

Tecnologias para Destinação de Animais Mortos na Granja



Rodrigo da Silveira Nicoloso
Gustavo Júlio Mello Monteiro de Lima
Everton Luis Krabbe
Nelson Morés
Paulo Armando Victória de Oliveira
Airton Kunz
Osmar Antônio Dalla Costa
Luizinho Caron
Valdir Silveira de Ávila
Evandro Carlos Barros
Matias Marchesan de Oliveira

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Cartilha

Tecnologias para destinação de animais mortos na granja

*Rodrigo da Silveira Nicoloso
Gustavo Júlio Mello Monteiro de Lima
Everton Luis Krabbe
Nelson Morés
Paulo Armando Victória de Oliveira
Airton Kunz
Osmar Antônio Dalla Costa
Luizinho Caron
Valdir Silveira de Ávila
Evandro Carlos Barros
Matias Marchesan de Oliveira
Autores*

Embrapa Suínos e Aves
Concórdia, SC
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Rodovia BR 153 - KM 110
89.700-991, Concórdia-SC
Caixa Postal 321
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Presidente: Marcelo Miele
Secretária: Tânia M.B. Celant
Membros: Airton Kunz
Ana Paula A. Bastos
Gilberto S. Schmidt
Gustavo J.M.M. de Lima
Monalisa L. Pereira
Suplentes: Alexandre Matthiensen
Sabrina C. Duarte

Coordenação editorial: Tânia M.B. Celant
Revisão técnica: Marcelo Miele e Martha M. Higarashi
Revisão gramatical: Monalisa L. Pereira
Normalização bibliográfica: Claudia A. Arrieche
Edição eletrônica: Vivian Fracasso
Foto da capa: Lucas S. Cardoso

1ª edição

Versão eletrônica (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Suínos e Aves

Tecnologias para destinação de animais mortos na granja / Autores, Rodrigo da
Silveira Nicoloso... [et al.]. - Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017.
34 p.; 29 cm.

1. Animal morto. 2. Suinocultura. 3. Carcaça. 4. Meio Ambiente. 5. Sustentabilidade. 6. Serviço de controle animal. I. Título. II. Série. III. Nicoloso, Rodrigo S. IV. Lima, Gustavo Júlio Mello Monteiro de. V. Krabbe, Everton Luis. VI. Morés, Nelson. VII. Oliveira, Paulo Armando Victória de. VIII. Kunz, Airton. IX. Dalla Costa, Osmar Antônio. X. Caron, Luizinho. XI. Ávila, Valdir Silveira de. XII. Barros, Evandro Carlos. XIII. Oliveira, Matias Marchesan de.

CDD. 632.9

©Embrapa 2017

Autores

Rodrigo da Silveira Nicoloso

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Gustavo Júlio Mello Monteiro de Lima

Engenheiro-agrônomo, doutor em Nutrição Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Everton Luis Krabbe

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Nelson Morés

Médico-veterinário, mestre em Patologia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Paulo Armando Victória de Oliveira

Engenheiro-agrícola, doutor em Construções Rurais e Ambiente, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Airton Kunz

Químico-industrial, doutor em Química, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Osmar Antônio Dalla Costa

Zootecnista, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Luizinho Caron

Médico-veterinário, doutor em Genética e Biologia Molecular, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Valdir Silveira de Ávila

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Evandro Carlos Barros

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fisiologia Vegetal, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Matias Marchesan de Oliveira

Engenheiro-químico, mestre em Engenharia de Processos, doutorando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina e professor do Instituto Federal Catarinense, Florianópolis, SC

Sumário

Apresentação.....	07
Etapas do processo.....	08
Remoção dos animais mortos do local de criação.....	09
Armazenamento temporário das carcaças.....	10
Transporte das carcaças dentro da propriedade.....	12
Unidade de tratamento das carcaças de animais mortos.....	13
Tecnologias para pré-processamento das carcaças.....	15
Trituração.....	15
Desidratação.....	17
Tecnologias para tratamento e disposição final das carcaças.....	19
Compostagem tradicional.....	19
Compostagem de grandes animais.....	22
Compostagem acelerada.....	25
Biodigestão anaeróbia.....	28
Incineração.....	30

Parâmetros técnicos para dimensionamento dos sistemas de tratamento de carcaças de animais mortos.....	32
Informações adicionais.....	34

Apresentação

Este documento tem por objetivo apresentar algumas das tecnologias em validação no âmbito do Projeto TEC-DAM - Tecnologias para destinação de animais mortos, liderado pela Embrapa Suínos e Aves e com participação da Embrapa Gado de Leite e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Os resultados aqui expostos têm o propósito de orientar técnicos e produtores quanto aos procedimentos operacionais recomendados para a correta **destinação das carcaças resultantes da mortalidade rotineira de animais** que ocorrem nos estabelecimentos rurais. Essas recomendações visam mitigar os riscos que estes resíduos representam à sanidade das cadeias de produção de suínos, aves e bovinos, ao meio ambiente e à saúde do trabalhador rural e dos consumidores.

