

Emprego da Compostagem para Destinação Final de Suínos Mortos e Restos de Parição

A destinação Final de Carcaças de Suínos

Os métodos tradicionais de disposição de carcaças de suínos incluem fossas anaeróbias, incineração e enterramento. Cada um desses métodos revela vantagens e desvantagens que comprometem o desempenho dos serviços, quando se pretende sejam realizados de maneira eficaz e com bons resultados sanitários para a granja.

As fossas anaeróbias são construções em alvenaria dimensionadas para receber carcaças em períodos relativamente curtos, em média 2 anos, sendo que geralmente se esgotam antes do tempo projetado. O resultado da decomposição anaeróbia das carcaças é um líquido, que não consegue penetrar no solo adjacente às fossas, pois a ação bacteriana rapidamente colmata as áreas de infiltração. Assim, os líquidos se acumulam sem se infiltrar, comprometendo a capacidade das fossas anaeróbias em receber mais carcaças e nova fossa deve ser construída. Outro aspecto relevante diz respeito ao cheiro. Meios anaeróbios, como os da fossa, geram, além do metano, gás combustível e outros gases que provocam maus odores. Com o rápido enchimento das fossas, esses problemas aumentam.

Quanto à incineração, sabe-se que a umidade das carcaças, em torno de 65-70%, dificulta a queima à baixa temperatura, determinando a necessidade de se utilizar combustível para obter altas temperaturas e injeção de ar para aumentar a eficiência de queima, o que eleva os custos, tanto em termos da estrutura dos queimadores, quando em termos operacionais. Os odores da queima também são fatores complicadores, principalmente quando a granja está próxima a vizinhos.

O enterramento de carcaças, o mais comum dos métodos de disposição, é feito em valas, nem sempre livres de inundações, que dificultam o seu uso em épocas de chuvas, nem sempre imunes ao ataque de animais escavadores e roedores que descobrem as carcaças expondo-as ao ambiente, onde podem ficar acessíveis a outros necrófagos, como os urubus. Geralmente as valas não possuem fundo revestido, o que aumenta a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas com líquidos orgânicos que se desprendem das carcaças.

Em algumas regiões produtoras do mundo, inclusive no Brasil, vem se consolidando a prática de coleta especial por indústrias com interesse comercial nas carcaças para transformá-las em farinhas, em alguns casos até com resfriamento ou congelamento, para melhor conservação desse subproduto. Mesmo essa prática, aparentemente terminal, apresenta desvantagens e, até, falta de continuidade, pois além de demandar altos recursos de investimentos em câmaras frias, compromete a biossegurança de vez que um mesmo caminhão de coleta visita diversas granjas no mesmo dia, em um itinerário racional de coleta, quando não se cancela essa coleta por diversas razões, entre as quais a própria insustentabilidade econômica.

Nos Estados Unidos, resultados de pesquisa demonstraram perdas entre 40 e 50 quilos/matriz/ano, sendo essas constituídas de placentas, leitões mumificados e animais mortos em cada uma das fases do ciclo completo. A mortalidade varia segundo a categoria animal e forma quantidades expressivas de animais e tecidos mortos, cuja destinação demanda orientações seguras sob o ponto de vista de biossegurança e ambiental, assim como de saúde pública.

A tendência mundial de concentração da produção de suínos com aumento das escalas de produção leva o produtor a ter que considerar a mortalidade como um problema de proporções relativamente grandes e que deve ser bem resolvido.

Concórdia, SC
Agosto, 2001

Autores

Doralice Pedroso-de-Paiva
Méd. Vet., Ph.D.
Embrapa Suínos e Aves
Caixa Postal 21
CEP 89.700-000
Concórdia, SC
doralice@cnpsa.embrapa.br.

Cícero Bley Júnior
Eng. Agr.,
Ecoltec - Tec. Amb. Aplic.
Araucária, PR.
ecoltec@mps.com.br

Pode-se atingir a cifra de 25 toneladas/ano de animais mortos em uma granja, com 500 matrizes em ciclo completo, hoje considerada de porte médio.

Outro indicador da magnitude dos problemas com resíduos em granjas é que, em cada parto, gera-se em média 5 kg de tecidos mortos.

Os grandes projetos de suinocultura e as áreas de grande concentração da produção de suínos, por sua vez, seguramente terão grandes problemas ambientais caso não consigam equacionar a destinação final dos resíduos resultantes das perdas por mortalidade e dos restos de parição.

Algumas considerações prévias

A opção técnica para a destinação de carcaças será mais adequada se algumas considerações forem feitas antes de definir qual o processo a adotar, sendo elas:

1- Caso a Caso

Qualquer tecnologia que se pretenda introduzir em uma granja, a adoção de qualquer processo, equipamento, ou método de trabalho deve ser estudado caso a caso. Cada granja apresentará características como porte, habilidades de manejo, capacidade de absorção da tecnologia proposta, viabilidade técnico-econômica da própria tecnologia e outras. Todas determinam maior ou menor grau de mortalidade na granja (Tab. 1), o desempenho da granja em termos de perdas por mortalidade, a cada uma das fases de crescimento dos animais.

