

CAPÍTULO 1

Produção, caracterização e coleta dos dejetos

*André Cestonaro do Amaral, Deisi Cristina Tapparo,
Marco Antonio Ramme, Eduardo Lando Bernardo,
Ricardo Luis Radis Steinmetz e Airton Kunz*

Introdução

A suinocultura é muito diversificada em termos estruturais. Ela divide-se, basicamente, em operações ou sistemas agroindustriais de grande escala, tradicionais de pequena escala, rurais e familiares (FAO, 2018). A produção industrial é a tendência mais significativa no cenário da suinocultura atual e unifica a intensificação, aumento de escala e concentração geográfica da produção animal (FAO, 2010).

O sistema agroindustrial de suínos é entendido como um conjunto de atividades produtivas integradas e interdependentes. Ele assume diversas formas organizacionais, podendo ser constituído de pequenos produtores independentes, empresas regionais ou complexos produtivos integrados verticalmente (Guimarães *et al.*, 2017).

O conceito de "sistema" na suinocultura ajuda a entender a maneira como se organiza a produção animal. Os sistemas de produção de suínos podem ser classificados como Ciclo Completo em um único sítio (CC) ou produção distribuída em diversas unidades. A segregação da produção de suínos em diferentes sítios aumentou de importância

no Brasil, pois possibilita a existência de unidades especializadas em determinadas fases da produção. Exemplos são a Unidade Produtora de desmamados (UPD), Unidade Produtora de Leitões (UPL), Unidade de Crechário (UC) e Unidade de Terminação (UT) (Miele; Miranda, 2013).

A produção de suínos pode ser separada em quatro fases:

- 1. Gestação:** fêmeas reprodutoras secas e durante o período de gestação.
- 2. Maternidade:** fêmeas em lactação e suínos recém-nascidos até o desmame, com aproximadamente 7 kg.
- 3. Crechário:** suínos imediatamente após o desmame até completarem de 23 a 25 kg.
- 4. Terminação:** após a fase de creche até atingirem o peso necessário para o abate, aproximadamente de 90 a 120 kg (Manual..., 2011).

Esses valores de peso apresentados são médios, podendo haver alterações em função das estratégias comerciais de cada empresa. A relação entre as unidades estratificadas e a etapa de crescimento do suíno é apresentada na Figura 1.

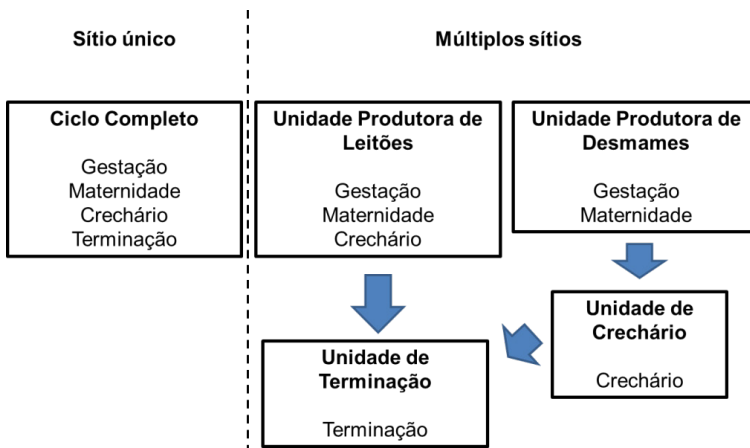


Figura 1. Sistemas de produção de suínos adotados no Brasil, etapas de produção e unidades estratificadas.

Fonte: Adaptado de Miele; Miranda (2013).

A evolução rápida e constante de novas tecnologias e ferramentas de gestão tornou a suinocultura uma atividade muito dinâmica (Zanella, 2017), o que favoreceu a preponderância da produção integrada sobre a independente ao longo do tempo em grande parte do mundo (Guimarães *et al.*, 2017).

A produção de leitões e os estágios de crescimento e terminação possuem indicadores de performance de produção baseados no sistema agroindustrial (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores de performance técnica do sistema de produção de suínos na região Sul do Brasil.