Destaca-se que as tecnologias apresentadas neste documento devem ser aplicadas, até o momento, **exclusivamente dentro dos limites dos estabelecimentos rurais**. A possibilidade de remoção das carcaças das propriedades e o seu tratamento ou reciclagem em escala industrial também é objeto de estudo por parte da equipe do Projeto TEC-DAM. No entanto, essa alternativa depende de análise do risco sanitário que a remoção e o transporte dos animais mortos podem ocasionar às cadeias de produção animal e também à população que reside em regiões de produção animal intensiva. Os resultados dessa análise de risco serão comunicados aos órgãos reguladores que poderão decidir pela normatização ou não desses procedimentos com base nas evidências científicas que estão sendo geradas através do Projeto TEC-DAM.

Etapas do processo

A destinação dos animais mortos **dentro dos limites do estabelecimento rural** envolve a remoção das carcaças dos locais de criação, a sua eventual armazenagem temporária em local apropriado (opcional), transporte até a unidade de tratamento onde será processada e, posteriormente, a disposição final do resíduo tratado (Figura 1 - A). Na unidade de tratamento (Figura 1 - B), a carcaça pode ser submetida a um pré-processamento (trituração ou esquartejamento manual e desidratação ou outro tratamento térmico). Estas etapas de pré-processamento são opcionais e podem ser indicadas, ou não, conforme o sistema de tratamento empregado posteriormente (compostagem, biodigestão ou incineração). A incineração é uma tecnologia recomendada especialmente para resíduos de alto risco sanitário. O resíduo tratado (composto orgânico, biofertilizante e cinzas) pode então ser encaminhado para disposição final (reciclagem como fertilizante, por exemplo). Outras tecnologias de pré-processamento e tratamento das carcaças de animais mortos poderão ser recomendadas a medida em que sejam adaptadas e validadas de acordo com as características dos diferentes sistemas de produção animal praticados no Brasil.

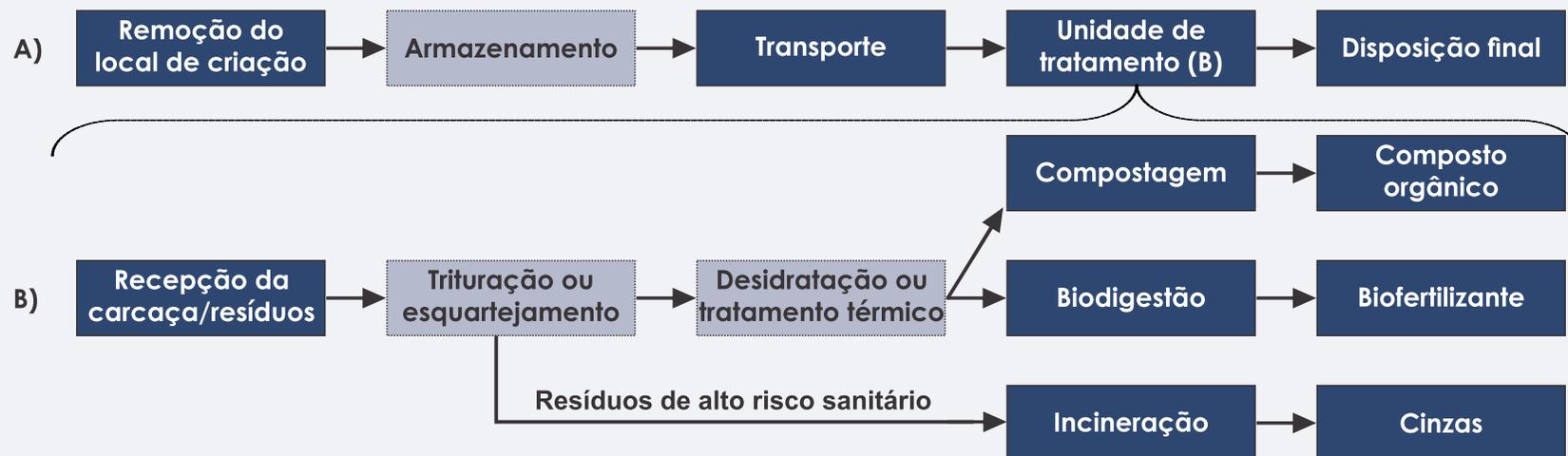


Figura 1. Etapas do processo de destinação das carcaças oriundas da mortalidade rotineira de animais nas propriedades rurais. As caixas delimitadas por linha tracejada indicam etapas que são opcionais e indicadas de acordo com a tecnologia de tratamento a ser empregada posteriormente (compostagem, biodigestão e incineração). TEC-DAM, 2017.

Remoção dos animais mortos do local de criação

A remoção dos animais mortos do local de criação deve ser realizada de forma a minimizar os riscos sanitários ao rebanho e de acordo com normas de segurança do trabalho. A Embrapa Suínos e Aves desenvolveu um modelo de carrinho para transporte de suínos mortos que pode auxiliar nesse processo (Figura 2 - A). O equipamento é de baixo custo e evita o transporte manual de animais pesados, reduzindo o esforço do operador. O mesmo modelo pode ser utilizado para o transporte de animais vivos com dificuldade de locomoção. No entanto, destaca-se que **o carrinho utilizado para remoção dos animais mortos deve ser usado exclusivamente para essa finalidade**. O carrinho deve ser higienizado e desinfetado logo após o uso. A ocorrência de mortalidade que apresentem sintomas compatíveis com doenças de notificação obrigatória deve ser imediatamente comunicada ao Serviço Veterinário Oficial. No entanto, também é importante o registro da mortalidade rotineira na propriedade em planilha específica a fim de controle e comprovação junto aos órgãos fiscalizadores.