Tabela 1 - Estimativa de índices de perda por mortalidade na produção de suínos

Fase dos Animais	Desempenho		
	Excelente	Bom	Precário
Maternidade	Abaixo de 10%	10-12%	Acima de 12%
Creche	Abaixo de 2%	2-4%	Acima de 4%
Crescimento	Abaixo de 2%	2-4%	Acima de 4%
Terminação	Abaixo de 2%	2-5 %	Acima de 5%

Fonte: Walker & Crawford (1997)

2 - Logística

Outra consideração a fazer antes de tomar decisões é a de compreender, na sua plena extensão, como o problema ocorre. Quais são as fontes geradoras, a frequência de geração e principalmente quais são os procedimentos usados para resolver o problema, tais como o esforço humano e de equipamentos que se emprega para mover, transportar e destinar as carcaças, quais os caminhos percorridos entre a ocorrência do problema e a sua solução. A isso dá-se o nome de logística.

Para compreender a logística da destinação das carcaças é necessário entender que entre outras coisas:

2.1. As carcaças são resultantes da mortalidade dos animais e essa mortalidade pode ocorrer continuamente.

2.2. Considera-se carcaças tanto tecidos mortos como placentas, leitões mumificados, natimortos, cujos pesos são insignificantes, mas que são geradas continuamente e em grandes volumes, até animais adultos que podem chegar a pesar em torno de 200 kg.

2.3. As carcaças animais iniciam a decomposição, algumas horas depois da ocorrência da morte e começam a atrair animais, como cães, aves de rapina, moscas e microorganismos decompositores, que expõem as carcaças gerando maus odores característicos.

Assim, qualquer que seja o método para a destinação de carcaças, sempre haverá necessidade de se preparar o local, transportar as carcaças para o local escolhido e agregar ao processo alguns insumos, como energia, água e em alguns casos coadjuvantes como maravalha, casca de cereais, ou outros.

Formulação de uma nova alternativa

Diante dos aspectos logísticos, a formulação de alternativas técnicas para a destinação de carcaças conduz às seguintes linhas de soluções:

Quanto ao regime de continuidade, basicamente têm-se dois grupos de processos:

- **Processos em fluxo contínuo:** é aquele que permite o livre fluxo entre a ocorrência e o processo de tratamento. No caso, permite que todas as carcaças e os tecidos mortos, independente do momento que ocorrerem, possam ser levados a um processo de destinação e encontrem esse processo em condições plenas de recebê-los.

- **Processos em batelada:** permite o tratamento de um número específico de unidades, seja no caso das carcaças, indivíduos mortos, ou quilos, por unidade de tempo. Como um forno crematório, por exemplo, permitirá carregar nele um número de carcaças e levará um tempo determinado para incinerá-las. Outro exemplo, uma fossa aberta no solo, receberá um número de carcaças durante um tempo e em seguida haverá necessidade de fechar essa fossa e abrir outra, pois a sua capacidade de receber novas carcaças estará comprometida.

Assim, pode-se deduzir que, sendo a mortalidade uma ocorrência contínua, os processos de destinação que propõem tratamento em fluxo contínuo são seguramente mais adequados do que os processos que propõem tratamento em batelada.

Quanto maior o porte da granja mais se evidencia a vantagem dos processos em fluxo contínuo. Ao contrário, granjas pequenas podem se utilizar bem de processos em batelada, mesmo para dar conta da geração contínua das carcaças.

- Quanto ao volume das carcaças

Sendo variáveis as dimensões das carcaças e dos tecidos mortos, haverá necessidade de se projetar o processo de destinação final considerando as necessárias adequações para o transporte, manuseio, carga e descarga do processo.

- Quanto à velocidade de decomposição das carcaças

Considerando a rápida decomposição das carcaças, o processo de destinação demandará sempre de preparação, equipamentos de terraplenagem e insumos. Em qualquer dos processos ocorrerão custos operacionais relativos à mão-de-obra.

- A facilidade de compreensão sobre o processo de destinação pelo pessoal da granja é fundamental para assegurar os resultados.
- A facilidade de manuseio e a autonomia do processo quanto ao uso de energia e combustíveis reduzem sensivelmente os custos operacionais.
- Instalações permanentes são mais vantajosas do que instalações provisórias.
- A facilidade de obtenção dos insumos na região, com baixo custo, é essencial para viabilizar o processo de destinação.

Com a questão das carcaças identificadas em números, em função das categorias dos animais do plantel, com a identificação de processos em fluxo contínuo, como os mais adequados para dar destinação à constante geração e considerando as características mais adequadas dos processos disponíveis, pode-se começar a projetar um processo para a destinação final das carcaças.

Compostagem: uma solução para destinação de carcaças

O processo para a destinação de mortalidades da suinocultura que mais tem recebido aceitação em países grandes produtores é o da compostagem.

A compostagem tem se mostrado um processo que permite a rápida e segura disposição das carcaças. Se conduzido corretamente causa menor poluição do ar e não causa poluição das águas, permite manejo para evitar a formação de odores, destrói agentes patogênicos, fornece como produto final o composto orgânico que pode ser utilizado no solo. Portanto, recicla nutrientes e apresenta custos competitivos com qualquer outro sistema de destinação de carcaças, que busque resultado e eficiência.

