

# POTENCIALIDADE DO USO DE DEJETOS SUÍNOS COMO BIOFERTILIZANTE, BIOGÁS E ENERGIA ELÉTRICA: DA REDUÇÃO DE CUSTOS NA PRODUÇÃO AO MANEJO ECOLOGICAMENTE MAIS SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 30/08/2023

### **Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**

Pós-doutorando em Química pela  
Universidade Federal de Uberlândia  
Pós-doutor em Química pela Universidade  
Federal de Uberlândia  
Pesquisador colaborador no Programa  
de Pós-graduação em Química da  
Universidade Federal de Uberlândia  
Químico e responsável técnico do Centro  
Universitário de Maringá (UNICESUMAR)/  
Polo Patrocínio-MG  
<http://lattes.cnpq.br/12970002659897780>  
<https://orcid.org/0000-0003-3587-486X>

### **Valdinei de Oliveira Santos**

Especialista em Educação Ambiental, pelo  
Instituto de Educação e Ensino Superior  
de Samambaia  
Professor da Escola Estadual Dom Eliseu  
– Unai -MG  
<http://lattes.cnpq.br/5877647086852971>  
<https://orcid.org/0000-0002-3400-0143>

**RESUMO:** O Brasil se destaca nacional e internacionalmente pela produção de alimentos de origem vegetal e animal, seja na forma *in natura* ou processada industrialmente. Diante disso, são geradas grandes quantidades de biomassa que acabam se tornando enormes passivos

ambiental com pouca ou nenhuma utilidade. Entretanto, nas últimas décadas inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de agregar valor e uso as biomassas para utilização nos processos de remediação ambiental, disposição ao solo e a produção de biofertilizante. No entanto, os dejetos suínos se tornaram uma preocupação ambiental em relação ao enorme potencial de poluição ambiental que podem desencadear na natureza. Neste contexto, inúmeros trabalhos vêm sendo realizados com o objetivo de reduzir e agregar valor aos dejetos suínos que apresenta um enorme potencial para a produção de biofertilizante, geração de biogás e energia elétrica resultando na redução de custos para o produtor. Entretanto, a falta de assistência e orientação técnica proveniente do poder público, faz com que os suinocultores não tenham o conhecimento necessário para um melhor gerenciamento da sua produção que poderiam proporcionar: *i*) melhorias em todas as etapas da cadeia produtiva; *ii*) redução do consumo de água e alimentação de todo o plantel e *iii*) lançamento indevido e irregular dos dejetos suínos, bem como a água residuária utilizada na limpeza das pocilgas. Diante disso, este trabalho tem por objetivos: *i*) apresentar dados recentes

sobre a produção e consumo de carne suína no Brasil e no mundo; *ii*) as implicações socioambientais decorrentes da suinocultura e *iii*) propostas que proporcionem um manejo ecologicamente mais correto e que resulte em maior rentabilidade para o suinocultor.

**PALAVRAS-CHAVE:** gerenciamento, plantel, rentabilidade, socioambientais, suinocultura

## POTENTIAL OF USING SWINE MANURE AS BIOFERTILIZER, BIOGAS AND ELECTRICITY: FROM REDUCED PRODUCTION COSTS TO MORE ECOLOGICALLY SUSTAINABLE MANAGEMENT

**ABSTRACT:** Brazil stands out nationally and internationally for the production of food of plant and animal origin, whether in natura or industrially processed form. Therefore, large amounts of biomass are generated that end up becoming huge environmental liabilities with little or no use. However, in recent decades, numerous researches have been developed with the aim of adding value and use of this biomass for use in environmental remediation processes, disposal to the soil and the production of biofertilizer. However, swine manure has become an environmental concern due to the enormous potential for environmental pollution it can trigger in nature. In this context, numerous works have been carried out with the objective of reducing and adding value to swine manure, which presents an enormous potential for the production of biofertilizer, biogas and electric energy generation, resulting in cost reduction for the producer. However, the lack of assistance and technical guidance from the public authorities means that pig farmers do not have the necessary knowledge for a better management of their production, which could provide: *i*) improvements in all stages of the production chain; *ii*) reduction in the consumption of water and food for the entire flock; and *iii*) improper and irregular disposal of swine manure, as well as the wastewater used to clean pigsties. Therefore, this work aims to: *i*) present recent data on the production and consumption of pork in Brazil and in the world; *ii*) the socio-environmental implications arising from pig farming and *iii*) proposals that provide a more ecologically correct management that results in greater profitability for the pig farmer.

**KEYWORDS:** management, squad, profitability, sócio-environmental, swine farming

## 1 | INTRODUÇÃO

O planeta Terra possui a capacidade de proporcionar recursos naturais para uma população de até três bilhões de pessoas, mas que já alcançou 7,8 bilhões até o dia 30 de agosto de 2021, com uma expectativa de se atingir 10 bilhões entre os anos de 2030 e 2040. Logo, a Terra terá o triplo da população que é capaz de provir com recursos naturais. Diante deste cenário, soma-se a quantidade e diversidade de resíduos e rejeitos que são gerados pela sociedade atual que compromete a sobrevivência de boa parte da população por meio da escassez de recursos naturais e alimentos, logo as gerações vindouras já encontrarão um planeta totalmente desequilibrado (aumento da temperatura; aumento do nível dos mares e, conseqüentemente, o desaparecimento de litorais e até mesmo de algumas ilhas e países como Japão, desertificação de áreas, baixa qualidade e quantidade de recursos hídricos, falta ou total escassez de recursos minerais, pequena diversidade de alimentos com extinção parcial ou total dos agentes polinizadores, extinção de inúmeras

espécies de animais e vegetais importantes para o equilíbrio de variados ecossistemas) e insustentável para manter não só a sobrevivência da espécie humana, mas de todos os organismos que habitam os diferentes ecossistemas da Terra (FERNANDES; SILVA, 2020; FUNDESA, 2014; ITO; GUIMARÃES; AMARAL, 2017).

