

SÉRIE PRODUTOR RURAL
EDIÇÃO ESPECIAL

Série Produtor Rural



COMPOSTAGEM E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROINDUSTRIAIS: TEÓRICO E PRÁTICO

Miguel Cooper
André Ricardo Zanon
Marina Yasbek Reia
Ramom Weinz Morato

630
S485
2010 ed.esp. e.2
98982

Universidade de São Paulo/USP
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ESALQ
Divisão de Biblioteca/DIBD





ISSN – 1414-4530

Universidade de São Paulo – **USP**

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – **ESALQ**

Divisão de Biblioteca – **DIBD**

Miguel Cooper
André Ricardo Zanon
Marina Yasbek Reia
Ramom Weinz Morato

COMPOSTAGEM E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROINDUSTRIAIS: TEÓRICO E PRÁTICO

Edição Especial

Piracicaba
2010

USP/ESALQ
Divisão de Biblioteca



Comemoração
aos 110 anos
da ESALQ

2011

Série Produtor Rural

Edição Especial

Divisão de Biblioteca – DIBD

Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal, 9
13418-900 Piracicaba – SP
e-mail: biblio@esalq.usp.br
www.esalq.usp.br/biblioteca

Revisão e Edição:

Eliana Maria Garcia

Editoração Eletrônica:

Serviço de Produções Gráficas – USP/ESALQ

Tiragem:

300 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) **Divisão de Biblioteca – ESALQ/USP**

Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático / Miguel Cooper ...[et al.]. - - Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca, 2010.
35 p. : il. (Série Produtor Rural, Edição Especial)

Bibliografia.

ISSN 1414-4530

1. Indústria agrícola 2. Resíduos agrícolas - Reaproveitamento 3. Resíduos industriais - Reaproveitamento I. Cooper, M. II. Zanon, A.R. III. Reia, M.Y. IV. Morato, R.W.M. V. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Divisão de Biblioteca VI. Título. VII Série

CDD 628.746
R288

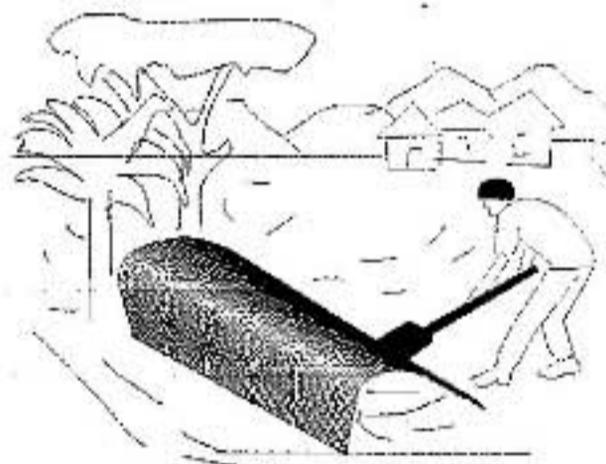
Miguel Cooper ¹
André Ricardo Zanon ²
Marina Yasbek Reia ³
Ramom Weinz Morato ⁴

¹ Prof. Doutor - Departamento de Ciência do Solo - ESALQ/USP - mcooper@esalq.usp.br

^{2,4} Graduandos em Engenharia Agrônômica - ESALQ/USP

³ Graduanda em Gestão Ambiental - ESALQ/USP

COMPOSTAGEM E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROINDUSTRIAIS: TEÓRICO E PRÁTICO



Piracicaba

2010

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1 A COMPOSTAGEM	7
2 RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS PELA ATIVIDADE AGROINDUSTRIAL	9
3 RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS NO CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"	13
4 REALIZANDO A COMPOSTAGEM	14
4.1 O local	14
4.2 Equipamentos necessários para procedimentos operacionais	14
4.3 Materiais orgânicos	15
4.4 Enriquecimento do composto	17
5 INTRODUÇÃO À MONTAGEM DAS PILHAS E FATORES QUE INTERFEREM NA COMPOSTAGEM	19
5.1 Montagem da pilha de composto	20
5.2 Cálculos para determinar a proporção de materiais orgânicos da pilha	20
6 FASES DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM	24
6.1 Manejo da pilha	25
6.1.1 Quando revirar?	25
6.1.2 Como revirar?	25
6.1.3 Umidade	25
6.1.4 Temperatura	26
6.2 Características do composto pronto	26
6.3 Utilização do composto	27
6.3.1 Época de aplicação	27
6.3.2 Quantidade a ser aplicada	27
6.4 Comercialização do composto	27

7 PROJETO CEPARA: COMPOSTAGEM DE CARÇAÇAS E CAMA DE FRANGO	27
7.1 Casa de compostagem para aves mortas	30
7.2 Montagem da pilha de compostagem	31
8 PROJETO CEPARA: VERMICOMPOSTAGEM	31
8.1 Inoculação das minhocas	34
REFERÊNCIAS	35

APRESENTAÇÃO

O Centro de Pesquisa para Reaproveitamento de Resíduos Agroindustriais – CEPARA é um grupo de extensão formado em 1995 e abrigado pelo Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP. Seus principais objetivos são promover pesquisas de caráter prático que permitam a reciclagem agrícola de resíduos orgânicos gerados por atividades agroindustriais, envolvendo tanto o estudo de novos materiais e mistura entre eles quanto de otimização de práticas de decomposição microbiana e, mais recentemente, a aplicação de composto como condicionador e recuperador de solos degradados, incentivando uma produção agropecuária mais sustentável e a correta destinação de seus resíduos orgânicos.

O grupo é composto por alunos de graduação com a contribuição de alunos da pós-graduação. Além de realização de suas funções, o grupo pratica a extensão do conhecimento produzido constantemente por meio de oficinas abertas à comunidade, palestras em parcerias com organizações municipais e projetos conjuntos com demais grupos de estágio, pesquisa e extensão, com o intuito de tornar viável o reuso dos resíduos orgânicos agropecuários. Em 2008 tornou-se parceiro do USP Recicla a fim de promover o manejo integrado dos resíduos da ESALQ.

Este guia “teórico e prático” almeja fornecer subsídios à realização de algumas práticas que permitam a reciclagem agrícola de resíduos orgânicos comumente produzidos no País e em Piracicaba. Todas as metodologias e recomendações foram compiladas e são atualmente empregadas nos projetos do CEPARA em andamento, de forma que são consideradas altamente viáveis e recomendáveis por este Grupo aos produtores rurais, à academia e à população do entorno no geral.

1 A COMPOSTAGEM

A compostagem é um processo natural de transformação dos materiais orgânicos (aqueles que possuem predominantemente carbono em sua estrutura), de origem vegetal e animal. O conjunto de técnicas empregadas nesse processo visa a otimização das ações dos agentes biológicos transformadores e decompositores da matéria orgânica, como fungos, bactérias, actinomicetes e insetos. As técnicas aplicadas controlam as condições em que estes organismos atuarão, transformando em menor tempo possível o material grosseiro dos resíduos agroindústrias e domésticos em material estável, rico em húmus, nutrientes minerais e microorganismos desejáveis; com atributos físicos, químicos e biológicos de alta qualidade, principalmente sob o aspecto agrônomo.

A técnica pode ser considerada verdadeiramente sustentável, pois o agricultor utiliza insumos presentes em sua propriedade, onde os materiais antes considerados poluentes e conseqüentemente problemáticos ao meio ambiente e a saúde humana, quando compostados geram um produto orgânico rico em material biológico, nutrientes benéficos ao rendimento das culturas agrônomicas e um excelente condicionador e recuperador do solo. Ou seja, o composto orgânico permite a transformação do material descartável considerado lixo em um

produto de efeitos positivos e benéficos ao meio ambiente, bem como um gerador de recursos financeiros, pois além de beneficiar as características agrônômicas citadas acima, pode ser comercializado como adubo orgânico, condicionador de solo e diminuir a dependência do agricultor a insumos externos, como fertilizantes e inseticidas.

Cientificamente podemos entender a compostagem como a degradação biológica da matéria orgânica em ambiente controlado pela ação humana. Os produtos do processo de decomposição são: gás carbônico, calor, água e a matéria orgânica "compostada".

O composto orgânico possui os elementos nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre, classificados como macronutrientes por serem assimilados em maiores quantidades pelas plantas, e ferro, zinco, cobre, manganês, boro e outros que são absorvidos em quantidades menores e, por isto, denominados de micronutrientes. Todos são considerados elementos essenciais e podem ser encontrados em maior ou menor grau, dependendo dos materiais que foram utilizados como matéria-prima durante a compostagem.

Os fertilizantes minerais (ou adubos químicos) oferecem algumas facilidades em sua utilização, pois são fáceis de transportar, armazenar e também de fácil aplicação e obtenção. Entretanto, nutrir uma planta, do ponto de vista agrônômico, não significa simplesmente estimar suas exigências minerais e fornecer insumos concentrados. Já se sabe cientificamente que doses excessivas de fertilizantes minerais podem provocar (e geralmente o fazem) toxidades às plantas. E além de salinizar e acidificar os solos, os fertilizantes minerais são mais facilmente lixiviados e suscetíveis a perdas, podendo promover a imobilização de alguns nutrientes. Isto significa que o nutriente deve estar no lugar certo, em quantidade adequada e no momento mais propício do vegetal para ser por ele plenamente aproveitado.

Ao contrário do que ocorre nos adubos químicos, os nutrientes presentes no composto orgânico são liberados de forma gradativa de acordo com a necessidade e exigência das plantas, realizando assim a "adubação de disponibilidade controlada". Dessa maneira as plantas aproveitam ao máximo os nutrientes provenientes da adubação.