Produção de leitões	Característica	Crescimento/terminação	Característica
Leitões desmamado	25 matriz ¹ .ano ⁻¹	Mortalidade	2,50%
Quantidade de ração	1.050 kg ano ⁻¹	Idade de abate	171 dias
Tempo de gestação	114 dias	Peso de abate	125 kg
Tempo não produtivo	7 dias	Produção de carcaça	73,90%
Tempo de lactação	21 dias	Conversão alimentar	2,51 kg
Tempo de produtividade	2,5 anos	-	-
Conversão alimentar	1,54 kg	-	-

Fonte: Adaptado de Cherubini *et al.* (2014).

Diante de tantas possibilidades e variações na forma de produzir os suínos, é fundamental conhecer as características peculiares do dejetos produzido em cada etapa do crescimento animal.

Produção de dejetos

Os dejetos da suinocultura são potencialmente poluentes, pois apresentam altas concentrações de matéria orgânica, nutrientes e metais. A disposição inadequada deste resíduo pode gerar grandes problemas ambientais, em virtude da elevada geração de efluentes, que, na maioria dos casos, são aplicados no solo (Steinmetz *et al.*, 2009).

Os efluentes suínicos são constituídos por urina, fezes, desperdícios de água, restos de ração, resíduos de drogas antibióticas e microrganismos patogênicos. Considerando essas características, recomenda-se que esse material seja adequadamente gerenciado antes da aplicação no solo (Viancelli *et al.*, 2012; Salazar; Charlon; Palhares, 2019). No Brasil, a regulamentação da disposição final de efluentes via lançamento em corpos hídricos ocorre em esfera federal (Brasil, 2011). A regulamentação que rege a deposição em solo é mais flexível, tendo grande diversidade regional. Em Santa Catarina, a aplicação do dejetos suíno em solo segue normatização do Instituto de Meio Ambiente (IMA), em obediência à Instrução Normativa nº 11, atualizada em 2021. A quantidade de dejetos a ser aplicada no solo dependerá do pH, relação C/N, matéria orgânica total, carbono total e nutrientes (N, P, K), bem como da existência ou não de sistemas de tratamento, das características do solo e culturas a serem plantadas.

A prática adotada por aproximadamente 80% da suinocultura brasileira tem sido a armazenagem dos efluentes líquidos em lagoas ou tanques abertos. Apesar de representarem uma opção de baixo custo para os produtores, as recomendações agronômicas para esta prática devem ser respeitadas em relação aos nutrientes e ao tempo de armazenamento para estabilização da matéria orgânica e inativação de patógenos. Além disso, o dejetos é degradado durante o armazenamento, o que pode gerar a liberação de gases responsáveis por odores indesejáveis. A geração de odores pode aumentar no verão, pois temperaturas mais altas favorecem a atividade biológica e a volatilização de gases (Kunz *et al.*, 2005). Os 20% restantes utilizam biodigestores com queimadores para biogás. Em ambos os casos, têm-se a posterior aplicação do dejetos como fertilizante vegetal e condicionador do solo (Cherubini *et al.*, 2014). Em regiões em que a geração de efluentes supera a capacidade de suporte do solo e/ou as recomendações dos órgãos de fiscalização ambiental, alternativas de tratamento ou exportação de nutrientes precisam ser adotadas (Vivan *et al.*, 2010; Candido *et al.*, 2022).

Produção de efluentes da suinocultura

O volume de efluentes (Tabela 2) nas diferentes etapas da criação dos suínos está diretamente vinculada ao manejo de água nas instalações. Segundo Perdomo, Oliveira e Kunz (2003), aproximadamente 17,3% da geração de efluentes líquidos dos sistemas produtivos podem ser evitadas com mínima manutenção dos sistemas de distribuição de água das instalações. O estágio de crescimento em que o animal se encontra e o tipo de bebedouro utilizado estão relacionados com o desperdício de água nas instalações e, conseqüentemente, com a diluição dos efluentes gerados (Tavares *et al.*, 2014).

Tabela 2. Quantidade de água consumida e dejetos gerados por animal por fase de produção em sistemas especializados.