Diante disso, entre o final dos anos 80 e início dos anos 90, começam a emergir grupos de pessoas que se transformaram em movimentos sociais que começam a debater a relação desarmônica do homem com a natureza e como vem e tem afetado o planeta Terra. Estes movimentos se disseminam por todos os segmentos da sociedade (política, educação, ciência, tecnologia, diferentes segmentos industriais, a produção de alimentos, qualidade da água entre tantos outros), a partir destes movimentos surgem inúmeros termos, tais como: *i*) desenvolvimento e crescimento sustentável; *ii*) práticas agropecuárias ecologicamente mais corretas e sustentáveis; *iii*) legislação que estabeleça os padrões de potabilidade e qualidade da água consumida; *iv*) agricultura orgânica; *v*) selo verde de garantia do produto; *vi*) pesquisa por novas fontes de combustíveis, matrizes energéticas, matérias-primas sintéticas entre tantos outros (COSTA; MARVULLI, 2020; LIMA; BONILLA; CÂMARA, 2020; MORTARI; YADA, 2018).

Neste contexto, a preocupação com a geração de resíduos em função das atividades antrópicas, passaram a ganhar força com o apoio de inúmeras pesquisas que começaram a emergir dentro de universidades e institutos de pesquisa que iniciaram a investigação por processos de aproveitamento, reciclagem, reutilização ou transformação de biomassas em algo rentável. Dentre estas a biomassa proveniente de dejetos de suínos ganha um grande destaque em função de: *i*) geração de gás metano ( $\text{CH}_4$ ) que é dezesseis vezes mais “agressivo” a camada de ozônio em relação ao gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ); *ii*) dejetos com alto teor de nitrogênio e fósforo que podem levar a eutrofização de diferentes matrizes aquáticas, prejudicando ou destruindo toda a biota aquática e comprometendo diferentes recursos hídricos; *iii*) poluição do solo em função do excesso de nitrogênio e fósforo, causando hiperfertilização do mesmo; *iv*) a emissão de odores desagradáveis na atmosfera devido, principalmente, ao gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) gerado na digestão dos suínos entre outros (KRAJESKI; POVALUK, 2014; OLIVEIRA et al., 2017; PIMENTA, 2018; SILVA; FRANÇA; OYAMADA, 2017). Entretanto, estes dejetos possuem um enorme potencial para: *i*) geração de energia elétrica a partir do  $\text{CH}_4$  que possui elevada capacidade calorífica e a *ii*) produção de um biofertilizante rico em nitrogênio e fósforo (MIYAZAWA; BARBOSA, 2015; SILVA et al., 2020; TIETZ et al., 2014; VELOSO et al., 2018).

Neste cenário, este trabalho tem por objetivos: *i*) apresentar um levantamento das principais informações referentes à produção e consumo de carne suína no âmbito nacional e internacional; *ii*) a destinação final dos dejetos suínos e os principais impactos ambientais que podem ocasionar; *iii*) a potencialidade de conversão desta biomassa em biofertilizante, gerando rentabilidade aos suinocultores; *iv*) a produção de energia elétrica nas propriedades rurais a partir do gás metano presente nos dejetos suínos e *v*) melhores

práticas de manejo do plantel visando a redução de consumo de água e alimentos em toda a cadeia produtiva.

## 2 I PRODUÇÃO E CONSUMO DE SUÍNOS EM ÂMBITO MUNDIAL

No final do ano de 2019, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) registrou uma queda de 8,5% na produção mundial em função da Peste Suína Africana (PSA) que dizimou parte do rebanho da China e de outros países do continente asiático e europeu. Em 2020, a PSA continuou afetando a produção dos mesmos países e continentes e registrou uma redução de 7% de toda a produção mundial, que foi compensada pelo aumento de produção e exportação, principalmente, dos Estados Unidos e do Brasil que elevou a exportação em 10,5 milhões de toneladas desta commodity pecuária (FRANCESE; CARDOSO; BERNARDI, 2019; JURADO et al., 2019).

A produção de carne suína está concentrada em quatro países: China (43,87%), Reino Unido (22,62%), Estados Unidos (11,97%) e Brasil (3,88%) que totalizam 82,34% de toda a produção mundial (USDA, 2019). Sendo que até o final do mês de maio do presente ano (2021), foram registrados uma produção de 102.680 milhões de toneladas de carne suína, sendo que 86,04% foram produzidas pela China (49,23%), União Européia (27,21%), Estados Unidos (14,67%), Brasil (4,81%) e Rússia (4,07%), conforme apresentado pela Figura 1.

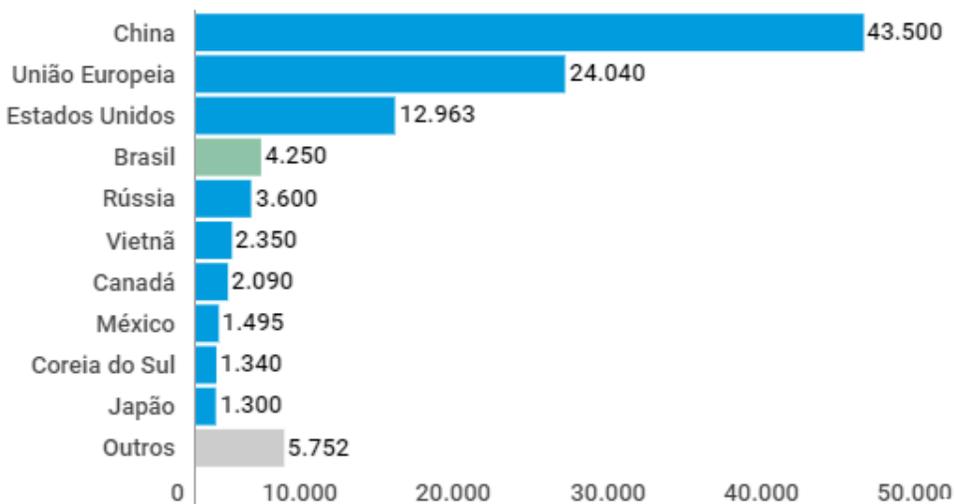


Figura 1: produção mundial de carne suína até maio de 2021.

