

RAÍZES, CIÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO

50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves

Jean Vilas-Boas
Monalisa Leal Pereira
Editores Técnicos

Embrapa

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

RAÍZES, CIÊNCIA E TRANSFORMAÇÃO

50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves

*Jean Vilas-Boas
Monalisa Leal Pereira
Editores Técnicos*

Embrapa
*Brasília, DF
2025*

Embrapa
Parque Estação Biológica
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo e editoração

Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 - KM 110
89.715-899, Concórdia, SC
https://www.embrapa.br/suinos-e-aves

Comitê Local de Publicações

Presidente
Franco Müller Martins

Secretária-executiva
Tânia Maria Biavatti Celant

Membros
*Clarissa Silveira Luiz Vaz, Catia Silene Klein,
Gerson Neudí Scheuermann, Jane de Oliveira
Peixoto e Joel Antonio Boff*

Membros suplentes
Estela de Oliveira Nunes e Fernando Tavernari

Edição executiva
*Jean Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira e
Marina Schmitt*

Revisão de texto
*Jean Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira,
Sandra Camile Almeida Mota e Vicky Lilge
Kawski*

Normalização bibliográfica
Claudia Antunes Arrieche (CRB14/880)

Projeto gráfico, capa e diagramação
Marina Schmitt

1ª edição

Publicação digital (2025): PDF
1ª impressão (2025): 700 exemplares

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

Raízes, ciência e transformação: 50 anos de inovação da Embrapa Suínos e Aves/Jean
Vilas-Boas, Monalisa Leal Pereira, editores técnicos - Brasília, DF: Embrapa, 2025.

PDF (509 p.) : il. color.
ISBN 978-65-5467-100-2

1. Embrapa Suínos e Aves. 2. História. 3. Desenvolvimento. 4. Inovação. 5. Meio ambiente.
6. Produção animal. 7. Genética animal. 8. Sanidade animal. I. Vilas-Boas, Jean. II. Pereira,
Monalisa Leal.

CDD (21. ed.) 630.72

Claudia Antunes Arrieche (CRB-14/880)

©2025 Embrapa

CAPÍTULO 15

Meio ambiente dá suporte à expansão em suínos e aves

Estela de Oliveira Nunes, Alexandre Matthiensen, Airton Kunz, Cláudio Rocha de Miranda,
Juliano Corulli Corrêa, Martha Mayumi Higarashi e Paulo Armando Victória de Oliveira

Meio ambiente baliza atuação da Unidade a partir dos anos 1980 | 1975–2010

Desde o início da década de 1980, a Embrapa Suínos e Aves já alertava para a relevância do aproveitamento adequado dos efluentes da suinocultura como fertilizantes de lavouras. No entanto, foi só no início dos anos 1990 que as questões ambientais ganharam relevância maior na suinocultura, especialmente em Santa Catarina, o maior produtor de suínos do país até hoje. Em outubro de 1990, foi realizada uma reunião, na Embrapa Suínos e Aves, entre diversas instituições diretamente ligadas com as questões relacionadas à poluição decorrente dos dejetos de suínos, tais como as agroindústrias, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Associação Catarinense dos Criadores de Suínos (ACCS) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Desse encontro, resultou a proposta para o estabelecimento de um programa para desenvolver estudos na área. No entanto, para iniciar os trabalhos, constatou-se a necessidade de um documento que reunisse todas as informações já existentes sobre tecnologias de manejo e tratamento de dejetos. Assim, em 1993, foi publicado o Manual de Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos, que pode ser considerado o marco inicial do efetivo envolvimento da Embrapa Suínos e Aves nas questões relativas à suinocultura e ao meio ambiente. Na área de tecnologias de manejo e tratamento, a Embrapa lançou em meados dos anos 1990 o Sistema de Tratamento de Dejetos, baseado em remoção de sólidos por decantador com chicanas seguido de lagoas em série, o qual foi concebido através de parceria entre Embrapa e UFSC.

Em 1992, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu no Brasil, como alternativa às tecnologias de tratamento de efluentes líquidos, a criação de suínos em sistemas de cama sobreposta. A principal vantagem desse sistema era a ausência de geração de efluentes líquidos, uma vez que os dejetos produzidos pelos animais eram absorvidos pelo substrato do leito (maravalha, casca de arroz, palha, entre outros). A partir de 2003, a Embrapa Suínos e Aves passou a contar com um grupo de pesquisa destinado a desenvolver trabalhos específicos voltados para temas ambientais, com o surgimento do Núcleo Temático de Meio Ambiente (NTMA).

Programas e termo de ajuste da suinocultura em SC

Além da continuidade dos trabalhos voltados para a vertente tecnológica dentro dos tratamentos de dejetos, foram realizados diversos projetos com o objetivo de desenvolver modelos de gestão de bacias hidrográficas, com abordagem mais ampla e participativa, o que requereu a cooperação dos diversos atores

“A publicação do Manual de Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos, em 1993, marcou o início do trabalho da Embrapa na área ambiental.”

envolvidos na cadeia produtiva de suínos (agroindústrias, associações de produtores, prefeituras, órgãos de fiscalização e políticos, entre outros). Essa postura fez com que a Embrapa Suínos e Aves se engajasse nos anos 2000 em ações ambientais importantes para a suinocultura de Santa Catarina, como a coordenação do Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA II) e a participação no Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA). Outro destaque foi o envolvimento com o Comitê Regional da Suinocultura da Região do Alto Uruguai Catarinense.

A Embrapa Suínos e Aves foi ainda uma das protagonistas na articulação do Termo de Ajustamento de Conduta da Suinocultura, assinado em 2004. O termo foi um marco na adequação ambiental da suinocultura em Santa Catarina e considerado um modelo a ser replicado em outras regiões produtoras de suínos do Brasil. O termo de ajuste possibilitou que os produtores cumprissem as exigências da licença ambiental da suinocultura. A partir dos anos 2000, a Unidade também reforçou a parceria com a iniciativa privada para viabilizar o desenvolvimento e a validação de novos equipamentos, produtos e processos ligados ao gerenciamento e tratamento dos resíduos da suinocultura. Dentre os produtos gerados por essas iniciativas, podem ser citados o kit biogás, a máquina de compostagem e o incinerador de carcaças.