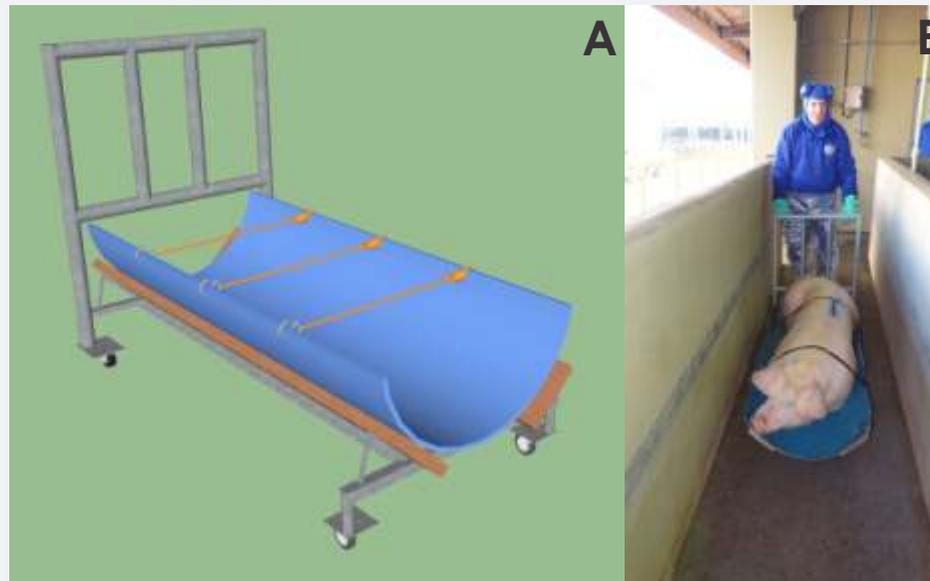


Figura 2. Modelo de carrinho para transporte de animais mortos (A) ou animais vivos com dificuldade de locomoção (B).

Armazenamento temporário das carcaças

Na eventual necessidade de armazenamento das carcaças até que se acumule a quantidade de material necessária para otimizar o processo de tratamento pelo aumento de escala, os animais mortos deverão ficar retidos em uma área de armazenamento pré-definida **no máximo 24 horas**. Este local deve possuir capacidade suficiente para comportar a mortalidade de animais neste período e ser de uso exclusivo para essa finalidade. O armazenamento das carcaças por tempo superior a 24 horas deverá ser realizado obrigatoriamente em câmara fria reservada exclusivamente para essa finalidade (Figura 3). Nos casos em que o estabelecimento tenha necessidade de Licenciamento Ambiental, a documentação apresentada ao órgão competente deve prever a instalação desse local.

Características da construção

A área de armazenamento deve ser construída de forma a otimizar o manejo, incluindo planos em desnível que facilitem a recepção e remoção das carcaças, áreas para manobra do carrinho de recolhimento e do veículo de transporte até a unidade de tratamento. O local deve ser sombreado e contar com iluminação adequada. Além disto, deve ser fechado e inacessível para animais de qualquer espécie, com tela nas aberturas a fim de evitar a entrada de pássaros e insetos. Recomenda-se ainda que os animais mortos permaneçam cobertos por lona plástica durante o armazenamento, como medida adicional para controle de moscas. Conforme critérios do Serviço Veterinário e/ou Ambiental Oficial, outras estruturas para os pontos de armazenamento podem ser solicitadas.

Localização

Naquelas **propriedades que possuem cerca de isolamento** o ponto de armazenamento deve ser situado junto à mesma, permitindo, sempre que possível, o abastecimento pela área interna e o recolhimento dos animais mortos pela área externa da cerca. Quando o processamento das carcaças é realizado fora da cerca de isolamento, a retirada da carcaça pelo lado externo e seu processamento devem ser feitas por pessoa específica que não atue na unidade produtiva ou por funcionário da própria granja em final de expediente (não retornando na unidade

produtiva no mesmo dia). Nas propriedades sem cerca de isolamento, o ponto de armazenamento deve estar situado em local que minimize a circulação do veículo utilizado para transporte dos animais mortos em áreas utilizadas para o manejo rotineiro da produção animal.

Higiene e desinfecção

Os pontos de armazenamento devem ser higienizados e desinfetados periodicamente ou conforme necessidade, evitando-se o acúmulo de resíduos. Também os efluentes da higienização dos pontos de recolha devem ter destinação adequada, considerando questões de ordem sanitária e ambiental.



Foto: Gustavo J.M.M. de Lima/Embrapa

Figura 3. Câmara fria utilizada exclusivamente para armazenamento de carcaças de animais mortos. Laboratório TEC-DAM, Embrapa Suínos e Aves, 2017.

