

# **COMPOSTAGEM DE EFLUENTES PECUÁRIOS**

**José Luís da Silva Pereira, Ph.D.**

Escola Superior Agrária de Viseu

[jlperreira@esav.ipv.pt](mailto:jlperreira@esav.ipv.pt)

**Departamento de Zootecnia, Engenharia Rural e Veterinária**  
**Ano lectivo 2018/2019**

## **Compostagem**

### **1. Introdução**

#### **• Compostagem:**

- Decomposição da matéria orgânica por microrganismos através de processo de oxidação biológica;
- Ocorre naturalmente, podendo contudo ser acelerada/melhorada pela intervenção do homem;
- Liberta-se dióxido de carbono, vapor de água, calor e mais alguns gases (N e C);
- Resulta um material chamado húmus.
- Processo muito antigo (mais de 2000 anos na China)
- Compostagem natural ou espontânea usada na agricultura desde o início desta actividade

# Compostagem

## 1. Introdução

Objectivos:

- ❑ Tratar material orgânico não aplicável ao solo;
- ❑ Estabilização da matéria orgânica e elevada temperatura alcançada resulta na destruição de microrganismos patogénicos e na diminuição da viabilidade de sementes de plantas infestantes nomeadamente inviabilizando as sementes de infestantes e os microrganismos patogénicos.

# Compostagem

## 1. Introdução

Objectivos:

- ❑ Perda de ~30 a 40% de matéria orgânica e evaporação de parte da água presente nos resíduos.

 massa de composto produzido

consideravelmente menor relativamente ao material inicial

 vantagens em termos de armazenamento

- ❑ Tratar em simultâneo diferentes materiais com diferentes origens: factor limitante quando temos só um resíduo, benefício quando temos uma actividade mais diversificada.

## Compostagem

### 2. Poderei usar a compostagem na gestão de efluentes pecuários?

- Como é feita a gestão dos efluentes?
- Transformação de efluentes brutos em material com valor acrescentado
- Matéria orgânica estabilizada
- Material compostado mais fácil de manusear, armazenar, transportar e aplicar ao solo do que estrume/chorume,
- Material compostado pode ser vendido ou usado para outros fins

## Compostagem

### 3. Factores que influenciam o processo e compostagem

- a estrutura do substrato,
- o arejamento,
- o teor de humidade,
- a razão carbono/azoto (C:N),
- o pH,
- a temperatura,
- a inoculação,
- os nutrientes.

# Compostagem

## 3. Factores que influenciam o processo e compostagem

Valores recomendados relativos às condições de compostagem

Factores	Valores
Razão carbono/azoto (C:N)	25:1 - 30:1
Dimensão das partículas (mm)	50
Teor de humidade (%)	50-60
Temperatura (°C)	55

# Compostagem

## 4. Ingrediente essenciais

- ✓ Uma mistura de materiais "verdes" (nutrientes) e materiais "castanhos" (carbono)
- ✓ Água
- ✓ Ar(oxigénio)
- ✓ Microorganismos, logo um meio que favorece o seu crescimento/desenvolvimento

# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem

Materiais utilizados dividem-se em 2 grupos:

- ❑ Ricos em carbono: materiais lenhosos como a casca de árvores, as aparas de madeira e o serrim, as podas dos jardins, folhas e agulhas das árvores, palhas e fenos, e papel
- ❑ Ricos em azoto: folhas verdes, estrumes animais, urinas, solo, restos de vegetais hortícolas, erva, etc.

# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem

- A razão C:N das mistura de materiais é um parâmetro chave no processo de compostagem
- A matéria orgânica e a energia para a compostagem são fornecidas pelos materiais ricos em carbono
- O azoto é necessário para o crecimento dos microrganismos, logo materiais azotados aceleram o processo de compostagem
- Genericamente, quanto mais baixa é a razão C/N mais rapidamente termina a compostagem.

# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem

- A razão C/N ideal para a compostagem é frequentemente considerada como 30 (entre 20:1 e 30:1).
- Apenas 1/3 do C ficara no composto final.
- 2/3 são libertados como dióxido de carbono que é utilizado pelos microrganismos para obter energia e o outro terço do carbono em conjunto com o azoto é utilizado para constituir as células microbianas
- C/N de diversos materiais compostáveis podem facilmente consultados mas o melhor será sempre efectuar as análises previamente

# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem

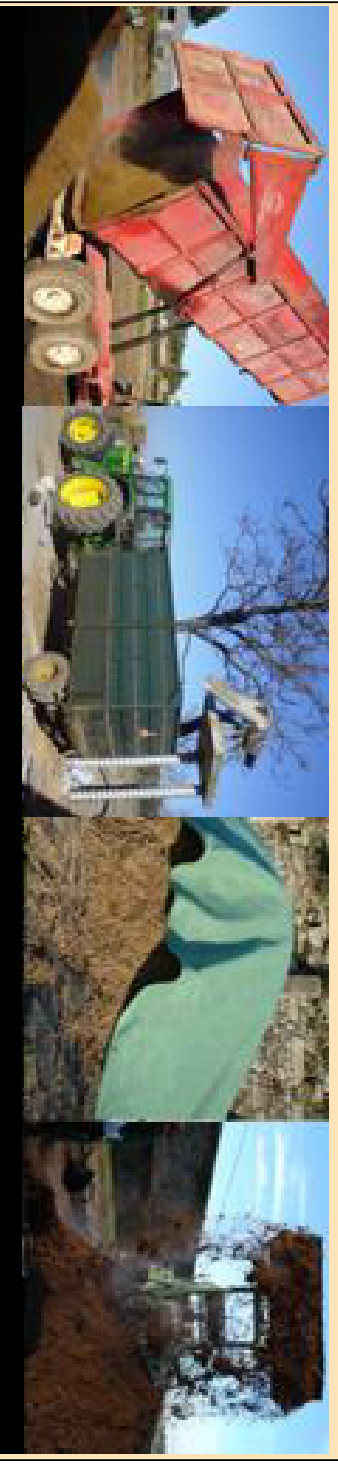
- Quando há excesso de N, podem ocorrer perdas de azoto (amoníaco causando odores desagradáveis) muito elevadas (por exemplo, de 50%): C:N de 25 a 35 recomendada.
- Quando há défice de N, o crescimento microbiano é limitado → o C não será degradado de forma tão eficiente → temperatura não aumenta = compostagem mais lenta.
- Recomenda-se 3 partes de materiais ricos em C para uma parte de materiais ricos em N

# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem

- Materiais de base:
  - Estrume/chorume: rico em nutrientes mas necessita adição de material estruturante
  - Sólido separado mecanicamente do chorume e do estrume existentes em explorações de bovinicultura leiteira.

# Compostagem



# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem

- Outros materiais:
  - Camas (palha, feno, serim...)
  - Resíduos vegetais, restos de silagem, material não comercializável
  - A terra: ajuda a manter a estabilidade da pilha, inóculo de microorganismos responsáveis pela compostagem. Demasiado solo torna a pilha pesada para revolver e pode criar condições de anaerobiose em clima chuvoso.

# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem



# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem



# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem



# Compostagem

## 5. Materiais usados na compostagem

- Evitar a adição de vidro, plástico, metais, pedras etc...: prejudica o processo de compostagem.
- O papel pode ser utilizado mas não deve exceder 10% da pilha.
- Usar materiais com partículas pequenas para facilitar o processo de decomposição (superfície específica maior): entre 1,3 cm e 7,6 cm.
- Mas partículas muito pequenas exigem a utilização de sistemas de ar forçado: quando se utiliza fração sólida de chorume, deverá ter-se o cuidado de não usar uma fração muito fina!

# Compostagem

## 6. Misturas de materiais

- ❑ Como é difícil encontrar materiais com razão C:N ideal, é frequente utilizar uma mistura de forma a atingir o valor de C:N ideal.
- ❑ As quantidades de cada material usado são definidas de forma a obter um valor de C:N próximo de 30.