Outras contribuições importantes entre 1975 e 2010 foram estudos sobre parâmetros legais para lançamento dos efluentes de volta ao meio ambiente, estabelecimento de padrões para o reúso do efluente tratado para limpeza externa ou interna das instalações, fertirrigação ou nebulização e avaliação da contribuição da suinocultura na emissão de gases de efeito estufa. Além disso, desenvolveu-se estudos englobando o manejo de água, o monitoramento ambiental, conjuntamente com as tecnologias inovadoras de tratamento de dejetos, e o reflexo desse conjunto na qualidade ambiental.

Meio ambiente dá suporte à expansão em suínos e aves

O progresso tecnológico na área agropecuária fomentou um período de grande efervescência nos últimos 15 anos, com transformações profundas ocorrendo a uma velocidade sem precedentes. As inovações passaram a ser guiadas tanto pela evolução tecnológica quanto pelo cenário político, econômico e cultural. Dessa forma, novos hábitos de consumo emergiram, motivados por preocupações com saúde física e mental, bem-estar social, sustentabilidade e mudanças climáticas, entre outros fatores. Na área ambiental, os avanços ocorridos entre 2010 e 2025 redundaram em novas soluções para o manejo dos resíduos das produções suinícola e avícola nas três rotas tecnológicas de tratamento disponíveis (sólida, líquida e gasosa). As inovações implementadas asseguraram a produção primária e incluíram novos conceitos e valor aos resíduos, garantindo um suprimento seguro e sustentável. Essa transformação foi decisiva especialmente para estados como Santa Catarina, o maior produtor e exportador de carne suína do Brasil e o segundo maior produtor e exportador de carne de frango.

Do ponto de vista da rota sólida, os avanços alcançados nos últimos 15 anos focaram na transformação dos resíduos das produções de suínos e aves em biofertilizantes (orgânicos e organominerais). Essa aposta foi importante para o esforço da agricultura nacional em diminuir sua dependência dos fertilizantes importados, especialmente após o início do conflito entre a Rússia e a Ucrânia, em fevereiro de 2022.

Já a rota líquida enfatizou o aproveitamento dos dejetos suínos na fertirrigação. Esforços de pesquisa e transferência de tecnologia aprimoraram a associação dos dejetos suínos em sua forma líquida com a produção de pastagens para o gado de leite. A rota líquida de tratamento dos dejetos suínos também impactou positivamente culturas como milho e soja em regiões que concentram a suinocultura. A rota gasosa de tratamento dos dejetos de suínos e aves, por sua vez, investiu na diversificação do uso do biogás, que passou a ser uma alternativa também para a geração de energia voltada ao transporte de cargas.

Outro avanço tecnológico registrado entre 2010 e 2025 foi a utilização dos dejetos suínos como meio de cultura para organismos fotossintetizantes geradores de biomassa ou insumos de base biológicas com alto potencial energético. Em 2020, o Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) foi instituído a fim de ampliar e fortalecer a utilização de bioinsumos no país. O aproveitamento da biomassa residual pode ocorrer em diferentes processos vinculados à nutrição animal, geração de energia alternativa e sanidade animal. Além disso, as soluções ligadas a bioinsumos são consideradas tecnologias verdes e promotoras da economia circular.

No mesmo período, investimentos em pesquisa e inovação ligados às águas residuárias e ao reúso da água expandiram as tecnologias que contribuem para a conservação dos recursos hídricos naturais e sistemas de tratamento e reutilização de água. Nos dois casos, os esforços de pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas buscaram estabelecer uma nova forma de relacionamento das produções de suínos e aves com a água, insumo que ganhou em importância na medida em que as duas atividades se expandiram.

Avanços importantes ocorreram ainda vinculados à sustentabilidade da suinocultura e avicultura. Instituições públicas de ciência e tecnologia, entes privados, produtores e organizações não governamentais trabalharam em conjunto para aprimorar diferentes aspectos das produções suinícola e avícola. Nos últimos 15 anos, podem ser destacados os progressos alcançados nas áreas de emissão de gases de efeito estufa e políticas públicas. A suinocultura e avicultura também avançaram no entendimento do que significa sustentabilidade para os dois setores no Brasil, iniciando o trabalho de desenvolvimento de indicadores e métricas adaptadas ao contexto nacional.

Soluções transformam resíduos em fertilizantes

Entre as principais contribuições da Embrapa Suínos e Aves para o meio ambiente na suinocultura e avicultura nos últimos 15 anos estão novos conhecimentos e soluções relacionadas com o reaproveitamento dos resíduos da

produção como fertilizantes. Em conjunto com o Instituto Federal Catarinense (IFC), campus de Concórdia, a Embrapa Suínos e Aves estabeleceu entre 2010 e 2025 os experimentos mais longevos a campo do Brasil para demonstrar a eficiência dos fertilizantes orgânicos de suínos e aves em sistemas de produção de Plantio Direto (PD).

Esse experimento, já com 15 anos de duração, vem demonstrando ano após ano a construção na fertilidade do solo propiciada pelos fertilizantes orgânicos de suínos e aves. A parceria Embrapa/IFC também comprovou que o reaproveitamento dos resíduos da suinocultura e avicultura contribuiu com o sequestro de carbono (com mais de 30 toneladas por hectare na camada de 0,20 cm de solo) e com a melhoria da renda do produtor. Os dados extraídos da parceria Embrapa/IFC demonstraram ainda que o caminho mais sustentável e econômico para o reaproveitamento dos resíduos da suinocultura e avicultura foi a sua transformação em fertilizantes.

A Embrapa Suínos e Aves e o IFC também firmaram parceria em meados dos anos 2010 para o experimento de uso agrícola dos fertilizantes orgânicos produzidos com resíduos da suinocultura e avicultura em sistemas de produção Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF). O experimento foi pioneiro no Brasil e já completou nove anos de instalação. Em termos gerais, o ILPF atingiu resultados tão efetivos quanto o PD, mas com os diferenciais de trazer o sistema florestal, que confere conforto animal, menor consumo de água e evapotranspiração do solo, já que proporciona uma redução de até cinco graus Celsius na temperatura ambiente.

A Embrapa Suínos e Aves também trabalhou com afinco nos últimos 15 anos para desenvolver novos fertilizantes, a partir dos resíduos da produção de suínos, ainda mais eficientes quanto ao aproveitamento de nutrientes pelas plantas, sejam eles nas formas fluidas ou sólidas. Esse esforço foi feito em parceria com empresas privadas, as quais introduziram as tecnologias geradas pela Embrapa em seus produtos finais. No que diz respeito aos fertilizantes fluidos, foi colocada especial ênfase nos formulados, a partir dos resíduos líquidos de suínos. Também, investiu-se nos bioinsumos, como ácidos húmicos a partir de cama de aves, os quais demonstraram melhor aproveitamento de nutrientes e, conseqüentemente, maior desenvolvimento da biomassa seca da parte aérea e radicular.