Compostagem é um processo pelo qual microorganismos da natureza degradam a matéria orgânica.

É um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma colônia mista de organismos, principalmente bactérias, mas também protozoários, fungos e actinomicetos. Ocorre em duas fases distintas: a primeira, quando acontecem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, predominantemente termofílicas e a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.

A compostagem não é automática, não basta simplesmente amontoar carcaças e resíduos aleatoriamente, em meio a um substrato qualquer, para obtê-la. Trata-se de um processo biológico, que é afetado por fatores que podem influenciar a sua atividade microbiológica. Esses fatores devem ser controlados e torna-se necessário dar e manter as condições do meio para que essa atividade ocorra com eficiência.

1. Quanto ao grau de tecnologia

Pode-se empregar na compostagem de carcaças, diferentes formas de entrada de ar que aumentam a eficiência do processo. Tem-se:

a) Compostagem com entradas naturais de ar.

Feita através das frestas das paredes de tábuas usadas neste modelo. Ideal para compostagem em pequenas escalas

b) Compostagem com aeração forçada.

Para grandes escalas de mortalidade e tecidos mortos (restos de parição), com sistema de aeração instalado no piso das células.

2. Quanto à estrutura física

Para proporcionar condições para que a atividade microbiológica realize a compostagem é necessário construir uma pequena estrutura (ver planta, Anexo II), uma obra simples de engenharia, chamada de célula de compostagem, com a qual se garante:

- que a pilha feita com as carcaças e a maravalha possa ser formada com facilidade;
- que a pilha fique protegida da chuva;
- que a umidade seja mantida só com a água colocada no manejo;
- que a pilha fique protegida da ação de animais carnívoros, roedores, escavadores e insetos;
- que o ar possa circular com alguma facilidade pelo meio da pilha;
- que seja possível: retirar da pilha as partes que contêm carcaças já compostadas; deixar aquelas em compostagem e poder abrir espaços, continuamente, para recarregá-la, estabelecendo, assim, um fluxo contínuo entre a ocorrência da mortalidade e o seu destino final. Isto não ocorreria em processos de tratamento em bateladas que demandariam mais espaços para que cada batelada, ou lote a ser submetido à compostação, chegasse à decomposição desejada.

Esta estrutura deve ser provida de piso impermeabilizado para evitar infiltração e telhado para impedir que a água da chuva interfira no processo de fermentação. A adição de água da chuva pode elevar excessivamente a umidade e resultar em uma condição anaeróbia, criando problema de maus odores.

3. Quanto às reações que ocorrem na compostagem

A compostagem de carcaças é feita em um meio onde ocorrem sucessivamente atividades aeróbias (com ar) e anaeróbias (sem ar).

As carcaças de animais contêm grande quantidade de água e de nitrogênio. A relação Carbono/Nitrogênio (C/N), que também regula o processo de compostagem, no caso das carcaças de suínos é de 5:1, considerada muito baixa.

Isto indica a necessidade de se agregar ao redor das carcaças um meio rico em carbono para obter um melhor balanço da relação C/N.

Esse meio pode ser qualquer resíduo agrícola moído, como palha e sabugo de milho, casca de arroz, palhadas, cama de aviário, etc, sendo o melhor deles a maravalha, por sua relação C/N de 140:1, por sua porosidade e pela possibilidade de acomodar-se bem ao redor das carcaças. O uso de cama de aviário traz a vantagem da ação de ácaros, cascudinhos e outros organismos que aceleram a decomposição das carcaças. Camas de até 3 lotes de aves são melhores por manterem a relação C/N adequada.

Na compostagem, as carcaças e tecidos mortos vão sendo depositados em um compartimento que contém inicialmente uma camada de 30 centímetros de maravalha. Cobre-se também com maravalha cada carcaça ou tecidos (placentas) que vão sendo dispostos. Assim, vai se formando uma espécie de "sambaqui", com a maravalha disposta em camadas e as carcaças dispostas sobre as camadas de maravalha e cobertas por elas.

As reações anaeróbias ocorrerão dentro das carcaças e as aeróbias fora delas, próximas ao meio carbonáceo.

Enquanto as carcaças se decompõem na zona anaeróbia, fluídos e gases vão sendo liberados e esses, ao passarem para a zona aeróbia, são decompostos pela ação dos microorganismos em gás carbônico e água (CO₂ e H₂O).

As temperaturas se elevam a 55-60°C e é produzido calor, com o qual as carcaças são literalmente cozidas enquanto se decompõem. As bactérias, tanto aeróbias quanto anaeróbias, nesta fase, são resistentes ao calor (termofílicas). O calor também age matando a maioria das bactérias patogênicas que se encontram nas carcaças, efeito esse complementado com o tempo de manutenção dessas temperaturas elevadas.

