

GO Tecolive

A técnica de compostagem aplicada aos resíduos do olival e dos lagares de azeite

Cristina Sempiterno e Rui Fernandes
INIAV, I.P.

Colóquio de Encerramento
Évora, 27 de junho de 2023



Grupo Operacional: **TECOLIVE**

“Técnicas e tecnologia para valorização de subprodutos em olivicultura”

Parceiros:

Universidade de Évora – ICAAM (Entidade líder);
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.;
Associação dos Olivicultores da Região de Elvas;
Torre das Figueiras, Sociedade Agrícola, Lda.
Herculano – Alfaias Agrícolas S.A.;

Objetivo: definir uma técnica de produção em olival que permita a sustentabilidade económica do sector minimizando o impacte ambiental.

Objetivos específicos

Objetivo 1 :

Testar a viabilidade técnica e económica da produção de um corretivo orgânico na própria exploração através da compostagem de subprodutos do olival, resíduos do lagar e efluentes de atividade pecuária;



Benefícios da compostagem :

Através da compostagem os resíduos orgânicos, como o bagaço, são transformados num produto higienizado e estabilizado com características adequadas para ser utilizado como corretivo orgânico do solo, que se caracteriza pelos seguintes aspetos:

- Rico em matéria orgânica bem humificada;
- Isento de fitotoxicidade (menor teor de polifenóis e CE);
- Produto higienizado e sem sementes de espécies infestantes;
- Armazenamento mais fácil e seguro, com um mínimo de odores;
- Manuseamento mais fácil, devido à sua consistência física;
- Com uma < razão C/N, que evita a imobilização do N;

Os fatores determinantes na combinação dos componentes da mistura são:

- Os teores em **carbono** e em **azoto** (a mistura deverá apresentar, no início, uma razão carbono/azoto (C/N) entre os valores 25 e 35, sendo 30 o valor considerado ideal);
- O valor da **humidade** original na mistura deverá ser entre 40 e 60 %;
- O valor de **pH** da mistura deve situar-se entre 6,5 e 8,0;
- A **granulometria** (o tamanho das partículas) deverá ser variável de modo a permitir a presença de ar no interior da pilha (entre 0,3 a 5cm).



O bagaço de azeitona de duas fases apresenta um alto teor de humidade e reduzido tamanho das partículas, o que o torna num material pouco poroso e susceptível de compactação, devendo ser misturado com outros produtos orgânicos que absorvam a humidade em excesso (ex. folhas, palhas, capota de amêndoa), tenham maior dimensão para permitir o arejamento (ex. raminhos da limpeza da azeitona) e forneçam azoto, a fim de diminuir a razão C/N da mistura (ex. estrumes ou restos de hortícolas).

O cálculo da mistura **correta** a efetuar, de modo a atingir os objetivos de humidade e razão C/N deverá, portanto, atender às características das matérias-primas.

Para calcular o valor da C/N da mistura pode ser usada a seguinte fórmula:

$$C/N = \frac{Q_1 [C_1 (100-H_1)] + Q_2 [C_2 (100-H_2)] + \dots}{Q_1 [N_1 (100-H_1)] + Q_2 [N_2 (100-H_2)] + \dots}$$

Sendo Q1, Q2, ... a quantidade de material fresco de cada matéria-prima a adicionar, C e N os teores em carbono e azoto expressos em % na matéria seca e H a % de humidade desses materiais

Matérias primas utilizadas

2019	2 Folhas e raminhos da limpeza da azeitona
	1 Estrume de ovino
2020/21	1 Folhas e raminhos da limpeza da azeitona
	1 Estrume de ovino
	1 Bagaço extratado
2021/22	1 Folhas e raminhos da limpeza da azeitona
	0,8 Estrume de ovino
	1,7 Bagaço extratado
2022/23	1 Folhas e raminhos da limpeza da azeitona
	0,6 Estrume de ovino
	1,4 Bagaço húmido 2 fases

(Proporção em peso fresco)

	Matérias primas	Humidade (%)	pH	C.E. (ms/cm)	Matéria orgânica (%)	Carbono (%)	Azoto total (%)	C/N
2019	Folhas e raminhos	38,2			82,7	46,0	1,50	30,7
	Estrume de ovino	52,0			25,1	13,9	1,04	13,4
2020/21	Folhas e raminhos	7,3	7,59	0,09	88,5	49,2	1,60	30,8
	Estrume de ovino	36,3	9,47	2,14	23,4	13,0	1,36	9,6
	Bagaço extratado	11,3	5,32	3,44	93,5	52,0	0,90	57,8
2021/22	Folhas e raminhos	24,7	7,7	0,28	67,3	39,0	2,41	16,2
	Estrume de ovino	58,3	8,4	2,51	33,6	19,5	2,14	9,1
	Bagaço extratado	14,5	5,5	4,03	91,0	52,8	1,01	52,3
2022/23	Folhas e raminhos	15,7	6,0	0,34	81,7	47,4	1,58	30,0
	Estrume de ovino	34,6	9,3	3,85	24,1	14,0	1,67	8,4
	Bagaço húmido	74,2	5,3	2,01	89,4	51,9	3,27	15,9