Entre as tecnologias para novos fertilizantes sólidos, merecem destaque as pesquisas realizadas nos últimos anos sobre fertilizantes organominerais nas formas de pellets ou granulado. Nos resultados alcançados pela Embrapa, cada grânulo ou pellet carrega consigo a concentração de nutrientes estabelecido para comercialização. Essa solução, amplamente estudada pela equipe da Embrapa Suínos e Aves, embarcou inúmeras tecnologias de produtos, bioinsumos ou microrganismos, que podem ser intrínsecos ou de recobrimento ao fertilizante

almejado. Outra contribuição importante do período foi a indicação do uso dos resíduos de suínos e aves na produção de compostos e substratos para mudas de árvores. A solução proposta pela Embrapa teve papel fundamental no desenvolvimento de arranjos tecnológicos vinculados ao tema.

A Unidade ainda teve papel decisivo na formulação de políticas públicas nos últimos 15 anos, as quais precisaram de critérios agrônômicos técnicos e específicos quanto ao monitoramento de análises de solos, análises de fertilizantes, formas de aplicação, sistemas de produção agrícola, escalonamento de plantio e área agrícola. Um exemplo dessa contribuição foi o papel da Embrapa Suínos e Aves junto ao Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Santa Catarina para o desenvolvimento da Instrução Normativa (IN) nº 25 (política pública já citada em capítulos anteriores desta obra). Além dos critérios citados anteriormente, a Embrapa auxiliou a definir na IN o índice crítico de fósforo no solo.

Embrapa é referência em todo o país para biogás

A produção animal se transformou significativamente nas últimas décadas, dando origem aos sistemas de produção de animais confinados (SPAC). Estes sistemas se caracterizam por granjas com um grande número de animais e áreas agricultáveis no seu entorno para uso agrícola destes resíduos cada vez menores. Isso cria desafios logísticos e ambientais envolvendo o transporte e o bom uso agrônômico dos nutrientes contidos nos efluentes da produção animal, sobretudo pela alta diluição. Considerando-se este cenário, que se tornou ainda mais crítico na última década e meia, a Embrapa Suínos e Aves tem buscado alternativas para diminuir os impactos ambientais e valorar os resíduos da produção animal por meio de estratégias de tratamento de dejetos e remoção/recuperação de nutrientes.

Nas rotas de tratamento, a tecnologia que tem se destacado é a digestão anaeróbia. A unidade tem exercido protagonismo no tema nas últimas décadas pelo estudo e desenvolvimento de tecnologias. O laboratório de estudos em biogás da Embrapa Suínos e Aves foi inaugurado em 2013 com o objetivo de estudar os processos de biogás, otimizando parâmetros de processo com vistas a oferecer segurança e estabilidade para as unidades de geração de biogás. Destacam-se aí os estudos de processos de codigestão, que têm sido desenvolvidos com outros resíduos (ex.: lodos de agroindústria), e um intenso trabalho realizado com processos de produção de biogás com carcaças de animais mortos não abatidos dentro do projeto Tecnologias para Destinação de Animais Mortos (TEC-DAM).

Recentemente, o tema envolvendo as culturas energéticas também foi foco das pesquisas da Embrapa Suínos e Aves, em cooperação com outras unidades da Embrapa e parceiros privados. A Unidade também passou a coordenar uma rede de

laboratórios de biogás da América Latina com ensaios interlaboratoriais. O objetivo dessa ação foi uniformizar metodologias analíticas e melhorar a qualidade dos resultados alcançados por distintos laboratórios, aumentando a confiabilidade das conclusões dos estudos realizados em diferentes pontos do continente americano.

Na gestão e tratamento do digestato (efluentes dos biodigestores), a Embrapa Suínos e Aves atuou nos últimos 15 anos em processos diretos de tratamento. Um exemplo dessa ação são processos Anammox, que apresentam alta eficiência na remoção de nitrogênio e com aplicabilidade a efluentes com alta diluição. Os cerca de 15 anos de estudos da Unidade levaram ao desenvolvimento de uma nova configuração de reator chamado Nitrammox®, cuja patente foi requerida e aprovada no ano de 2025. A transferência dessa tecnologia já está sendo negociada com parceiro externo, que possui especial interesse em efluentes agroindustriais e pretende utilizar a solução da Embrapa em escala industrial.

A recuperação de nutrientes também tem sido objeto de intenso trabalho com uma rede de parceiros. Processos de recuperação de nitrogênio (utilizando-se membranas para extração de amônia) e a recuperação de fósforo via fosfato de cálcio e estruvita têm sido amplamente estudados com vistas a se obter produtos de alto valor agregado, como a amônia branca e o fósforo de segunda geração. Esse tipo de ação de pesquisa faz com que se diminua a demanda por fertilizantes a partir de fontes naturais, principalmente o fósforo. Ela também contribui para a diminuição da pegada de carbono devido à adoção de processos de geração de fertilizantes menos poluentes. Estudos de avaliação de ciclo de vida (ACV) têm sido realizados pela equipe da Embrapa e corroboram fortemente estes resultados.

A Embrapa Suínos e Aves também desenvolveu junto com parceiros externos uma tecnologia de tratamento de dejetos da suinocultura chamada Sistrates® (acrônimo para sistema de tratamento de efluentes da suinocultura). Esta tecnologia gerou uma patente e já foi transferida à iniciativa privada mediante um instrumento jurídico específico. Assim, o Sistrates® já está sendo utilizado pelo setor produtivo, principalmente para grandes sistemas de produção de suínos, com especial interesse às unidades produtoras de leitões (UPL) ou unidades produtoras de desmamados (UPD) (Figura 15.1). O Sistrates® representa uma solução inovadora à suinocultura, pois agrega processos de recuperação de energia (biogás), tratamento do digestato e recuperação do fósforo, gerando um efluente de alta qualidade, fato que permite que ele seja lançado em corpos de água. Outra possibilidade é fazer o reúso da água nos processos produtivos, diminuindo a demanda por recursos hídricos. Outras vantagens oferecidas pelo Sistrates® são a melhoria da qualidade do ar no ambiente de produção (em função da mitigação de gases de efeito estufa) e a redução da incidência de doenças do trato respiratório dos animais.