Sistema de produção de suínos	Consumo de água (L.animal ⁻¹ .d ⁻¹)	Volume de dejetos (L.animal ⁻¹ .d ⁻¹)
Ciclo completo	92,00	50,6
Unidade produtora de leitões	26,5	15,6
Unidade produtora de desmames	19,3	11,4
Unidade de crechário	2,7	1,6
Unidade de terminação	8,3	4,5
<i>Wean-to-finish single stock</i>	6,9	3,7
<i>Wean-to-finish double stock</i>	3,8	2,1
Machos	10	6,5

Fonte: Adaptado de IN 11 (2021) - Anexo 7.

Além da preocupação com a quantidade efluente e concentração de poluentes, constata-se que uma fração significativa das emissões de gases de efeito estufa (GEE) é oriunda das atividades agropecuárias. Estas atividades são responsáveis por 37% das emissões antropogênicas de metano e 65% das emissões antropogênicas N₂O, sendo 30% das emissões de GEE atribuídas ao gerenciamento incorreto dos efluentes (Riaño; Garcia-Gonzales, 2014). A geração e emissão de GEE por suínos está relacionada ao confinamento dos animais, armazenagem de efluentes, tratamento de efluentes e aplicação no solo.

O Brasil se comprometeu com metas para mitigação das emissões antropogênicas de GEE e umas das principais estratégias é a atuação sobre as emissões em todo o setor pecuário (A Política..., 2020). Na suinocultura brasileira, a principal tecnologia utilizada visando a mitigação das emissões de GEE é a digestão anaeróbia (Miele; Miranda, 2013), a qual reduz emissões de metano e óxido nitroso provenientes da armazenagem inadequada e utilização de efluentes não estabilizados na adubação do solo.

Caracterização

Os dejetos suínos são constituídos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo de produção. A constituição inorgânica e orgânica dos dejetos é muito variável, sendo dependente de três fatores principais: da dieta ofertada aos animais, do aproveitamento dos nutrientes pelo sistema digestivo e da quantidade de água usada na granja. Porém, de maneira geral, os dejetos de suínos apresentam elevada demanda bioquímica de oxigênio, sólidos em suspensão e nutrientes.

Para facilitar a caracterização, Nicoloso e Oliveira (2016) apresentaram os resultados de nitrogênio, fósforo e potássio em função da excreção por animal (Tabela 3). Essa metodologia auxilia no dimensionamento de sistemas de armazenagem e também no cálculo para uso agrônômico.

Devido à concentração de nutrientes nos dejetos, eles precisam ser corretamente manejados para que problemas ambientais sejam evitados. Elevadas concentrações de nitrogênio podem ter graves implicações sobre os corpos d'água. Um exemplo dessas implicações é influenciar fortemente na dinâmica do oxigênio dissolvido em lagos e rios, uma vez que para oxidar 1 mg de NH_3 são necessários 4,6 mg de O_2 (Bortoli; Prá; Kunz, 2019).

Tabela 3. Excreção de nutrientes de acordo com o sistema de produção de suínos.

Sistema de produção de suínos	Excreção de nutriente (kg.animal ⁻¹ .ano ⁻¹)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ciclo completo	88,10	47,10	44,80
Unidade produtora de leitões	20,30	12,00	10,90
Unidade produtora de desmames	15,30	9,5	7,4
Unidade de crechário	1,60	0,80	1,10
Unidade de terminação	8,10	4,20	4,00
<i>Wean-to-finish single stock</i>	6,60	3,40	3,40
<i>Wean-to-finish double stock</i>	3,50	1,80	1,90

N - Nitrogênio, P₂O₅ - Pentóxido de Fósforo; K₂O - Óxido de Potássio.

Fonte: Adaptado de Nicoloso e Oliveira (2016) e IMA (2022) – Anexo 8.

Para sistemas de tratamento que envolvem a digestão anaeróbia e compostagem, conhecer fatores como a série de sólidos, alcalinidade e pH são bastante importantes (Amaral; Steinmetz; Kunz, 2019). Esses fatores podem sofrer grandes variações entre os sistemas produtivos, tempo de armazenamento em calhas e diluição (uso adequado da água). Diesel, Miranda e Perdomo (2002) observaram grandes variações na composição físico química dos dejetos (Tabela 4), evidenciando a relação com o sistema de manejo adotado e, principalmente, a quantidade de água utilizada (diluição do dejetos).