Outra importante contribuição do composto orgânico é o seu papel como condicionador físico-químico, promovendo melhorias na estrutura e, conseqüentemente, na saúde do solo. A formação de grânulos pela adição da matéria-orgânica compostada e as propriedades coloidais do húmus atuam na formação de macro e microporos que facilitam a aeração, a retenção e a drenagem da água, conferindo estabilidade estrutural ao solo. O composto orgânico também é um importante inoculador de organismos ao solo. Essa vida adicionada induz os ciclos naturais do solo e o equilíbrio entre eles, atrai organismos desjáveis como as minhocas e microorganismos, aumentando a biodiversidade e o equilíbrio ecológico do solo.

A associação da argila com o húmus, denominada complexo argilo-húmico, é responsável pela predominância de cargas negativas em relação às positivas, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC) do meio, ou seja, os nutrientes catiônicos, Ca, Mg e K, anteriormente transportados juntamente com a água das chuvas, passam a permanecer disponíveis para as raízes, em quantidades maiores e por mais tempo. Esse complexo argilo-húmus tem poder complexante sobre os metais do solo, favorece a disponibilidade do fósforo e possui ação estabilizante sobre variações ambientais no solo (modificações no pH, temperatura,

teor de umidade, teor de gás carbônico, teor de oxigênio, etc.) tornando menos recorrente as necessidades de calagem.

Por essa e outras razões, o grupo CEPARA se utiliza da compostagem no aproveitamento de resíduos visando a agricultura sustentável e ecológica. Quando trabalhamos com compostagem, estamos utilizando um recurso da própria natureza, portanto assumimos o papel de aceleradores dos processos naturais, fornecendo condições físicas e químicas ideais aos microorganismos responsáveis pela transformação das matérias primas orgânicas. Nesse contexto percebemos o homem como agente transformador, fundamental na mudança dos paradigmas vigentes, unindo o bem estar social, econômico e ambiental no sentido prático e real da sustentabilidade.

2 RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS PELA ATIVIDADE AGROINDUSTRIAL

A legislação brasileira, por meio da Resolução Nº 313/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA considera necessária a elaboração de Programas estaduais e de um Plano nacional para o gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais e, para isso, impõe às indústrias (incluindo todo o ramo agrícola) que elaborem seu inventário de Resíduos Sólidos. Para fins desta Resolução entende-se que o resíduo sólido industrial "é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição

Parece ser consenso comum que as atividades agropecuárias estritas (cultivo de animais, de alimentos, de árvores) são as maiores geradoras de resíduos orgânicos estritamente sólidos. Entretanto, é sabido que as indústrias poluem, e consideravelmente, lançando efluentes gasosos e líquidos contendo metais pesados, haletos orgânicos, hormônios etc. em rios e ribeirões que às vezes abastecem o próprio município onde se inserem. Uma parcela desses resíduos industriais é passível de reciclagem, e a reciclagem agrícola da parcela orgânica é provavelmente, nos dias de hoje, a alternativa mais atrativa para os geradores industriais, na medida em que beneficia a própria indústria por ser economicamente viável na grande maioria dos casos.

Na Tabela 1 estão listados todos os possíveis resíduos sólidos industriais, conforme esta Resolução.

Tabela 1 - Resíduos sólidos industriais

(continua)

CÓDIGO DO RESÍDUO	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO
	CLASSE II OU CLASSE III
A001	Resíduos de restaurante (restos de alimentos)
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (escritório, embalagens, etc.)
A003	Resíduos de varrição de fábrica
A004	Sucata de metais ferrosos
A104	Embalagens metálicas (latas vazias)
A204	Tambores metálicos
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão, etc.)
A105	Embalagens de metais não ferrosos (latas vazias)
A006	Resíduos de papel e papelão
A007	Resíduos de plásticos polimerizados de processo
A107	Bombonas de plástico não contaminadas
A207	Filmes e pequenas embalagens de plástico
A008	Resíduos de borracha
A108	Resíduos de acetato de etil vinila (EVA)
A208	Resíduos de poliuretano (PU)
A308	Espumas
A009	Resíduos de madeira contendo substâncias não tóxicas
A010	Resíduos de materiais têxteis
A011	Resíduos de minerais não metálicos
A111	Cinzas de caldeira
A012	Escória de fundição de alumínio
A013	Escória de produção de ferro e aço
A014	Escória de fundição de latão
A015	Escória de fundição de zinco
A016	Areia de fundição
A017	Resíduos de refratários e materiais cerâmicos

Tabela 1 - Resíduos sólidos industriais

(continuação)

CÓDIGO DO	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO
RESÍDUO	CLASSE II OU CLASSE III
A117	Resíduos de vidros
A018	Resíduos sólidos compostos de metais não tóxicos
A019	Resíduos sólidos de estações de tratamento de efluentes contendo material biológico não tóxico
A021	Resíduos sólidos de estações de tratamento de efluentes contendo substâncias não tóxicas
A022	Resíduos pastosos de estações de tratamento de efluentes contendo substâncias não tóxicas
A023	Resíduos pastosos contendo calcário
A024	Bagaço de cana
A025	Fibra de vidro
A099	Outros resíduos não perigosos
A199	Aparas salgadas
A299	Aparas de peles caleadas
A399	Aparas, retalhos de couro atanado
A499	Carnaça
A599	Resíduos orgânico de processo (sebo, soro, ossos, sangue, outros da indústria alimentícia, etc)
A699	Casca de arroz
A799	Serragem, farelo e pó de couro atanado
A899	Lodo do caleiro
A999	Resíduos de frutas (bagaço, mosto, casca, etc.)
A026	Escória de jateamento contendo substâncias não tóxicas
A027	Catalisadores usados contendo substâncias não tóxicas
A028	Resíduos de sistema de controle de emissão gasosa contendo substância não tóxicas (precipitadores, filtros de manga, entre outros)
A029	Produtos fora da especificação ou fora do prazo de validade contendo substâncias não perigosas
D001	Resíduos perigosos por apresentarem inflamabilidade
D002	Resíduos perigosos por apresentarem corrosividade
D003	Resíduos perigosos por apresentarem reatividade
D004	Resíduos perigosos por apresentarem patogenicidade
D005 a D029	Listagem 7 da Norma NBR 10004: resíduos perigosos caracterizados pelo teste de lixiviação
K193	Aparas de couro curtido ao cromo
K194	Serragem e pó de couro contendo cromo

Tabela 1 - Resíduos sólidos industriais

(conclusão)

CÓDIGO DO RESÍDUO	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO CLASSE II OU CLASSE III
K195	Lodo de estações de tratamento de efluentes de curtimento ao cromo
F102	Resíduo de catalisadores não especificados na Norma NBR 10.004
F103	Resíduo oriundo de laboratórios industriais (produtos químicos) não especificados na Norma NBR 10.004
F104	Embalagens vazias contaminadas não especificados na Norma NBR 10.004
F105	Solventes contaminados (especificar o solvente e o principal contaminante)
D099	Outros resíduos perigosos - especificar
F001 a F030 ¹	Listagem 1 da Norma NBR 10004- resíduos reconhecidamente perigosos - Classe 1, de fontes não-específicas
F100	Bifenilas Policloradas - PCB's. Embalagens contaminadas com PCBs inclusive transformadores e capacitores
P001 a P123	Listagem 5 da Norma NBR 10004 - resíduos perigosos por conterem substâncias agudamente tóxicas (restos de embalagens contaminadas com substâncias da listagem 5; resíduos de derramamento ou solos contaminados, e produtos fora de especificação ou produtos de comercialização proibida de qualquer substância constante na listagem 5 da Norma NBR 10.004
K001 a K209	Listagem 2 da Norma NBR 10004- resíduos reconhecidamente perigosos de fontes específicas
K053	Restos e borras de tintas e pigmentos
K078	Resíduo de limpeza com solvente na fabricação de tintas
K081	Lodo de ETE da produção de tintas
K203	Resíduos de laboratórios de pesquisa de doenças
K207	Borra do re-refino de óleos usados (borra ácida)
U001 a U246	Listagem 6 da Norma NBR 10004- resíduos perigosos por conterem substâncias tóxicas (resíduos de derramamento ou solos contaminados; produtos fora de especificação ou produtos de comercialização proibida de qualquer substância constante na listagem 6 da Norma NBR 10.004

Fonte: Resolução Nº 313/2002 CONAMA. (<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31302.html>)

Observações:

- Esses códigos só devem ser utilizados se o resíduo não for previamente classificado como perigoso. Ex. resíduo de varrição de unidade de embalagem de Parathion deve ser codificado como D099 ou P089 e não como A003.
- Embalagens vazias contaminadas com substâncias das Listagens nos 5 e 6, da NBR 10004, são classificadas como resíduos perigosos.

3 RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS NO CAMPUS "LUIZ DE QUEIROZ"

Conforme diagnóstico realizado pelo Plano Diretor Socioambiental Participativo do Campus, 2006, os resíduos agroindustriais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resíduos agroindustriais orgânicos do Campus ESALQ

RESÍDUO	GERADOR	QUANTIDADE t/ano	DESTINO/TRATAMENTO
Restos de culturas (soja, milho, arroz e batata-doce)	Fazenda Areão, Anhembí, Caterpillar, Depto de Genética, Sertãozinho	256,3	Compostagem (4 t/ano) incorporação ao solo (252,3 t/ano)
Camas de Frangos e Carcaças	Depto de Genética	135,6	Fossa séptica (carcaças) troca por palha de arroz e doação para usuários internos (camas de frangos)
Resíduos de Parques e Jardins	CENA	36	Dispositivos nas áreas de pasto
	ESALQ, PCLQ, CIAGRI	1.800	Compostagem depósito em área do Campus
Dejetos secos de bovinos	ESALQ (LZT)	880	Incorporação nas áreas de pasto comercialização escoamento para corpo hídrico
Dejetos secos de suínos		1	
Dejetos secos de caprinos	CENA	Não Informado	Fezes radiomarcadas são destinadas ao serviço de proteção radiológica para serem armazenadas até decaimento dos radionuclídeos demias. Demais dejetos são incorporados ao solo
Resíduos orgânicos domiciliares	Restaurante Univer-sitário, Creche, Copas e Cozinhas dos Departamentos		Doação para criação de suínos (84 t/ano) compostagem piloto e descarte no lixo comum
TOTAL APROXIMADO NO CAMPUS		3.213,9	

FONTE
 Dados fornecidos pelo Prof. Antonio Augusto D. Coelho e Cláudio Roberto Segatelli - LGN; Engº Agrônomo Erreinaldo Donizeti Bortolazzi e Engº Agrônomo Hoirst Brenner Neto (Responsável pelas Áreas Experimentais do LPV); Graduando em Eng. Agrônoma Ramon W. Morato e Wilson Rodrigues Fernandes - CEPARA; Gilberto Messias Nascimento e Lécio Aparecido Castilho (CENA), 2006.