Foto: Júlio Gomes Filho

Figura 15.1. Sistrates® - Sistema de Tratamento de Efluentes da Suinocultura.

Cabe ainda citar o protagonismo da Unidade nos últimos anos na realização de eventos envolvendo o tema biogás. A Embrapa Suínos e Aves foi uma das instituições que se envolveu na criação da Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos da Produção Animal (Sbera), sociedade científica que organiza bianualmente o Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais (Sigera), evento que já se encontra em sua nona edição. A unidade também é uma das realizadoras do Fórum Sul-Brasileiro de Biogás e Biometano (FSBBB), evento anual que está em sua sétima edição e que discute os temas de interesse ao biogás e biometano, congregando o ecossistema da cadeia do biogás.

Bioinsumos: alvos prioritários da Embrapa

A Embrapa Suínos e Aves tem se dedicado nos últimos anos a estudar a produção de bioinsumos a partir da utilização de resíduos das produções de suínos e aves. O interesse da Embrapa está embasado no Plano Nacional de Bioinsumos (PNB), que define bioinsumo como: “o produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos”. O PNB e o Conselho Estratégico do PNB foram instituídos pelo governo federal, no âmbito do na época Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), através do Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020.

O programa visa a ampliação e fortalecimento da utilização de bioinsumos, redução da dependência de insumos importados e uso e valorização da biodiversidade brasileira como matéria-prima para novos insumos agrícolas. As principais aplicações de bioinsumos são voltadas à nutrição de animais (peixes, aves, suínos, bovinos) e proteção de culturas agrícolas na forma de promotores de crescimento e de defensivos (acaricidas, inseticidas, fungicidas e formicidas).

Na maioria dos sistemas de criação de suínos, o processo de tratamento dos dejetos, os quais possuem alta carga de macro e micronutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), ferro, zinco e cobre, ocorre por meio de armazenagem em lagoas de estabilização (esterqueira), seguido de deposição no solo, sendo um importante agente na fertilização. Cada vez mais, pensa-se em tecnologias que minimizem a perda destes nutrientes durante a aplicação do fertilizante. Neste sentido, os organismos fotossintetizantes (algas e macrófitas) são importantes agentes de biorremediação e/ou bioaugmentação, que podem ser introduzidos

para acelerar o processo de purificação, biotransformação, decomposição e para melhorar a qualidade do subproduto resultante (Figura 15.2).

A geração de uma biomassa rica em nutrientes após o tratamento dos resíduos apresenta potencial de interesse agroindustrial, tais como biopigmentos, biopolímeros, biosurfactantes e enzimas, entre outros. A Embrapa Suínos e Aves tem focado especialmente no estudo da produção de organismos fotorremediadores e suas aplicações na nutrição animal. Os pesquisadores da instituição investigaram a composição nutricional das diferentes espécies de microalgas e macrófitas, avaliando seu potencial para substituir ingredientes convencionais nas rações. Também estão estudando os efeitos do consumo de microalgas na performance e na saúde dos animais (Tavernari et al. , 2015; 2016; Michelon et al. , 2021). A biomassa produzida por estes organismos, rica em proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais, apresenta um vasto potencial de aplicações em diversos setores, incluindo a suinocultura (Matthiensen et al. , 2016).

A decisão da Embrapa Suínos e Aves de investir na pesquisa em organismos fotossintetizantes e remediadores, como as microalgas e macrófitas, demonstra a visão estratégica da instituição em buscar soluções inovadoras e sustentáveis para os desafios da agropecuária moderna. Os resultados dessas pesquisas terão um impacto significativo na produção de alimentos, na geração de energia e na preservação do meio ambiente nos próximos anos.

Compostagem de carcaças em reatores cilíndricos

Devido à grande produção de suínos e aves e à mortalidade, há um considerável número de animais que morrem durante o processo produtivo. A compostagem é uma tecnologia consolidada para a destinação de carcaças de animais no Sul do Brasil, região com significativa produção comercial de suínos e frangos (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2018). Porém, observa-se que a maioria dos sistemas utilizados são em caixas, nas que as carcaças, na maioria dos casos, são cortadas em grandes pedaços ou dispostas inteiras, propiciando um processo lento de biodegradação.

Como alternativa para destinação desse rejeito, foram desenvolvidos na Embrapa Suínos e Aves projetos para estudar o uso de reatores *in-vessel*, conhecidos como cilindros rotativos (RCR) para compostagem acelerada dos cadáveres (Oliveira et al. , 2018, 2019). O uso de reatores cilíndricos rotativos propicia a celeridade do processo de compostagem. A Embrapa avaliou parâmetros físico-químicos da biomassa, emissão de gases e aspectos laborais durante o processo de compostagem de carcaças de frangos e suínos em reatores *in-vessel*. Os estudos foram realizados com protótipos de reatores comerciais com volume de

