



*INTERREG III B SUDOUE
DEFOR SO₂ /1.3/F64*

Développement Forestier

La recherche au service du développement durable
et la compétitivité du secteur forestier Sud Ouest Européen

Coordenador do Projecto: Institut Européen de la Forêt Cultivée (IEFC), France
Dr. Christophe Orazio

Participante n° 3:

-Instituto Superior de Agronomia (ISA), Responsável Prof. Maria Helena Almeida

Caracterização de Compostos com vista à Formulação de Substratos

Cristina Cunha-Queda

Professora Auxiliar do ISA

Caracterização de Compostos com vista à Formulação de Substratos

- ⇒ Selecção de compostos, avaliação da qualidade em termos químicos, físicos e biológicos dos substratos compostados**
- ⇒ Estabelecimento de uma matriz de avaliação da qualidade dos substratos compostados**

Interesse da utilização de compostos na formulação de substratos

O material orgânico mais utilizado para a preparação de substratos para viveiros tem sido a TURFA

TURFA é um recurso limitado, não renovável e caro

A utilização de materiais alternativos à turfa, como os compostos é uma opção,

contudo deverão ter propriedades físicas, físico-químicas, químicas e biológicas adequadas a este uso.

Compostagem

Processo aeróbio controlado de biooxidação de substratos heterogéneos biodegradáveis, resultante da acção dos microrganismos ..., durante o qual ocorre uma fase termófila, ... e a biomassa sofre ... mineralização e humificação parciais. Sendo o principal produto final, o composto (Cunha-Queda, 1999)

Estável

Maturado

Higienizado

Homogéneo

Não fitotóxico

quando aplicado ao solo não tenha efeitos adversos para o ambiente

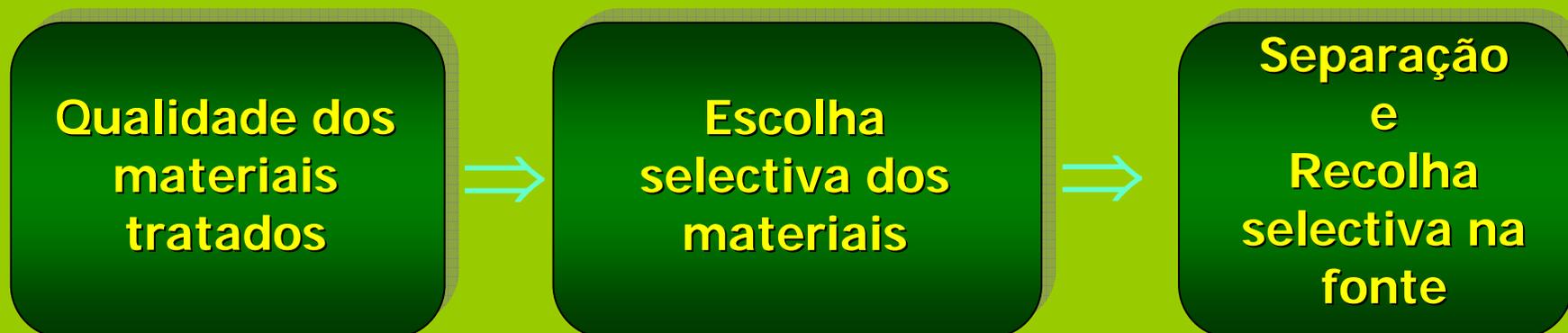
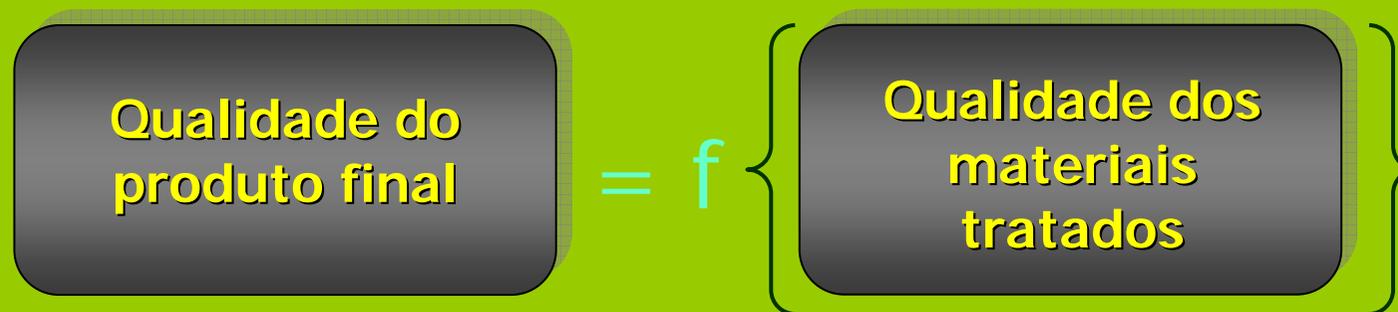
O processo de Compostagem deve permitir ainda:

