

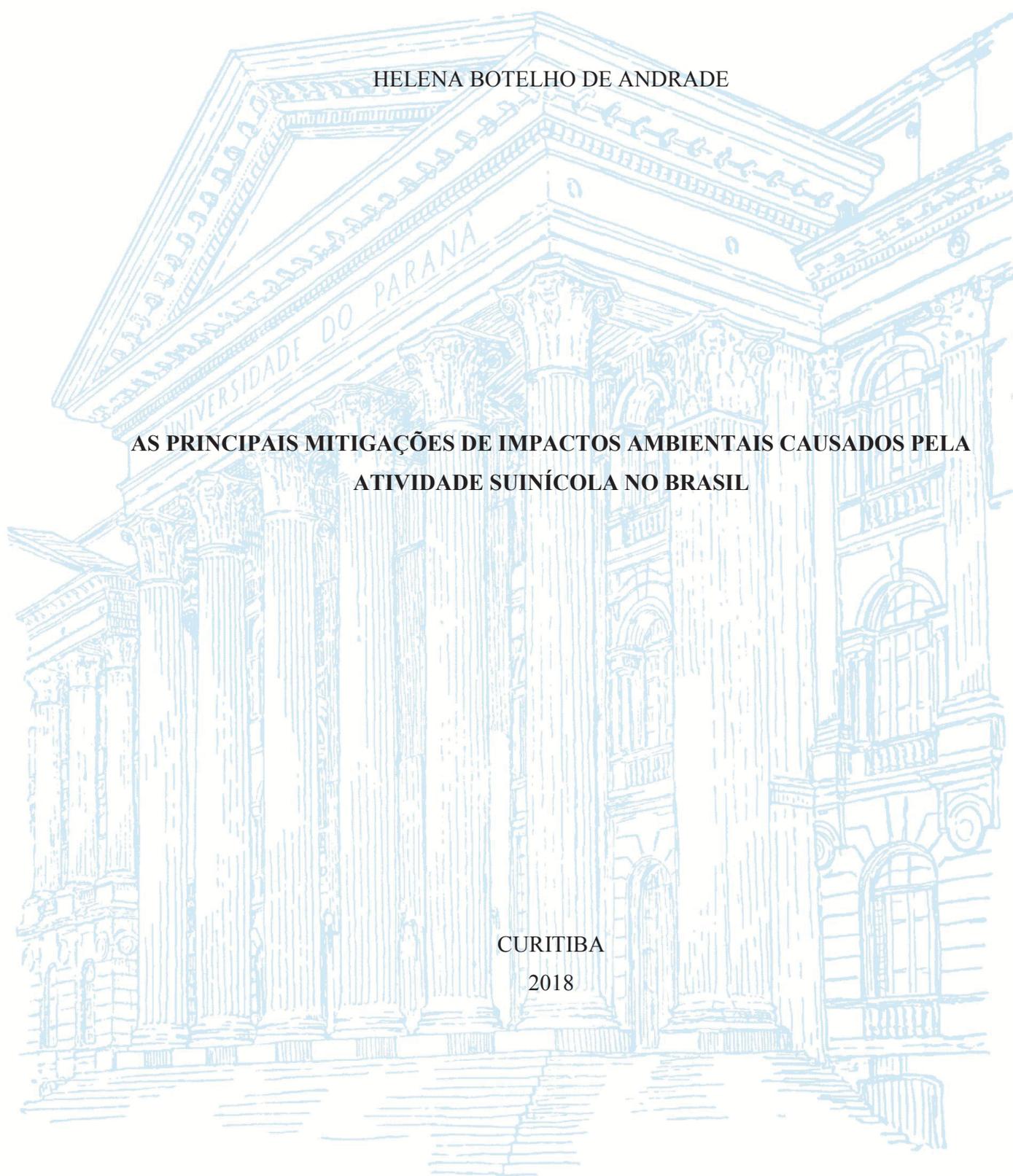
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELENA BOTELHO DE ANDRADE

**AS PRINCIPAIS MITIGAÇÕES DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA
ATIVIDADE SUINÍCOLA NO BRASIL**

CURITIBA

2018



HELENA BOTELHO DE ANDRADE

**AS PRINCIPAIS MITIGAÇÕES DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA
ATIVIDADE SUINÍCOLA NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Thiesen
Coorientadora: Profa. Dra. Valéria Macedo

