

Concórdia, SC / Agosto, 2024

Compostagem de carcaças de suínos inteiros em leiras

Evandro Carlos Barros⁽¹⁾, Everton Luis Krabbe⁽²⁾, Jalusa Deon Kich⁽²⁾, Raquel Rebelato⁽¹⁾, Rodrigo da Silveira Nicoloso⁽³⁾ e César Rodrigo de Souza Surian⁽⁴⁾

⁽¹⁾Analista, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. ⁽²⁾Pesquisador, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC. ⁽³⁾Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ⁽⁴⁾Bolsista, Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento, Concórdia, SC.

Introdução

O Brasil se destaca no cenário do agronegócio como um dos principais produtores e fornecedores mundiais de proteína animal, com um rebanho de aproximadamente 5 milhões de cabeças de suínos, 225 milhões de cabeças de bovinos e 1.6 bilhões de cabeças de galináceos em 2021 (IBGE, 2022). Considerando as taxas médias de mortalidade rotineira¹ observadas nos rebanhos do país, estima-se que sejam gerados mais de 1,2 milhão de toneladas de cadáveres de animais mortos não abatidos² por ano na agropecuária brasileira (Krabbe, 2016). Estes resíduos em putrefação geram gases e elementos potencialmente poluidores, odores desagradáveis, além de serem matéria-prima para a proliferação de microrganismos patogênicos. Nesse contexto, a adoção de tecnologias e práticas seguras e eficazes para o tratamento e destinação desses resíduos torna-se imprescindível para mitigar os riscos ao meio ambiente, à sanidade dos rebanhos e à saúde pública.

1 Mortalidade rotineira: resultante da morte precoce dos animais durante o ciclo de produção, podendo ocorrer em função de causas naturais, acidentais ou por doenças recorrentes dos rebanhos. Distingue-se da mortalidade por doenças de notificação obrigatória que devem ser manejadas conforme orientações do Serviço Veterinário Oficial.

2 Animais mortos não abatidos: carcaças de animais mortos nas propriedades rurais, resultantes da mortalidade rotineira dos rebanhos, cujo destino é o uso como condicionador de solo ou como fertilizante.



Foto: Paulo César Baldi

Figura 1. Compostagem de carcaças de suínos inteiros em leiras

A compostagem é uma técnica amplamente validada para o tratamento destes resíduos, a qual, se bem executada, promove a sanitização das carcaças e a produção de um composto orgânico³ que

3 Material orgânico estabilizado, resultante do processo de compostagem, com propriedades e características completamente diferentes daquelas que lhe deram origem.

pode ser utilizado como fertilizante na agricultura (Serrano *et al.*, 2020). Esta tem sido a principal tecnologia utilizada pelos suinocultores para o tratamento e destinação das carcaças de suínos mortos não abatidos, utilizando composteiras ou células de compostagem⁴.

Apesar deste sistema ter boa eficiência, requer o investimento na construção e manutenção das células de compostagem e dispêndio de mão de obra na preparação das carcaças dos animais mortos (esquartejamento dos animais maiores), montagem das células e condução do processo de compostagem. Com o aumento de escala das granjas e crescente carência de mão de obra, essa tecnologia passou a não atender a produção, demandando alternativas mais viáveis.

Atualmente, várias são as rotas tecnológicas disponíveis para o tratamento de animais mortos nas propriedades rurais, como, por exemplo, a biodigestão anaeróbica, a incineração e a hidrólise, além de métodos de compostagem mais eficientes e menos demandantes de mão de obra, como os sistemas de compostagem acelerada e a compostagem de animais inteiros (Nicoloso *et al.*, 2022). Todas essas rotas tecnológicas visam o tratamento e destinação das carcaças de animais mortos dentro das propriedades rurais, sem a remoção para centrais de coleta e/ou de tratamento de resíduos, que é atividade regulamentada no país por instrução normativa do Ministério da Agricultura e Pecuária - Mapa (BRASIL, 2019)⁵.

A Embrapa desenvolveu o sistema de compostagem de animais inteiros para o tratamento das carcaças de bovinos nas propriedades rurais (Otenio, *et al.*, 2010). Este sistema demonstrou ser eficiente no controle de diversos patógenos, como a *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus uberis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Salmonella Typhimurium*, microrganismos relevantes para aquela cadeia de produção (Serrano, 2020). Além disso, demanda baixo custo de instalação e reduzida mão de obra na montagem das leiras e condução do processo de compostagem. Apesar deste sistema poder, em princípio, ser aplicado para outras espécies de animais, não haviam trabalhos validando o processo

para o tratamento das carcaças de suínos. Neste sentido, este documento tem por objetivo apresentar os resultados de estudo realizado pela Embrapa Suínos e Aves para validação sanitária do processo de compostagem de suínos inteiros sobre leiras, assim como estabelecer recomendações para instalação e manejo deste sistema em propriedades rurais.