Tabela 4. Composição físico-química média dos dejetos suínos obtida na unidade de tratamento de dejetos suínos da Embrapa.

Variável	Mínimo (g.L ⁻¹)	Máximo (g.L ⁻¹)	Média (g.L ⁻¹)
DQO	11,53	38,45	25,54
Sólidos totais	12,69	49,43	23,40
Sólidos voláteis	8,42	39,02	16,39
Sólidos fixos	4,27	10,41	6,01
Nitrogênio total	1,66	3,71	2,37
Fósforo total	0,32	1,18	0,58
Potássio total	0,26	1,14	0,54

DQO: Demanda química de oxigênio.

Fonte: Adaptado de Diesel et al., 2002.

Mito *et al.* (2018) apresentaram uma relação entre as concentrações de sólidos voláteis encontradas na literatura para dejetos suíno, com valores entre 16,38 e 104,28 g_{sv}.L⁻¹. Essa grande amplitude nos dados reforça dois pontos:

- Diferença entre os sistemas produtivos de suínos.
- Necessidade de grande cuidado para a amostragem desses dejetos.

Coleta e armazenamento dos dejetos

Coleta de dejetos nas instalações

Para coleta dos dejetos dentro das instalações das granjas, há alguns arranjos bem estabelecidos pelo setor produtivo, como: utilização de fosso, calhas ou lâminas d'água. Esses sistemas permitem o acúmulo dos efluentes dentro das instalações até o envio para o sistema de tratamento.

O tempo que o dejetos fica dentro das instalações (fosso, calha ou lâminas d'água) deve ser o mínimo possível. Kunz *et al.* (2009) observaram que existe uma relação linear entre a idade do dejetos e o aumento da concentração de amônia (Figura 2). Isso indica que, quanto mais tempo o dejetos fica dentro das instalações, maior será a concentração de amônia no ar, podendo prejudicar a saúde e o bem-estar dos suínos.

A idade do dejetos também dificulta o seu tratamento. Dejetos mais velhos, além de apresentarem maiores concentrações de amônia, apresentam menor eficiência em sistemas de separação de sólidos. Hollas *et al.* (2021) indicam que a separação de sólidos deve ser feita em até cinco dias para alcançar resultado satisfatório. Durante o período de armazenagem, ocorre a degradação de parte da matéria orgânica, diminuindo também o potencial de produção de biogás.

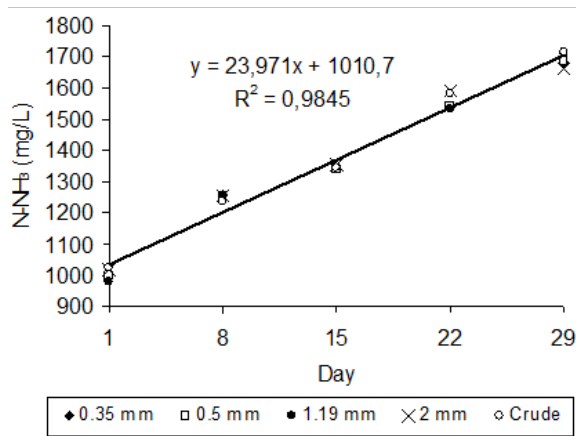


Figura 2. Efeito da idade do dejetos na concentração de amônia.

Fonte: Adaptado de Kunz *et al.* (2009).

Condução do dejetos

Os sistemas condutores para dejetos suínos são utilizados para interligar a granja aos módulos de armazenamento ou tratamento. O sistema preferencialmente deverá ser composto por caixas de passagem e inspeção (CPIs) e tubulação de condução. A utilização de CPIs é fundamental para a “saúde do sistema”, pois permite resolver de maneira mais fácil problemas relacionados à condução de sólidos e à formação de estruvita.

As linhas de dejetos (condutores) devem ser intercaladas com caixas de passagem e inspeção nas mudanças de direção, quando houver interligação com outro coletor e ainda a cada trecho de 50 metros nos percursos retilíneos. A declividade mínima em cada trecho das tubulações condutoras de dejetos líquidos será de 2,0%.