✓ A fracção sólida do chorume bovino: razão C:N baixa, teor de humidade elevado e fraca resistência estrutural, que torna difícil o seu arejamento

 necessário uma matriz sólida absorvente, que forneça carbono e uma estrutura adequada para a mistura: palha, serradura, cascas de pinheiro.

# Compostagem

## 6. Misturas de materiais

Calculo da razão C:N final

$$C/N \text{ final} = P1 [C1 (100-H1)] + P2 [C2 (100-H2)] + \dots / P1 [N1 (100-H1)] + P2 [N2 (100-H2)] + \dots$$

onde P: peso(kg), H a humidade (%), C a % de carbono e N a % de azoto nos materiais (p/p).

Materiais	Humidade (%)	Carbono (%)	Azoto (%)	Peso (kg)
FS de chorume	72	10	0.5	1
Palha de trigo	15	38.4	0.3	?

# Compostagem

## 6. Misturas de materiais

- ❑ A determinação das quantidades de cada material em função da relação C/N e da humidade desejada, pode ser um exercício complicado.
- ❑ Se com C/N=30, humidade > 60%: acertar humidade a 60% e deixar C/N>30;
- ❑ Se com C/N=30, humidade < 60%: adicionar água até 60%.

# Compostagem

## 7. Local de compostagem

- ✓ Grandes instalações centralizadas: 😊
  - ☺ Processamento de grandes volumes
  - ☺ Utilização de vários sub-produtos (época do ano, culturas...)
  - ☹ Transportes
- ✓ Pequenas unidades cooperativas 😊
  - ☺ Partilha de custos
  - ☹ transportes
- ✓ Explorações agrícolas ou agro-pecuárias 😊
  - ☹ Custos de implementação

# Compostagem

## 6. Local de compostagem

- ❑ A pilha de compostagem não deve ficar exposta directamente ao sol ou ao vento, para que não seque, nem à chuva, para não ficar sujeita à lixiviação de nutrientes.
- ❑ Um local levemente ensombrado e com cortinas contra o vento pode ser conveniente para não deixar secar demasiado a pilha.
- ❑ O local escolhido para a compostagem deve ser próximo daquele em que o composto irá ser utilizado. Poderá ser necessário ter água perto pois a chuva pode não ser suficiente para humedecer a pilha convenientemente.

# Compostagem

## 7. Pilhas de compostagem

- O arejamento e a libertação do calor da pilha depende do tamanho e da forma da pilha de compostagem.
- Tamanho recomendado: 1.5 altura \* 2.5 largura, comprimento sem limites!
- O tamanho vai depender:
  - dos materiais utilizados;
  - das condições climáticas
  - do sistema de compostagem escolhido
  - das tecnologias utilizadas

# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

- I. pilhas baixas e alongadas
  - ✓ com revolvimento
  - ✓ sem revolvimento (estática)
- II. Pilhas mais altas com arejamento forçado
- III. Reactores abertos ou fechados
- IV. Vermicompostagem

# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### I. pilhas baixas e alongadas

- ✓ com revolvimento
- ✓ sem revolvimento (estática)
- ☐ Superfície rígida,
- ☐ Drenada e com saídas de água,
- ☐ Protegidas por uma cobertura
- ☐ Dimensões e geometria de forma a garantir a exposição de todo o material às elevadas temperaturas que predominam no interior da pilha

# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### I. pilhas baixas e alongadas



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### I. pilhas baixas e alongadas



