuguese Convent of Christ in Tomar. In: 13th International Conference on Environmental Science and Technology.

Dina Mateus, Vera Perna, Pedro Sales, Virgílio Correia (aceite para publicação). Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from Portuguese Convent of Christ in Tomar. In: 4th Euro Mediterranean Conference for Environmental Integration.

Dina Mateus, Eduardo Ferraz, Vera Perna, Pedro Sales, Virgílio Correia (submetido para publicação). Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from Portuguese Convent of Christ in Tomar. Environmental Science and Pollution Research journal, special issue "Environmental Challenges of the Mediterranean and Surrounding Regions".








30

30





TRABALHO FUTURO



Tarefa 5

Monitorização dos locais de aplicação (desenvolvimento de biofilmes e condições ambientais).

Tarefa 6

Publicações Científicas (nacionais), Teses de Mestrado e Projetos de Licenciatura, participação em eventos.










31





Obrigada!



NatBio foi considerado um exemplo de Boas Práticas (1 dos 83 Good Practice Examples From 26 European Countries) do Relatório da Comissão Europeia “Reforçar a resiliência do património cultural para as alterações climáticas” (2022)

European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, *Strengthening cultural heritage resilience for climate change: where the European Green Deal meets cultural heritage*, Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2766/44688>



12. PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS



13. AÇÃO CLIMÁTICA



14. PROTEGER A VIDA MARINHA



15. PROTEGER A VIDA TERRESTRE










32