Material e métodos

Desafio experimental e eutanásia dos suínos

A *Salmonella Typhimurium* foi escolhida como microrganismo indicador para a validação sanitária do processo de compostagem de suínos inteiros em leiras por ser prevalente e persistente em granjas de produção comercial, uma vez que os suínos costumam ser portadores deste agente que se aloja principalmente nos linfonodos mesentéricos dos animais.

A cepa de *S. Typhimurium* utilizada foi obtida da Coleção de Microrganismos de Interesse para Suínos e Aves (CMISEA) da Embrapa Suínos e Aves, registrada com a identificação BRMSA 1614. A cepa foi selecionada por possuir resistência aos antimicrobianos doxicilina (DOX) e tetraciclina (TET), podendo ser diferenciada de outras salmonelas quando cultivada em meio contendo estes antimicrobianos.

Para o experimento foram utilizados 12 suínos com peso médio de 57 kg (54 kg a 60 kg), escore corporal compatível com a idade e linhagem, clinicamente saudáveis e em adequado estado sanitário. Os suínos foram transferidos para o infectório da Embrapa Suínos e Aves para o desafio com *S. typhimurim* BRMSA 1614, administrada via oral com ração, de forma individual, sendo 3 mL de inóculo contendo 10⁸ UFC/mL. O desafio foi realizado para garantir que todos os suínos tivessem contato com o agente bacteriano a ser eliminado no processo de compostagem. Uma semana após o desafio experimental, os suínos foram eutanasiados por eletrocussão, precedida de anestesia com Zoletil 50 (2 mL/suíno). Posteriormente, os cadáveres foram acomodados para tratamento nas leiras de compostagem.

4 Sistema onde as carcaças de animais mortos são tratadas em unidades de compostagem (células ou composteiras) construídas em alvenaria, madeira ou outro material utilizado para confinar o material em ambiente protegido e coberto.

5 A Instrução Normativa GM/Mapa 48/2019 estabelece "as regras sobre o recolhimento, transporte, processamento e destinação de animais mortos e resíduos da produção pecuária como alternativa para a sua eliminação nos estabelecimentos rurais".

Montagem da leira de compostagem

A metodologia para montagem das leiras de compostagem foi baseada nas recomendações provenientes dos estudos realizados pela Embrapa Gado de Leite (Otenio, *et al.*, 2010). As leiras foram

montadas em formato semicircular, diretamente sobre o solo e a céu aberto, em posição de terreno elevada, distante de zonas de drenagem e de corpos hídricos, favorecendo a insolação e a incidência de chuva (Figura 2).



Foto: Paulo César Baldi



Foto: Paulo César Baldi

Figura 2. Leira de compostagem sendo montada, onde se pode observar a disposição dos cadáveres de suínos (A); leira de compostagem finalizada (B).

Os cadáveres foram dispostos nas leiras de compostagem inteiros, sem trituração ou esquartejamento, apenas com uma perfuração na região do abdômen (Figura 3A) para permitir a saída dos gases gerados durante a decomposição das carcaças. Esse procedimento reduz o inchaço das carcaças e evita que surjam “rachaduras” na superfície da leira (Figura 3B) e a consequente liberação de odores desagradáveis, os quais também podem ser atrativos para moscas e animais carniceiros

Os cadáveres foram divididos em dois grupos, sendo que seis deles foram adicionados em leira de compostagem utilizando camadas de 30 cm de substrato e os outros seis em leira de compostagem

com 60 cm de substrato. O processo de montagem das leiras de compostagem é detalhado na Figura 4, tendo como exemplo a leira com 60 cm de espessura de substrato e 30 cm entre animais mortos. Para favorecer a aeração, o substrato foi formado por uma mistura de 70% de serragem e 30% de maravalha (Oliveira *et al.*, 2015). Além disso, procurou-se evitar a compactação das leiras, tomando o cuidado de se evitar o trânsito de pessoas ou de apoiar objetos pesados sobre a leira de compostagem a fim de impedir qualquer limitação à aeração, o que poderia interferir na eficiência do processo.