As CPIs devem ser construídas em alvenaria com tijolo comum maciço, revestidas internamente e externamente com argamassa de cimento e areia com traço 1:3 e receber duas demãos de camada impermeabilizante de alta espessura e com alta resistência a sulfatos. Elas devem também ser cobertas. A impermeabilização e cobertura impedem a entrada de água da chuva, o que é bastante positivo para a qualidade do dejetos.

Armazenamento

O armazenamento do dejetos fora das instalações deve seguir as exigências do órgão ambiental responsável. Minimamente, sugere-se o uso de lagoas impermeabilizadas e ou biodigestores. Os detalhes sobre o sistema de armazenamento serão discutidos no Capítulo 2.

Amostragem de dejetos para análises físico químicas

A realização de procedimentos adequados para coleta dos dejetos é fundamental para o sucesso das análises laboratoriais. Devido às características dos dejetos e dos sistemas produtivos, podem ocorrer diversos fatores que dificultam a amostragem adequada. Por isso, serão abordados os principais aspectos para garantir a qualidade da amostragem (Kunz; Palhares, 2004).

Canaleta de dejetos

As canaletas utilizadas para disposição dos dejetos de suínos podem ser internas ou externas. Independentemente do tipo, é fundamental que o conteúdo destas seja homogeneizado antes da realização da coleta. Caso contrário, a amostra obtida não refletirá a realidade. Para a homogeneização pode-se utilizar uma pá ou enxada.

Nas canaletas do tipo internas deve-se, em cada baia que compõe o galpão, realizar uma coleta, destacando que as amostras das diferentes baias devem ter o mesmo volume. As várias sub-amostras serão colocadas em um mesmo recipiente e, após uma homogeneização do conteúdo, deve-se retirar a amostra representativa para análise.

Quando as canaletas forem externas, estas devem ser divididas em cinco pontos, sendo que em cada um destes será coletada uma subamostra. Estas subamostras serão colocadas em um mesmo recipiente e, após homogeneizado o conteúdo, será retirada uma amostra representativa para análise.

A amostragem em canaletas não deve ser feita quando o dejetos estiver sendo descarregado de maneira contínua (por transbordo), pois isto implica em uma amostra inadequada ou pouco representativa com uma concentração de sólidos maior do que a real. Nessa situação, deve-se realizar a limpeza das instalações e aguardar um período de cinco a sete dias para realizar a coleta a partir do dejetos acumulado nesse período.

A amostragem nas canaletas pode fornecer subsídios para entender erros de manejo dentro da instalação, como o uso abusivo de água na lavação, presença de vazamentos no sistema hidráulico e bebedouros com defeito. Esses problemas irão influenciar na diluição dos dejetos, refletindo em baixas concentrações de matéria seca.

Esterqueiras

Quando se trata de amostragem em esterqueiras e bioesterqueiras, primeiramente, deve-se levar em consideração o seu tamanho. O grau de dificuldade para amostragem representativa está diretamente relacionado a sua área e profundidade.

A coleta de uma amostra de dejetos armazenado na esterqueira ou bioesterqueira deverá se dar no momento em que estes sistemas são esvaziados (através de motobomba ou trator). Considerando os diferentes equipamentos utilizados no esvaziamento destes sistemas, a obtenção de uma amostra deve se dar da seguinte forma:

- 1. Coleta no tanque de transporte de dejetos:** esta coleta será realizada no momento do enchimento do tanque de transporte, independentemente do tipo deste (com caminhão tanque ou tanque tracionado por trator agrícola). Nos tanques deverão ser adaptados registros de acionamento rápido para coleta de amostras. A coleta se dará na seguinte sequência: coleta de três amostras simples, espaçadas em cinco minutos, durante o enchimento; cada amostra deve ser disposta em um mesmo balde, sendo que o volume de cada uma destas deve ser de 500 mL; homogeneização das três amostras coletadas; coleta de uma amostra do balde para realização das análises.