Transporte das carcaças dentro da propriedade

O transporte das carcaças de animais mortos até o ponto de armazenamento e desse até a unidade de tratamento deve ser feita por funcionários da propriedade, com veículo adaptado e de uso exclusivo para este fim. Não se admite, em hipótese alguma, o uso desse veículo para transporte de ração, insumos alimentares e animais vivos. O veículo utilizado para transporte de animais mortos nas **propriedades que possuem cerca de isolamento** não deve ingressar ou transitar por áreas de manejo interno da propriedade. O mesmo se aplica ao funcionário que transporta as carcaças até a unidade de tratamento. Nas **propriedades sem cerca de isolamento** a circulação do veículo utilizado para transporte dos animais mortos deve ser a mais restrita possível. As carcaças transportadas não poderão ser destinadas a local diferente daquele previamente autorizado e constante na licença ambiental (unidade de tratamento), exceto quando expressamente determinado pelo Serviço Veterinário e/ou Ambiental Oficial.

Características do veículo

O recipiente contendo as carcaças de animais mortos deve ser firmemente preso à carroceria do veículo e completamente vedado, não permitindo derramamentos, perda de material pelo vento ou por qualquer outra interferência física, ou ainda a exalação de odores. Recomenda-se que os veículos estejam dotados de estruturas mecânicas e/ou hidráulicas capazes de facilitar o carregamento e descarregamento, além de minimizar o contato dos operadores com os animais mortos.

Higiene e desinfecção

O veículo e o recipiente utilizados para o transporte dos animais mortos devem ser imediatamente higienizados e desinfetados após o uso em local apropriado, evitando-se a presença de resíduos. Também os efluentes da higienização do veículo e do recipiente de transporte devem ter destinação adequada, considerando questões de ordem sanitária e ambiental.

Unidade de tratamento das carcaças de animais mortos

Neste local, as carcaças de animais mortos são recebidas, registradas e encaminhadas para pré-processamento (caso exista) e ao sistema de tratamento (compostagem, biodigestão ou incineração) e destinação final do resíduo. O registro do número e tamanho (peso) dos animais é importante para que os sistemas de tratamento sejam dimensionados e operados dentro das recomendações técnicas detalhadas nesse documento. A destinação final do resíduo tratado (composto orgânico, biofertilizante e cinzas) como fertilizante deve seguir as recomendações técnicas referente a cultura a ser adubada e as legislações que regulamentam o tema.

Localização

Naquelas **propriedades que possuem cerca de isolamento** a unidade de tratamento pode ser situada junto à mesma, permitindo, sempre que possível, a recepção das carcaças pela área interna e a remoção do resíduo tratado pela área externa da cerca. Nas **propriedades sem cerca de isolamento** a unidade de tratamento deve estar situada em local que minimize a circulação dos veículos utilizados para transporte dos animais mortos e outros materiais por áreas utilizadas para o manejo rotineiro da produção animal.

Características da construção

As características das unidades de tratamento podem variar conforme o processo de tratamento utilizado. De maneira geral, recomenda-se que sejam também construídas, quando necessário, de forma a facilitar a descarga das carcaças e outros insumos necessários e o recolhimento do resíduo tratado. O local deve ser sombreado e contar com iluminação adequada. Além disso, deve ser fechado e inacessível para animais de qualquer espécie, com tela nas aberturas a fim de evitar a entrada de pássaros e insetos (Figura 4). Conforme critério do Serviço Veterinário e/ou Ambiental Oficial, outras estruturas podem ser solicitadas.



Figura 4. O Laboratório TEC-DAM abriga diversas tecnologias para tratamento das carcaças de suínos e aves e é totalmente telado e protegido contra a entrada de pássaros e insetos. Laboratório TEC-DAM, Embrapa Suínos e Aves, 2017.

Higiene e desinfecção

A unidade de tratamento deve ser higienizada e desinfetada logo após o processamento das carcaças, evitando-se o acúmulo de resíduos. Também os efluentes da higienização das unidades de tratamento devem ter destinação adequada, considerando questões de ordem sanitária e ambiental.

Tecnologias para pré-processamento das carcaças

Trituração

Indicação	Trituração das carcaças (fragmentos < 3 cm) para redução do volume do material, aumento da eficiência dos sistemas de tratamento e redução da mão-de-obra com o esquartejamento manual das carcaças
Fonte de energia	Elétrica ou tomada-de-força de tratores
Requisitos técnicos	O equipamento deve atender normas de segurança do operador, permitir lavagem para higienização e desinfecção, ser construído e instalado de modo a coletar todos os fluídos e resíduos gerados (Figura 5)
Uso do material triturado	Deve ser obrigatoriamente processado em sistema de tratamento de carcaças de animais mortos por biodigestão, compostagem tradicional ou acelerada e outras tecnologias validadas para tanto



Fotos: Osmar A. Dalla Costa/Embrapa

Figura 5. Triturador de carcaças de suínos mortos instalado em granja comercial de suínos (A). No detalhe, as lâminas que fazem a trituração do material (B).