- Eliminação de maus odores;
- Diminuição de volume e de massa:
- Eliminação de agentes que provocam doenças nas plantas, sementes de infestantes, insectos e seus ovos.

Efeitos mais importantes da matéria orgânica em solos de cultivo (Urbano Terrón, 1988)

Parâmetros Edáficos	Efeitos da Matéria Orgânica Humificada
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta a capacidade calorífica - Reduz as oscilações térmicas - Promove a agregação de partículas elementares - Aligeira os solos de textura argilosa e aumenta a coesão dos solos de textura arenosa - Aumenta a estabilidade estrutural - Aumenta a permeabilidade hídrica e gasosa - Facilita a drenagem e os trabalhos agrícolas - Reduz a erosão - Aumenta a capacidade de retenção hídrica - Reduz a evaporação - Melhora o balanço hídrico
Químicos	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta o poder tampão - Regula o pH - Aumenta a capacidade de troca catiónica - Mantém os cátions em formas susceptíveis de ocorrerem trocas catónicas - Forma quelatos - Mantém as reservas de N
Biológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Favorece a germinação das sementes - Favorece a respiração radicular - Favorece o estado sanitário dos órgãos subterrâneos - Regula a actividade microbiana - Fonte de energia para microrganismos heterotróficos - O CO₂ libertado favorece a solubilização mineral - Contraria o efeito de algumas toxinas - Modifica a actividade enzimática - Activa a rizosfera - Melhora a nutrição mineral das culturas

QUALIDADE DOS PRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS



CRITÉRIOS DE QUALIDADE DOS PRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DA COMPOSTAGEM

Avaliação da qualidade e sua potencial utilização



Utilização conjunta de vários parâmetros

[Metais pesados]

Materiais inertes

**Patogênicos,
Sementes infestantes**

Estabilidade

Maturação

COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

PROCESSO

Normas de qualidade para compostos

Alguns países da UE como a Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Holanda, Itália e Suécia, têm padrões de qualidade para compostos

mas não se verifica uniformidade quer a nível dos parâmetros indicados, quer a nível dos limites propostos

- 2001 foi apresentado um documento de trabalho "*Biological Treatment of Biowaste – 2nd Draft*" (DG Env.A.2., 2001), no qual são propostos os limites de concentrações de metais pesados e de microrganismos patogénicos.

São igualmente propostas as classes de qualidade para produtos obtidos através da compostagem

Em Portugal, e até esta altura, não existe qualquer tipo de regulamentação específica para compostos, contudo em:

- **2001** foi apresentada pelo LQARS/INIAP (Gonçalves, 2001) uma **proposta de regulamentação sobre qualidade de composto para utilização na agricultura**, na qual foram apresentados os limites de metais pesados para compostos e a classificação dos mesmos em função desses teores
- **2004** foi elaborada uma **“Proposta de norma técnica sobre qualidade e utilizações do composto”** (revista em 2005), baseada na proposta 2001 e no *2nd Draft*, são estabelecidas especificações para o composto, definidas classes de qualidade, fixados critérios para a sua utilização e restrições para evitar efeitos indesejáveis para o solo, água, plantas, animais e seres humanos; são indicados os resíduos que podem ser utilizados para a produção de composto

Conteúdo em metais pesados (crómio, níquel, cobre, zinco, cádmio, mercúrio e chumbo)

2nd Draft Working Document Biological Treatment of Biowaste (DG Env.A.2, 2001)

Compostos são classificados em duas classes (1 e 2) de acordo com o teor de metais pesados (normalizado a 30% de matéria orgânica),

é ainda considerada uma terceira classe designada por resíduos biodegradáveis estabilizados provenientes da recolha indiferenciada.