Na compostagem de carcaças não se pode movimentar a pilha que está sendo processada, pois isto exporia as carcaças parcialmente compostadas, gerando desequilíbrio ambiental, maus odores e atração de animais. A única modificação feita é quando se

agregam novas carcaças. A pilha fica sem movimento por 120 dias até que os ossos menores e mais flexíveis sejam decompostos e a temperatura comece a cair.

As carcaças novas são colocadas na parte superior da pilha e o seu peso comprimirá as camadas inferiores, onde se encontrarão as carcaças em compostagem e as já compostadas.

As camadas já compostadas ficarão no fundo das pilhas e serão retiradas de tempos em tempos, que corresponderão aos 120 dias projetados para a compostagem se realizar.

Nestas condições, termina o primeiro estágio da compostagem, que é o estágio termofílico, ou também chamado de oxidação.

Em seguida vem o segundo estágio da compostagem, o estágio da maturação onde ao invés de bactérias predominam fungos e actinomicetos e que acontece em temperatura ambiente, ou mesofílica.

Esse estágio terá duração de 90 dias e deve ser realizado fora das células de compostagem, diretamente no campo onde vai ser aplicado como condicionador de solos e adubo orgânico, pois não há necessidade de mantê-los nas instalações da célula de compostagem ocupando seus espaços, o que demandaria um número de células desnecessário.

Neste estágio toda a massa muscular já terá desaparecido, restando os ossos. A maior parte da maravalha usada como meio também não será identificável. Não será possível distinguir mais as carcaças e os materiais.

A temperatura desta massa será igual à temperatura ambiente indicando que os sólidos voláteis biodegradáveis da massa já foram parcialmente digeridos pelas bactérias, não ocorrendo mais cheiro. Isto, no entanto, não quer dizer que a compostagem tenha acabado. Haverá sempre a necessidade de se retirar a massa das células de compostagem e levá-las para locais determinados para iniciar a fase de maturação.

Na fase de maturação as pilhas permanecem também sem movimento, sendo que o processo ocorre mais facilmente que na primeira fase, de oxidação, pois as exigências dos microorganismos que trabalham nesta fase são menores.

Requisitos para a compostagem de carcaças

Para funcionar a compostagem de carcaças necessita de:

- 1) relação Carbono/Nitrogênio apropriada;
- 2) garantia da passagem de ar nas zonas aeróbias (maravalha);
- 3) manutenção das temperaturas em torno de 60°C; e
- 4) umidade média do meio sem zonas secas e sem enxarcamentos.

1) Relação C/N: A relação C/N por quilo ideal é em torno de 30:1. Se a relação for muito alta a compostagem ocorrerá muito devagar. Se for muito baixa, o início da compostagem será retardado, faltará C como fonte de energia para ocorrer a compostagem. Além disso poderá ocorrer anaerobiose e liberação de odores.

Na adoção da técnica de compostagem como destino final de resíduos de qualquer criação ou cultura é útil se conhecer a relação C/N para orientar a formação das leiras ou na montagem das células (Tab. 2).

Tabela 2 - Relação C/N dos componentes da compostagem de resíduos da suinocultura.

Substância	Relação C/N
<i>Carcaças de suínos</i>	<i>5:1</i>
<i>Maravalha</i>	<i>140:1</i>
<i>Composto final</i>	<i>30 a 50:1</i>

Fonte: Walker & Crawford (1997)

A cobertura das carcaças de suínos com maravalha, no interior das células de compostagem, garantirá a relação C/N apropriada e adequada entrada de ar para que ocorra compostagem.

2) Temperatura: O calor é produto dos processos de decomposição e sua presença é o melhor indicador da ocorrência de uma boa compostagem. A temperatura ideal da compostagem ocorre em torno de 60°C. Se a temperatura exceder esse limite as bactérias termofílicas não resistirão ao calor, começarão a se destruir e a diminuir sua atividade e a pilha tende a esfriar. Neste caso a compostagem deverá começar de novo com a adição de material carbonáceo.

Para eliminar os agentes patogênicos comuns a pilha precisa permanecer em 60°C, por pelo menos três dias consecutivos. Nesta temperatura insetos e sementes são também destruídos, sendo que aqueles que ficarem nas margens externas da pilha podem sobreviver.

3) Umidade: Os componentes de uma compostagem apresentam teores de umidade distintos, relacionados com a origem, constituição química e, no caso das carcaças está relacionado com a idade do animal, por isso utiliza-se valores de média de umidade ou intervalo de valores (Tab. 3).

Tabela 3 - Umidade dos componentes da compostagem de resíduos de suínos (média ou intervalos)

Substância	Umidade (%)
<i>Carcaças de suínos</i>	<i>65</i>
<i>Maravalha</i>	<i>20 a 50</i>
<i>Composto final</i>	<i>40 a 50</i>
<i>Umidade aceitável</i>	<i>45 a 60</i>
<i>Umidade ideal</i>	<i>55</i>

Fonte: Walker & Crawford (1997)

A umidade ideal para a compostagem fica em torno de 55%. Se a umidade for baixa resultará em uma compostagem incompleta, com a temperatura da pilha tendo dificuldades para se elevar. Umidade muito alta levará o meio a tender para a anaerobiose por dificuldades de movimentação do ar.