Resultados reportados à matéria seca , excepto pH e CE

Construção das pilhas

As pilhas, de secção trapezoidal, devem ter uma altura entre 1,5m e 2,0m e uma largura de base de 3-4m, dependendo da maquinaria a utilizar no revolvimento e no sistema utilizado para o arejamento. A orientação Norte-Sul é favorável para que as pilhas recebam igual quantidade de radiação solar em ambos os lados, devendo ser compatibilizado o seu alinhamento com a inclinação do terreno a e exposição aos ventos dominantes.

Método de compostagem:

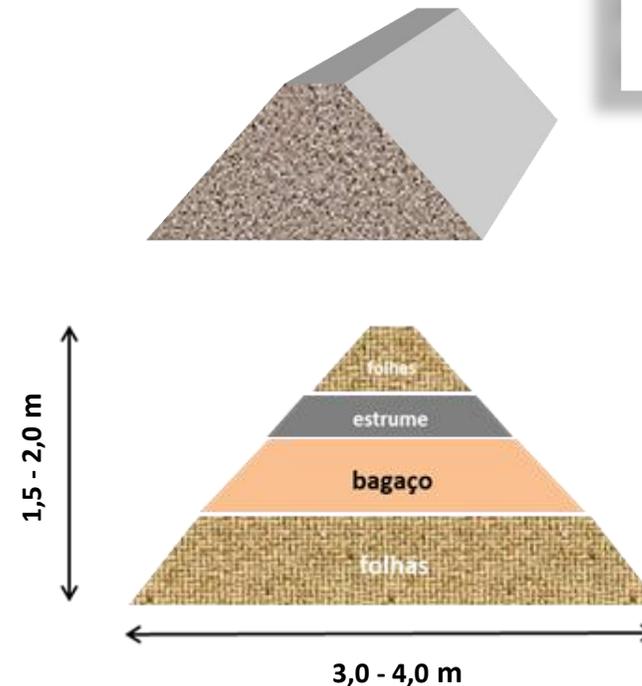
Pilha a céu aberto com volteio periódico (*Turned Windrow method*)

Dimensão das pilhas:

Comprimento: 24 – 30 m

Altura: 1,5 – 1,6 m

Largura: 3,0 m



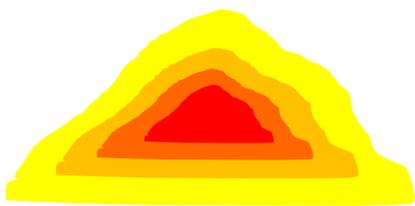
Torre das Figueiras
Monforte

Quando se constroem as pilhas, os diferentes materiais devem ser dispostos por camadas, importando garantir que na base fiquem os que menos se dispersam e que consigam absorver a humidade em excesso dos materiais colocados em cima (ex. folhas e raminhos ou palha).