Dos resíduos apresentados na Tabela 2, atualmente o CEPARA utiliza constantemente esterco bovino, camas e carcaças de frango, resíduos de poda, folhas e capim colhidos pelo Serviço de Jardinagem da Coordenadoria do campus "Luiz de Queiroz".

4 REALIZANDO A COMPOSTAGEM

4.1 O Local

O local onde será realizada a compostagem deve ser de fácil acesso, se possível próximo ao descarte de resíduos e próximo a local de utilização. Normalmente os resíduos são ofertados em grandes quantidades, como material palhoso e dejetos animais.

Deverá haver uma fonte de água próxima. A água é fundamental no processo e será utilizada tanto durante a empilhagem das camadas das matérias primas (confeção da pilha) como na manutenção do teor de umidade durante as reviragens, que ocorrem várias vezes ao longo do processo.

Deverá ser evitado locais de baixadas para não ocorrer enxarcamento do composto. Sugere-se um local cujo a declividade seja de até 5%, facilitando o manejo e o preparo das pilhas, bem como o escoamento e drenagem da água.

O composto pode ser preparado em campo aberto, e não há necessidade de chão cimentado.

4.2 Equipamentos necessários para procedimentos operacionais

Os equipamentos necessários para os procedimentos manuais são os já presentes nas propriedades rurais, como por exemplo: luvas plásticas, máscaras, pás, enxadadas, garfos, carrinhos-de-mão, mangueiras para molhar as pilhas, termômetros de haste longa ou vergalhões de ferro (haste de ferro).



Figura 1 - Materiais necessários para a compostagem

4.3 Materiais orgânicos

Nossa intenção aqui é mostrar ao agricultor a possibilidade de ciclagem e utilidade do material existente em sua propriedade, fazendo com que ele necessite o mínimo de insumos externos.

Como material de origem **vegetal** (ricos em carbono) exemplificaremos para a compostagem: restos de culturas (palhadas), restos de poda (não tratada com pesticidas), de capinagens e qualquer outro material de origem vegetal.

Como material de origem **animal** (ricos em nitrogênio) podem ser utilizados, esterco (bovinos, suínos, equínos, avícola) e carcaças de animais.

Abaixo apresentamos uma tabela bastante completa relacionado os materiais orgânicos e seus respectivos valores de teor de nitrogênio (N), de relação C/N, teor de fósforo (P) e de potássio (K).

Material	MO (Kg/Kg)	C/N (C/1)
Abacaxi Fibras	0,7141	44
Algodão residuo maquina	0,9639	27
Algodão residuo piolho	0,8184	21
Amoreira folha	0,8608	13
Arroz casca	0,5455	39
Arroz palha	0,5434	39
Aveia casca	0,85	63
Aveia palha	0,85	72
Bagaço de cana	0,59	22
Banana folhas	0,8899	19
Banana talos de cachos	0,8528	61
Cacau cascas fruto	0,8868	38
Cacau películas	0,911	16
Café borra	0,9046	22
Café casca	0,822	53
Café palha	0,9313	38
Caju cascas castanha	0,9804	74
Cama de frango	0,5091	14
Cana-açúcar bagaço	0,7144	37
Cana bagacilho	0,8719	44
Capim colônia	0,91	27
Capim de Rhodes	0,8848	37
Capim gordura	0,9238	81
Capim Guiné	0,8875	33
Capim jaragua	0,9051	64

Material	MO (Kg/Kg)	C/N (C/1)
Capim limão cidreira	0,9152	62
Capim milho roxo	0,916	36
Capim mimoso	0,368	79
Capim napier	0,9	65
Capim pé de galinha	0,8699	41
Cassia negra cascas	0,9624	38
Centeio cascas	0,85	69
Centeio palha	0,85	100
Cevada bagaço	0,9707	10
Cevada palha	0,85	63
Composto de frango	0,2129	10
Crotalárea juncea	0,9142	26
Esterco de bovinos	0,571	32
Esterco de eqüinos	0,46	18
Esterco de frango	0,54	10
Esterco de ovelha	0,6522	32
Esterco de suíno	0,531	16
Eucalipto resíduos	0,776	15
Feijão de porco	0,8854	19
Feijão guandu	0,959	29
Feijoeiro palha	0,9468	32
Fumo resíduo	0,7092	18
Gramma batatais	0,908	36
Gramma seda	0,9055	31
Ingá folhas	0,9069	24
Labelabe	0,8846	11
Laranja bagaço	0,2258	18
Lúpulo bagaço	0,4785	16
Mandioca cascas de raiz	0,5894	96
Mandioca folhas	0,9164	12
Mandioca ramas	0,9526	40
Mandioca raspas	0,9607	107
Milho palha	0,9675	112
Milho sabugos	0,452	101
Mucuna preta	0,9068	22
Penas de galinha	0,882	4
Resíduo de cervejaria	0,958	12
Sangue seco	0,8496	4
Serapilheira	0,3068	17

Material	MO (Kg/Kg)	C/N (C/1)
Serragem de madeira	0,9345	865
Serragem de madeira	0,9345	865
Sisal polpa	0,6738	12
Tomate semente torta	0,9431	10
Torta de algodão	0,924	9
Torta de amendoim	0,9524	7
Torta de babaçu	0,9535	14
Torta de Cacau	0,649	11
Torta de café	0,9046	22
Torta de cana	0,7878	20
Torta de côco	0,9459	11
Torta de filtro	0,7878	20
Torta de linhaça	0,9485	9
Torta de Mamona	0,922	10
Torta de soja	0,784	7
Trigo cascas	0,85	56
Trigo palhas	0,924	70

Fonte: CEPARA (2010)

4.4 Enriquecimento do composto

O composto pode ser enriquecido com materiais que forneçam determinados elementos de acordo com as necessidades do solo e da cultura. Entretanto há de se fiscalizar a origem de tais materiais principalmente quando a propriedade possui certificação orgânica:

As regras para utilização de composto orgânico oriundo de fontes não orgânicas estão apresentadas abaixo. Pertencem ao anexo VI e VII da Instrução Normativa nº 64/2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A definição de composto orgânico, segundo a mesma Instrução Normativa é a seguinte:

“Art. 2º Para efeito desta Instrução Normativa, considera-se:

I - Biofertilizante: produto que contém componentes ativos ou agentes biológicos capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção e que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos;

II - Compostagem: processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo o material ser enriquecido com minerais ou agentes capazes de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas e isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos;

III - Composto orgânico: produto obtido por processo de compostagem.*

Materiais como cinzas, tortas de mamona, borra de café, pó de rocha (calcário, fosfato natural, etc.) podem fornecer nutrientes desajáveis que atendam as necessidades do agricultor.

Tabela 3 - Materiais de enriquecimento de composto

Material	M.O.(%)	N(%)	C/N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Torta de Cacau	64,90	3,28	11/1	2,43	1,46
Torta de Mamona	92,20	5,44	10/1	1,91	1,54
Farinha de Rocha (MB4)	-	-	-	0,075	0,84
Farinha de Osso	-	5,00	-	25,00	-
Torta de Filtro	78,78	2,19	20/1	2,32	1,23

Fonte: Kiehl (1985)

Legenda: MO – Matéria Orgânica; N – Nitrogênio; C/N – Relação entre carbono e hidrogênio; P₂O₅ – Fósforo
K₂O – Potássio

Tabela 4 - Quantidades recomendadas para enriquecimento de composto

Materiais	Quantidades
Calcário	0,5 a 1 kg / m ³
Farinha de Rocha	200 g / m ³
Torta de Mamona	30-50 kg / m ³
Cinzas	1-4 kg / m ³
Farinha de Osso	0,5 kg / m ³

Fonte: Kiehl (1985)

Salientamos o cuidado que deve ser tomado com materiais provenientes de fontes externas à propriedade, principalmente quando a produção possui certificação orgânica. Neste caso, o produtor deverá verificar se o material possui contaminantes e se eles são permitidos pela certificadora.