4) Ar: Como a compostagem é uma atividade aeróbia, depende do movimento livre do ar pelos poros da fonte carbonácea. A granulometria, ou seja, o tamanho das partículas do meio, tem impacto determinante sobre a compostagem. Em meios carbonáceos com partículas pequenas demais, as trocas de ar entre o ambiente e a massa tendem a encontrar dificuldades. Sendo as partículas grandes demais, haverá escape de gases o que faz a temperatura da pilha decrescer.

A maravalha tem se mostrado um meio ideal para permitir a passagem livre do ar e a livre troca de gases O₂, CO₂ e vapor de água, entre o meio e o exterior da pilha.

Se o ar não atingir as zonas aeróbias por qualquer impedimento, ou deficiência, haverá esfriamento da pilha e começarão a se manifestar os odores característicos da anaerobiose.

Assim, se a construção da célula de compostagem estiver correta é possível a compostagem ocorrer de maneira natural, sem necessidade de se adicionar ar, porém, caso haja necessidade de acelerar o processo é possível fazer a compostagem com aeração forçada, que consiste em injetar ar na base da pilha para atender com maior frequência a necessidade de ar.

Dimensionamento da célula de compostagem

O dimensionamento de células de compostagem é feito em função das informações específicas da granja quanto aos seus índices de mortalidades e geração de tecidos mortos (placentas). Com esses índices e com a média dos pesos dos animais em cada uma das fases da produção se tem o volume de carcaças a destinar (Ver exemplo Anexo I).

Memória de cálculo para dimensionamento das células de compostagem

1. Produção de carcaças

1.1. Cálculo do número de animais nascidos por ano:

$$\text{N}^\circ \text{ de Matrizes} \times \text{N}^\circ \text{ de partos/porca/ano} \times \text{N}^\circ \text{ total de leitões nascidos/parto} = \text{N}^\circ \text{ total leitões nascidos/ano}$$

$$\boxed{} \times \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{}$$

1.2. Cálculo de perdas por morte por ano (em quilos)

	Número de animais	% de perdas	Peso médio das perdas	Peso total das perdas
Nº total de leitões nascidos por ano				
Natimortos				
Nº total de leitões nascidos vivos por ano				
Perdas de leitões por morte na maternidade				
Nº total de desmamados por ano				
Perdas por morte na creche				
Nº leitões saídos da creche				
Perdas por morte na fase de crescimento e terminação				
Nº total de terminados por ano				
Perda de animais adultos: Porcas, Cachaaos, e Suínos de Reposição				
Nº total partos por ano X 4 Kg de placenta por parto				
Peso total das perdas por ano (em quilos)				
Total de perdas por ano/365 = Perdas médias /dia				

2. Dimensionamento das células de compostagem (C)

2.1. Cálculo das células

2.1.1. Volume da célula

$$V C = \boxed{} \text{ Quilos perdidos/dia} \times \boxed{1,25} = \boxed{} \text{ m}^3$$

(densidade das carcaças kg/m³)
(média 1,25kg/m³)

2.1.2. Área da composteira

$$S C = \frac{\boxed{}}{V C} / 1,5 \text{ m} = \boxed{} \text{ m}^2$$

(altura escolhida)

2.2. Cálculo do número de células (mínimo 2)

Dimensões escolhidas: (As dimensões das células são escolhidas pelo produtor)

Largura	comprimento	Área escolhida
2, 3 ou 4 (m)	2, 3 ou 4 (m)	$\boxed{} \text{ m}^2$

2.2.1. Número de células

$$N \text{ células} = \frac{\boxed{}}{(S C / \text{Área escolhida})} + \frac{\boxed{1}}{C \text{ sec} + \text{Estocagem de Maravalha}}$$

2.2.2. Área requerida para as células

$$S \text{ req} = \boxed{} \text{ m}^2 \quad \text{Células} + \text{corredor p/manejo de 2m}$$

2.3. Cálculo da quantidade de maravalha necessária

$$\text{Demanda anual de maravalha em kg} = \frac{\boxed{} \text{ Perdas por morte/ano (kg)}}{\boxed{1,5} \text{ kg maravalha / kg carcaça}} = \boxed{} \text{ kg/ano}$$

$$\text{Demanda anual de maravalha em m}^3 = \frac{\boxed{} \text{ kg}}{\boxed{200} \text{ densidade média da maravalha 200 kg/m}^3} = \boxed{} \text{ m}^3/\text{ano}$$

1 Parâmetros iniciais

1.a - Tempo de compostagem:

O tempo de compostagem para suínos mortos considerado é de 120 dias para a fase de oxidação. Esse tempo varia com a relação C:N, umidade, clima, tipo de operação, manejo e depende do tipo de material a ser compostado e do material aerador.

Observação importante: A fase de oxidação é a primeira das fases da compostagem e será realizada dentro das células de compostagem. A segunda fase, de maturação, poderá ser realizada a campo, em lugares determinados, como na distribuição de calcário nas lavouras. Pode-se optar pela utilização de uma célula específica para a maturação tendo esta a metade do tamanho da célula de compostagem da primeira fase. Por essa razão, neste dimensionamento, é considerada somente a construção das células de compostagem para a primeira fase.