Figura 3. Detalhe da perfuração no abdômen (A) e de “rachadura” (B) em leira de compostagem de animais mortos.

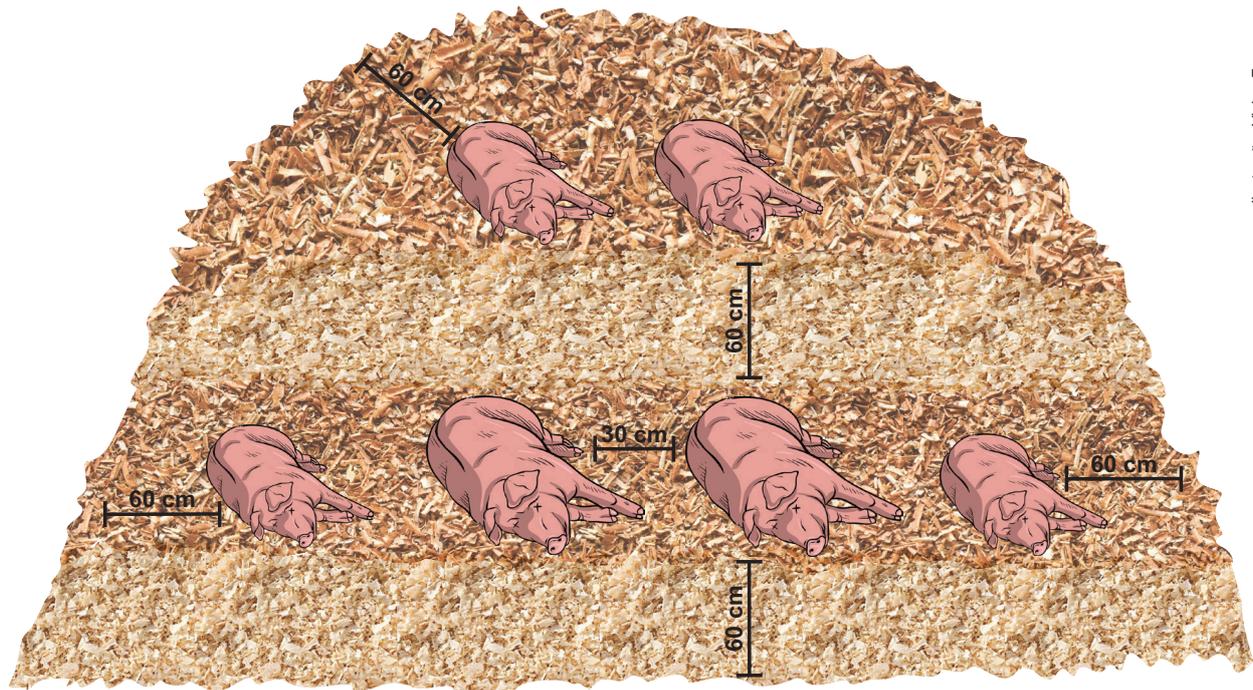


Ilustração: Vivian Fracasso

Figura 4. Perfil da leira de compostagem com detalhes sobre a disposição dos suínos mortos na leira com 60 cm de espessura de substrato; nas leiras montadas com camadas de 30 cm de substrato foi aplicada esta espessura na base e cobertura das leiras.

Monitoramento das leiras de compostagem

Após a montagem das leiras de compostagem (dia zero do experimento), foram realizadas medições semanais da temperatura ambiente e da temperatura no interior das leiras nos dias 0, 1, 9, 16, 23, 30, 37, 44 e 65. A temperatura no interior das leiras foi monitorada utilizando uma sonda termopar e medida em seis pontos em cada leira. Também foi registrado o volume de precipitação no mesmo período, utilizando dados da estação meteorológica da Embrapa Suínos e Aves, distante aproximadamente 650 m do local do experimento. Ainda, foram realizadas coletas do material em compostagem para pesquisa da presença da cepa de *S. Typhimurium* BRMSA 1614, utilizada no desafio sanitário dos animais. As amostras foram coletadas em seis pontos distintos em cada leira nos dias 1, 9, 16, 23, 30, 37, 44 e 65 do experimento, sendo analisadas individualmente. Também nos dias 0 e 65 (início e final do experimento) foram coletadas amostras compostas de solo em seis pontos na área sobre a qual foram posicionadas as leiras de compostagem para avaliar a presença ou ausência do microrganismo utilizado como indicador neste estudo.