5 INTRODUÇÃO À MONTAGEM DAS PILHAS E FATORES QUE INTERFEREM NA COMPOSTAGEM

Os principais fatores atuantes no processo de compostagem são:

- **Microorganismo:** A transformação da matéria orgânica bruta em matéria orgânica humificada é realizada pela ação biológica. Operam no processo fungos, actinomicetes, bactérias, insetos, anelídeos, etc. Durante a compostagem ocorre uma sucessão dos organismos envolvidos;
- **Aeração:** O sistema empregado ocorre em ambiente aeróbico administrado durante o processo, além de mais rápido, inibe odores de putrefação e organismos indesejados;
- **Umidade:** A água é fundamental no processo, pois estamos lidando com a carga biológica que realizará o processo. Entretanto o excesso prejudica o andamento da decomposição, podendo desacelerar a compostagem;
- **Temperatura:** O trabalho realizado pelos agentes decompositores (organismos) libera energia, então dizemos tratar-se de um processo exotérmico, que produz um rápido aquecimento no material. Cada grupo de organismos atua numa faixa de temperatura ideal. O controle da temperatura é fundamental para a otimização e andamento da compostagem;
- **Relação Carbono/nitrogênio (C/N):** A decomposição dos materiais envolvidos é realizada através de uma relação carbono/nitrogênio ideal. Essa proporção (C/N) é calculada de acordo com o material empregado de forma premeditada a montagem das pilhas. O carbono fornece energia para as modificações do estado do nitrogênio e assimilação desse elemento no conjunto;
- **Materiais envolvidos:** A granulometria dos materiais influencia diretamente na aeração. Partículas maiores promovem maior aeração, entretanto proporcionam menor exposição a decomposição. É necessário portanto, um equilíbrio no tamanho das partículas envolvidas, respeitando sempre a relação C/N fundamental no andamento da compostagem;
- **Dimensões e formas da pilha:** A dimensão e forma da pilha é variável em relação ao local de montagem. A altura da pilha depende da largura da base. Pilhas muito altas submetem as camadas inferiores aos efeitos da compactação. Pilhas baixas perdem calor mais facilmente ou não atingem a temperatura desejada, influenciando no controle de patógenos, os quais são eliminados em temperaturas elevadas, e no tempo da compostagem.
O formato ideal é o piramidal de base retangular, que permite trabalhar e conservar a energia do material no processo de forma proporcional, do topo a base da pirâmide. Além disso, esse formato de pirâmide possibilita um melhor escoamento da água da chuva.

Exemplo de dimensionamento de uma pilha de composto: uma pilha de 8 metros de comprimento, por 2 metros de largura, pode ter uma altura entre 1,50 e 1,80 metros de altura. Sua inclinação pode variar em torno de 40 a 60°, atingindo assim a forma de pirâmide.

5.1 Montagem da pilha de composto

Primeiramente precisamos identificar quais os materiais fornecedores de carbono e quais os materiais fornecedores de nitrogênio que estarão disponíveis na propriedade, para que possamos regular a relação C/N (relação entre o carbono e o nitrogênio) na proporção de 25-30/1, ou seja, 30 átomos de carbono para um de nitrogênio. Essa é a proporção que os organismos conseguem transformar o material mais facilmente.

Normalmente os materiais fornecedores de nitrogênio são aqueles de origem animal, como o esterco, carcaças, cama de aves, etc. Também entram neste grupo restos de comida, tortas de cacau, tortas de mamona e muitos outros como fornecidos na tabela.

Os materiais fontes de carbono são geralmente os de origem vegetal: restos de poda, restos de capina, restos de cultura (ex: palhada de milho) e outros como sugeridos na tabela.

Como experiência prática, podemos dizer que a montagem da pilha segue uma proporção de materiais ricos em carbono e materiais ricos em nitrogênio de 3:1 em volume, por exemplo, uma pilha teria a camada de palha de milho composta de 3 carrinhos de mão e a camada de esterco bovino composta de 1 carrinho de mão.

Caso o produtor queira, realizar uma compostagem mais correta, com relação C/N inicial bem próxima de 30:1, segue abaixo os cálculos para que isto seja efetuado:

5.2 Cálculos para determinar a proporção de materiais orgânicos da pilha

Tendo como base os valores de Materia Orgânica (MO) e Nitrogênio (N mol) encontrados na tabela apresentada anteriormente, referentes aos materiais selecionados na propriedade, devemos proceder com os seguintes cálculos:

1 passo:

Pesar 1 litro de cada material e anotar.

Exemplo:

- 1 litro de grama batatais = 30 gramas ou 0,03 Kg
- 1 litro de esterco de frango = 500 gramas ou 0,5 Kg

2 passo:

Os pesos encontrados devem ser multiplicados pelo valor MO correspondente retirado da tabela presente neste trabalho. Assim teremos a quantidade de matéria orgânica presente em 1 litro de cada um dos nossos materiais para a compostagem. Anotar.

Exemplo:

- Grama batatais $\Rightarrow 0,03 \times 0,908 = \underline{0,027 \text{ Kg}}$ de Matéria Orgânica (MO) encontrada.
- Esterco de frango $\Rightarrow 0,5 \times 0,46 = \underline{0,23 \text{ Kg}}$ de Matéria Orgânica encontrada.

3 passo:

Calcular a proporção de materiais que devemos misturar para obtermos uma relação C/N inicial de 30:1. Para isto utilizamos as informações apresentadas na tabela dada para os valores de C/N correspondentes aos nossos materiais selecionados, assim procedemos com os seguintes cálculos:

Exemplo:

- Grama batatais = Relação C/N de 36:1
- Esterco de frango = Relação C/N de 10:1

Primeiramente vamos calcular a porcentagem que devemos ter de cada material para obtermos a proporção desejada de 30:1 na mistura. Para isto basta realizar um sistema com os valores de C/N correspondente a cada material, como o descrito:

$$\begin{cases} 36.x + 10.y = 30 & \text{(soma dos carbonos)} \\ x + y = 1 & \text{(soma dos nitrogênios)} \end{cases}$$

Resolvendo o sistema, temos:

$$x = (1 - y)$$

$$36(1 - y) + 10.y = 30$$

$$36 - 36.y + 10.y = 30$$

$$- 26.y = -6$$

$$y = -6/-26$$

$$\mathbf{y = 0,23}$$

$$\text{Então: } x = (1 - y) \Rightarrow x = 1 - 0,23 \Rightarrow \mathbf{x = 0,77}$$

• Isso indica que a proporção em massa dos materiais deve ser de **77%** de grama batatais e **23%** de esterco de frango.

Sabendo que:

• 1 litro de grama = 0,027 Kg(MO) e 1 litro de esterco = 0,23 Kg (MO)

Realizamos uma regra de três para sabermos a proporção dos materiais que devemos misturar em massa (Kg):

{	0,23	77
	Peso	100

$100 \times 0,234 = 77 \text{ Peso}$

$\text{Peso} = 23 / 77$

Peso = 0,30

Peso - peso esterco $\Rightarrow 0,3 - 0,23 = \underline{0,07}$

Isso nos indica que para cada 1 litro de esterco de frango devemos colocar

0,07 kg de grama, que em volume seria:

$0,07 / 0,027 = \underline{2,6 \text{ Litros}}$

4 passo: Concluindo

Portanto, para cada Litro de esterco devemos colocar 2,6 Litros de grama, o que nos dá uma proporção de 2,6:1 em volume. Bem próximo da proporção de 3:1 que relatamos anteriormente sendo uma proporção padrão.

Após a escolha do local e dos materiais que serão utilizados, como salientado anteriormente, a pilha necessita de dimensões e formato que influenciarão no andamento do processo de compostagem e facilitarão o manejo. A dimensão da pilha será em função da quantidade de material a ser compostado.

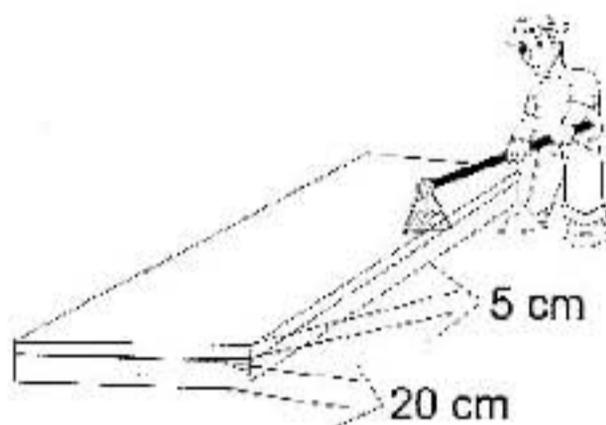
Os materiais devem ser dispostos em camadas, pois isto facilita a mistura do material e o controle das proporções entre os materiais através do volume ou peso.

A montagem deve ser iniciada pelo material vegetal. Essa primeira camada de material vegetal age como um isolante entre a pilha e o solo, absorvendo o "chorume" que por ventura possa ocorrer pelo excesso de água adicionado na pilha. Esta primeira camada deverá ter uma altura média de 20 cm.

Após a formação de cada camada, deve-se regar toda a sua extensão de forma uniforme atingindo um ponto de umidade em torno de 65%, que na prática detectamos pegando um pouco de material na mão e apertando-o não deve haver escorrimento de água. Deve-se

tomar cuidado para não ocorrer encharcamento, que como já visto anteriormente, cria resultados indesejáveis, dificultando o processo.

Na segunda camada será colocado o material fornecedor de nitrogênio, como esterco ou restos de comida, na proporção pré-estabelecida, o material nitrogenado deve ser depositado uniformemente, formando uma segunda camada sob o material vegetal já colocado. A altura da segunda camada deverá estar próxima de 5 cm.



Lembre-se de regar cada camada após sua formação!

Figura 2 - Exemplo de montagem de pilha de composto

O material de enriquecimento, caso utilizado, como as tortas e farinha de osso, poderão ser adicionadas a partir da terceira camada.

A camada seguinte será novamente de material vegetal, seguida por outra camada de esterco, material de enriquecimento, e assim sucessivamente até que a pilha atinja a altura aproximada de 1,5 a 1,8 metros de altura e de 1 a 2 metros de largura.