1.b - Carga da célula de compostagem:

A célula de compostagem receberá uma carga composta de carcaças e outros tecidos mortos, mais a carga correspondente de maravalha.

Para realizar a compostagem das carcaças deverá ser construído um número mínimo de duas células. A construção de duas células de compostagem e mais uma para a estocagem de maravalha e depósito de ferramentas simplifica o trabalho.

Passos para a compostagem de carcaças

1. Colocar uma camada de 30 cm de maravalha nova.
2. Sobre ela colocar os resíduos, mantendo uma distância de 30 cm das paredes e da porta da câmara e, no mínimo, 10 cm uma da outra, para manter a adequada circulação de ar.

Para as carcaças de leitões é necessário abrir a barrigada e perfurar as vísceras (Fig 1); os animais com mais de 30 quilos devem ser esquartejados e as massas musculares maiores devem ser cortadas em fatias grossas. As placentas e natimortos devem ser colocados lado a lado, sem amontoar.

3. Cobrir com maravalha ou cama de aviário, ou qualquer outro resíduo agrícola, em camada suficiente para ainda se visualizar as carcaças (Fig. 2).

4. Acrescentar água em quantidade correspondente à metade do peso de resíduos (animal de 30 quilos colocar 15 litros de água) (Fig. 3).

5. Cobrir com mais uma camada de 15 a 30 cm de maravalha ou cama de aviário seca (evita mau cheiro e moscas e mantém a temperatura) (Fig. 4).

6. Continuar colocando os resíduos, na mesma seqüência até atingir 1,5 m de altura.

7. Cobrir com uma camada final de 15 a 30 cm de maravalha nova.

8. Deixar fermentar por 120 dias (após o fechamento final).

9. Monitorar semanalmente a temperatura usando termômetro com escala até 100°C, introduzido na pilha a 30cm de profundidade (em orifício aberto com barra de ferro). Pode-se, também, usar só a barra de ferro, de 30 a 50 cm, mantida inserida constantemente na pilha. O toque da palma da mão na barra de ferro, imediatamente após a retirada, pode dar noção da temperatura da massa. Quando acima de 50°C torna-se desconfortável ao toque.

10. Depois de 120 dias, retirar o material para parte lateral da câmara, cobrir com lona plástica e reutilizar na montagem da nova câmara ou transportar o local de utilização, onde ficará amontoada por mais 90 dias e posteriormente será utilizada como adubo. Se sobraem ossos, estes devem ser colocados novamente na câmara para continuar a decomposição. O composto não deve ser utilizado em cultivo de produtos consumidos in natura, como as hortas, pode ser usado em lavoura de grãos ou, de preferência, em reflorestamento.

Cada câmara da unidade de compostagem de 2 x 2 x 2m pode receber cerca de 500 kg de resíduos para fermentar.

As carcaças de animais que foram medicados com antibióticos, há menos de 30 dias ante-morte, ao serem colocadas no processo de compostagem, podem apresentar a permanência de resíduos do produto na musculatura, o que faz com que, mesmo após os 120 dias recomendados, apresentem parte dessa musculatura em estado pastoso.



Fig. 1. Prepare o suíno morto para colocar na célula de compostagem, abrindo a "barrigada" e perfurando as vísceras (se maior de 30 kg, esquartejando-o).



Fig. 2. Cubra com o material aerador (cama de aviário, etc.) em camada suficiente para ainda visualizar a carcaça.



Fig. 3. Acrescente água em quantidade correspondente à metade do peso do suíno morto.

Nesse caso, esses resíduos devem ser trabalhados como uma carcaça nova, sendo recolocados na nova câmara montada para novo processo de fermentação, com agregação de água. No manuseio desse material percebe-se uma alta concentração de gases de amônia, por isso devem ser rapidamente colocados sob camada de cama de aviário, molhados e cobertos com nova camada de maravalha ou cama seca.

Testes realizados mostraram a destruição de *Salmonella* spp., além da bactéria *Erysipela rhusiopathiae* e do vírus da doença de Aujeszky. Dai Prá et al. (1999) observaram que o material resultante da compostagem de suínos mortos não apresentava contaminação por *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, além de espécies de *Salmonella*.

Como resolver os problemas mais comuns

A compostagem é um processo biológico, portanto podem ocorrer problemas na sua condução. Os mais comuns são identificados a seguir:

Guia para identificação de problemas na compostagem de carcaças.



Fig. 4. Cubra com uma camada de mais de 15 cm de material aerador seco.