Proposta de Norma Técnica (2005)

Compostos são classificados em três classes (I, II e III) de acordo com o teor de metais pesados (normalizado a 40% de matéria orgânica no caso dos RSU e 50% no caso das lamas de ETAR)

**Valores máximos admissíveis para os teores “totais”
(fracção solúvel em água régia) de metais pesados
(reportados à matéria seca – ms)**

Parâmetro	2 nd Draft (DG Env.A.2, 2001)			Proposta de Norma Técnica (2005)		
	Classe 1	Classe 2	Resíduo biodegradável estabilizado	Classe I	Classe II	Classe III
Cd (mg/kg ms)	0,7	1,5	5	0,7	1,5	5
Cr (mg/kg ms)	100	150	600	100	150	600
Cu (mg/kg ms)	100	150	600	100	200	600
Hg (mg/kg ms)	0,5	1	5	0,7	1,5	5
Ni (mg/kg ms)	50	75	150	50	100	200
Pb (mg/kg ms)	100	150	500	100	150	500
Zn (mg/kg ms)	200	400	1500	200	500	1500

Avaliação do grau de higienização dos compostos

Segundo o 2nd Draft (DG Env.A.2, 2001):

Ausência de *Salmonella* spp. em 50 g de composto

Ausência de *Clostridium perfringens* em 1 g de composto

Segundo a Proposta de Norma Técnica (2005):

Ausência de *Salmonella* spp. em 25 g de composto

Escherichia coli < a 1000 NMP/g

Pesquisa de Germinação de Infestantes e de Partes de Plantas com Capacidade Germinativa em compostos

Segundo o 2nd Draft (DG Env.A.2, 2001) um composto deve conter menos de 3 sementes de infestantes por litro de amostra.

Impurezas e Pedras

Parâmetro	2 nd Draft (DG Env.A.2, 2001)			Proposta de Norma Técnica (2005)		
	Classe 1	Classe 2	Resíduo biodegradável estabilizado	Classe I	Classe II	Classe III
Impurezas ou materiais inertes antropogénicos*, > 2 mm (%)	<0,5	<0,5	<3	0,5	1,0	3,0
Pedras*, > 5 mm (%)	<5	<5	-	5	5	-

* Incluem vidro, metais e plásticos

Granulometria

Na proposta de Norma Técnica (2005) é referido que 99% do material deverá passar por um crivo (de malha quadrada) de 25 mm quando o composto se destina à utilização na agricultura.

Indicadores de Estabilidade dos Compostos

A estabilidade está relacionada com a actividade microbiológica e com o grau de transformação dos componentes das biomassas facilmente degradáveis

a) Métodos respirométricos

Teste AT4 – actividade respiratória ao fim de 4 dias, segundo o 2nd Draft (DG Env.A.2, 2001), o valor de AT4 deve ser inferior a 10 mg O₂ g⁻¹ de matéria seca da amostra para que seja considerado um resíduo não biodegradável e esteja estabilizado de acordo com a definição apresentada no Artigo 2 (m) da Directiva 1999/31/EC.

b) Teste do auto-aquecimento

No documento Laga - Merkblatt M10 (1995) são definidas as seguintes classes de estabilidade para compostos:

Designação	Temperatura máxima	Classe de estabilidade
Material inicial	> 60 °C	I
Composto fresco	50 °C – 60 °C	II
Composto fresco	40 °C – 50 °C	III
Composto maturado	30 °C – 40 °C	IV
Composto maturado	< 30 °C	V

Na proposta de Norma Técnica (2005) são consideradas 3 categorias:

Composto maturado: graus IV e V (temperatura < a 40 °C)

Composto semimaturado: grau III (temperatura < a 50 °C)

Composto fresco: graus I e II (temperatura > a 50 °C)

Indicadores de Maturação dos compostos

Ensaio de biológicos para avaliação da presença de substâncias com características de fitotoxicidade através de ensaios:

1 - de Germinação com agrião (*Lepidium sativum* L.)

Para um composto ser considerado maturado o índice de germinação deve ser >60% (Pera *et al.*, 1991)

2 – de Crescimento

Segundo CCME (1996) o índice de crescimento deve ser superior a 50% para ensaios com *Lepidium sativum* L. na presença da amostra de composto

Outros Parâmetros para avaliação da qualidade dos compostos

Indicadores químicos são em geral baseados nas **alterações** verificadas ao nível do **Carbono e do Azoto** presentes na Matéria Orgânica (MO) durante o processo de compostagem.