2. Coleta quando utiliza-se moto-bomba ou bomba acionada pela tomada de força do trator: quando a coleta for realizada nestes equipamentos, deve-se adaptar na tubulação de sucção ou recalque um registro de acionamento rápido. A coleta se dará na seguinte sequência: coleta de três sub-amostras simples, espaçadas em cinco minutos, durante o tempo de acionamento do equipamento; cada amostra deve ser disposta em um mesmo balde, sendo que o volume de cada uma destas deve ser de 500 mL; homogeneização das três subamostras coletadas; coleta de uma amostra do balde para realização das análises.

Biodigestor

Os biodigestores podem ser alimentados e operarem de maneira contínua ou semicontínua, sendo o sistema mais comum em granjas suinícolas o semicontínuo. Para que se faça uma correta amostragem dos dejetos que irão alimentar o biodigestor, é aconselhável que se tenha uma caixa para equalização/homogeneização do dejetos. Este dispositivo, além de facilitar a coleta, proporciona maior representatividade à amostra. No entanto, na maior parte dos casos, esta caixa não é parte integrante dos biodigestores instalados em nosso país.

Para os biodigestores operados em regime semicontínuo (ex.: comportas que são abertas e descarregam o dejetos de uma só vez), a coleta da amostra pode ser feita nas canaletas, conforme procedimento já descrito para esterqueiras, ou utilizando-se um ponto para coleta na entrada do biodigestor. Neste caso, deve-se observar primeiramente o tempo necessário para o esvaziamento das canaletas (repetir este procedimento durante alguns dias de tal forma que se consiga otimizar o tempo).

Caso o biodigestor possua sistema de agitação, é recomendável que esse seja acionado ao menos 15 minutos antes da coleta ser realizada, garantindo maior homogeneização do digestato.

Cuidados com a amostra

Algumas análises não são passíveis de serem realizadas a campo, devendo a amostra ser encaminhada para um laboratório. Para uma correta preservação e transporte da amostra, certos procedimentos e cuidados devem ser tomados para que esta não perca suas características originais. São eles:

- O frasco para coleta deve estar limpo e sofrer tríplice lavagem com a própria amostra a ser coletada. A amostra deve ser colocada no frasco de forma a completá-lo (isto evita a perda de gases). Em seguida, o frasco deve ser bem fechado e rotulado com informações claras de sua origem, local, data da coleta e pessoa que coletou.
- No traslado do local de coleta ao laboratório, o frasco não deve ficar exposto ao sol. Quando este intervalo for superior a quatro horas, a amostra deve ser mantida sob refrigeração para evitar sua degradação.
- As condições em que se deu a coleta é um conhecimento importante para posteriormente se fazer a interpretação dos resultados. Estas devem ser informadas por quem realizou a coleta, através de um protocolo de amostragem contendo observações sobre o sistema a ser amostrado. A descrição das condições meteorológicas também é desejável para auxiliar na interpretação dos resultados da análise.

Conclusão

A composição do dejetos suíno é resultado de vários fatores, como sistema produtivo, gerenciamento nutricional, boas práticas de produção e gestão adequada da água. Sua caracterização depende diretamente do sistema de amostragem realizada, onde deve-se priorizar pelo menor tempo possível dentro das instalações.

Os procedimentos de amostragem recomendados são simples de serem realizados por produtores e técnicos, devendo ser seguidos a fim de se obter amostras confiáveis. Assim, os resultados obtidos poderão ser tidos como referenciais para a implantação de um plano de manejo de dejetos.

Um bom plano de manejo de dejetos se inicia com a obtenção do conhecimento da realidade da granja e seus resíduos. Se este for bem fundamentado, a resolução dos problemas ambientais será duradoura e viável para as diversas realidades produtivas.

Referências

AMARAL, A. C.; STEINMETZ, R. L. R.; KUNZ, A. O processo de biodigestão. *In*: KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. (Org). **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia: Sbera, Embrapa, 2019. p. 15-28.

A POLÍTICA Nacional de Mudança do Clima em 2020: estado de metas, mercados e governança assumidos na Lei 12.187/2009. Rio de Janeiro: Instituto Talanoa, 2020.