Fonte: USDA | Foreign Agricultural Service.

Em relação ao consumo mundial, observou-se um aumento de 58% em relação aos últimos vinte anos, conforme aponta o estudo realizado pela Bureau Australiano de

Ciências e Economia Agrícola e de Recursos (ABARES) que relaciona este aumento ao crescimento populacional e ao aumento de renda proveniente de países em desenvolvimento como o Brasil. Outra pesquisa realizada pela National Pork Board (NPB) no ano de 2018, a carne suína representou 40,1% do consumo de carne no mundo. Até maio do presente ano (2021), o consumo de carne totalizou 102.075 milhões de toneladas em todo o mundo, sendo que 82,34% do consumo se concentraram nos seguintes países: China (56,75%), União Européia (23,60%), Estados Unidos (11,95%), Rússia (4,11%) e Brasil (3,58%), conforme apresentado na Figura 2.

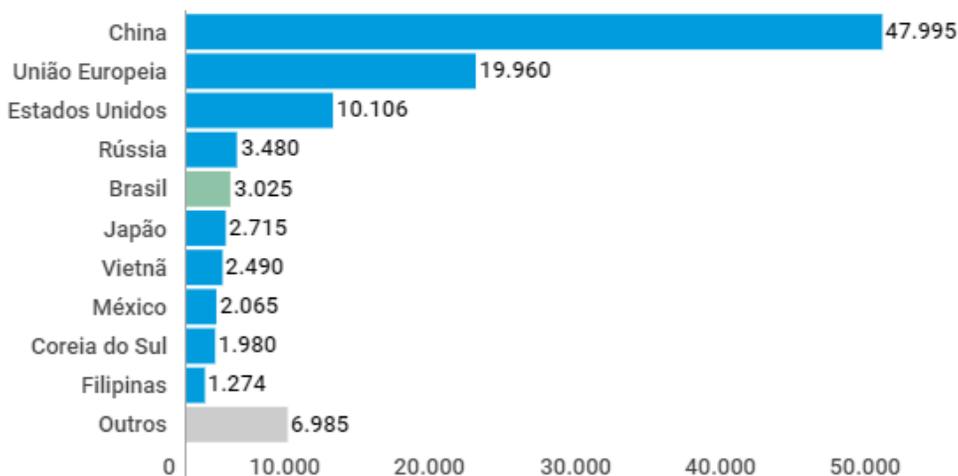


Figura 2: consumo mundial de carne suína até maio de 2021.

Fonte: USDA | Foreign Agricultural Service.

Existe uma expectativa de que até 2050, a população mundial esteja consumindo o dobro do consumo atual que poderá ocorrer pelo aumento da população mundial e também pela mudança dos hábitos alimentares que substituirá a carne vermelha (USDA, 2020).

Em termos de exportação a União Européia (UE), Estados Unidos (EUA), Canadá e Brasil são responsáveis por 90,71% de toda a carne suína produzida para este fim. Além disso, o Brasil contribui com 1230 mil toneladas, totalizando quase 12% de toda a exportação mundial. Soma-se a isso, o fato de que o Brasil contribui com um percentual maior do que todos os demais países (9,29%), exceto os três primeiros maiores exportadores mencionadas anteriormente. O bloco econômico NAFTA (EUA, Canadá e México) contribui com 45,85% de toda a exportação mundial, sendo superior a outros blocos econômicos, tais como a UE (36,97%) e o MERCOSUL (14,06%) e demais países e continentes (USDA, 2020) conforme a Figura 3.

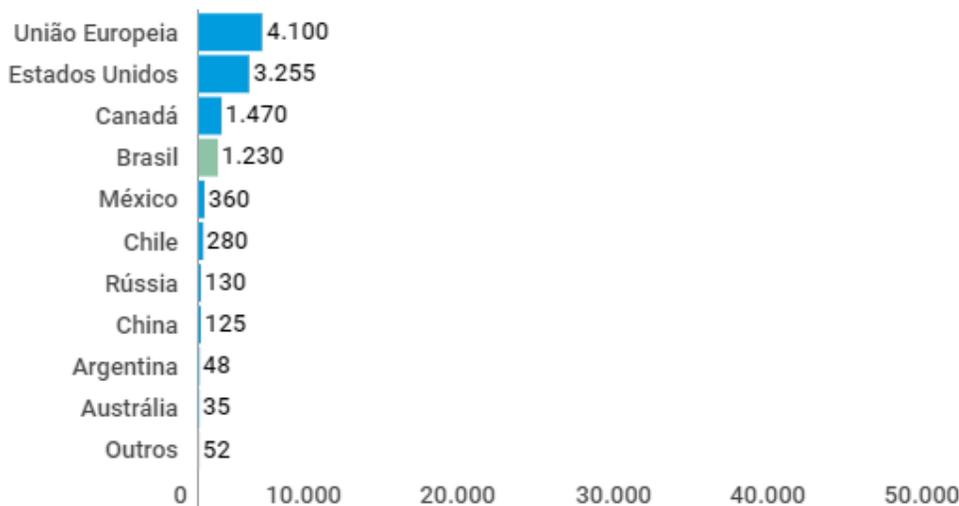


Figura 3: exportação mundial de carne suína até maio de 2021.