Na proposta de Norma Técnica (2005) é referido que:

o teor de **Matéria Orgânica**, reportado ao peso seco, deve ser superior a 30% quando o composto se destina à utilização na agricultura.

Outros Parâmetros para avaliação da qualidade dos compostos

Azoto Total

O Azoto total abrange as formas orgânicas (proteínas, aminoácidos, etc.) e as formas inorgânicas (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ e NH_3).

Tal como a MO, o azoto total não pode constituir um parâmetro de estabilidade e de maturação, mas é um bom indicador do valor fertilizante do composto, contudo não dá indicação acerca da real disponibilidade do azoto para as culturas.

Outros Parâmetros para avaliação da qualidade dos compostos

pH

Na proposta de Norma Técnica (2005) é referido que o pH do composto deverá situar-se entre 5,5 e 8,5.

Valores elevados de **CE** podem significar concentrações elevadas de sais que podem originar efeitos fitotóxicos.

Teor de Humidade

Na proposta de Norma Técnica (2005) é referido que o teor de humidade deve ser inferior a 40% quando o composto se destina à utilização na agricultura.

Características de substratos orgânicos

(Abad, 1995; Abad et al., 1993, 2001; Ansorena, 1994; Bunt, 1998)

Parâmetro	Valores Óptimos
Espaço poroso total	> 85% em volume
Água facilmente utilizável	20 – 30% em volume
Água de reserva	4 – 10% em volume
Água total	24 – 40% em volume
Capacidade de arejamento	20 – 30% em volume
Tamanho das partículas	Textura média a grosseira 0,25 – 2,5 mm
Densidade aparente (em estufa)	em estufa: 0,15 g/cm ² ; ao ar livre: 0,5 – 0,75 g/cm ²
Contração em volume	< 30%
CE (dS/m) no extracto de saturação CE (dS/m) no extracto aquoso 1:6 (v/v)	0,75 – 1,99 < 0,5
pH no extracto de saturação pH no extracto aquoso 1:6 (v/v)	5,2 – 6,3 5,3 – 6,5
Relação C/N	20 – 40

Níveis óptimos dos nutrientes assimiláveis num substrato orgânico para cultivo de plantas ornamentais (Abad et al., 1993)

Parâmetro	Nível Ótimo (ppm no ext. de saturação)
N-NO ₃ ⁻	100-199
N-NH ₄ ⁺	0-20
P	6-10
K ⁺	150-249
Ca ²⁺	> 200
Mg ²⁺	> 70
Fe	0,3-30
Mn	0,02-3
Mo	0,01-0,1
Zn	0,3-3
Cu	0,001-0,5
B	0,05-0,5

**Níveis de referência num substrato orgânico para
N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P, K⁺ e Mg²⁺
num extracto aquoso 1:6 (v/v) (Johnson, 1980)**

Nível	Concentração do nutriente (mg/L de substrato)				
	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P	K ⁺	Mg ²⁺
0	< 20	< 15	< 4	< 25	< 5
1	21 – 50	16 – 25	5 – 7	26 – 50	6 – 10
2	51 – 100	26 – 50	8 – 11	51 – 100	11 – 15
3	101 – 150	51 – 80	12 – 18	101 – 175	16 – 25
4	151 – 200	81 – 130	19 – 28	176 – 250	26 – 35
5	> 200	131 – 200	29 – 40	251 – 400	36 – 50
6		201 – 300	41 – 55	401 – 650	51 – 85
7		> 300	56 – 75	651 – 1000	86 – 150
8			76 – 100	1001 – 1500	151 – 200
9			> 100	> 1500	> 200

Cultura	Nível de Referência			
	N	P	K ⁺	Mg ²⁺
Plantas em viveiro	1	4	2	2
Plantas ornamentais em vaso	3 - 4	5	3	4
Tomate em turfa	4 - 5	7 - 8	5	4

**Segundo Abad
et al. (2005)**

**para cada caso
o melhor
substrato de
cultura varia:**

**Tipo de material
vegetal (semente,
estaca, planta, etc.)**

Espécie cultivada

**Condições
climáticas**

**Tamanho e forma
do contentor**

Rega e fertilização

**Aspectos
económicos**

**Experiência de uso,
etc.**

Para obter bons resultados durante a germinação, enraizamento e crescimento das plantas devem ser tomadas em consideração as seguintes características do substrato (Abad et al., 2005)