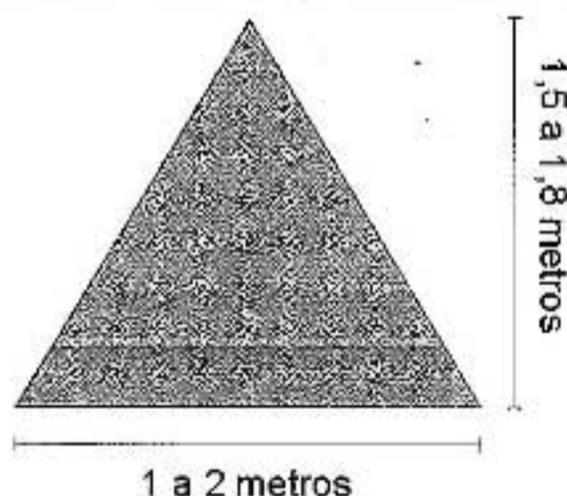


Figura 3 - Pilha de composto: a forma da pirâmide conserva a energia necessária durante todo o processo

A utilização de rampas facilita a colocação do material pelo carrinho de mão nas camadas superiores.

A camada final deve ser de material vegetal (palhoso) para diminuir as perdas de nitrogênio por volatilização, além disso, essa última camada de material vegetal impede grandes infiltrações de água da chuva. Em épocas de muita chuva recomenda-se cobrir a pilha com folhas de bananeira, palmeiras ou até com lonas plásticas para evitar o encharcamento. Porém devemos lembrar, de retirar a lona plástica após a chuva.

6 FASES DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

A temperatura é a forma direta de se observar a evolução da compostagem, pois se estabelece de forma rápida e perceptível. Pode ser medida através de um termômetro de haste longa, ou simplesmente com uma barra de metal de forma sensitiva, porém menos precisa.

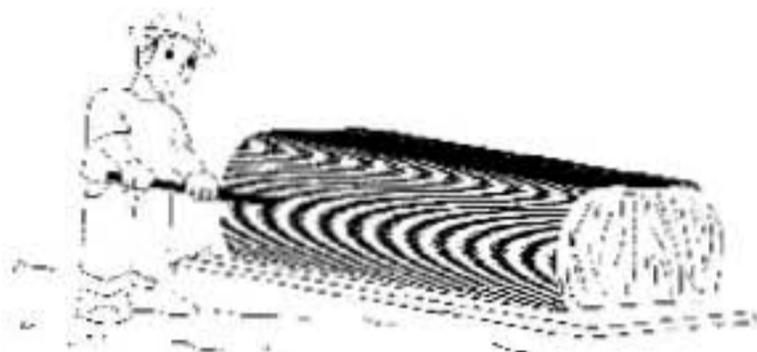


Figura 4 - Estimativa da temperatura com barra de metal

A temperatura do composto sobe rapidamente após a construção da pilha devido a proliferação dos microorganismos, dando início a fase **mesófila**. Nesta fase predominam bactérias e fungos que degradam as cadeias de carbono (carboidratos), lipídeos e proteínas em ácidos orgânicos, alcoóis, dióxido de carbono e amoníaco, na conversão da biomassa. A elevação constante da temperatura, origina a próxima fase denominada **termófila**, onde predomina o aparecimento dos actinomicetos que são bactérias termófilas de cor branca. A temperatura dessa fase pode exceder os 70°C , o que é importante devido ao processo de eliminação de patógenos (microorganismos nocivos a saúde) e impedimento da germinação de sementes de plantas daninhas, porém condições de temperaturas muito elevadas não podem durar muito, pois acabam eliminando organismos desejáveis comprometendo a evolução da compostagem.

Sendo assim, podemos dizer que temperaturas superiores a 60°C torna-se um aviso para que realizemos uma reviragem. A reviragem então promove redução de temperatura e aeração (entrada de oxigênio) na pilha, retomando o ciclo da fase mesófila. Em mais a frente entraremos com mais detalhes sobre as reviragens, por agora podemos dizer que elas devem ser feita toda vez que determinarmos altas temperaturas.

Ao longo do processo o composto vai tomando um aspecto mais escurecido e com diferenças significativas em sua composição química. Esta retomada a fase mesófila, ocorre de forma mais permanente e lenta, seguida pela redução da relação carbono/nitrogênio abaixo de 20/1. A fase final ou de cura do composto é denominada **criófila**, onde a temperatura diminui e se estabiliza, surgindo uma nova casta de organismos como insetos, aranhas, nematóides, miriápodes, protozoários e minhocas. A relação C/N nesta fase estabiliza entre 10 a 12/1, e o Ph atinge valores neutros, próximos ou em torno de 6,0.

Se o processo permanecer na presença de oxigênio, os produtos liberados no ar serão o gás carbônico e o vapor d'água. Em anaerobiose (falta de oxigênio) pode ocorrer mau cheiro com liberação de gás sulfídrico, amônia e metano, indicando falhas no processo.

6.1 Manejo da pilha

O manejo da pilha é simples, de forma a garantir a otimização e andamento das fases descritas. Consiste praticamente em revirar e umedecer a pilha, administrando as condições ideais de temperatura, umidade e aeração no processo de compostagem.

A reviragem pode ser feita de maneira manual, e resolve todos os problemas que possam ocorrer, que venham atrapalhar o andamento da compostagem. Na reviragem eliminamos o excesso de gás carbônico acumulado e incorporamos oxigênio, além disso eliminamos o excesso de água que eventualmente possa se acumular e diminuímos a temperatura para posterior elevação da mesma.

6.1.1 Quando revirar?

- Excesso de umidade;
- Temperaturas elevadas por muito tempo;
- Mau cheiro proveniente da pilha;
- Compactação do composto;
- Diminuir o tamanho de agregados que se formaram no composto;
- Quando a temperatura não estiver subindo nas fases intermediárias.

As primeiras reviragens devem ser feita num intervalo de 05 dias a partir da formação da pilha, nesse período já houve um rápido aquecimento e há necessidade de homogeneizar o material. As reviragens posteriores podem ocorrer em intervalos maiores, como por exemplo, de 15 em 15 em média, ou quando houver necessidade (temperaturas superiores a 60°C), até o término da compostagem.

6.1.2 Como revirar?

O revolvimento da pilha deve ser feito de forma que a parte externa da pilha fique na parte interior da pilha e vice-versa.

Pode ser feito da seguinte forma:

- Abre-se a pilha no meio separando-a em duas partes, utilizando enxadas, enxadões e pás, costuma-se dizer que a pilha de composto “anda”, pois na reviragem (tombo) a pilha se desloca para o lado;
- Após essa etapa, metade do composto se deslocou para o lado, então trazemos a outra metade que sobrou do composto, tampando o buraco que antes separava as duas partes;
- Moldar novamente o formato piramidal.

6.1.3 Umidade

Sempre que revirar a pilha deve-se notar a umidade presente.

Em termos práticos:

- Pressione um punhado de composto retirado do meio da pilha com as mãos;
- Se escorrer água entre os dedos, está demasiadamente úmido;
- É preciso notar uma boa umidade com a mão sem que haja escorrimento de água;
- Se houver necessidade, umedeça a pilha de composto durante a reviragem;

- Em outras palavras, a umidade deve ficar acima de 40% e abaixo de 60%;
- Em caso de excesso de umidade, revirar a pilha sem molhar.

6.1.4 Temperatura

As fases da compostagem já descritas podem ser monitoradas de maneira simples e prática. O monitoramento da temperatura pode ser feito apenas com uma barra/haste de metal.

- Basta inserir a haste até o centro da massa da pilha e esperar por 30 minutos;
- Retire a haste de metal e, com as mãos, sinta a temperatura;
- Se conseguir permanecer com as mãos na haste, então a temperatura está inferior a 45°C;
- Se não conseguir permanecer com as mãos na haste, devido ao calor, é porque a temperatura está excedendo os 45°C;
- Caso sinta um calor elevado, mas tolerante a sensibilidade das mãos, é porque a decomposição está ocorrendo normalmente.

Existem termômetros digitais de haste longa que auxiliam pesquisadores, empresas e até agricultores na experimentação e monitoramento do processo de compostagem.

6.2 Características do composto pronto

Se os procedimentos e dicas presentes nessa apostila estiverem sendo seguidos corretamente, o composto deverá estar pronto (curado) em aproximadamente 90 dias, podendo se estender até 120 dias.

Uma simples avaliação visual e sensitiva do composto nos fornece as características que desejamos encontrar no composto pronto:

- Cheiro agradável de terra úmida;
- Cor escura;
- Material homogêneo. Degradação física dos componentes, não sendo possível identificar os materiais que deram origem ao composto;
- Aspecto de terra;
- Redução de 1/3 da biomassa inicial;
- Presença de pequenos insetos e outros organismos;
- Temperatura baixa.

Dica: Um teste simples que podemos realizar para averiguar se o composto já está pronto consiste em retirarmos um punhado pequeno de composto do interior da massa e moldando uma bolinha no tamanho de uma bola de ping-pong. Lance a bola algumas vezes para cima e pegue-a novamente. O composto pronto mantém a estrutura da bolinha, não se desfaz.

Uma análise química do composto pronto deve fornecer um resultado no qual a relação C/N fique em torno de 10-12/1, e um pH acima de 6,0. Assim podemos dizer que temos um composto de qualidade. Se possível a análise também deve indicar os macro e micronutrientes disponíveis.

6.3 Utilização do composto

6.3.1 Época de aplicação

O composto deverá ser aplicado 30 dias antes do plantio da cultura, de forma a ser incorporado ao solo. Em caso de culturas perenes (frutíferas), pode ser feito o coroamento em torno das plantas, sob a sombra de suas copas.

6.3.2 Quantidade a ser aplicada

A quantidade de composto a ser aplicada é variável de acordo com as necessidades do solo e da cultura e do tempo de cultivo. Sugere-se de 10 a 50 toneladas/ha (20 a 100m³/ha).

- Adubação fraca: 5 a 10 toneladas por hectare;
- Adubação média: 20 a 30 toneladas por hectare;
- Adubação forte: 40 a 50 toneladas por hectare.