Fonte: USDA | Foreign Agricultural Service.

Pela Figura 3, observa-se que o Brasil está bem próximo de se igualar ou superar o Canadá em relação à exportação de carne suína, visto que a suinocultura está em constante expansão na região Sul do país (representa quase 70% da produção nacional) e nas demais regiões que além de serem maiores do que a região Sul, ainda não se voltaram para a suinocultura (USDA, 2020).

Em se tratando de importação, a China absorve 40% (3,9 milhões de toneladas) da exportação mundial, visto que mesmo sendo o maior produtor do mundo (43,87%) e que é comercializado no próprio país, o mesmo necessita importar para suprir a demanda de seu próprio consumo, uma vez o país possui a maior população do mundo (1,41 bilhões de pessoas) representando 18,08% da população mundial e que cresce em ritmo acelerado (USDA, 2020). Para se ter uma ideia, a quantidade de carne suína que a China demanda importar equivale a 91,76% de toda a produção brasileira e 28,93% superior ao consumo interno do Brasil. Neste sentido a UE, EUA, Canadá e Brasil são responsáveis por 90,71% de toda a exportação mundial, conforme apresentado na Figura 4.

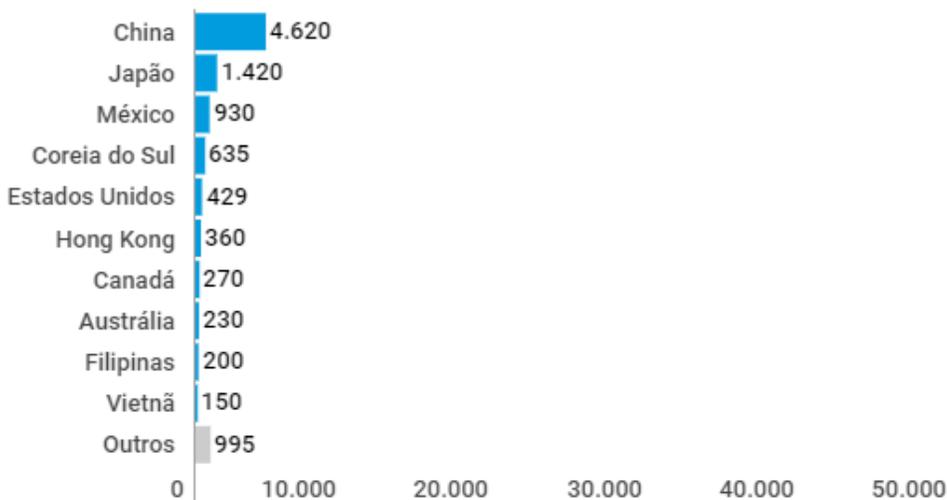


Figura 4: importação mundial de carne suína até maio de 2021.

Fonte: USDA | Foreign Agricultural Service.

Pela Figura 4, podemos observar que a UE e o Brasil são auto-suficientes em relação à produção para suprir o consumo interno e exportar parte significativa de sua produção. Entretanto, o Brasil possui um enorme potencial para expandir sua produção por todo o território nacional, como será apresentado a seguir.

### 3 I PRODUÇÃO DE SUÍNOS NO CENÁRIO NACIONAL

O Brasil é o quarto maior produtor de carne suína do mundo, o maior produtor da América Latina e responsável por mais de 9% da exportação mundial (ITO; GUIMARÃES; AMARAL, 2017). Do total produzido, 16% são destinados a exportação e a região Sul a maior produtora e exportadora, representando 66% da produção nacional e quase que pela totalidade das exportações de carne suína, tendo o estado de Santa Catarina como o maior produtor nacional (EMBRAPA, 2019). Os principais mercados são China, Hong Kong e Chile, de acordo com o Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. A suinocultura se constitui em uma atividade importante do ponto de vista econômico e social para a geração de emprego e renda de forma direta ou indireta, se constituindo como uma das atividades mais importantes para a fixação do homem no campo (OLIVEIRA et al., 2017).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA) no ano de 2018, o Brasil produziu 3,97 milhões de toneladas de carne (proveniente de 2.039.356 matrizes), sendo exportadas 646 mil toneladas. Em 2019, houve um aumento na produção de 5,75% e uma queda de 7,32% na exportação em relação ao ano anterior com um

consumo interno da ordem de 15,9 kg/pessoa (EMBRAPA, 2020). Já em 2020, a produção nacional aumentou acima de 10% em relação ao ano anterior com uma produção de 4,44 milhões de toneladas e um aumento na exportação de quase 37% que representou 1020 milhões de toneladas, conforme o relatório emitido pela Associação Brasileira de Proteção Animal (ABPA). Segundo este relatório o estado de Santa Catarina se manteve como maior produtor nacional contribuindo com 30,73%, seguido pelo Paraná (21,10%) e o Rio Grande do Sul (19,08%). Esses três estados se mantiveram como maiores exportadores, representando 91,06% (Figura 5) de toda a exportação nacional que se destinou a abastecer três mercados externos: a China (513.519 ton.), Hong Kong (166.520 ton.) e Singapura (52.179 ton.), tais resultados reforçam que o aumento de produção de carne suína no Brasil sempre terá mercado para absorver a crescente produção de carne suína brasileira.