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

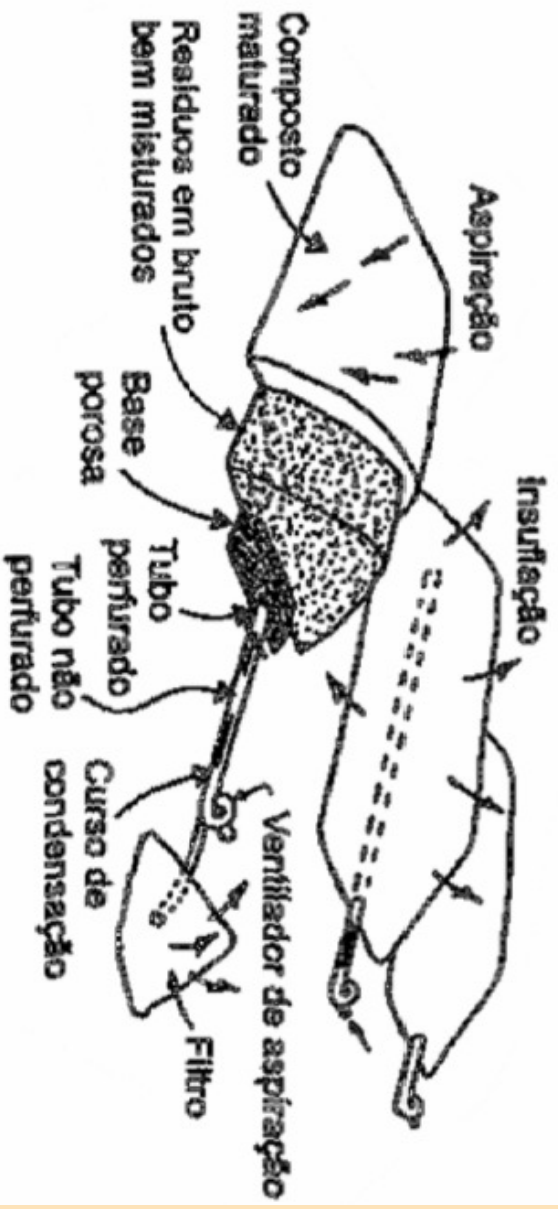
### II. Pilhas mais altas com arejamento forçado

- ❑ arejamento assegurado por um tubo perfurado colocado na base de cada pilha, protegido por uma camada de palha e ligado a um compressor que acciona um sistema de sucção ou insuflação de ar.
- ❑ pilha de secção triangular, coberta com uma camada de 15 a 20 cm de composto maturado, que, para além de permitir o isolamento térmico necessário, funciona como filtro de odores.

# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### II. Pilhas mais altas com arejamento forçado



# Compostagem

### II. Pilhas mais altas com arejamento forçado



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### II. Pilhas mais altas com arejamento forçado



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### II. Pilhas mais altas com arejamento forçado



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### III. Reactores abertos ou fechados

- ❑ Diversos tamanhos, formas, sistemas de alimentação e de insuflação de ar, e disposição dos resíduos no interior, na maior parte dos quais é possível controlar factores como a temperatura, as condições aeróbias e o teor de humidade.
- ❑ Reactores = catalizadores: processo de degradação mais rápido (pode variar entre 1 e 6 dias).
- ❑ Contudo o composto obtido nestas unidades é imaturo, necessitando ainda de sofrer maturação em pilhas.

# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### III. Reactores abertos ou fechados



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### III. Reactores abertos ou fechados