6.4 Comercialização do composto

Para a comercialização o composto deverá seguir as seguintes exigências:

- pH de no mínimo de 6,0;
- Relação C/N menores ou igual a 18/1;
- Mínimo de 40% de matéria orgânica;
- Teor de nitrogênio acima de 1% no produto curado e seco.

A comercialização deverá ocorrer o quanto antes, mantendo as características favoráveis do produto.

7 PROJETO CEPARA: COMPOSTAGEM DE CARCAÇAS E CAMA DE FRANGO

A compostagem de mortalidades de frango e cama de frango é um destino correto que soluciona um problema da avicultura. A compostagem deve ser realizada em uma pequena casa que pode ser construída de alvenaria ou madeira, aproximadamente 20 metros do aviário e perto de uma fonte de água. Abaixo segue uma lista de matérias necessários e um modelo para a construção de uma casa de compostagem com dois compartimentos de 2 x 2 metros.

Tabela 5 - Materiais para a construção de composteira de resíduos animais

Material	Quantidade
Tijolo Baiano 9x19x19	1000
Tijolo comum	50
Telha amianto 1,1 x 3 metros	6
Vigas Madeira (caibro) de 5 metros	3
Tábuas (prancha) 0,30 x 2,20 metros	3
Cal	1
Areia (m ³)	1
Cimento (50 kg)	2
Pedra (Brita) (m ³)	0,5
Pilar Pré moldado cabeça simples	3
Tela de arame 5x3 para base	1

Fonte: EMBRAPA (2009)

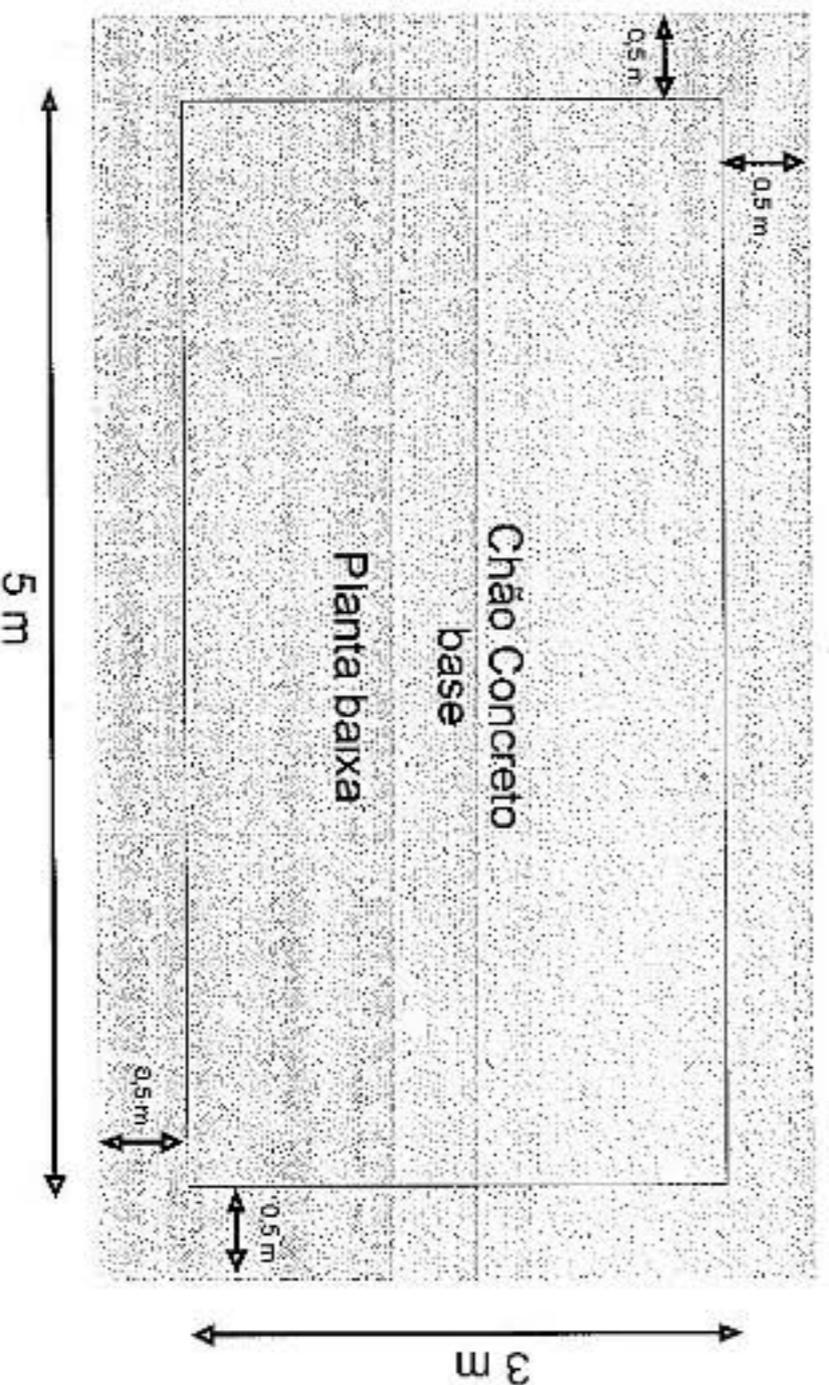
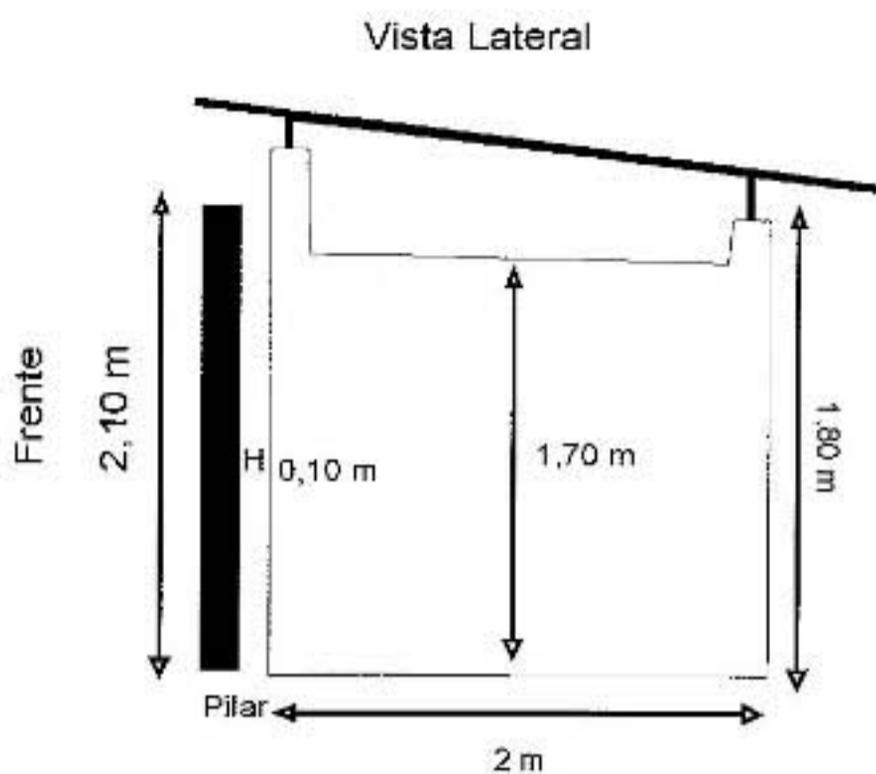


Figura 5 - Medidas da casa de compostagem em planta baixa

Fonte: EMBRAPA (2009)



Observação: muro divisor (central) 1,5 metros

Figura 6 - Vista lateral da casa de compostagem com suas medidas
Fonte: EMBRAPA (2009)

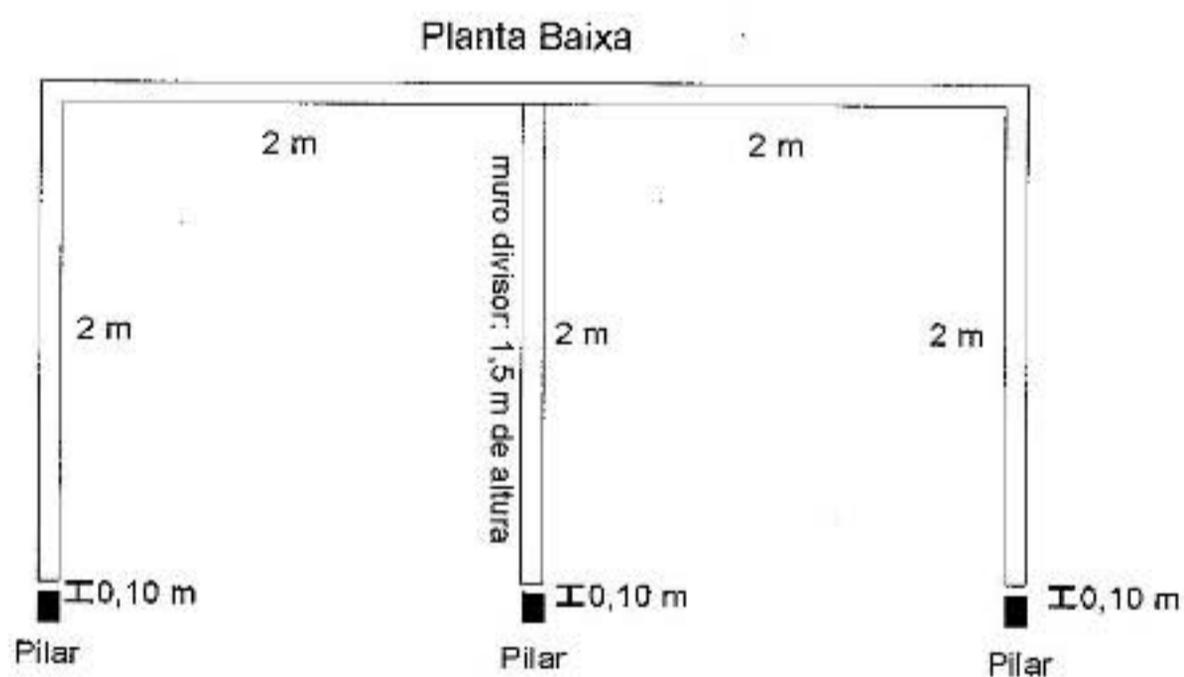


Figura 7 - Divisões dentro da casa de compostagem
Fonte: EMBRAPA (2009)