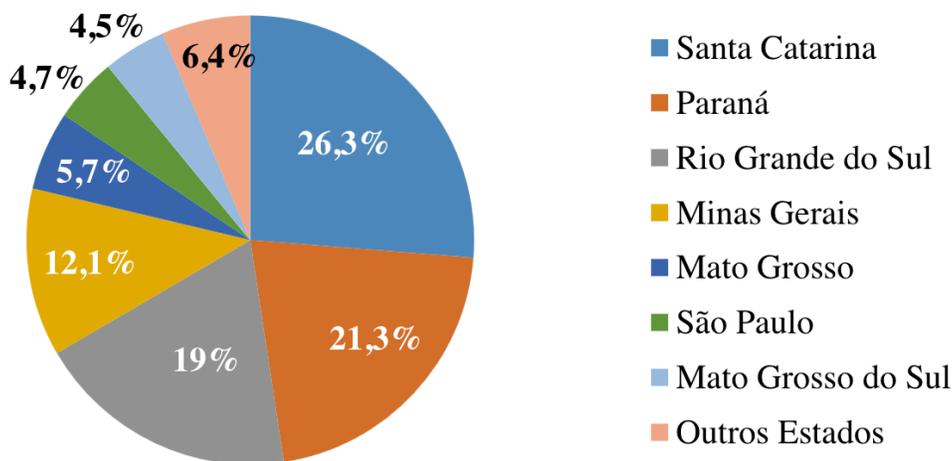


Figura 5: Produção de carne suína por estado no ano de 2018.

Fonte: adaptado de EMBRAPA, 2019.

Pela Figura 5, observa-se que o estado de Minas Gerais é o 4º maior produtor de carne suína do Brasil (12,10%), possuindo um enorme potencial para expansão em função do tamanho do seu território e sua população. O estado de Minas Gerais possui a segunda maior população do país com pouco mais de 21 milhões de habitantes, comparado a pouco mais de 7 milhões do estado de Santa Catarina (IBGE, 2019). Além disso, o estado possui uma área territorial de 587.000 km<sup>2</sup> equivalente a 6 vezes o de Santa Catarina (96.000 km<sup>2</sup>). Logo, o estado mineiro poderá se tornar, em poucos anos, o maior produtor de carne suína do Brasil, se houver investimento e incentivo por parte da iniciativa privada e poder público.

No entanto, a suinocultura é considerada, pelos órgãos de fiscalização e proteção ambiental, uma atividade com enorme capacidade de poluição em função dos inúmeros contaminantes presentes na composição dos dejetos gerados, sendo que sua ação individual ou combinada, se constituem em uma enorme fonte potencial de contaminação

e degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo (KRAJESKI; POVALUK. 2014; SILVA; FRANÇA; OYAMADA, 2017). Em grande parte, os dejetos não são tratados e dispostos no ambiente da forma mais adequada. Podendo ser atribuído a falta de recursos financeiros por parte dos suinocultores, o baixo grau de instrução e a pouca ou ausência total de atividades de assessoria e capacitação que deveriam ser fornecidos por parte dos órgãos de fiscalização e controle do âmbito público ou mesmo pelas associações ou cooperativas que são, em grande parte, mal gerenciadas (TAVARES et al., 2014).

Logo, existe a necessidade do poder público assumir a responsabilidade de capacitar, assessorar, incentivar e fiscalizar o melhor gerenciamento dos dejetos gerados pela suinocultura, gerando condições para o melhor aproveitamento e destinação final de tais dejetos, podendo inclusive agregar valores aos mesmos por intermédio da produção de biogás, energia elétrica, biofertilizante e a inserção desta atividade no mercado de crédito de carbono (TIETZ et al., 2014).

## **4 | IMPACTOS E PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS GERADOS PELA SUINOCULTURA**

O Artigo 225 da Constituição Federal de 1988 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, uma vez que trata-se de um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988). Diante disso, as atividades antrópicas deverão buscar formas de causar o menor impacto ambiental possível. Dentre as inúmeras atividades humanas, se encontra a suinocultura que é vista como uma atividade de elevado potencial causador de impacto ambiental em função da falta ou mau gerenciamento e destinação dos dejetos suínos (AGUIDA et al., 2016; ALBUQUERQUE, 2012; COSTA et al., 2019). Para se ter uma ideia da dimensão da capacidade de poluição dos dejetos suínos, estes são 200 vezes mais poluente do que o doméstico, podendo ser expresso pela sua comparação em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio 5 dias ( $DBO_5$ ), sendo que enquanto o esgoto doméstico possui uma  $DBO_5 = 200 \text{ mg L}^{-1}$ , os dejetos suínos possuem uma  $DBO_5 = 40.000 \text{ mg L}^{-1}$ . Associado a isto, está o volume de dejetos suínos gerados que são 3,5 vezes superior a do homem (MACCARI, 2014).

Atualmente, já se conhecem diversas técnicas que possibilitam a redução da carga orgânica por meio do uso de lagoas de estabilização, o aproveitamento e conversão do gás metano e o sulfídrico ( $H_2S$ ) em energia ou biogás (ANIS et al., 2020; BATISTA et al., 2018; COMERIO et al., 2017; TIETZ et al.2014) . Entretanto, o resíduo final é disposto ou utilizado de forma inadequada, podendo ocasionar a contaminação do solo e, conseqüentemente, dos recursos hídricos por meio do processo de lixiviação do solo. Isto se deve a ineficiência dos órgãos fiscalizadores e a falta de interesse de políticas públicas que leve assessoria

e capacitação dos suinocultores, bem como a falta de recursos financeiros e/ou linhas de financiamento com o intuito de se promover a melhor estruturação das propriedades rurais para o devido tratamento e melhor gerenciamento dos dejetos de forma mais adequada e rentável possível (CARDOSO; OYAMADA; SILVA, 2015; LIMA; BONILLA; CÂMARA, 2020; SANTOS; SILVA, 2018).