Resultados e discussão

Monitoramento do processo de compostagem

De acordo com Pereira Neto (1987), a compostagem é definida como um processo aeróbio, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos que se estabelece em duas fases distintas:

- **Primeira:** denominada fase termofílica, se caracteriza por uma alta atividade microbológica e geração de calor, quando ocorre a rápida decomposição dos materiais em compostagem.
- **Segunda:** denominada de fase de maturação, caracteriza-se por temperaturas mais baixas, sendo o período em que ocorre a estabilização e humificação do material em compostagem.

Trabalhos anteriores mostraram que na fase termofílica a atividade microbológica atinge alta intensidade, provocando a elevação da temperatura no interior das leiras, chegando a valores superiores a 65 °C (Kiehl, 1998). Nicoloso *et al.* (2022) verificaram em revisão de literatura que a temperatura

mínima aceitável para que se obtenha uma rápida decomposição das carcaças é de 50 °C na fase termofílica e que esta temperatura deve ser mantida por pelo menos sete dias para a sanitização do material em compostagem (Vinneras *et al.*, 2010). Na fase de maturação e à medida que o processo de compostagem avança, a temperatura interna da leira de compostagem tende a cair em consequência da diminuição da atividade biológica e progressiva estabilização do material.

No presente estudo, foram avaliadas as temperaturas ambiente e no interior das leiras com 30 cm e 60 cm de espessura de substrato (Figura 5). A temperatura média diária do ambiente oscilou entre 15,2 °C e 24,8 °C durante o período experimental. As temperaturas do material em compostagem no interior das leiras se elevaram rapidamente após a montagem das mesmas, atingindo 54 °C e 68 °C no dia 6 após o início do processo de compostagem nas leiras com 30 cm e 60 cm de espessura de substrato, respectivamente. A temperatura na leira com maior espessura de substrato (60 cm) se manteve acima dos 50 °C durante todo o período, totalizando 65 dias de observações. Ainda, a temperatura foi superior a 65 °C e 55 °C até o dia 13 e 34 de monitoramento, respectivamente, o que indica alto potencial para sanitização do material em compostagem, cujo processo se torna mais eficiente com o

aumento da temperatura (Vinneras *et al.*, 2010). Já na leira com a menor espessura de substrato (30 cm), as temperaturas decaíram para aproximadamente 50 °C entre os dias 20 e 34 de compostagem e, posteriormente, se mantiveram próximas aos 48 °C até o final do período observado. As menores temperaturas observadas na leira com menor espessura de substrato indicam que houve menor isolamento térmico com a perda de parte do calor gerado no processo de compostagem. Outra observação foi a presença de “rachaduras” (Figura 3B) na superfície destas leiras, favorecendo a emissão de odores desagradáveis e a atração de moscas, situação também comprovada pela observação de larvas.

Observa-se, ainda na Figura 5, que houveram eventos frequentes de precipitações de chuva durante o período experimental, alguns com elevado volume diário (88 mm), totalizando 248 mm em 65 dias. Deste total, cerca de 130 mm de precipitação ocorreram durante os primeiros nove dias do experimento, quando o processo de compostagem ainda estava se estabelecendo. As chuvas que ocorreram durante este período não impediram o aumento e a manutenção da temperatura das leiras de compostagem em uma faixa de temperatura característica da fase termofílica e acima da temperatura