7.1 Casa de compostagem para aves mortas

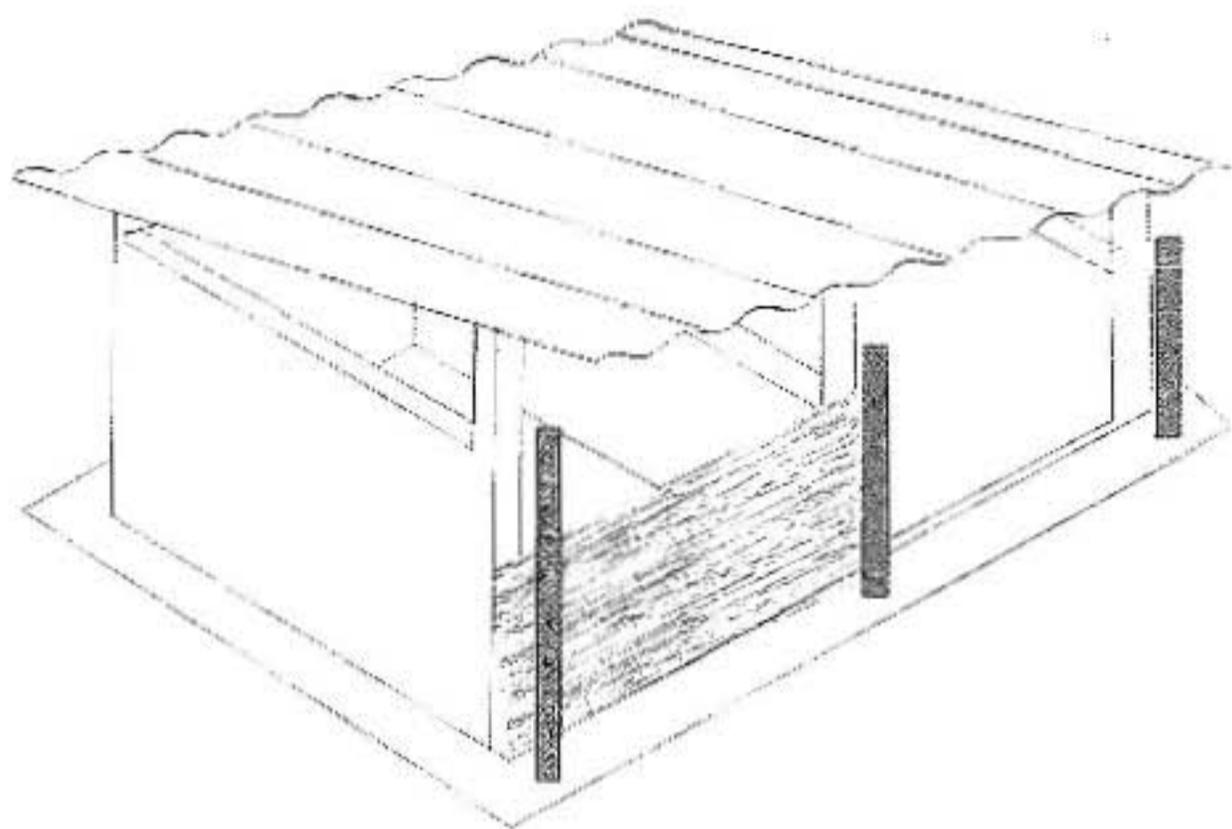


Figura 8 - Desenho ilustrativo da casa de compostagem para aves mortas
Fonte: CEPARA (2010)

Para realizar a compostagem, o produtor irá precisar de uma fonte carbono que pode ser restos de poda, grama seca cortada, capim seco, folhas secas, palha de milho ou de qualquer outra cultura que se tenha no local.

A formação da pilha de compostagem será iniciada no compartimento esquerdo da casa de compostagem. Primeiramente iniciamos com uma camada de cama de frango (fonte de nitrogênio), posteriormente adicionamos uma camada de fonte de carbono (palhadas) e em seguida colocamos as aves mortas para que sofram o processo de decomposição. Cobrimos estas carcaças com cama de frango e a seguir adicionamos mais uma camada de fonte de carbono. Este procedimento está representado a figura abaixo e deve se feito esta sequência até que a pilha atinja próximo de 1,5 metros de altura.

É extremamente importante que as carcaças não fiquem descobertas, ou seja, elas não podem ficar expostas ao ambiente para que insetos e animais não sejam atraídos!!!

Após 30 dias que a pilha foi formada por completo, devemos promover uma aeração, realizando um reviramento da mesma, e uma umidificação adicionando água. Para isto devemos manualmente, com auxílio de enxadas e pás, transferir a pilhas toda para o compartimento da direita da casa de compostagem. Assim devemos proceder uma vez ao mês durante 90 a 120 dias. Até que todo o material esteja decomposto. Os ossos estarão separados e livres de carne e o composto terá uma cor próxima da homogeneidade.

7.2 Montagem da pilha de compostagem

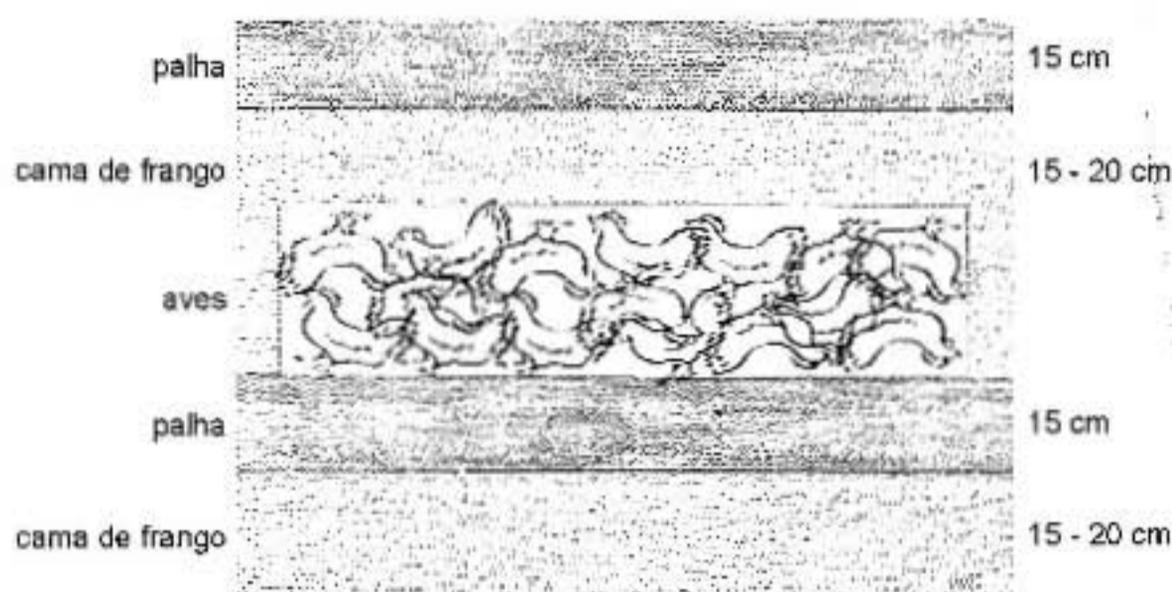


Figura 9 - Recomendações para formação das camadas de aves mortas para compostagem

Fonte: CEPARA (2009) adaptado de EMBRAPA (2009)

O produtor pode optar por realizar também, além da compostagem de frangos mortos, por formação de pilhas de compostagem maiores (2 metros de largura por 1,5 de altura e 10 metros de comprimento) somente com cama de frango que geralmente é produzida em grande quantidade. Para isso ele não precisa da casa de compostagem, podendo ser realizado em terreno ou galpão próprio. Para isto o produtor deverá seguir a montagem da meda iniciando-se sempre com uma camada de fonte de carbono (capim seco, palhas de milho, trigo ou outras). Seguida de uma camada de cama de frango na proporção de 3:1, ou seja, 3 partes (volume) de palha ou capim para 1 parte de cama de frango. Após esta camada seguir com outra de fonte de carbono (capim ou palhadas) e assim por diante até obter-se uma altura aproximada de 1,5 metros. Este procedimento já foi descrito anteriormente nesta apostila.

8 PROJETO CEPARA: VERMICOMPOSTAGEM

A produção de húmus em pequena escala, desde casas com poucas pessoas até restaurantes industriais é bem simples. Basta separar-se do lixo todo o tipo de materiais biodegradáveis como descarte de verduras, cascas de frutas, pó de café, erva de chimarrão, aparas de grama, folhas de árvores, e similares (na dúvida consulte a bibliografia), etc., condiciona-se então este lixo orgânico em um "minhocário" de madeira, PVC ou outros materiais improvisados, (geralmente no fundo do quintal) já inseminado com minhocas, que transformarão o lixo orgânico em húmus que pode aí ser aproveitado em hortas domésticas, jardins, floreiras etc.