A associação de todos estes fatores traz como consequência primária à produção de dejetos em grande escala com consequente lançamento no ambiente de forma inapropriada sem nenhum tratamento prévio adequado, levando a enormes prejuízos, a *priori*, a saúde dos próprios animais, dos suinocultores e de pessoas que vivem nas comunidades mais próximas e a *posteriori* geram impactos ambientais para a atmosfera, o solo e os recursos hídricos (COSTA; MARVULLI, 2020; FUNDESA, 2014; ITO; GUIMARÃES; AMARAL, 2017).

Os gases, vapores e poeiras gerados pela suinocultura podem causar sérios problemas, entre os quais: *i*) maus odores que podem comprometer a saúde tanto dos suinocultores quanto dos animais; *ii*) corrosão de equipamentos e das edificações utilizadas na criação e *iii*) geração de gases que contribuem para o aumento do efeito estufa, tais como o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) que contribuem enormemente para o aumento do efeito estufa e consequentemente aquecimento global (BATISTA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2017; RITTER; SANTOS; CURTI, 2013; VELOSO et al., 2018).

Os recursos hídricos são contaminados em função do escoamento direto para mananciais ou por intermédio da lixiviação do solo que contamina os lençóis freáticos. Os dejetos são constituídos por matéria orgânica; nutrientes ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) sendo estes responsáveis pela eutrofização de ambientes aquáticos estáticos (lagos e águas represadas); antibióticos e sais (potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco e cobre e outros elementos) incluídos na formulação da ração animal e que são excretados pela urina e a geração de organismos patogênicos (DIESEL et al., 2012; MENEZES et al., 2018; TONIAZZO et al., 2018; ) que podem ser absorvidos pelo homem tanto por meio da alimentação, quanto pelo consumo de água, desencadeando uma série de problemas de saúde que estão de forma direta ou indiretamente relacionados a esta contaminação, ocasionando o aumento de receitas destinadas a saúde pública, gerando déficit de recursos financeiros destinados a outros setores de responsabilidade do município (ALBUQUERQUE, 2012; MORAES et al., 2017).

Para o solo, os riscos estão associados ao lançamento destes dejetos sobre o mesmo, causando prejuízo ao desenvolvimento e possíveis contaminações das culturas. Além disso, a aplicação elevada de dejetos ou a incorreta impermeabilização do solo para construção de lagoas de armazenamento podem ser rotas de entrada dos dejetos no solo (DIESEL et al., 2012; JESUS; DEGENERONE; COSTA, 2018; KRAJESKI; POVALUK, 2014).

## 5 | COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS DEJETOS SUÍNOS

Os dejetos suínos possuem um alto potencial para ser utilizado como fertilizante em função de sua composição química, podendo vir a substituir a adubação química de forma parcial ou total, aumentando a produtividade das culturas e reduzindo os custos de produção. Em geral, os dejetos apresentam alto teor de água gerada por perdas nos bebedouros, lavagem das pocilgas e entrada de água da chuva. Em geral, dejetos com maior quantidade de água apresentam uma baixa concentração de nutrientes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), visto que o valor médio de nutrientes é de 6,83 kg/m<sup>3</sup> (2,92 kg de N, 2,37 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1,54 kg de K<sub>2</sub>O) quando armazenado com excesso de água. Já sem o excesso de água é de 15 kg/m<sup>3</sup>, logo a quantidade de água deve ser reduzida tanto para se obter um biofertilizante de melhor qualidade quanto reduzir custos envolvidos com armazenamento, transporte e aplicação por unidade de nutriente (SCHERER, 2012). Logo, os dejetos podem se constituir em uma excelente fonte de nutrientes NPK para serem empregados como fertilizantes em vários tipos de cultivos, desde que haja uma devida forma de tratamento para estes dejetos.

## 6 | CULTIVOS RECOMENDADOS PARA APLICAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS COMO BIOFERTILIZANTE

Segundo a EMBRAPA (2019), cada suíno produz 995 g de N/mês, sendo necessários 14,63 hectares (ha) de área para dispor o dejetos de 170 suínos. Logo, se faz necessário investir em pesquisas que proporcionem a busca pela formulação de variados fertilizantes para atender as diversas culturas. Diante disso, inúmeros estudos vêm sendo desenvolvidos a fim de se obter um biofertilizante, sendo reportado na literatura em inúmeros trabalhos (MENEZES et al., 2017; STOLL, 2017) que apontam culturas que podem ou não serem aplicadas os dejetos. Em geral, são indicadas para culturas que não estão em contato diretamente com o solo e que só são comestíveis após passarem por processos industriais para posteriormente serem consumidos, entre os quais podemos citar: *i*) milho (MENEZES et al., 2018; NASCIMENTO, 2016); *ii*) aveia (PINTO et al., 2014); *iii*) soja (OLIVEIRA et al., 2017) e *iv*) cana-de-açúcar (MENEZES et al., 2015); Além disso, podem ser empregados no cultivo de fruticultura, reflorestamento, produção de grama e cultivo de pastagens (carência de no mínimo 30 dias a aplicação) e posterior uso para pastagem. No entanto sua utilização em hortaliças e legumes não são indicados (CARBONARI; FILHO, 2020; SANTIAGO; BECHTLUFFT, 2010).