BORTOLI, M.; PRÁ, M. C.; KUNZ, A. Tratamento do digestato: Remoção de Nitrogênio. *In*: KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. (Org). **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia: Sbera, Embrapa, 2019. p. 129-182.

BRASIL. **Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, 16 mai. 2011.

CANDIDO, D. *et al*. Integration of swine manure anaerobic digestion and digestate nutrients removal/recovery under a circular economy concept. **Journal of Environmental Management**, v. 301, jan. 2022, p. 113825.

CHERUBINI, E. *et al*. Life cycle assessment of swine production in Brazil: a comparison of four manure management systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, jan. 2014, p. 68-77.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Bipers**: Boletim Informativo de Pesquisa - Embrapa Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS, ano. 10, n. 14, ago. 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Environmental performance of pig supply chains**: guidelines for assessment (version 1). Roma: FAO, 2018. 172 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS – FAO. Tendências no setor pecuário. *In*: **SITUAÇÃO mundial dos recursos genéticos animais para agricultura e alimentação**. Tradução: EMBRAPA. Comissão De Recursos Genéticos Para Agricultura e Alimentação. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. p. 20-23. Tradução de: The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture – in brief.

GUIMARÃES, D. *et al.* Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 45, p. 85-136, mar. 2017.

HOLLAS, C. E. *et al.* Effects of swine manure storage time on solid-liquid separation and biogas production: A life-cycle assessment approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 150, oct. 2021.

IMA - Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. Instrução Normativa 11: Suinocultura. 2022. Disponível em: <<https://in.ima.sc.gov.br/>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

KUNZ, A. *et al.* Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 5, p. 1815-1818, mar. 2009.

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência e Tecnologia – CC&T**, v. 22, n. 3, p. 651-665, set/dez. 2005.

KUNZ, A.; PALHARES, J. C. P. **A importância do correto procedimento de amostragem para avaliação das características dos dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. (Comunicados Técnico, 362).

MANUAL brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos. Brasília, DF: ABCS, MAPA, Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2011.

MIELE, M.; MIRANDA, C. R. O desenvolvimento da indústria brasileira de carnes e as opções estratégicas dos pequenos produtores de suínos do Oeste catarinense no início do Século XXI. *In*: NAVARRO, Z. e KANADANI, S. C. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: Ganhar tempo é possível? Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, 2013. p. 203-231.

MITO, J. Y. de L. *et al.* **Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2018. 52 p.

NICOLOSO, R. S.; OLIVEIRA, P. A. V. Modelo de gestão e licenciamento ambiental para a suinocultura brasileira. *In*: PALHARES, J. C. P. (Org.). **Produção animal e recursos hídricos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudoeste, 2016. v. 1. p. 97-104.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A. **Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 332).

RIAÑO, B.; GARCIA-GONZALES, M. C. Greenhouse gas emissions of an on-farm swine manure treatment plant – comparison with conventional storage in anaerobic tanks. **Journal of Cleaner Production**, v. 103, sep. 2014, p. 542-548.

SALAZAR, F.; CHARLON, V.; PALHARES, J. C. P. P. (Org.). **Glossário de termos associados ao manejo de resíduos da produção animal**. Concórdia: Sbera, 2019.

STEINMETZ, R.L.R. *et al.* Study of metal distribution in raw and screened swine manure. **Clean-Journal**, v. 37, n. 3, p. 239-244, 2009.

TAVARES, J. M. R. *et al.* The water disappearance and manure production at commercial growing-finishing pig farms. **Livestock Science**. v. 169, p. 146-154, nov. 2014.

VIANCELLI, A. *et al.* Culturing and molecular methods to assess the infectivity of porcine circovirus from treated effluent of swine manure. **Research in Veterinary Science**. v. 93, n. 3, p. 1520-1524, dec. 2012.

VIVAN, M. *et al.* Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 320-325, 2010.

ZANELLA, J. R. C. Pork production chain: importance and challenges faced. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE EPIDEMIOLOGY AND CONTROL OF BIOLOGICAL, CHEMICAL AND PHYSICAL HAZARDS IN PIGS AND PORK – SAFE PORK, 12., 2017, Foz do Iguaçu. **Proceedings [...]** Iowa: Iowa State University, 2017. 5 p.