A vermicompostagem é uma técnica alternativa à compostagem, podendo assim ser utilizada na produção de adubo orgânico, sendo também um destino ambientalmente correto de resíduos orgânicos, permitindo o seu reaproveitamento. Embora a prática assemelha-se com a compostagem, a vermicompostagem utiliza minhocas para a transformação dos resíduos orgânicos brutos em matéria orgânica mais estabilizada propícia para o cultivo de plantas. O adubo, resultado do processo, é chamado comercialmente de "húmus de minhoca" e pode ser utilizado em lavouras, hortas ou vasos domésticos, trazendo inúmeros benefícios para a planta e para o solo, dentre eles:

- Disponibilidade de nutrientes para o solo, o que diminui ou elimina a necessidade de adubo químico (NPK);
- Lenta liberação dos nutrientes para a solução do solo e para as plantas, havendo menores perdas causadas pela chuva;
- Melhora as condições químicas, físicas e biológicas (população de microorganismos) do solo;
- Aumenta a capacidade de retenção de água do solo.

Para realizar uma produção eficiente de húmus devemos utilizar algumas espécies particulares de minhoca como a "vermelha da califórnia" (*Eisenia fetida*, *Eisenia Andrei*) ou a "gigante Africana" (*Eudrilus eugeniae*), pois são minhocas com alta capacidade de digestão (metabolismo acelerado) transformando rapidamente o material orgânico, apresentam velocidade de reprodução satisfatória e boa adaptação às condições de cativeiro.

Construção dos "Canteiros" (local de criação)

Para a construção dos canteiros, podemos utilizar materiais de alvenaria, madeira, bambu ou outros materiais disponíveis na propriedade rural, ou ainda, podem ser feitos em uma vala caso o produtor preferir.

O primeiro passo é construir as laterais com dimensões aproximadas de 2 metros de comprimento por 1 metro de largura e 0,25 metros de altura:

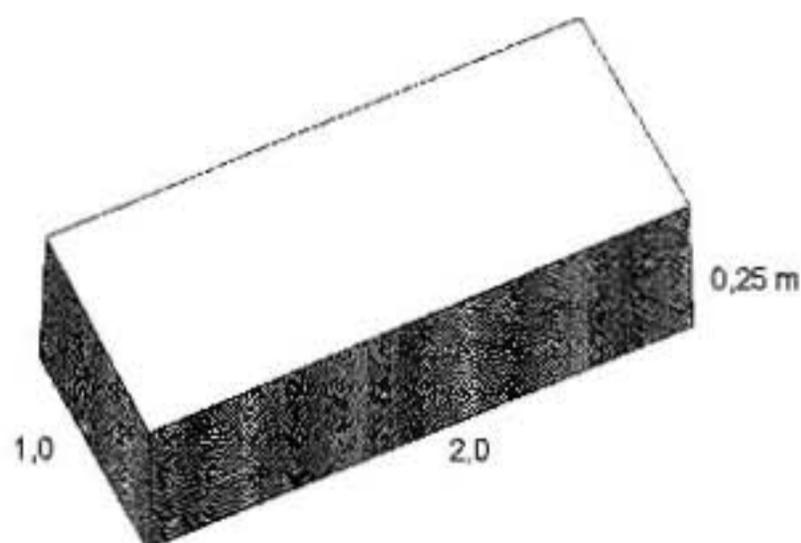


Figura 10 - Medidas de um canteiro para criação de minhocas
Fonte: CEPARA (2010)

No caso dos minhocários construídos de tijolos, o fundo pode ser vazado, ou não. Se o produtor optar por não fazer vazado é importante que se tenha buracos para permitir escoamento do excesso de água. Esse excedente de água pode também ser coletado e usado como adubo foliar.

Minhocários feitos com os demais materiais devem ter o fundo vazado para permitir a drenagem da água. As paredes e parte do fundo devem ser cobertas por lona plástica para proteger o interior do minhocário das condições adversas do ambiente e para evitar que as minhocas e o substrato saiam pelas laterais.

Após colocada a lona, é indicado forrar o minhocário com sombrite ou tela fina para a contenção do composto e para facilitar a retirada do adubo quando pronto. Também é importante a construção de uma cobertura, que pode ser plástica segura por estacas e arcos de bambu ou ferro, para proteger os canteiros da chuva e do sol.



Figura 11 - Modelo de minhocário pronto
Fonte: CEPARA (2010)

Na escolha do terreno devemos dar preferência para aqueles com melhor capacidade de drenagem da água devendo apresentar pequena declividade para facilitar o escoamento da água, evitando empoçamentos.

Assim como na compostagem, é preciso regular a relação C/N do substrato para a alimentação do minhocário. No caso da vermicompostagem, esta relação varia entre 20 e 35:1, o que significa que deverá ser misturado material fornecedor de nitrogênio com o material fornecedor de carbono em uma proporção que nos dê esta relação C/N. Os cálculos e tabelas relacionando os materiais já foram descritos nesta apostila (ver montagem da pilha de compostagem).

Pode ser utilizado qualquer tipo de esterco e restos de comida como fonte de nitrogênio (N). Como material fornecedor de carbono, pode-se usar restos de poda, capim picado, restos de cultura, bagaço de cana, palhada de milho, entre outros produtos de origem vegetal. Esses materiais, além de fornecer carbono, irão servir como material estruturante, que não deixará a massa compactar, permitindo assim a entrada e saída de gases da parte interna do substrato, isso permite que as minhocas respirem no interior da massa. Por este mesmo

motivo é importante prestar atenção para que o substrato não fique muito úmido tampouco muito seco. Pode ser realizado um teste prático para medir a umidade do minhocário: primeiro devemos pegar um punhado do substrato e depois espremê-lo com as mãos:

- Se escorrer água entre os dedos, significa que o composto está muito úmido.
- Se, ao apertar, aparecerem apenas algumas gotas de água entre os dedos, o canteiro está em boas condições de umidade.
- Se não houver sinal de água, o substrato está muito seco e deve ser regado.

Importante: Antes de ser colocado no minhocário, o substrato deve estar preferencialmente pré-degradado.

8.1 Inoculação das minhocas

Inicialmente pode-se colocar 2 litros ou 2 quilos de minhoca por canteiro. Sua reprodução é rápida e após completar a primeira produção do húmus, a população será o dobro em quantidade, podendo ser utilizadas nas próximas produções.

Quanto maior o número de minhocas, mais rápido se dá o processo. Para 4 kg de minhoca por canteiro, estima-se dois meses para a obtenção do adubo pronto.

A retirada das minhocas do canteiro pode ser feita por peneiras ou por catação manual. Outra alternativa é colocar esterco novo envolto por um saco, sobre o minhocário. Este saco deverá ser furadinho como aqueles usados em feiras para armazenar batata, laranja, etc. Assim as minhocas, que já estão famintas, entram no saco contendo o esterco procurando comida, tornando fácil a retirada e separação.

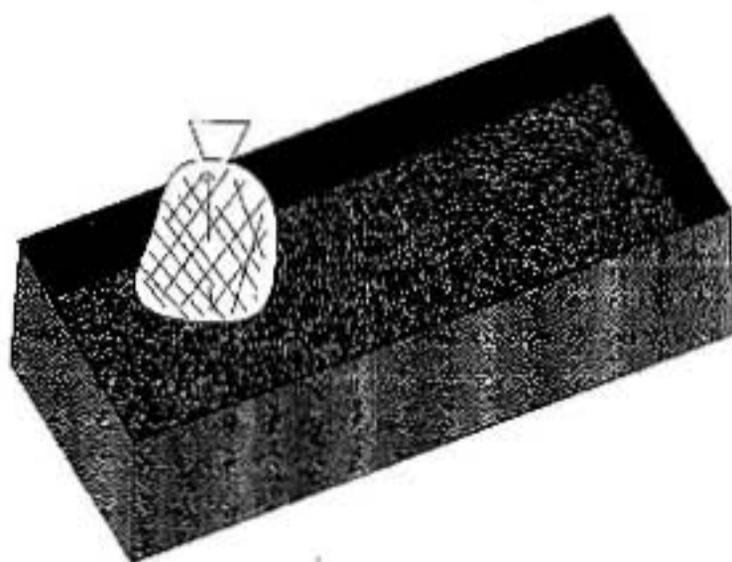


Figura 12 – Separação manual de minhocas após produção de húmus
Fonte: CEPARA (2009)

Após inocular as minhocas, devemos cobrir o minhocário com uma boa camada de palha para proteger e evitar a perda excessiva de água.

Quando pronto, o húmus terá aparência de pó de café umidificado, podendo ser utilizado logo após a separação das minhocas.

As minhocas podem ser re-inoculadas ou utilizadas para outros fins como alimentação de aves, pesca ou venda para a indústria. O produto resultante dessa técnica é um excelente adubo, com qualidade superior ao obtido pela compostagem e resultados notáveis na produção de vegetais.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C.V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. Lodo de esgoto: tratamento e disposição final. In: VON SPERLING, M. **Princípios de tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: DESA; UGMG; SANEPAR, 2001. v. 6, p. 261-296.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008**. Disponível em: <http://agroecologia.incaper.es.gov.br/site/images/publicacoes/IN_64_18dez2008.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31302.html>>. Acesso em: 08 abr. 2010.

EIRA, A.F. **Cultivo do cogumelo medicinal *Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann ou *Agaricus brasiliensis* (Wasser et al.)**. Viçosa: AFE, CPT, 2003. 398 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 06 abr. 2010.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 482 p.

_____. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 47-51, set./out. 2001.

PAIVA, D.P. **Guia para operar uma compostagem de aves mortas**. EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_c939h2q.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2009.

REDE BRASILEIRA DE MANEJO AMBIENTAL DE RESÍDUOS. Disponível em: <www.ibama.gov.br/~rebramar>. Acesso em: 06 abr. 2010.

SILVA, V.A.; ALMEIDA, E.G.; SOUZA, M.V.F.; DIAS, E.S. Microrganismos presentes no composto pós pasteurização para cultivo de *Agaricus blazei* Murril. In: CONGRESSO DOS PÓS-GRADUANDOS DA UFLA, 13., 2004, Lavras. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 107-129.