## 7 | TRATAMENTO DE DEJETOS SUÍNOS PARA A PRODUÇÃO DO BIOFERTILIZANTE

Sabendo dos problemas que os dejetos suínos podem ocasionar ao solo, água, ar,

fauna e flora desencadearam-se a necessidade de desenvolver manejos e tratamentos mais adequados tanto para a disposição final, quanto para a utilização como biofertilizante nas próprias propriedades ou até mesmo com potencial para ser comercializado para outras propriedades utilizarem em diversos cultivos, transformando a suinocultura em uma atividade com menor poder impactante ao ambiente. Para tanto, existem diversas formas de tratamento que podem ser utilizadas de forma separada, não possibilitando a geração de um dejetos adequado para disposição final ou para a utilização como biofertilizante com confiabilidade de não contaminar os cultivos e o ambiente. Entre as formas de tratamento existem as esterqueiras, lagoas facultativas, digestão anaeróbia, compostagem e cama sobreposta (MICHAELSEN; TREVISAN; SCHMIDT, 2020). Entretanto, não será objeto de discussão no presente trabalho.

## 8 | CONCLUSÕES

O Brasil se apresenta como poucos países do mundo, com capacidade de produção de suínos para abastecer o mercado interno e exportar o excedente para mercados que não param de aumentar sua demanda por exportação como à China. Além disso, o Brasil possui a possibilidade de expandir a produção de suínos para todas as regiões do país, aumentando sua capacidade de exportação. Entretanto, se faz necessário a criação de políticas públicas voltadas para prestar assistência técnica e treinamento aos suinocultores. Soma-se a isso a falta de incentivo para disponibilizar linhas de crédito e financiamento aos produtores que poderão modernizar suas instalações e aquisição de equipamentos para produção de energia elétrica por meio do poder calorífico do biogás, trazendo benefício para o agricultor e se constituindo em processos de produção ecologicamente mais sustentáveis. Além disso, com o incentivo a pesquisa e tecnologia de ponta, o país poderá produzir um biofertilizante que poderá ser comercializado ou utilizado nas próprias propriedades rurais, reduzindo o custo com a aquisição de fertilizantes industrializados.

## REFERÊNCIAS

AGUIDA, L. M. et al. Caracterização de resíduos da suinocultura, da indústria têxtil e de urina humana para aplicação como fertilizante. **Revista de estudos ambientais**, v. 18, n. 2, p. 52-61, 2016. <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/6026>

ALBUQUERQUE, C. 2012. Fertilizante com dejetos suíno pode levar toxicidade a solos. <http://www5.usp.br/13056/fertilizante-com-dejeto-suinopode-levar-toxicidade-a-solos-aponta-estudo-da-esalq/>

ANIS, C. F. et al. Viabilidade econômica para implantação de um biodigestor: uma alternativa para o pequeno produtor rural suinocultor. **Multitemas**, v. 25, n. 59, p. 147-168, 2020. <http://dx.doi.org/10.20435/multi.v21i59.2733>

BATISTA, E. A. et al. Produção de bio-hidrogênio e metano por meio da codigestão de manipueira e dejetos suínos. **Revista DAE**, v. 66, n. 213, p. 48-58, 2018. <https://doi.org/10.4322/dae.2018.031>

BRASIL, Artigo. 225 da Constituição Federal de 1988. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)

CARBONARI, L. T. S.; FILHO, W. J. M. Variáveis morfológicas e produção de beterraba em cultivo orgânico utilizando composto suíno. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, p.34782-34790, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-136>

CARDOSO, B. F.; OYAMADA, G. C.; SILVA, C. Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil. **Revista Desenvolvimento em Questão**, n.32, p. 127-145, 2015. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2015.32.127-145>

COMÉRIO, A. et al. Viabilidade de geração de energia elétrica a partir de dejetos suínos considerando redução do despacho de usinas termelétrica. **Revista Ifes Ciência**, v. 3, n. 2, p. 102-119, 2017. <https://doi.org/10.36524/ric.v3i2.341>

COSTA, G. S.; MARVULLI, M. V. N. Soluções alternativas para o tratamento, disposição ou reutilização de dejetos animais provenientes de atividade suinícola no Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1471-1479, 2020.

<https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-063>

COSTA, M. P. M. et al. Parâmetros físico químicos e microbiológicos de um sistema de compostagem de dejetos sólidos de suínos associado com resíduos de hortaliças. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.2, p.45-52, 2019. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.002.0005>

DIESEL, R. et al. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA/EMATER-RS, 31p, 2012. <http://docsagencia.cnpia.embrapa.br/suino/bipers/bipers14.pdf>

FERNANDES, E. L.; SILVA, H. O. Manejo sustentável de dejetos de suínos no Brasil: aspectos gerais. **Revista Agrovetinária, Negócios e Tecnologias**, v. 5, n. 1, p. 1 – 16, 2020. <https://ojs.fccvirtual.com.br> Acesso em: 25/08/2021

FUNDESA - Conselho Técnico Operacional de Suinocultura. **Sustentabilidade ambiental na produção de suínos: recomendações básicas**. p.1-58, 2014. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1014301/sustentabilidade-ambiental-na-producao-de-suinos-recomendacoes-basicas>

Empresa Brasileira de Pesquisa Brasileira – EMBRAPA. **Estatísticas de produção de suínos e aves por estado em 2018 no Brasil**. <http://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatistica/suinos/brasil>

FRANCESE, A. S.; CARDOSO, A. C. C.; BERNARDI, C. M. M. African Swine fever and its impact on the economy. **JORNAL MedVetScience FCA**, v. 2, n.1,p. 41-45, 2020. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/tbed.12695>

ITO, M.; GUIMARÃES, D.; AMARAL, G. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **Agroindústria**, v.44, p.125-156, 2017. <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9974>