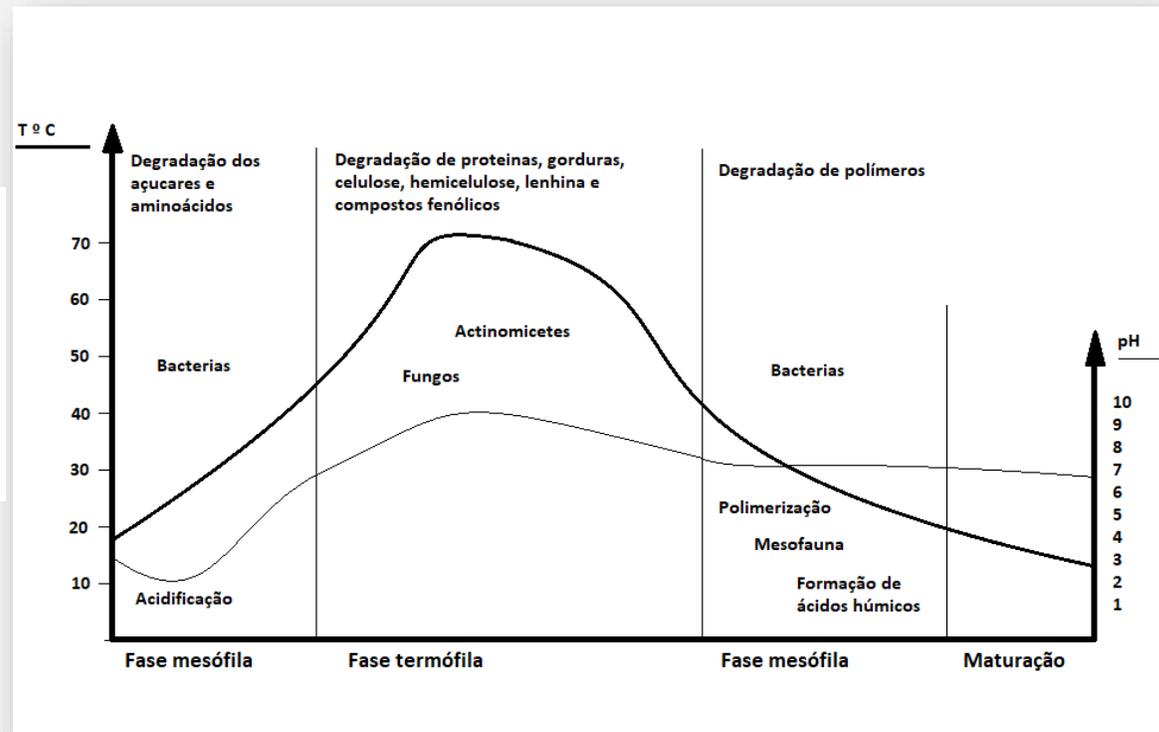
Fases do processo de compostagem

- Fase Mesófila (40-45°C)
- Fase Termófila (> 45°C)
- Fase Mesófila (de arrefecimento e Maturação)



<30°C ■
30-40°C ■
40-50°C ■
50-60°C ■

Perfil de temperatura no interior de uma pilha



Monitorização da pilha de compostagem

Temperatura

A temperatura da pilha deve ser medida periodicamente (uma vez por semana nos primeiros três meses e, depois, de 15 em 15 dias) a fim de verificar se a sua evolução é a adequada. Esta medição deve ser feita em vários pontos da pilha (10 a 14 pontos) com recurso a um termómetro com sonda (100cm).



Arejamento

Sendo a compostagem um processo aeróbio, o fornecimento de ar é vital à atividade microbiana

Periodicamente, devem ser realizadas operações de reviramento da pilha de compostagem, de modo a promover a mistura dos materiais e o arejamento. Esta operação pode ser feita, recorrendo ao balde de um carregador telescópico ou com um outro equipamento próprio.



Humidade



O composto não pode estar nem muito seco nem muito húmido. Se tiver humidade em excesso ($> 60\%$), dá lugar a condições anaeróbias, inibindo a ação dos microrganismos aeróbios e produzindo maus odores, perda de azoto e uma diminuição da velocidade do processo. Se o teor de humidade descer abaixo dos 40% , a pilha fica demasiado seca para a atividade microbiana.

O teor de humidade pode ser controlado em laboratório mas também pode ser através do “teste da esponja” que consiste em apertar o material do interior da pilha na mão e esta deverá ficar húmida mas sem escorrer;



Experimentou-se usar um termo-higrómetro com sonda de 1m mas, apesar de para a temperatura ser o ideal, para o teor de humidade o erro é muito grande.

Em 2019 foi necessário humedecer a pilha 36 vezes ($\pm 90\text{m}^3$ de água) enquanto que em 2020/21, 2021/22 e 2022/23 apenas foi necessário humedecer as pilhas 5 vezes ($\pm 20\text{m}^3$).

Colheita de amostras representativas para análise



15 – 20 subamostras

Utilização do método dos quartos cruzados

Razão C/N

Os microrganismos necessitam de carbono, como fonte de energia, e de azoto para a síntese de proteínas. Por esta razão a relação C/N é considerada como o fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos compostos orgânicos.



A análise periódica do material da pilha permite verificar a redução progressiva da razão C/N do material, até se atingir um valor estável no produto final desejavelmente entre 10 e 20.



O volume das pilhas reduziu-se para 1/3 e em termos de massa reduziu para metade.

Duração da compostagem:

- **2019** – 4 meses
(junho a setembro)
- **2020/21** – 6 meses
(outubro a março)
- **2021/22** – 6 meses
(dezembro a maio)
- **2022/23** – 7 meses
(dezembro a junho)

Obtiveram-se compostos de aspeto homogéneo, de cor escura, sem odor desagradável, de consistência friável, bem maturados, higienizados e com ausência de fitotoxicidade.