Desidratação

Indicação	Tratamento térmico (inativação de patógenos) e redução do volume das carcaças (60-80%) por desidratação (perda de água). Nesse processo não ocorre queima ou incineração das carcaças. Portanto, não há emissão de gases pela desidratação das carcaças, apenas vapor d'água e gases provenientes da queima da lenha ou biogás utilizado como fonte de energia
Condição das carcaças	Esquartejadas (suínos) ou inteiras (aves)
Descrição do equipamento	Cilindro rotativo em aço (Figura 6)
Capacidade típica do equipamento (aves/suínos)	de 100 a 450 kg
Fonte de energia	Elétrica (rotação do cilindro) e lenha (desidratação das carcaças). Há possibilidade de o equipamento ser adaptado para operar com biogás
Tempo de operação (aves/suínos)	4 a 5 horas

Temperatura de desidratação das carcaças

95 a 105°C

Uso do material desidratado

O material desidratado deve ser encaminhado, obrigatoriamente, para tratamento por compostagem ou biodigestão anaeróbia. O grau de desidratação das carcaças pode ser ajustado conforme o destino final do material desidratado. Para uso em biodigestores não se recomenda a desidratação completa das carcaças, mas o tratamento térmico para inativação de patógenos com temperatura mínima de 70°C por duas horas



Foto: Gustavo J.M.M. de Lima/Embrapa

Figura 6. Modelos de desidratadores de carcaças de suínos e aves. Os equipamentos utilizam lenha para aquecimento e energia elétrica para movimentação do cilindro rotativo. Laboratório TEC-DAM, Embrapa Suínos e Aves, 2017.

Tecnologias para tratamento e disposição final das carcaças

Compostagem tradicional

Indicação	Resíduos de parto de suínos e mortalidade rotineira de suínos e aves em pequenos sistemas de produção
Unidade de manejo	Células ou leiras de compostagem (Figura 7)
Condição das carcaças	Trituradas ou esquartejadas (suínos) ou inteiras (aves)
Local	Área plana e bem drenada, afastada de cursos e reservatórios d'água, visível e inacessível a animais
Material de construção	Concreto, alvenaria, madeira e/ou materiais alternativos
Substrato	Maravalha, serragem (misturada à maravalha), cama de aves, palhas, entre outros. O substrato deve ter alta capacidade de absorção de fluídos e alta relação C/N
Tamanho das células	Deve considerar o método de manejo empregado (enchimento e revolvimento manual ou mecanizado). As dimensões normalmente empregadas são 1,5-5,0 m de Largura e Comprimento, com Altura variando entre 1,0-1,5m

Tempo de enchimento das leiras	<p>É função do volume médio diário de material produzido para compostagem (carcaças e substrato: ver Tabelas 1, 2 e 3) e tamanho das leiras de compostagem (volume)</p>
Montagem das leiras	<p>A formulação do material em compostagem deve seguir os parâmetros das Tabelas 1, 2 e 3. Deve-se manter uma camada de 30 cm de substrato (serragem ou outro material para absorver chorume) no fundo da leira. As carcaças trituradas devem ser homogeneizadas (misturadas) com o substrato. As carcaças esquartejadas ou inteiras (suínos pequenos ou aves) devem ser dispostas em camadas e cobertas com o substrato. Manter sempre uma camada de, ao menos, 10 cm de substrato cobrindo as leiras de compostagem para evitar maus odores e a proliferação de moscas</p>
Período de compostagem	<p>É o tempo necessário para decomposição dos tecidos moles da carcaça. Pode ser estimado em função da seguinte equação $T = 7,42 \sqrt{P}$, onde T é o tempo de compostagem (dias) e P é o peso da carcaça (kg). O tempo mínimo recomendável de compostagem é de 10 dias, independentemente do peso da carcaça. Nesse período não há revolvimento das leiras. Monitorar a temperatura e umidade no interior das leiras (Tabela 3). A adição de água pode ser indicada para manter o teor de umidade da leira na faixa adequada</p>
Período de maturação	<p>Pode ser estimado como 1/3 do tempo de compostagem ou no mínimo 30 dias, o que for maior. Nessa etapa as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação está completa quando não há incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras</p>
Número de células de compostagem	<p>Caso exista área reservada para estocagem do composto orgânico obtido ao final do processo de compostagem e maturação, são necessárias, no mínimo, duas leiras (uma em enchimento e a segunda em compostagem/maturação). Caso não exista área de armazenagem do composto é recomendável utilizar no mínimo três leiras (enchimento, compostagem/maturação e estocagem por mínimo de 30 dias). Podem ser necessárias mais leiras, o que pode ser calculado em função dos parâmetros anteriores</p>

Uso do composto

O composto orgânico pode ser utilizado como fertilizante para a adubação de culturas agrícolas e florestais, conforme recomendações técnicas, sendo vedado seu uso em pastagens, hortaliças ou frutíferas

Fotos: Osmar A. Dalla Costa/Embrapa



Figura 7. Células de compostagem tradicional para tratamento de carcaças de animais mortos em granja comercial de suínos. Ao contrário do que se observa na imagem, recomenda-se que as células possuam canaletas para coleta do chorume e telas para evitar a entrada de pássaros e insetos.