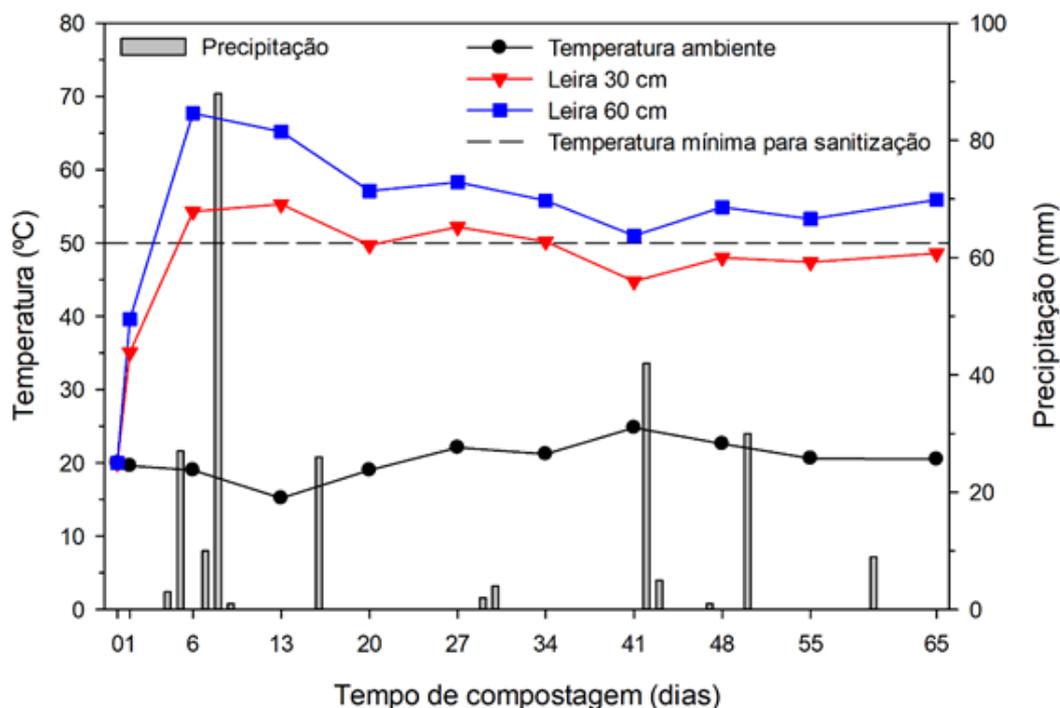


Figura 5. Temperatura ambiente e no interior de leiras montadas com 30 cm e 60 cm de espessura de substrato e precipitação registrada durante o período experimental de compostagem de suínos inteiros.

mínima necessária para a sanitização do material em compostagem.

De acordo com Nicoloso *et al.* (2022), a mistura de substrato e resíduos deve ser mantida na faixa ótima de 50%-60% de umidade para o desenvolvimento dos microrganismos que atuam no processo de compostagem. Se a mistura estiver muito seca, o processo de compostagem não se estabelece ou, após iniciado, se alonga demasiadamente. Neste sentido, as chuvas que ocorreram durante o experimento colaboraram com a adição de umidade às leiras de compostagem, permitindo o desenvolvimento do processo de maneira adequada. Por outro lado, sabe-se que o excesso de umidade (acima de 70%) pode provocar a deficiência de oxigênio no interior das leiras, o que limita o processo de compostagem (caracterizado, então, pela baixa temperatura das leiras) e favorece a putrefação das carcaças sob condições parcialmente anaeróbias, gerando a emissão de gases e odores desagradáveis.

Apesar dos elevados volumes de chuva, não se observou a produção de chorume nas leiras. Estudos anteriores realizados com compostagem de dejetos de suínos em uma mistura de substrato de serragem e maravalha, na mesma proporção utilizada no presente experimento, indicaram que cada quilo desse substrato, quando seco, tem capacidade de absorver até 2,5 litros de líquido sem promover a produção de chorume (Oliveira *et al.*, 2015). Assim, considerando que a densidade aparente da mistura de maravalha e serragem (30% e 70%, respectivamente) é de 133 kg/m³ (Nicoloso e Barros, 2019) e a quantidade de substrato utilizada na montagem das leiras, é possível estimar a capacidade máxima de cada leira em absorver água da chuva. Verificando-se o perfil de montagem das leiras (Figura 4), tem-se que na leira com camadas de 30 cm de substrato utiliza-se camadas sobrepostas (30+30+30 cm) que totalizam 90 cm de substrato, considerando uma seção vertical da região central das leiras onde estão dispostos os animais. Já nas leiras com camadas de 60 cm de substrato, as camadas sobrepostas (60+30+60 cm) totalizam 150 cm de substrato. Desta maneira, cada metro quadrado de superfície destas leiras teria capacidade de absorver até 300 litros e 500 litros de água ou milímetros de chuva, respectivamente, sem produzir

chorume, valores até duas vezes superiores à precipitação registrada durante o experimento.

Controle de organismos patogênicos

Os cadáveres de suínos mortos durante o ciclo produtivo podem ser foco de proliferação e disseminação de organismos patogênicos, representando risco sanitário ao ambiente, à produção e à saúde pública. Isso se deve a putrefação das carcaças e ao risco de que, ao menos, parte dos animais mortos esteja infectada por microrganismos patogênicos potencialmente causadores de doenças da produção. Exemplos de algumas bactérias de importância clínica para produção de suínos, que se presentes nos cadáveres precisam ser eliminadas no processo de compostagem, são *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Glaesserella parasuis*, *Pasteurella multocida*, *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Choleraesuis e *Streptococcus suis*, dentre outros. Por meio do processo de compostagem, se bem executado, é possível promover a sanitização desses resíduos em curto espaço de tempo (Vinneras *et al.*, 2010). A Tabela 1 apresenta resultados de presença de *S.*

Tabela 1. Percentagem das amostras de solo e material coletado nas leiras de compostagem de suínos com camadas de 30 cm e 60 cm de espessura onde foi identificada a presença de *S. Typhimurium* BRMSA 1614.