I. Problemas com temperatura		
<i>Sintomas</i>	<i>Causa Provável</i>	<i>Sugestões</i>
- Dificuldade de atingir a temperatura ideal	- Pilha muito seca - Pilha muito úmida - Relação C/N imprópria - Maravalha usada é muito grossa	- Abra a pilha e adicione mais água na camada das carcaças - Abra a pilha, remova as zonas empapadas de líquidos substituindo por maravalha seca - Avalie se a quantidade de maravalha está correta e adicione mais onde faltar. - Abra a pilha e misture maravalha mais fina
- Dificuldade de manter a temperatura ideal	- Secagem prematura das camadas - Condições ambientais adversas - Muita umidade	- Abra a pilha e adicione água - Evite dispor carcaças congeladas, assegure cobertura adequada com maravalha. - Adicione e misture maravalha seca para absorver a umidade.
- Dificuldade de Compostar	- Relação C/N imprópria - Carcaças dispostas muito próximas, ou amontoadas - Carcaças próximas às paredes	- Uso de maravalha já compostada, ou pouca quantidade de maravalha em relação aos tamanhos das carcaças. Misture nova maravalha nas proporções recomendadas. - Fazer uma linha única de carcaças, não amontoar placentas - Manter as carcaças afastadas pelo menos 0,30m das paredes e comportas. Recolocar as que não estiverem nesta distância.

2. Problemas com odores		
Sintomas	Causa Provável	Sugestões
- Maus odores Indicam que falta ar na compostagem (está ocorrendo anaeróbiose)	- Pilha muito úmida - Dificuldades no fluxo de ar - Excessiva compactação	- Abra a pilha, remova as zonas empapadas de líquidos substituindo por maravalha seca - Afofar as camadas da pilha, afastar as carcaças das paredes e fazer uma só linha de carcaças, não empilhar. - Abrir a pilha e descompactar as zonas endurecidas.
- Cheiro de podre	- Cobertura inadequada das carcaças - Longos períodos de baixa temperatura.	- Cubra as carcaças com 30cm de maravalha sempre que as carcaças sejam dispostas na pilha. Não deixe a cobertura para depois.
- Cheiro de amônia	- Relação C/N imprópria e muito baixa	- Adicione Nitrogênio ao sistema. Adicione 0,5 kg de Nitrato de Amônia, ou Uréia, para cada 50 kg de carcaças dispostas. Distribua o Nitrogênio na camada de maravalha a ser utilizada para cobertura..

3. Problemas com moscas		
Sintomas	Causa Provável	Sugestões
3.1. Surtos de moscas sobre a pilha ou nas áreas próximas	- Cobertura inadequada das carcaças - Baixas condições de higiene do local - Dificuldade de atingir a temperatura. - Muita geração de chorume	- Mantenha camada de maravalha de 30cm para cobertura. - Mantenha a área limpa, livre de dejetos, pedaços de carcaças e entulhos diversos. Limpe sempre o local - Siga os passos mencionados no tópico Problemas com Temperatura. - Abra a pilha e adicione maravalha seca, misturando-a com a umedecida.

4. Problemas com animais escavadores		
Sintomas	Causa Provável	Sugestões
4.1. Exposição das carcaças em processo de compostagem e pilhas revolvidas.	- Cobertura inadequada das carcaças - Aberturas inadequadas nas comportas de carga e descarga	- Mantenha camada de maravalha de 30cm para cobertura. - Na colocação das carcaças não deixe criar fendas nas camadas de maravalha. - Não coloque carcaças a menos de 30cm das paredes e comportas. - Verifique sempre se as comportas de tábuas de madeira estão vedando corretamente sem comprometer o fluxo de ar.

Qualquer problema que não tenha sido possível resolver seguindo as sugestões propostas acima, ou que não tenham sido identificadas, ligue para :

Embrapa Suínos e Aves
ECOLTEC - Tecnologias Ambientais Aplicadas

Referências bibliográficas

- DONALD, J.; BLAKE, J. P.; HARKINS, D.; TUCKER, K. Questions and answer about using mini-composters. Alabama: Alabama Cooperative Extension Service, [19--]. 2p. (Circular ANR-850).
- DAI PRÁ, M. A.; MIOLA, V. ZAGO, V., MISTURA, C. Compostagem de placentas e carcaças de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9, 1999, Belo Horizonte, MG. Anais. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. p. 287-288.
- MACSAFLEY, L. M.; DuPOLDT, C.; GETER, F. Agricultural waste management system component design. In: KRIDER, J. N.; RICKMAN, J. D. Agricultural waste management field handbook. [s.l.] U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service., 1992, Cap. 10, p. 1-85.
- RYNK, R., ed. On-farm composting handbook. Ithaca: Northeast. Regional Agricultural Engineering Service, 1992. 186 p. (Cooperative Extension. NRAES, 54).
- WALKER R., CRAWFORD B. Composting swine mortality . In: MINNESOTA PORK CONFERENCE, 1997, Minnesota. Proceedings. Minnesota.: University of Minnesota, 1997.