Compostagem de grandes animais

Indicação	Mortalidade rotineira de grandes animais (bovinos e suínos maiores)
Unidade de manejo	Leiras de compostagem para animais inteiros (Figura 8)
Condição das carcaças	Inteiras, sem esquartejamento ou trituração
Substrato	Maravalha, serragem (misturada à maravalha), cama de aves, palhas, entre outros. O substrato deve ter alta capacidade de absorção de fluídos e alta relação C/N (Tabela 1). A quantidade de substrato para montagem das leiras varia conforme o tamanho do animal a ser tratado. São necessários aproximadamente 6 m ³ de substrato para a decomposição de um bovino adulto
Tamanho das leiras	Varia conforme o tamanho do animal a ser tratado. Para bovinos adultos, a base da leira deve ter uma espessura mínima de 60 cm de altura. O comprimento e a largura da leira devem ser suficientes para manter uma camada de substrato de ao menos 60 cm de espessura em torno da carcaça

<p>Montagem das leiras</p>	<p>A carcaça de animais grandes deve ser colocada sobre a base de substrato no centro da leira. É importante perfurar a cavidade abdominal (e o rúmen para bovinos) da carcaça a fim de se evitar o inchaço e possível explosão. A leira então é coberta, mantendo-se uma espessura mínima de 60 cm de substrato sobre a carcaça. As leiras de compostagem para animais menores (bovinos jovens ou suínos) podem ser montadas em mais de uma camada, mantendo-se aproximadamente 30 cm de substrato entre as camadas</p>
<p>Período de compostagem</p>	<p>É o tempo necessário para decomposição dos tecidos moles da carcaça. Pode ser estimado em função da seguinte equação $T = 7,42 \sqrt{P}$ onde T é o tempo de compostagem (dias) e P é o peso da carcaça (kg). Nesse período não há revolvimento das leiras. Monitorar temperatura e umidade (Tabela 3)</p>
<p>Período de maturação</p>	<p>Pode ser estimado como 1/3 do tempo de compostagem ou no mínimo 30 dias, o que for maior. Nessa etapa as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação está completa quando não há incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras</p>
<p>Número de células de compostagem</p>	<p>O composto orgânico pode ser utilizado como fertilizante para a adubação de culturas agrícolas e florestais conforme recomendações técnicas, sendo vedado seu uso em pastagens, hortaliças ou frutíferas</p>



Figura 8. Montagem de leira de compostagem para animais inteiros e de grande porte.
Fonte: Captura de tela de vídeo disponível no canal Dia de Campo na TV no Youtube: <https://youtu.be/6VEAOBR7Yvk>

Compostagem acelerada

Indicação	Mortalidade rotineira em grandes sistemas de produção
Tipo de equipamento	Reator do tipo cilindro rotativo em aço (Figura 9)
Condição das carcaças	Devem ser previamente trituradas
Substrato	Serragem, cama de aves, palhas, entre outros. O substrato deve ter alta capacidade de absorção de fluídos e alta relação C/N
Local	Área plana e bem drenada, afastada de cursos e reservatórios d'água, visível e inacessível a animais. O reator deve estar abrigado em edificação apropriada
Descrição do equipamento	Reator cilíndrico rotativo com isolamento térmico (volume pode variar conforme o fabricante e a necessidade do produtor), equipado com sistemas automatizados para o controle de rotação (temporizador), controle de aeração (ventilação forçada com temporizador) e com possibilidade de tratamento dos gases de exaustão (captura de amônia e redução de maus odores)
Sistema de operação	Poderá operar em sistema batelada ou contínuo. A mistura do substrato (serragem) e carcaças deve seguir parâmetros orientadores descritos nas Tabelas 1, 2 e 3

Frequência de revolvimento

O tempo em rotação (revolvimento) e o tempo de repouso podem variar de acordo com a concentração de oxigênio no interior do reator e conforme a temperatura e umidade do composto e do ambiente. Resultados experimentais indicaram que ciclos de 30 minutos de revolvimento (0,15 rpm) e 2h30m de repouso reduziram as emissões de amônia e não afetaram a eficiência do processo de compostagem, para carcaças de suínos. Para o tratamento de carcaças de aves, determinou-se que ciclos 30 minutos de revolvimento e 1h de repouso foram mais eficientes. Nota-se, também, que o aumento do período de repouso manteve por mais tempo o material em compostagem com temperatura acima de 50°C, propiciando a eliminação de microrganismos patogênicos. Recomenda-se que a concentração de O₂ seja superior a 10%, no interior da biomassa, para maior eficiência do processo de compostagem

Período de compostagem

Para a completa decomposição dos tecidos moles das carcaças, recomenda-se um período mínimo de 10 dias de compostagem, em sistema de batelada. Resultados experimentais indicam tempo médio de compostagem (ou tempo de retenção para sistemas operando com alimentação contínua) de 21-28 dias para carcaças de aves e suínos. Salienta-se que o tempo para degradação do material orgânico será influenciado pela frequência de revolvimento e temperatura atingida durante o processo que deve ser monitorada periodicamente conforme indicado na Tabela 3. O processo estará concluído quando ocorrer a redução e estabilização da temperatura do material em compostagem. Para sistemas de compostagem acelerada operando em regime contínuo, o tempo mínimo de residência do material dentro do reator deve ser calculado em função do volume útil do reator e período de compostagem indicado anteriormente

Período de maturação

É o período posterior à remoção do material compostado do reator cilíndrico. Nessa etapa, as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação estará completa quando não ocorrer incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras

Uso do composto

O composto orgânico pode ser utilizado como fertilizante para a adubação de culturas agrícolas e florestais conforme recomendações técnicas, sendo vedado seu uso em pastagens, hortaliças ou frutíferas



Figura 9. Reatores do tipo cilindro rotativo de 4 m³ para compostagem acelerada de carcaças de animais mortos. Laboratório TEC-DAM, Embrapa Suínos e Aves, 2017.