Características dos compostos produzidos

		Pilhas dos anos						Pilhas dos anos			
Parâmetro		2019	20/21	21/22	22/23	Parâmetro		2019	20/21	21/22	22/23
Massa vol. ap.	kg dm ⁻³	0,79	0,78		1,36	Cobre "total" (Cu)	mg kg ⁻¹	155	179	145	21,9
Humidade	%	42,4	34,5	15,0	41,3	Zinco "total" (Zn)	mg kg ⁻¹	219	242	123	117
pH		8,6	8,2	8,9	9,0	Níquel "total" (Ni)	mg kg ⁻¹	31,1	60,6	49,5	<33,3
Cond. elétrica (25°C)	mS cm ⁻¹	0,41	1,46	1,95	0,87	Crómio "total" (Cr)	mg kg ⁻¹	40,8	63,2	< 16,7	<16,7
Matéria orgânica	%	21,3	29,0	34,1	36,7	Chumbo "total" (Pb)	mg kg ⁻¹	< 33,3	< 33,3	44,9	<33,3
C orgânico (C)	%	12,4	16,8	19,8	21,3	Mercúrio "total" (Hg)	mg kg ⁻¹	0,03			
Azoto total (N)	%	1,05	1,25	0,86	1,91	Grau de maturação		Maturado	Maturado	Maturado	Maturado
Razão C/N		11,8	13,5	23,0	11,2	<i>Escherichia coli</i>	Cél. viáveis/g de MF	< 10	< 10	< 10	< 10
Fósforo "total" (P ₂ O ₅)	%	0,51	0,46	0,48	0,45	<i>Salmonella spp.</i>	Presente/ausente em 50g MF	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Potássio "total" (K ₂ O)	%	0,64	0,95	1,42	1,16	Fitotoxicidade	GI-índice de Germinação	Negativo (GI>80%)	Negativo (GI>80%)	Negativo (GI>80%)	Negativo (GI>80%)
Cálcio "total" (CaO)	%	2,96	3,30	3,72	3,69						
Magnésio "total" (MgO)	%	1,20	1,13	1,27	1,15						

Resultados reportados à matéria seca , excepto pH, CE, microrganismos e fitotoxicidade

Enquadramento legal

- Consultar [DL n.º102-D/2020 \(RGGR\)](#), de 10 de dezembro;
- Documento “[Regras Gerais – Compostagem de resíduos agrícolas, pecuários e agroindustriais em pilhas dinâmicas com revolvimento](#)” de 26/01/2023, da Agência Portuguesa do Ambiente (APA);
- [DL n.º30/2022](#), de 11 de abril e a [Portaria n.º185/2022](#), de 21 de julho, que estabelecem as regras a que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes.
- [Reg. \(CE\) 1069/2009 \(Reg SPA\)](#), [portaria 79/2022 \(Efl. Pecuários\)](#), [DL n.º 81/2013 \(NREAP\)](#) – no caso da utilização de efluentes pecuários

As “Regras gerais” apenas isentam o licenciamento previsto no RGGR, relativamente à compostagem, em pilhas dinâmicas com revolvimento, dos resíduos agrícolas, pecuários e/ou agroindustriais, com código LER definidos neste documento e na quantidade máxima de 27.375 t/ano, com vista a inscrição no registo nacional de matérias fertilizantes não harmonizadas.

Segundo a portaria 185/2022, o produto final da compostagem (corretivo orgânico) deverá obedecer aos seguintes requisitos:

- Teor de matéria orgânica (reportado à matéria seca): superior a 30%
- Teor de humidade: inferior a 40%;
- pH: entre 5,5 e 9,0;
- Granulometria: 99% deverá passar por um crivo de malha de 25 mm;
- *Salmonella spp.*: ausente numa amostra de 25g;
- *Escherichia coli*: <1000(NMP/g);
- Sementes e propágulos de infestantes: <3 unidades ativas por litro;
- Pedras de diâmetro superior a 5mm: <5,0%;
- Materiais inertes antropogénicos: entre 0,5 e 3,0% conforme a classe de qualidade.

Para que possam ser comercializados, os produtos resultantes da compostagem devem ainda cumprir os limites impostos relativamente aos teores em metais pesados.

Conclusões:



Testou-se com sucesso a viabilidade da produção de compostos orgânicos, na própria exploração, através de uma tecnologia simples, obtendo-se produtos estabilizados, higienizados, sem fitotoxicidade e fáceis de manusear;



A duração do processo mostrou-se dependente das matérias primas usadas, sendo mais longo quando se utilizam os bagaços;



Por razões técnicas e económicas (menor número de regas) concluiu-se que a melhor época para realizar este tipo de compostagem, a céu aberto, é no outono-inverno;



Reconheceu-se a importância de controlar os fatores que mais afetam a eficiência do processo de compostagem (C/N, temperatura, humidade e arejamento).



cristina.sempiterno@iniav.pt

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS)
Tapada da Ajuda, 1300-596 Lisboa, PORTUGAL
Tel: (+351) 21 361 77 40
www.inia.pt/