Dia de coleta	Solo sob as leiras	Leira de compostagem	
		30 cm	60 cm
----- % -----			
1	33	17	17
9	nc	0	0
16	nc	0	33
23	nc	0	17
30	nc	0	0
37	nc	0	0
44	nc	0	0
65	0	0	0

nc: não houve coleta de solo neste dia.

Typhimurium BRMSA 1614 em amostras de solo coletadas sob as leiras e de amostras das próprias leiras de 30 cm e 60 cm usadas no experimento.

A cepa *S. Typhimurium* utilizada no desafio possui resistência aos antimicrobianos Doxiciclina (DOX) e Tetraciclina (TET). Assim, foi possível realizar o isolamento deste microrganismo nas amostras de substrato e solo por meio da adição destes dois antimicrobianos ao meio de cultivo.

No primeiro dia pós disposição dos cadáveres nas leiras, foi observada a presença da cepa BRMSA 1614 em 33% das amostras de solo sob as leiras de compostagem e em 17% das amostras do material em compostagem (Tabela 1). Nas semanas seguintes foi realizada a coleta de amostras apenas do material em compostagem, registrando-se a presença da cepa BRMSA 1614 apenas na leira formada com camadas de 60 cm de substrato nos dias

16 e 23 de compostagem, quando 33% e 17% das amostras testaram positiva para o microrganismo, respectivamente. No dia 65, ao final do processo de compostagem, foram coletadas amostras de solo e do material das leiras, não sendo observada a presença de *S. Typhimurium* em nenhuma das amostras. Estes resultados confirmam o achado anterior de Serrano *et al.* (2020), que demonstraram que a compostagem de bovinos inteiros em leiras foi eficiente na supressão de microrganismos patogênicos. A sanitização dos resíduos durante o processo de compostagem permite o posterior uso seguro do composto orgânico como fertilizante na agricultura.



Foto: Evandro Carlos Barros



Foto: Evandro Carlos Barros

Figura 6. Abertura das leiras após 65 dias de compostagem dos suínos inteiros, onde se pode observar a ausência de tecidos moles identificáveis e a presença de ossos de maior tamanho parcialmente decompostos.

Inspeção visual das leiras de compostagem

Após 65 dias, as leiras de compostagem foram abertas para análise visual do material compostado (Figura 6). Não se identificou a presença de partes de tecidos moles dos animais em nenhuma das duas leiras, restando apenas os ossos maiores parcialmente decompostos, indicando que o tempo de compostagem foi suficiente para degradação das carcaças. Também se verificou uma coloração escura do substrato que estava em contato mais próximo às carcaças, envolto por substrato mais claros à medida que as camadas iam se distanciando dos animais. A presença destas camadas de substrato mais claro nas leiras que foram abertas indica que este material foi apenas parcialmente degradado no processo, podendo ser reaproveitado na montagem de novas leiras de compostagem. A inspeção visual das leiras pode indicar por quantas vezes será possível reaproveitar o substrato para a montagem de novas leiras, prática esta que será possível até que a maior fração do material esteja com aspecto escuro e indicando estágio de degradação mais avançado. Nessas condições, o material já compostado deverá ser removido e maturado em outro local.

Também os ossos que se mantiverem presentes após o processo de compostagem poderão ser mantidos na montagem das leiras subsequentes, tendo em vista que os mesmos tendem a se fragmentar e decompor continuamente ainda que de forma lenta. Alternativamente, estes ossos remanescentes poderão ser separados e triturados para adição ao material em compostagem para acelerar sua degradação. Após a maturação do material, o composto orgânico poderá ser utilizado como fonte de nutrientes para a agricultura, seguindo recomendações técnicas de uso e suas respectivas restrições (Nicoloso *et al.*, 2023).

Conclusões

A compostagem de animais inteiros em leiras a céu aberto é uma alternativa às demais rotas de destinação de animais mortos, uma vez que apresenta facilidade operacional e baixo custo estrutural, o que favorece a adoção da tecnologia por parte dos suinocultores. A utilização de leiras montadas com 60 cm de camada de substrato composta pela proporção em peso de 30% de maravalha e 70% de serragem promoveu maior temperatura interna nas leiras de compostagem, o que acelera o processo de decomposição dos tecidos moles dos animais mortos e melhora a sanitização dos resíduos.