Foto: Rodrigo S. Nicoloso/Embrapa

Biodigestão anaeróbia

Indicação	Tratamento das carcaças visando produção de biogás
Requisitos	As carcaças devem ser previamente submetidas a tratamento térmico (mínimo de 70°C por duas horas) e trituradas. A desidratação é uma alternativa para tratamento térmico das carcaças previamente à sua destinação aos biodigestores
Tipo de biodigestores	Lagoa coberta (Figura 10) ou mistura completa
Carga de alimentação máxima	15 kg de carcaças de suínos para cada metro cúbico de dejetos líquidos de suínos sendo tratados em biodigestores de lagoa coberta. Por exemplo, se a vazão de alimentação do biodigestor for de 10 metros cúbicos de dejetos por dia, pode-se adicionar 150 kg de carcaça de suínos por dia ao biodigestor
Tempo de retenção hidráulica	30-50 dias para biodigestores de lagoa coberta e a partir de 15 dias para biodigestores de mistura completa
Temperatura do biodigestor	20°C a 37°C
Uso do biofertilizante	O biofertilizante (digestato) pode ser utilizado para a adubação de culturas agrícolas e florestais conforme recomendações técnicas, sendo vedado seu uso em pastagens, hortaliças ou frutíferas



Foto: André C. do Amaral

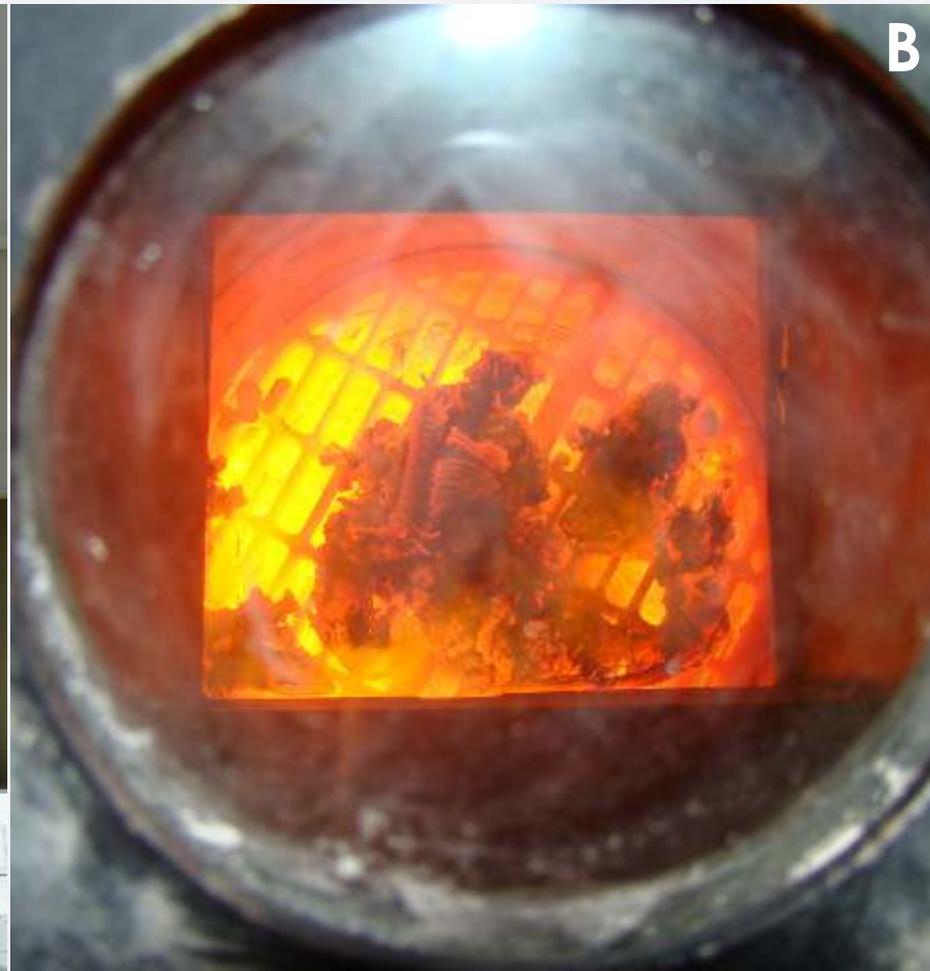
Figura 10. Os biodigestores de lagoa coberta podem ser utilizados para o tratamento de carcaças de suínos e aves após tratamento térmico e trituração.