Propriedades Físicas:

- Elevada capacidade de retenção de água facilmente disponível*
- Suficiente arejamento*
- Distribuição adequada do tamanho das partículas
- Baixa densidade aparente
- Elevada porosidade total
- Estrutura estável

Propriedades Físico-Químicas e Químicas:

- Capacidade de troca catiónica adequada ao tipo de fertirrigação
- Suficiente nível de nutrientes assimiláveis
- Salinidade reduzida*
- pH ligeiramente ácido e capacidade tampão moderada*
- Velocidade de decomposição baixa

Para obter bons resultados durante a germinação, enraizamento e crescimento das plantas (Abad et al., 2005)

Outras Propriedades:

- Ausência de sementes de infestantes, nemátodos e outros patogênicos e de substâncias fitotóxicas*
- Reprodutibilidade e disponibilidade
- Baixo custo
- Facilidade de preparação e de manuseamento
- Facilidade de desinfecção e estabilidade à desinfecção
- Resistência a alterações físicas, químicas e ambientais extremas

Compostos e Materiais Orgânicos estudados

- Substrato Compostado usado no Viveiro do ISA – SC
- Vermicomposto – VC
- Composto de Lamas de ETAR – CL
- Composto de fracção orgânica de RSU recolhida selectivamente – CFO
- Composto de Resíduos Verdes de Parques e Jardins I – CRVI
- Composto de Resíduos Verdes de Parques e Jardins II – CRVII
- Pó de Cortiça – PC
- Turfa - T

Conclusões

- **Compostos com maior limitação foram VC e CFO devido à CE, IG e IC**
- **Compostos potencialmente utilizáveis para produção de substratos: CL, CRVI e CRVII**
- **É necessário proceder a misturas com outros materiais para a formulação de substratos e verificar as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas**

Referências Bibliográficas

- Abad, M. 1995. Sustratos para el cultivo sin suelo. In: El cultivo del tomate. Coord. F. Nuez, Mundi-Prensa, Madrid, pp 131-166.
- Abad, M., Martínez, P.F., Martínez, M.D., Martínez, J. 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura*, 11: 141-154.
- Abad, M., Noguera, P., Bures, S., 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology* 77: 197-200.
- Abad, M., Noguera, P., Carrión, C. 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: *Fertirrigación, Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. Coord. C. Cadahía, Mundi-Prensa, Madrid, pp 299-354.
- Ansorena, J., 1994. *Sustratos: propiedades e caracterización*. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, España, p. 172.
- Bunt, A.C., 1988. *Media and mixes for container-grown plants*. Unwin Hyman Ltd. London. U.K., p. 309.
- CCME (Canadian Council of the Ministers of the Environment) 1996. *Guidelines for compost quality*. Minister of Public Works and Government Services Canada, cat. n.º EN 108-3/1-106E, 11pp.
- Cunha-Queda, A.C. 1999. Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis (Nitrogen dynamics during putrescible biomass composting). Ph.D. Thesis, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisbon, Portugal, p. 257.
- DG Env.A.2 – Directorate-General Environment 2001. Biological treatment of biowaste, 2nd Draft. *Working document*. (<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/biodegradable@en.pdf>)
- Gonçalves, M.S. 2001. Qualidade do composto para utilização na agricultura (proposta de regulamentação). Conferência Europeia sobre Compostagem - Estado da Arte e Histórias de Sucesso em Portugal e na Europa, Lisbon, Portugal, 29-31 March.
- Johnson, E.W. 1980. Comparison of methods of analysis for loamless composts. *Acta Horticulturae*, 99: 197-204.
- Laga-Merkblatt M 10 1995. Qualitätskriterien und Anwendungsempfehlungen für Kompost. *Müll-Handbuch Lfg. 5/95*, Kennziffer 6856, Verlag, Berlin.
- Pera, A., Vallini, G., Frassinetti, S., Cecchi, F. 1991. Co-composting for managing effluent from thermophilic anaerobic digestion of municipal solid waste, *Environmental Technology* 12, pp 1137-1145.
- Urbano Terrón, P. 1988. *Tratado de Fitotecnia general*. Ed. Mundi-Prensa, 345-388 pp.