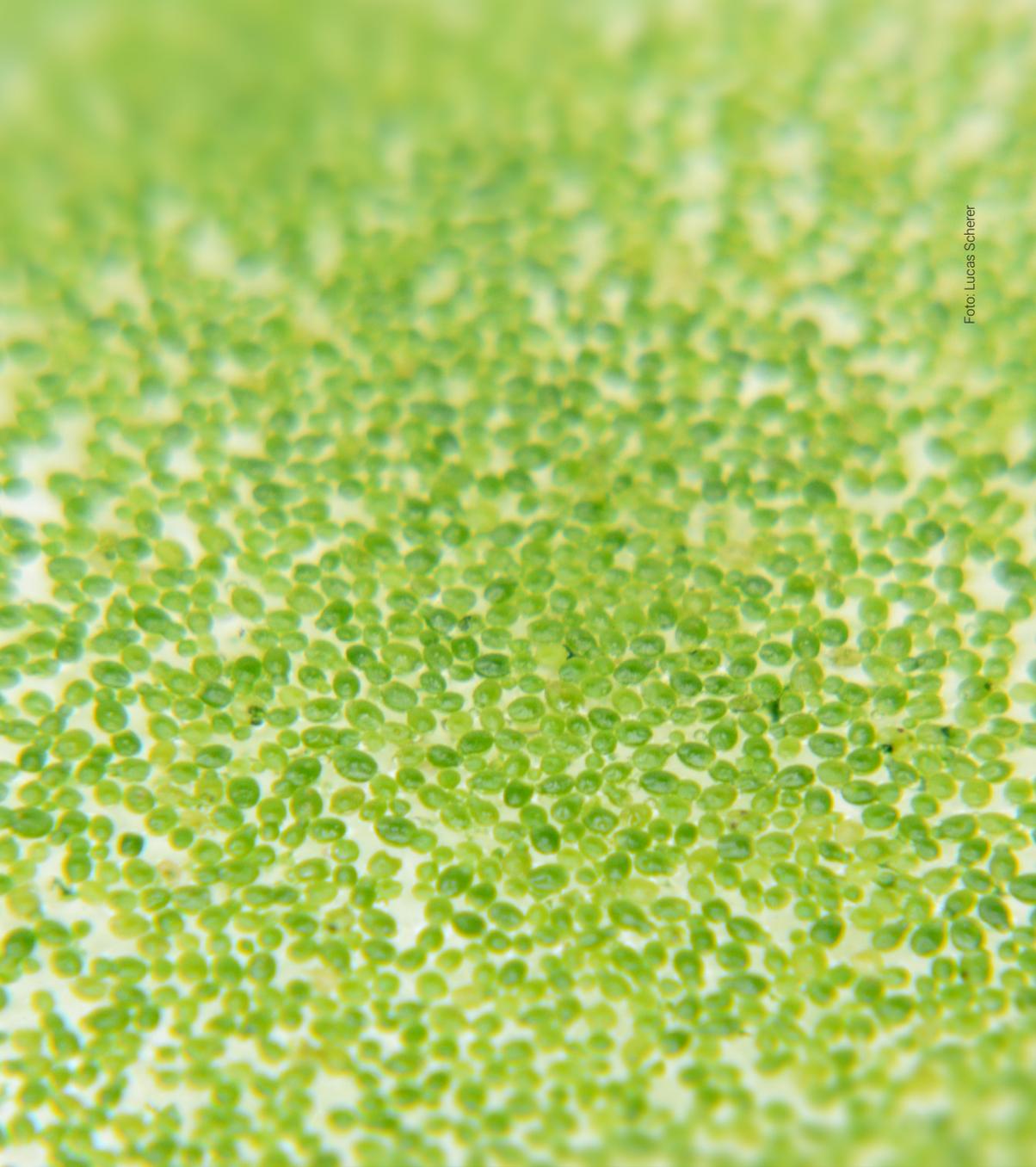


Figura 15.2. Macrófitas contribuem para a purificação e melhoria da qualidade de subprodutos

3,56 m³, 50% de volume útil, período de rotação de 24 minutos e tempo de quatro horas de repouso entre as aerações. Os resultados alcançados forneceram dados sobre a influência do intervalo entre os períodos de revolvimento, da biomassa formada nos reatores e da emissão de gases (C-CO₂, C-CH₄, N-NH₃ e N-N₂O) do processo (Oliveira et al. , 2020, 2022; Nicoloso et al. , 2022).

Viabilidade econômica da compostagem automatizada

A Embrapa Suínos e Aves também apresentou novos resultados a respeito do tratamento de dejetos suínos por meio da compostagem nos últimos 15 anos. Conforme relatado no livro sobre os 35 anos da Embrapa Suínos e Aves, a partir do início dos anos 2000 a Unidade desenvolveu sistemas aeróbios de compostagem para o tratamento dos dejetos suínos como alternativa às esterqueiras. A Embrapa criou ainda, em parceria com a Bergamini Indústria de Máquinas Agrícolas, a primeira unidade de compostagem automatizada do país para o tratamento de dejetos suínos, solução efetiva para regiões com problemas de alta concentração na produção de suínos e pouca disponibilidade de áreas agrícolas (Oliveira et al. , 2003; Nunes, 2003).

A partir de 2010, a Embrapa centrou esforços na análise da composição química da leira de compostagem e na avaliação de diferentes substratos que poderiam ser utilizados na compostagem dos dejetos suínos (Oliveira et al. , 2011; Higarashi et al. , 2011). Também foi estudada a viabilidade econômica da compostagem automatizada de dejetos suínos (Santos Filho et al. , 2011). A Embrapa também publicou em 2017 uma cartilha com o título Dimensionamento de unidade de compostagem automatizada para tratamento dos dejetos suínos, a qual resumiu as condições para a instalação de um equipamento de compostagem em granjas comerciais de suínos (Oliveira et al. , 2017).

Emissão de gases nas produções de suínos e aves

A Embrapa Suínos e Aves desenvolveu estudos em parceria com diferentes instituições (Institut National de la Recherche Agronomique - INRAe, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, da Universidade de São Paulo - Esalq/USP e Brasil Foods - BRF) a partir de 2010 com o objetivo de determinar as emissões de gases de efeito estufa (CH₄, N₂O e CO₂) e amônia na produção de frangos de corte em sistemas darkhouse (para condições de produção com reutilização da cama de aviário por longos períodos). A pesquisa permitiu explorar o método simplificado que utiliza as relações de concentração e o balanço de massa, onde a composição dos alimentos, as características dos animais e os efluentes são

relativamente pouco variáveis e podem ser observados com uma boa precisão. O método permitiu a obtenção de valores de emissão durante o alojamento de frangos de corte em instalações do tipo darkhouse com sistema de ventilação por pressão negativa e reutilização da cama de aviário durante 10 a 17 lotes, contemplando o manejo de produção do Sul do país (Oliveira et al., 2012).

As taxas médias de emissões de gases na produção de para frangos de corte, em sistema darkhouse, com reúso intensivo de cama foram: NH_3 de $0,63 \pm 0,16$; CO_2 de $100,2 \pm 16$; CH_4 de $0,23 \pm 0,15$ e N_2O de $0,06 \pm 0,02$ g/ave/dia. Os resultados alcançados pela Embrapa e parceiros mostraram que as emissões de NH_3 foram influenciadas pelo peso das aves, taxa de ventilação, período do dia e concentração de N. Para o CO_2 , as emissões foram influenciadas pela taxa de ventilação, temperatura externa e peso das aves (estimou-se que a fração de CO_2 emitida pelas camas seja de 25%). A Embrapa concluiu que, embora os valores de emissão de gases obtidos não puderam ser idealmente comparáveis aos observados em outros países (devido a diferentes manejos, alimentação, tipo de edificações e clima), o que se encontrou no Sul do Brasil é semelhante ao observado por pesquisadores na Europa e Estados Unidos.