Adicionalmente, a maior espessura de substrato também aumenta a segurança contra a produção de chorume das leiras de compostagem. Verificou-se que após 65 dias todos os tecidos moles dos suínos de aproximadamente 60 kg foram decompostos. O material compostado pode ser então utilizado na montagem de novas leiras de compostagem ou reservado para utilização como fertilizante na agricultura após a sua maturação.

Recomendações técnicas para dimensionamento, montagem e manejo de leiras de compostagem de suínos inteiros

Local de instalação

Recomenda-se que as leiras de compostagem de suínos inteiros sejam construídas de forma a facilitar o acesso de veículos, que transportarão o substrato, e de máquinas, que farão o carregamento do composto após o final do processo de compostagem. O local deve estar suficientemente distante de mananciais de água ou nascentes, córregos, açudes ou qualquer outro corpo hídrico, além de posicionados em partes mais elevadas do terreno para se evitar o acúmulo de água nas leiras.

Cerca de proteção

A compostagem, quando feita de acordo com a orientação técnica, não gera odores desagradáveis e tampouco atrai moscas e animais carniceiros, como urubus. No entanto, uma vez que as leiras de compostagem de animais inteiros se diferenciam das composteiras ou células de compostagem por não estarem confinadas lateralmente por estruturas de contenção, o local de compostagem deve ser protegido por cerca para prevenir a entrada de cães e animais silvestres que podem escavar a leira e expor os cadáveres. Assim, recomenda-se utilizar cerca com tela no entorno da área de compostagem com altura >1,5m e malha que impeça o acesso destes animais às leiras.

Formato, composição e disposição dos cadáveres

As leiras podem ter formato triangular, trapezoidal ou semicircular e são montadas em camadas no sentido vertical e também no sentido do seu comprimento. A recomendação é de se utilizar

camadas com 60 cm de substrato, entendido aqui como sendo o material usado como fonte de carbono para a compostagem. Este deve ser poroso o suficiente para permitir a entrada de ar no interior da leira, ter alta capacidade de absorção de fluídos e alta relação carbono/nitrogênio (C/N). Os principais materiais usados são a maravalha, a serragem ou a mistura de ambos, além de palha de gramíneas picada. É importante que esse material não esteja parcialmente decomposto, pois, do contrário, o processo de compostagem estará comprometido.

O controle da umidade interna das leiras é algo importante e que precisa de atenção, pois é fator decisivo para a eficiência do processo de compostagem. Em locais onde a precipitação é escassa ou com longos períodos de estiagem, deve-se acrescentar água nas leiras até que a umidade fique entre 40% e 60%.

Dimensionamento

Para dimensionar uma composteira em leira é preciso calcular o tempo de compostagem e maturação dos cadáveres, com base na estimativa de mortalidade de suínos na propriedade. A taxa de mortalidade de suínos é variável nas diferentes granjas e sistemas de criação, sendo normalmente

mais elevada entre os animais mais novos e matrizes. Além disso, é influenciada por diversos fatores, como o manejo adotado, instalações e incidência de doenças. As taxas de mortalidade médias, nos principais sistemas de criação de suínos adotados no Brasil, estão descritas na Tabela 2.

O período de compostagem é o tempo necessário para a completa decomposição dos tecidos moles. Desde que o processo seja bem conduzido, pode ser estimado pela equação $T=7,42 \sqrt{P}$, onde T é o tempo de compostagem em dias e P é o peso, em kg, do animal a ser compostado (Tabela 2). O tempo mínimo recomendável de compostagem é de 30 dias, independentemente do peso da carcaça.

A maturação é o processo final onde ocorre a estabilização do material e a humificação do composto orgânico. O período de maturação deve ser estimado como 1/3 do tempo de compostagem ou no mínimo 30 dias, o que for maior. O composto orgânico pode ser usado como condicionador ou fertilizante para o solo. Para uso no solo como fonte de nutrientes, recomenda-se consultar um engenheiro agrônomo ou profissional habilitado.

O dimensionamento das leiras de compostagem de animais inteiros, baseado no tipo de granja, número de animais alojados, mortalidade de animais e qualidade do substrato a ser utilizada, pode ser realizado conforme a metodologia descrita por Nicoloso e



Tabela 2. Mortalidade, comprimento, largura, altura e peso de suínos nos principais sistemas de criação adotados no Brasil.