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

### III. Reactores abertos ou fechados



# Compostagem

## 8. Sistemas de compostagem

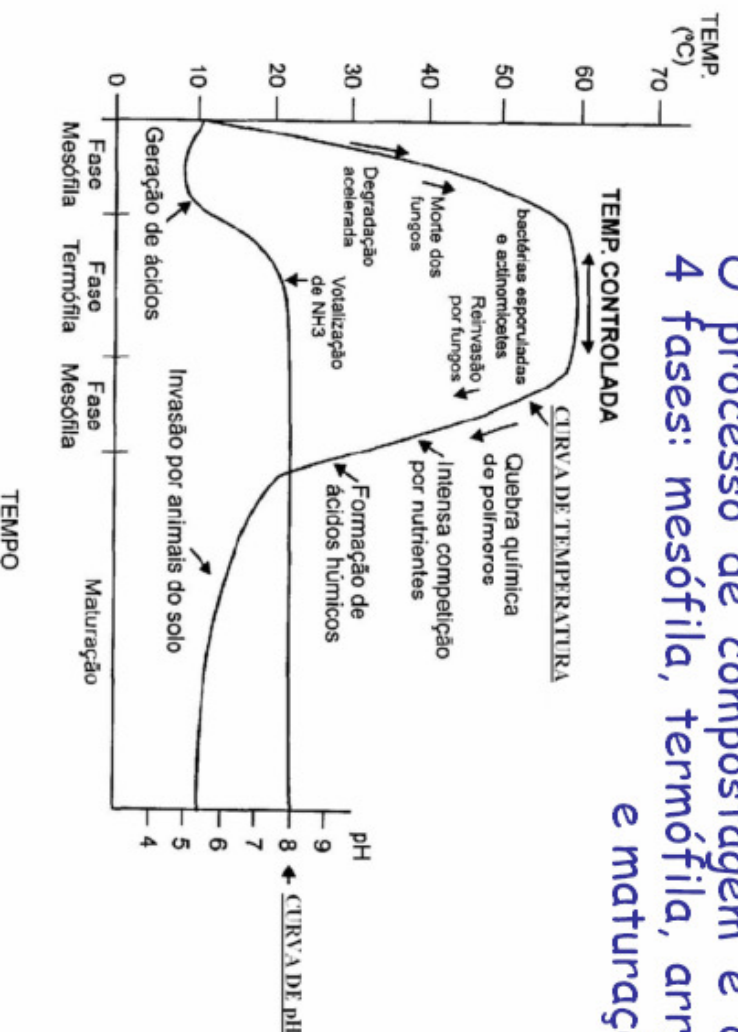
### IV. Vermicompostagem

- vermicultura ou vermicompostagem,
- primeira fase: compostado em pilhas estáticas, para facilitar a redução do número de organismos patogénicos.
- segunda fase: misturado com material de suporte e disposto em leitos, onde sofre cerca de 30 a 60 dias de contacto com minhocas.
- material final semelhante a turfa, rico em nutrientes, boa capacidade de retenção de humidade e cheiro inofensivo.

# Compostagem

## 9. Processo de compostagem

O processo de compostagem é dividido em 4 fases: mesófila, termófila, arrefecimento e maturação



# Compostagem

## 9. Processo de compostagem

Diminuição contínua da temperatura: matéria orgânica está praticamente estabilizada.

→ fase de maturação: reacções químicas que conduzem à humificação dos resíduos.

Após a maturação: armazenamento do composto sem que ocorra degradação anaeróbia com a consequente libertação de maus cheiros.

## Compostagem caseira



# Compostagem em meio laboratorial



**Comf** Quadro I – Valores máximos admissíveis para os teores totais de metais pesados e materiais inertes antropogénicos (incluem vidro, metais, plásticos, etc, cujas partículas apresentem uma granulometria superior a 2 mm) no composto (valores reportados à matéria seca) bem como os relativos à concentração em microrganismos patogénicos (valores reportados ao produto tal como é comercializado).

Composto:	Corrente (1)		Ecológico (2)	Biológico (3)
	Até 2009*	Após 2009		
Cádmio (mg/kg)	5	1,5	1	0,7
Chumbo (mg/kg)	400	150	100	25
Cobre (mg/kg)	500	200	100	45
Crómio (mg/kg)	400	150	100	70
Mercurio (mg/kg)	5	1,5	1	0,4
Níquel (mg/kg)	200	100	50	25
Zinco (mg/kg)	1500	500	300	200
Materiais inertes antropogénicos (%)	2	1	0,5	
Salmonella spp. Ausente em (g)	25	25	50	
Escherichia coli (NMP/g)	1000	1000	1000	

- (1) Proposta de regulamentação sobre qualidade do composto para utilização na agricultura, de M. S. Gonçalves e M. Baptista, do MADRP / INIA / LQARS, de Abri de 2001, (\*) Os compostos que cumpram os requisitos correspondentes ao período anterior a 2009, poderão ser utilizados depois de 2009 apenas em solos onde não se implantem culturas destinadas à alimentação humana ou animal.
- (2) Decisão da Comissão n.º 2001/688/CE de 28 de Agosto, que estabelece os critérios ecológicos para atribuição do rótulo ecológico comunitário aos correctivos de solos e aos suportes de cultura.
- (3) Regulamento (CEE) n.º 2092/91 do Conselho de 24 de Junho, que estabelece os princípios do modo de produção biológico de produtos agrícolas.