A Embrapa Suínos e Aves também se empenhou nos últimos 15 anos para estudar a emissão de gases de efeito estufa pela suinocultura brasileira. Duas ações foram destaque nesta linha. A primeira delas foi uma parceria com a Associação das Indústrias de Carnes e Derivados do Estado de Santa Catarina (Aincadesc), o Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados do Estado de Santa Catarina (Sindicarne-SC), o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA) da UFSC e a empresa BRF, desenvolvida entre 2010 a 2014. A parceria viabilizou um projeto para determinação das emissões dos GEE e NH_3 na fase de creche da produção de suínos. A emissão de gases de efeito estufa e amônia foi estimada e validada para a fase fisiológica de creche com base na metodologia simplificada e nos princípios de cálculo citados na literatura.

Os resultados obtidos no projeto comprovaram a emissão de gases de efeito estufa e amônia na creche. Em média, os suínos na creche emitiram $0,42 \pm 0,06$ kg $\text{CO}_2 \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, $1,07 \pm 0,42$ g $\text{CH}_4 \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; $0,07 \pm 0,04$ kg $\text{N}_2\text{O} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ e $0,42 \pm 0,06$ g $\text{NH}_3 \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. As emissões carbonadas determinadas na pesquisa foram geradas, essencialmente, a partir das emissões de C- CO_2 (99,2%). Por outro lado, no cálculo das emissões nitrogenadas, foi notória a perda de nitrogênio na sua forma elementar (4,5%), considerando a quantidade ingerida pelos suínos diariamente (18,54 g). No geral, as taxas de volatilização observadas no desenvolvimento da pesquisa foram baixas ($\approx 12\%$). Avaliou-se que tal fato estava associado à elevada frequência de remoção dos dejetos nas granjas, bem como à metodologia utilizada para determinar a concentração dos gases.

A segunda ação foi um estudo em parceria com a Munters do Brasil, realizado entre 2021 e 2023, para avaliar os efeitos da climatização ambiental na fase de crescimento e terminação sobre a concentração e as emissões de gases. O objetivo deste estudo foi avaliar a importância da escolha da metodologia (balanço de massa final e fluxo de gás) para determinação das emissões e como elas podem diferir consideravelmente de acordo com o sistema de ventilação da edificação. A Embrapa descobriu nos experimentos que as emissões de NH_3 foram influenciadas pela massa corporal dos animais, taxa de ventilação, período do dia, concentração de N e manejos dos dejetos (Nunes et al., 2023).

A respeito do CO_2 , o estudo mostrou que as emissões são influenciadas pela taxa de ventilação, temperatura externa, massa corporal dos animais e manejo dos dejetos. Além disso, os pesquisadores concluíram que a condição climática pode ter um efeito indireto nas emissões de gases, isso porque as taxas de ventilação podem promover condições que podem aumentar ou diminuir a determinação das emissões. Embora os fluxos obtidos no Brasil não puderam ser idealmente comparáveis aos de outros países, os resultados encontrados também foram semelhantes aos observados por pesquisadores na Europa e Estados Unidos, a exemplo do que aconteceu no estudo com frangos de corte (Oliveira et al., 2023).

A Embrapa Suínos e Aves firmou ainda uma parceria com o Departamento de Engenharia Sanitária da UFSC, no início da década passada, para determinar o fluxo dos gases de efeito estufa ($\text{N-N}_2\text{O}$, C-CH_4 e C-CO_2) e N-NH_3 e realizar o balanço de massa no processo de compostagem de dejetos suínos. O estudo mostrou com precisão as perdas de nitrogênio e carbono durante a compostagem. A perda de nitrogênio foi de 40,84% (7,67% como N-NH_3 , 2,57% como $\text{N-N}_2\text{O}$ e 29,7% como N-N_2 do nitrogênio total aplicado na compostagem). Cerca de 38,9% do carbono inicial foi perdido, sendo que as emissões de C-CO_2 e C-CH_4 corresponderam a 89% dessa quantidade e representaram, respectivamente, 95,89 e 4,17% (Angnes et al., 2013).

A conclusão final da Embrapa foi de que a compostagem usada no tratamento dos dejetos de suínos gera quantidades baixas de emissões de GEE. Além disso, a partir dos resultados do estudo em parceria com a UFSC, a Embrapa passou a recomendar a utilização da serragem, maravalha ou de uma mistura dos dois substratos em leiras. Deve-se avaliar, também, a utilização da serragem como substrato em processos de compostagem para tratamento dos dejetos suínos com teores de umidade inferiores a 65%.

Programa melhora a gestão da água na suinocultura

O desconhecimento do consumo de água nas granjas de produção de suínos, nas diversas fases produtivas, foi uma lacuna para a implementação de

programas de gestão da água, manejo e implantação de sistemas de tratamento dos dejetos. Desde 2010, a Embrapa Suínos e Aves e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC, com o apoio do Sindicarne e da BRF, desenvolveram vários projetos para atualizar os valores de referência para o consumo de água e a produção de dejetos na produção de suínos (Tavares et al. , 2016; Vilas-Boas et al. , 2016). Em função dos resultados obtidos, foi dado início ao desenvolvimento de um modelo matemático inovador para a estimativa do consumo de água dos suínos nas diferentes fases fisiológicas da cadeia produtiva.

O modelo não linear logístico foi o que melhor se ajustou aos dados médios do consumo de água dos suínos, na fase fisiológica de crescimento e terminação ($R^2=0,989$; erro de estimação absoluto: $0,11 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$; erro de estimação relativo: 1,32%). Na fase de creche, o modelo apresentou robustez e elevada precisão na estimativa do volume de dejetos produzidos ($R^2=0,931$; erro de estimação absoluto: $0,13\pm 0,12 \text{ L}\cdot\text{suíno}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$). Os resultados obtidos no projeto liderado pela Embrapa sobre o consumo da água, características físico-química dos dejetos e desenvolvimento de modelo matemático para estimação destes parâmetros foram posteriormente utilizados pelo IMA-SC para emissão da Instrução Normativa nº 11, que definiu parâmetros técnicos a serem utilizados nos projetos de licenciamento ambiental da produção de suínos no estado (a IN 11 já foi citada em vários capítulos anteriores e é uma das grandes contribuições da Embrapa Suínos e Aves em termos de política pública).

Ações de organização social voltadas ao meio ambiente

Entre as contribuições da Embrapa Suínos e Aves nos últimos 15 anos também estão ações que levaram a mobilizações sociais em favor do meio ambiente. Uma dessas mobilizações foi a segunda fase do Projeto Tecnologias sociais para a gestão da água (TSGA II), realizada entre 2013 e 2015. O TSGA foi realizado pela UFSC, Epagri e Embrapa com o objetivo de disseminar experiências de sucesso sobre o uso eficiente da água na produção de alimentos e de saneamento básico rural em regiões piloto.