Incineração

Indicação	Tratamento das carcaças de animais e outros resíduos de alto risco sanitário
Operação	Em bateladas ou contínuo
Características	Incinerador composto por câmara de combustão e a câmara secundária para queima dos voláteis com controle de temperatura (Figura 11)
Temperatura de combustão	Acima de 800°C (Resolução 316/202 CONAMA)
Produção de cinzas	2,28% (aves) e 2,64% (suínos) do peso vivo
Fonte de energia	Elétrica e gás
Requisitos	A instalação e a operação do equipamento devem ser licenciadas pelo órgão ambiental competente. As emissões atmosféricas (material particulado e gases HCl, HF, SO ₂ , NO ₂ , CO, dioxinas e furanos) devem ser compatíveis com os limites estabelecidos pela Resolução 316/2002 do CONAMA
Disposição final das cinzas	As cinzas devem ser dispostas de acordo com a Resolução 316/2002 do CONAMA e autorização do órgão ambiental competente



A



B

Foto: Lucas S. Cardoso/Embrapa

Figura 11. Incinerador de carcaças de suínos e aves e resíduos de alto risco sanitário (A). Carcaça durante processo de incineração com temperatura superior a 800°C (B). Laboratório TEC-DAM, Embrapa Suínos e Aves, 2017.

Parâmetros técnicos para dimensionamento dos sistemas de tratamento de carcaças de animais mortos

Os dados sobre características das carcaças e dejetos de suínos e aves e substratos utilizados para compostagem (Tabela 1), peso médio das carcaças e taxas de mortalidade de acordo com diferentes categorias de animais (Tabela 2) e parâmetros para formulação e monitoramento de unidades de compostagem (Tabela 3) são úteis para o dimensionamento e acompanhamento dos sistemas de tratamento discutidos anteriormente.

Tabela 1. Características das carcaças de suínos e aves e dos substratos utilizados para tratamento das carcaças (valores médios).

Tipo de resíduo	Carcaças			Dejeto			Substrato	
	Suínos	Suínos	Aves	Suínos	Suínos	Aves	Vegetal	Vegetal
Origem	Suínos	Suínos	Aves	Suínos	Suínos	Aves	Vegetal	Vegetal
Categoria	Matrizes	Leitões	Corte	Líquido ³	Sólido ⁴	Cama	Maravalha ⁵	Serragem ⁶
Densidade ¹ (kg/m ³)	1.050,0	1.000,0	475,0	1.014,0	660,0	600,0	75,0	200,0
Matéria seca (%)	51,0	30,5	32,3	2,5	25,6	64,0	88,0	63,8
Carbono ² (%)	66,2	53,8	52,2	1,15	41,4	28,3	47,3	46,9
Nitrogênio (%)	4,4	9,4	9,4	0,23	2,8	2,2	0,16	0,14
Relação C:N	15,0	5,7	5,5	5,0	14,8	12,9	302,0	330,7
Fósforo (%)	0,54	1,24	0,77	0,06	1,13	1,03	0,05	0,04
Potássio (%)	0,57	0,92	0,63	0,10	0,64	2,40	0,13	0,10

¹Valores de densidade expressos em base úmida; ²Teores de carbono e nutrientes expressos em base seca, com exceção para o dejeto líquido de suínos; ³Dejeto líquido de suínos fresco, média de diversas fontes; ⁴Fração sólida removida através de separação de fases (peneira rotativa ou peneira-prensa); ⁵Maravalha certificada para uso como cama de frangos de corte; ⁶A densidade, teor de matéria seca e composição química da serragem apresenta grande variação conforme a fonte, manejo e granulometria do material.

Tabela 2. Taxas de mortalidade rotineira e peso médio das carcaças em granjas de suínos e aves.

Categoria animal	Peso médio (kg)	Mortalidade (%)	
		Meta	Valor Crítico ¹
Frangos, corte	1,5	2,5	4
Suínos, leitões na maternidade	3	6	10
Suínos, leitões na creche	15	1	2,5
Suínos, terminação	75	0,6	1,0
Suínos, matrizes e reprodutores	250	5	7

¹Indica necessidade de identificar causas e adotar medidas corretivas.

Tabela 3. Parâmetros para formulação e monitoramento de compostagem de carcaças de animais.

Parâmetro	Classificação		
	Ótimo	Aceitável	Inadequada
Relação C:N	25-35	20-50	<20 ou >50
Umidade (%)	50-60	40-65	<40 ou >65
Densidade de carcaças (kg carcaça / m ³ substrato) ¹	≤160	160-240	>240
Temperatura (°C)	>60	>50	<50

¹Parâmetro válido apenas para compostagem tradicional.

Informações adicionais

1. Sobre o projeto TEC-DAM: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/tec-dam>
2. Sobre compostagem de carcaças de grandes animais:
Vídeo no Youtube: <https://youtu.be/6VEAOBR7Yvk>
Comunicado Técnico: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/14254919/TEC-DAM+-+Comunicado+T%C3%A9cnico+-+Compostagem+de+grandes+animais.pdf>
3. Outras fontes de consulta (em inglês):
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_017778.pdf
<http://cwmi.css.cornell.edu/composting.htm>
4. Outras publicações sobre meio ambiente, suinocultura e avicultura estão disponíveis na página da Embrapa Suínos e Aves: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/publicacoes>

Agradecimentos

A equipe do Projeto TEC-DAM agradece à Embrapa e demais instituições de ensino e pesquisa, órgãos públicos, entidades representativas, agroindústrias e cooperativas, empresas de consultoria e fabricantes de máquinas e equipamentos que colaboraram com apoio técnico, financeiro ou material para a execução desse projeto de pesquisa. Também agradecemos a toda equipe de apoio da Embrapa Suínos e Aves pela colaboração na execução dos experimentos e atividades do projeto.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