Anexo I

Exemplo de cálculo de uma composteira

1.1. Cálculo do número de animais nascidos por ano:

$$\begin{matrix} \text{N}^\circ \text{ de} & \times & \text{N}^\circ \text{ de partos/} & \times & \text{N}^\circ \text{ total de leitões} & = & \text{N}^\circ \text{ total leitões} \\ \text{Matrizes} & & \text{porca/ano} & & \text{nascidos/parto} & & \text{nascidos/ano} \end{matrix}$$

$$\boxed{120} \times \boxed{2,41} \times \boxed{9,78} = \boxed{2828}$$

1.2. Calculo de perdas por morte por ano (em quilos)

	Número de animais	% de perdas	Peso médio das perdas	Peso total das perdas
Nº total de leitões nascidos por ano	2828			
Natimortos	136	4,80	1,50	204
Nº total de leitões nascidos vivos por ano	2692			
Perdas de leitões por morte na maternidade	177	6,56	2	354
Nº total de desmamados por ano	2515			
Perdas por morte na creche	58	2,31	9	522
Nº leitões saídos da creche	2457			
Perdas por morte na fase de crescimento e terminação	38	1,56	40	1520
Nº total de terminados por ano	2419			
Perda de animais adultos: Porcas, Cachaços, e Suínos de Reposição	16		200	3200
Nº total partos por ano X 4 Kg de placenta por parto				1157
Peso total das perdas por ano (em quilos)				6957
Total de perdas por ano/365 = Perdas médias /dia				19,06

P2. Dimensionamento das células de compostagem

2.1. Cálculo das células (c)

2.1.1. Volume da célula (V_c)

$$V_c = \boxed{19,06} \text{ Quilogramas perdidos/dia} \times \boxed{1,25} = \boxed{23,82m^3}$$

(densidade das carcaças kg/m³)
(média 1,25kg/m³)

2.1.2. Área da composteira (SC)

$$SC = \frac{\boxed{23,82}}{V_c} / \boxed{1,5} m = \boxed{35,7m^2}$$

(altura escolhida)

2.2. Cálculo do número de células (mínimo 2)

Dimensões escolhidas: Largura X Comprimento = Área escolhida
(As dimensões das células são escolhidas pelo produtor)

Largura (m)	2, 3 ou 4	Comprimento (m)	2, 3 ou 4	
	2		2	4 m ²

2.2.1. Número de células

$$N \text{ células} = \frac{\boxed{23,82/4}}{(SC / \text{Área escolhida})} + \frac{\boxed{1}}{C \text{ sec} + \text{Estocagem de Maravalha}}$$

2.2.2. Área requerida para células (S_{req})

$$S_{req} = \boxed{5,95} m^2 \quad \text{Células + corredor p/manejo de 2m}$$

2.3. Cálculo da quantidade de maravalha necessária

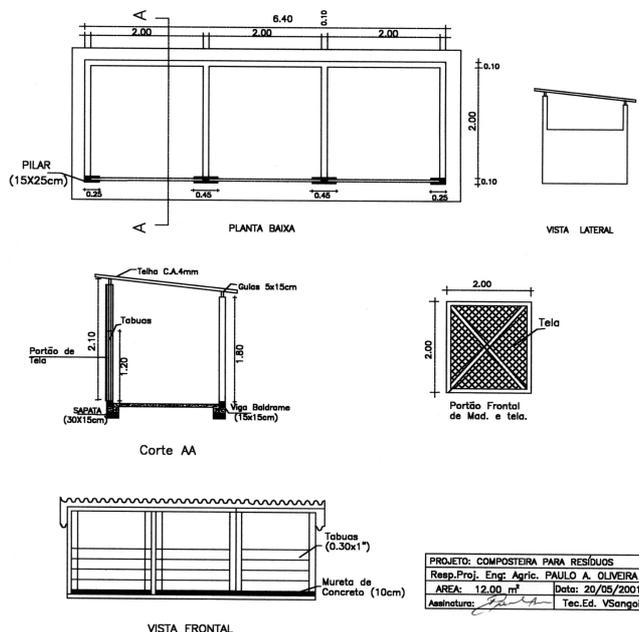
$$\text{Maravalha (kg)} = \frac{\boxed{6957} \text{ Perdidas por morte/ano (kg)}}{\boxed{1,5} \text{ kg maravalha / kg carcaça}} = \boxed{10435} \text{ kg/ano}$$

$$\text{Demanda anual de maravalha (m}^3\text{)} = \frac{\boxed{10435} \text{ kg}}{\boxed{200} \text{ kg/m}^3} = \boxed{54,35} \text{ m}^3\text{/ano}$$

densidade média da maravalha 200 kg/m³

Anexo II

Projeto de composteira



Vista em perspectiva da composteira



Circular Técnica, 26

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Empresa Suínos e Aves
Endereço: Br 153, Km 110, Vila Tamanduá
 Caixa Postal 21, 89.700-000, Concórdia, SC
Fone: 49 4428555
Fax: 49 4428559
E-mail: sac@cnpas.embrapa.br

1ª edição
 1ª impressão (2001): tiragem: 300

Comitê de Publicações

Presidente: Paulo Roberto Souza da Silveira
Membros: Paulo Antônio Rabenschlag de Brum, Carlos Eugênio Soto Vidal, Janice Reis Ciacci Zanella, Jean Carlos Porto Vilas Bóas Souza, Claudio Bellaver.

Revisores Técnicos

Paulo Armando Victória de Oliveira, Cícero Juliano Monticelli, Irene Zanata Pacheco Câmara.

Expediente

Supervisão editorial: Tânia Maria Biavatti Celant.
Editoração eletrônica: Sandra Salete Schirmann.