A Embrapa coordenou as ações do TSGA na região de Concórdia. Entre as atividades promovidas pelo projeto no município estiveram feiras, oficinas, cursos, seminários, visitas técnicas, reuniões e instalações de unidades demonstrativas vinculadas aos temas saneamento ambiental rural, uso eficiente da água na produção de animais, aproveitamento dos dejetos da suinocultura como fertilizante orgânico e recuperação de mata ciliar.

O Projeto Agricultura familiar e meio ambiente no território do Alto Uruguai Catarinense (Projeto Filó), também realizado entre 2010 e 2013, foi uma ação de

pesquisa participativa financiada pela própria Embrapa e desenvolvida em parceria com a Epagri, IFC e Equipe Co-Gestora do Parque Estadual Fritz Plaumann (Ecopef). O nome "filó", por sua vez, foi uma homenagem ao tradicional costume das famílias de origem italiana da região que se reuniam para conversar e reforçar os laços de solidariedade social. O Projeto Filó teve como objetivo geral constituir estratégias de desenvolvimento territorial sustentável de forma participativa, consolidando a produção agropecuária com o meio ambiente.

O Filó promoveu uma intervenção prática junto à comunidade do entorno do Parque Estadual Fritz Plaumann para validar as estratégias de desenvolvimento concebidas. Como resultados mais importantes, o projeto alcançou a formação de uma rede com 300 atores regionais envolvidos com as questões relacionadas ao tema agricultura familiar e meio ambiente e o desenvolvimento de ações que subsidiaram o processo de planejamento da área de amortecimento do Parque Estadual Fritz Plaumann, apontando na direção de um potencial projeto de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA). Outro resultado do projeto foi a realização de um curso de pós-graduação *latu sensu* em pareceria com o IFC, que permitiu a formação de três dezenas de agentes públicos e privados direcionados para o tema agricultura familiar e desenvolvimento regional.

Outra ação importante, promovida entre 2016 e 2019, foi o Projeto Avaliação de indicadores e estratégias para valoração de serviços ambientais em bacias hidrográficas com produção intensiva de animais. Também financiado pela Embrapa, o projeto trabalhou na sub-bacia hidrográfica do lajeado Fragosos (SBHLF), com elevada concentração de animais e base de dados histórica sobre produção, uso do solo e qualidade da água. O projeto buscou definir os principais serviços ambientais, propor e testar indicadores que possibilitaram identificar, quantificar e comparar a pressão exercida pelas criações intensivas de animais na qualidade do solo e dos recursos hídricos.

Entre os resultados obtidos pelo projeto estão a definição e avaliação de indicadores de serviços ambientais em bacias hidrográficas com produção intensiva de animais. Também, atingiu-se critérios, indicadores e um modelo de referência para a tomada de decisão sobre riscos de poluição por fontes difusas, partindo de índices que possibilitaram diagnosticar, quantificar, prever, valorar e comparar a pressão da produção animal intensiva sobre a interligação solo-águas. Também, foram propostas pelo projeto estratégias conservativas e de manejo nas propriedades rurais passíveis de valoração de serviços ambientais.

Por fim, o Projeto Desenvolvimento de um modelo de gestão ambiental para áreas com produção intensiva de animais no Sul do Brasil, realizado entre 2019 e 2023, articulou um modelo de gestão ambiental para bacias hidrográficas com produção intensiva de animais. A ação da Embrapa, promovida em parce-

ria com o município de Presidente Castello Branco, localizado na microrregião do Alto Uruguai Catarinense, buscou integralizar informações normalmente dispersas sobre a espacialização dos rebanhos, relação entre rebanhos e áreas agrícolas para uso dos seus dejetos como fertilizantes do solo e também sobre os custos e riscos ambientais dessa prática. A intenção foi testar um modelo de gestão integrada que poderia servir como referência para políticas públicas de gestão ambiental.

Os principais resultados do projeto foram quatro: (1) diagnóstico participativo das políticas municipais de apoio ao aproveitamento dos dejetos suínos como fertilizante em Presidente Castello Branco; (2) implementação de uma geodatabase para a espacialização da produção de suínos em regiões mais representativas da produção; (3) sistema de rastreamento e gestão da frota de máquinas agrícolas (denominado de Geofert); e (4) modelo multicritério para adequação ambiental das propriedades suinícolas.

Apoio ao desenvolvimento de novas políticas públicas

A área ambiental da Embrapa Suínos e Aves desempenhou um papel fundamental nos últimos 15 anos no apoio a políticas públicas, conforme já descrito no tópico Gestão da água na suinocultura e em outros capítulos deste livro (ver a descrição do Sistema de Gestão Ambiental da Suinocultura - SGAS no capítulo 20). O apoio se traduziu, na prática, em três ações. Por um lado, a Embrapa Suínos e Aves participou de debates sobre pontos das regulamentações ambientais que precisavam passar por revisão. Depois, promoveu pesquisas em parceria com instituições públicas e privadas para levantar dados que justificassem as mudanças propostas. Por fim, também atuou na construção de instrumentos para a implementação das novas regulamentações – caso do SGAS, que alterou a forma como os produtores de suínos de Santa Catarina passaram a obter a licença ambiental das suas propriedades.

A partir de 2023, os pesquisadores das área de meio ambiente da Embrapa Suínos e Aves também passaram a contribuir com os debates sobre a definição de indicadores e métricas de sustentabilidade para a suinocultura e avicultura brasileiras. A Unidade auxiliou especialmente na mobilização para a construção de protocolos de sustentabilidade adaptados à realidade brasileira. Estudos prévios da Embrapa demonstraram que as condições em que são produzidos suínos e aves geram, possivelmente, menor impacto em termos de gases de efeito estufa na comparação com métricas internacionais. O apoio à construção de políticas públicas foi, sem dúvida, um dos maiores aportes da Embrapa Suínos e Aves em termos de meio ambiente desde 2010.