Categoria animal	Meta de mortalidade (%) ¹	Peso (kg) ²	Tamanho (metros) ³		
			Comprimento	Largura	Altura
Matrizes e reprodutores	7,0	250,0	1,90	0,40	0,85
Suínos em crescimento e terminação	1,8	130,0	1,40	0,35	0,65
Leitões em creche	1,8	28,0	0,80	0,19	0,41
Leitões em Maternidade	6,0	8,0	0,55	0,14	0,28

1 Meta de mortalidade para os diversos sistemas de criação (Nicoloso, et al, 2022).

2 Peso médio dos maiores animais presentes no lote em cada sistema de criação.

3 Dimensões médias de suínos de acordo com sistema de criação e peso observados em lotes criados na Embrapa Suínos e Aves.

Barros (2019). O Software de Gestão Ambiental da Suinocultura (SGAS), da Embrapa Suínos e Aves, realiza todos os cálculos para dimensionamento das leiras de compostagem de suínos inteiros e está disponível em <https://sistemas-ext-cnpsa.nuvem.ti.embrapa.br/sgas2/index.php>.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução normativa nº 48, de 17 de outubro de 2019. Brasília. GM/MAPA. Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/transito-animal/cgtqa-legis/in-mapa-no-48-17-10-2019.pdf/view>> Acesso em 11 dezembro 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em 25/07/2024.
- KIEHL, E. J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 1998.
- KRABBE, E. L.; WILBERT, C. A. Os passivos das cadeias de produção de proteína animal — animais mortos. *Avicultura Industrial*, Itu, ed. 1251, ano 107, n. 01, p. 24-31, 2016.
- NICOLOSO, R. da S.; LIMA, G. J. M. M. de; KRABBE, E. L.; MORES, N.; OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A.; DALLA COSTA, O. A.; CARON, L.; AVILA, V. S. de; BARROS, E. C.; OLIVEIRA, M. M. de. Tecnologias para destinação de animais mortos na granja. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022. 34 p. Folhetos.
- NICOLOSO, R. da S.; BARROS, E. C.: Manual de dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves. Concórdia. Embrapa Suínos e Aves, 2019.
- NICOLOSO, R. da S.; DE OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A.; KRABBE, E. L.; BARROS, E. C.; Critérios técnicos mínimos para o licenciamento ambiental de granjas de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2023. 56 p.; (Documentos / Embrapa Suínos e Aves, 239).
- OLIVEIRA, P.A.V., BARROS, E.C., SCHELL, D.R., TURMINA, L.P., Dimensionamento de Unidade de Compostagem Automatizada para Tratamento dos Dejetos Suínos. Cartilha. Embrapa Suínos e Aves. Concórdia-SC, 2015. 24p.
- OTENIO, M. H.; DA CUNHA, C. M.; ROCHA B. B. Compostagem de carcaças de grandes animais. Juiz de Fora/MG: Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico 61. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/875238/1/COT61compostagem.pdf>.
- PEREIRA NETO, J. T. On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach. p. 839-845. Inglaterra: University of Leeds, 1987.
- SERRANO, L.; PAULA, V. R. de; RIBEIRO, J. B.; SILVA, M. R.; FREITAS, C. de; OTENIO, M. H.: Compostagem de carcaças de animais mortos elimina microrganismos patogênicos. *PUBVET* - DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n2a502.1-11>. 2020.
- VINNERAS, B.; AGOSTINI, F.; JONSSON, H. Chapter 9: Sanitation by composting. In: INSAN, H.; FRAKE-WHITTLE, I.; GOBERNA, M. (Eds.) *Microbes at work: from waste to resources*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2010. p.171-191.

Embrapa Suínos e Aves

Rodovia BR 153 - Km 110
Caixa Postal 321
89.715-899, Concórdia, SC
<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Franco Muller Martins*

Secretário-executivo: *Tânia Maria Biavatti Celant*

Membros: *Clarissa Silveira Luiz Vaz, Cátia Silene Klein, Gerson Neudi Scheuermann, Jane de Oliveira Peixoto e Joel Antônio Boff*

Comunicado Técnico 618

ISSN 0100-8862

Agosto, 2024

Revisão de texto: *Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza*

Normalização bibliográfica: *Claudia Antunez Arrieche* (CRB-14/880)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Vivian Fracasso*

Publicação digital: PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

Todos os direitos reservados à Embrapa.