- JESUS, N.; DEGGERONE, Z. A.; COSTA, J. F. R. Identificação e destinação dos resíduos gerados pela produção de suínos em Palmitinho (RS). **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v.4, n. 3, p. 432-446, 2018. <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.43.432-446>
- JURADO, C. et al. Risk of African swine fever virus introduction into the United States through smuggling of pork in air passenger luggage. **Scientific Reports**, v. 9, p. 14423, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50403-w>
- KRAJESKI, A.; POVALUK, M. Alterações no solo ocasionadas pela fertirrigação dos dejetos suínos. **Saúde e Meio Ambiente**, v.3, p. 3-18, 2014. <https://doi.org/10.24302/sma.v3i1.415>
- LIMA, J. D. O.; BONILLA, O. H.; CÂMARA, C. P. Tratamento anaeróbio de dejetos orgânicos para remoção de poluentes e patógenos provindos de suinocultura na Universidade Estadual do Ceará. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1202-1211, 2020. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv3n3-039>
- MACCARI, A. P. **Avaliação ambiental do uso de dejetos de suínos por meio de ensaios ecotoxicológicos em solos do Estado de Santa Catarina**. 135 f. 2014. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014. [https://www.udesc.br/arquivos/cav/id\\_cpmenu/1465/ana\\_paula\\_maccari\\_dissertacao\\_unlocked\\_15693534022829\\_1465.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1465/ana_paula_maccari_dissertacao_unlocked_15693534022829_1465.pdf)
- MENEZES, J. F. S. et al. Production of sugarcane and residual nutrient content in the soil after pig slurry applications. **Revista Agrarian**, v.10, n. 35, p. 42-51, 2017. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i35.4046>
- MENEZES, J. F. S. et al. Perdas de água, solo e nutrientes por escoamento superficial após aplicação de dejetos líquidos de suínos na cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.5, p. 17-22, 2018. <https://doi.org/10.32404/reaan.v5i1.1747>
- MICHAELSEN, R.; TREVISAN, V.; SCHMIDT, V. Sobrevivência de salmonella em sistema anaeróbio para o tratamento de dejetos suínos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 17831-17838, 2020. <https://doi.org/110.34117/bjdv6n4-090>
- MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G. M. C. Dejetos Líquidos de suíno como fertilizante orgânico: Método simplificado. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Paraná –IAPAR**, p. 1-32, 2015. <http://testes.sistemafaep.org.br> Acesso em: 24/08/2021
- MORAES, R. E. et al. Suinocultura e o Meio-ambiente. Revisão de Literatura. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 18, n. 10, p. 1-17, 2017. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101017/101719.pdf>
- MORTARI, T. O.; YADA, M. M. Formas de utilização dos dejetos de suínos. **Interface Tecnológica**, p. 404-418, 2018. <https://doi.org/10.31510/infa.v15i2.481>
- OLIVEIRA P.A.V. et al. Modélisation du volume et de la composition du lisier des porcelets en postsevrage au Brésil. **Journées Recherche Porcine en France**, v. 49, p.251-256, 2017. <https://www.journees-recherche-porcine.com> Acesso em: 27/08/2021.
- PIMENTA, J. A proteína animal brasileira em 2018: desafios e perspectivas. **Associação Brasileira de Proteína Animal**, p. 1-37, 2018. <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2018/10/relatorio-anual-2018.pdf>

- PINTO, M. A. B. et al. Aplicação de dejetos líquidos de suínos e manejo do solo na sucessão aveia/milho. **Revista de Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p.205-212, 2014. [www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat)
- RITTER, C. M.; SANTOS, F. R.; CURTI, S. Potencial de produção de biogás com dejetos da suinocultura: sustentabilidade e alternativa energética em Santa Catarina. **TÓPOS**, v. 7, p. 32-40, 2013. <https://revista.fct.unesp.br/index.php/topos/article/view/2691>
- SANTIAGO, E. G. R. de A.; BECGTLUFFT, M. P. Efeito da aplicação de dejetos líquidos de suínos e fertilizante mineral no cultivo de alface (*Lactuca sativa*. L). **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v.2, n.2, p.158-166, 2010. [www.fapam.edu.br/revist](http://www.fapam.edu.br/revist)
- SANTOS, D. T.; SILVA, V. M. A suinocultura e os impactos ao meio ambiente. **Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 2, p.43-48, 2018.
- SCHERER, E. E. **Aproveitamento de esterco suíno como fertilizante**. Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar, Chapecó, p. 91-102, 2012. [http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf\\_doc/9-EloiScherer.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/9-EloiScherer.pdf)
- SILVA, C. M.; FRANÇA, M. T.; OYAMADA, G. C. Características da suinocultura e os dejetos causados ao ambiente. **CONECTI ONLINE**, n.12, p.44-60, 2015. <https://periodicos.univag.com.br>
- SILVA, J. A. et al. Tratamento de dejetos no Brasil: comparativo entre as técnicas de compostagem e biodigestores anaeróbios. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 797-817, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p797-817> Acesso em: 25/08/2021
- 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, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.006>
- TIETZ, C. M. et al. Produção de biogás a partir de dejetos suínos. **Acta Iguazu**, v. 3, n.3, p. 92-102, 2014. <https://e-revista.unioeste.br> Acesso em: 25/08/2021
- TONIAZZO, F. et al. Avaliação da liberação de CO<sub>2</sub> em solo com adição de águas residuárias suínicas e impactos ambientais e sociais da suinocultura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental** , v. 7, n. 1, p. 253-274, 2018. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e12018253-274>
- VELOSO, A. V. et al. Sustentabilidade ambiental da suinocultura com manejo de dejetos em biodigestor – Avaliação de parâmetros físico-químicos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 4, p. 322-333, 2018. <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i4.84>