Novas rotas tecnológicas são importantes desafios

Os avanços proporcionados pela Embrapa e parceiros nos últimos anos, muitos deles induzidos por demandas do setor produtivo, têm contribuído para a sustentabilidade da produção animal. No entanto, muitos desafios ainda se apresentam em função das transformações dos sistemas de produção animal. A crescente necessidade de energia e água vinculada ao aumento da escala de produção e à necessidade de novas rotas tecnológicas para o tratamento dos dejetos são desafios de pesquisa e desenvolvimento que se impõem. Neste sentido, tecnologias, produtos e processos que racionalizem o uso de recursos naturais, que mitiguem a emissão de gases de efeito estufa e que consigam valorar os resíduos sob a ótica da economia circular tendem a ganhar força e aumentar ainda mais a competitividade da avicultura e suinocultura brasileiras, tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo.

Referências

ANGNES, G.; NICOLOSO, R. da S.; SILVA, M. L. B. da; OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M.; MEZZARI, M. P.; MILLER, P. R. M. Correlating denitrifying catabolic genes with N₂O and N₂ emissions from swine slurry composting. **Bioresource Technology**, n. 140, p. 368-375, 2013. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.04.112.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2018**. São Paulo: ABPA, 2018. 176 p. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/02/abpa-relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2025.

HIGARASHI, M. M.; SARDÁ, L. G.; OLIVEIRA, P. A. V.; MATTEI, R. M.; COMIN, J. J. Avaliação do desempenho da maravalha e da palha de azevém (Lolium Multiflorum) como substratos na co-compostagem dos dejetos de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAS, 2., 2011, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011.

MATTHIENSEN, A.; BREDA, M.; NONNENMACKER, J. L.; MICHELON, W.; ROMAN, S. S.; DIEFENTHAELER, H. S.; CANSIAN, R. L.; PEREIRA, A. A. M.; SILVA, M. L. B. da. **Avaliação da composição celular e da toxicidade aguda e subcrônica de material algáceo produzido com efluentes da suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. (Embrapa Suínos e Aves. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).

MICHELON, W.; DINNEBIER, H. C. B.; SILVA, M. L. B. da; MATTHIENSEN, A.; SOARES, H. M. Microalgae obtained from swine wastewater treatment as source of aminoacids and omega-3. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAS, 6., 2019, Florianópolis, SC. **Anais...** Concórdia: Sbera/Embrapa, 2019. p. 218-221.

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**. 2. ed. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022. 40 p. Cartilha.

NUNES, M. L. A. **Avaliação de procedimentos operacionais na compostagem de dejetos de suínos**. 2003. 117 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

NUNES, E. H.; PECORARO, C. A.; GONÇALVES, J. C.; MIRANDA, K. O. da S.; OLIVEIRA, P. A. V. de; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; TAVARES FILHO, J. Methods for determining the emission of greenhouse gases in swine farming. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 3, p. 195-201, 2023. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v27n3p195-201.

OLIVEIRA, M. M. de; BELLI FILHO, P.; COLDEBELLA, A.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Évaluation des paramètres physico-chimiques du processus de compostage accéléré de carcasses de porcs morts, dans des réacteurs à cylindre rotatif. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE PORCINE, 52., 2020, Paris. **Résumés et textes**. Paris: IFIP; INRAE, 2020.

OLIVEIRA, M. M. de; BELLI FILHO, P.; COLDEBELLA, A.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Physicochemical parameters in the accelerated composting process of poultry carcasses in rotary drum reactor. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL AND AGROINDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT, 7., 2021, On-line. **Proceedings...** Concórdia, SC: Sbera; Embrapa Suínos e Aves, 2022. p. 90.

OLIVEIRA, M. M. de; COLDEBELLA, A.; BELLI FILHO, P.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Aeration frequency on accelerated composting of animal carcasses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 6, p. 653-665, 2018. DOI: 10.1590/1413-70542018426021818.

OLIVEIRA, M. M. **Otimização do processo de compostagem de carcaças de animais mortos em reator cilíndrico rotativo**. 2019. 154 f. Tese (Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OLIVEIRA, P. A. V. de; BARROS, E. C.; SCHELL, D. R.; TURMINA, L. P. **Dimensionamento de unidade de compostagem automatizada para tratamento dos dejetos suínos**. 2. ed. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017. 31 p. Cartilha.

OLIVEIRA, P. A. V. de; COLDEBELLA, A.; MARCANZONI, V. C. B. Efeito da climatização no desempenho zootécnico dos suínos nas fases de crescimento e terminação e na concentração de gases. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 11., 2023, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2023. PorkExpo Latam 2023. p. 131-132.

OLIVEIRA, P. A. V. de; NICOLOSO, R. da S.; HIGARASHI, M. M.; SANTOS FILHO, J. I. dos. Desenvolvimento de unidade de compostagem automatizada para o tratamento dos dejetos líquidos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém: UFRA, 2011.

OLIVEIRA, P. A. V. de, NUNES, M. L. A., KUNZ, A., HIGARASHI, M. M., SCHIERHOLT NETO, G.F., Utilização de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINARIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia, GO. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003a. p. 433-434.

OLIVEIRA, P. A. V. de; SANTOS FILHO, J. I. dos; BELLAVER, P.; SCHEUERMANN, G. N.; CARON, L. **Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas convencional e dark house**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. 12 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 504)

SANTOS FILHO, J. I. dos; OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M.; SULENTA, M.; HENN, J. D.; NICOLOSO, R. da S. Viabilidade econômica da unidade de compostagem de dejetos suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém: UFRA, 2011.

TAVARES, J. M. R. **Modelagem do consumo de água, produção de dejetos e emissão de gases de efeito estufa e amônia na suinocultura**. 2016. 229 f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TAVERNARI, F. de C.; ROZA, L. da F.; SUREK, D.; SILVA, M. L. B. da. **Energia metabolizável aparente e digestibilidade de aminoácidos de microalga (Spirulina spp.) para frangos de corte.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 527).

TAVERNARI, F. de C.; SUREK, D.; ROZA, L.; SILVA, M. L. B. da; ALBINO, L. Broiler chicken ileal apparent digestibility of calcium and phosphorus from microalgae spirulina maxima. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 2016, Georgia. **Abstracts.** Southern Poultry Science Societys, 2016. p. 95.

VILAS-BOAS, J.; OLIVEIRA, P. A. V. de; TAVARES, J. M. R.; BELLI FILHO, P.; ZANUZZI, C. M. das S.; TREMEA, S. L.; PEIKAS, F.; SQUEZZATO, N. C.; ZIMMERMANN, L. A.; SANTOS, M. A.; AMARAL, N. do. **Gestão da água na suinocultura.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. 32 p. Cartilha.