CURITIBA

2018

RESUMO GERAL

O Brasil é um grande produtor de suínos. Esta atividade teve um aumento de produção nos últimos anos devido ao aumento da demanda mundial, o que acarretou também um maior impacto ambiental gerado devido ao volume de efluentes produzidos. Assim, o objetivo deste trabalho foi: analisar os principais impactos ambientais gerados pela atividade de suinocultura, e as principais técnicas de mitigação desses impactos comumente utilizadas. Ainda, objetivou-se: a. Verificar novas tecnologias de mitigação existentes para o impacto ambiental da atividade de suinocultura; b. Analisar como a atividade de suinocultura pode ser desenvolvida de uma forma sustentável; c. Verificar se o reuso do efluente/resíduo é comumente realizado. O estudo se baseou em um levantamento de literatura, análise de publicações científicas e informativas, como artigos científicos publicados em revistas técnicas e científicas, e também estatísticas de órgãos oficiais. Foi observado que as tecnologias comumente mais utilizadas são as lagoas de estabilização, os biodigestores e as esterqueiras, sendo as duas primeiras destacadas pela eficiência. Cada vez mais tem diminuído o lançamento do efluente, mesmo que estabilizado nos cursos d'água e sendo utilizados estes como fonte de nutrientes para o solo. Esta atividade pode fechar um ciclo de reutilização e ser desenvolvida de uma forma sustentável, desde que haja interesse e uma adequada gestão ambiental.

Palavras-chave: Suinocultura; Efluentes líquidos; Gestão Ambiental.

ABSTRACT

Brazil is a major producer of swine. This activity had an increase in production in recent years due to the increase in world demand, which also had a greater environmental impact generated due to the volume of effluents produced. Thus, the objective of this work was: to analyze the main environmental impacts generated by swine activity, and the main mitigation techniques of these commonly used impacts. Also, it was aimed: a. Check existing new mitigation technologies for the environmental impact of swine farming activity; b. Analyze how swine farming activity can be developed in a sustainable way; c. Verify that effluent / residue reuse is commonly performed. The study was based on a survey of literature, analysis of scientific and informative publications, such as scientific articles published in technical and scientific journals, as well as official statistics. It was observed that the most commonly used technologies are stabilization ponds, biodigestors and mortars, the first two being highlighted by efficiency. Increasingly, the discharge of effluent has been reduced, even if stabilized in water courses and these are used as a source of nutrients for the soil. This activity can close a cycle of reuse and be developed in a sustainable way, provided there is interest and an adequate environmental management.

Keywords: Swine Culture; Liquid Effluents; Environmental management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	05
2 OBJETIVOS	06
3 REVISÃO DE LITERATURA	07
3.1 A CARNE SUINÍCOLA NO MUNDO	07
3.2 OS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE DE SUINOCULTURA	08
3.3 AS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS COMUMENTE UTILIZADAS NA SUINOCULTURA	11
3.4 NOVAS TECNOLOGIAS	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a carne de suínos tem alta demandada pelo mercado mundial devido aos seus vários benefícios, como o baixo preço em relação às outras carnes e o elevado valor nutricional e proteico. Neste contexto, o Brasil é um dos maiores produtores e fornecedores deste produto.

O aumento da atividade produtiva de suinocultura no Brasil é excelente para a economia nacional, entretanto esta atividade ocasiona grandes impactos ambientais, principalmente devido ao grande volume de efluentes líquidos gerados, que se não forem bem gerenciados acarretam graves prejuízos ao ambiente.

A preocupação com o ambiente e a utilização de tecnologias para mitigar os impactos ambientais têm aumentado cada vez mais nos últimos anos, além disso, há exigência pelo mercado consumidor em ter um produto de qualidade e produzido de uma forma sustentável, sem acarretar a poluição e degradação do ambiente.

Com este trabalho se verificará como comumente é gerenciada a atividade de suinocultura no Brasil. Além disso, se verificará as medidas de mitigação mais eficazes e as tecnologias que estão surgindo. Assim, isso possibilitará ter uma visão global do manejo da atividade e os seus efeitos atuais no ambiente, sendo este aspecto de grande importância devido ao aumento crescente desta atividade e o seu alto potencial poluidor.

2 OBJETIVOS

2.2 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo geral do presente trabalho foi analisar os principais impactos ambientais gerados pela atividade de suinocultura, bem como as principais técnicas de mitigação desses impactos comumente utilizadas.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos estão listados a seguir:

- a. Verificar novas tecnologias de mitigação existentes para o impacto ambiental da atividade de suinocultura.
- b. Analisar como a atividade de suinocultura pode ser desenvolvida de uma forma sustentável.
- c. Verificar se o reuso do efluente/resíduo é comumente realizado.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A CARNE SUÍNÍCOLA NO MUNDO

O aumento do consumo de carne suína em todo o mundo é crescente. Além de ser mais barata, é uma fonte protéica de alta qualidade. A qualidade da carne é devida principalmente ao investimento em nutrição animal, o que resultou em um adequado balanceamento nutricional da ração para os animais.

O custo da carne suína é acessível à maioria das pessoas, sendo somente mais cara que a de frango, tendo boa aceitação pelo mercador consumidor. Após 1978, a carne suína consolidou-se como a mais importante fonte de proteína animal do mundo (CARVALHO, 2014).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne suína, alcançando o quarto lugar no *ranking* de produção e exportação mundial (BRASIL, 2016). Sendo assim, existe investimento no setor, principalmente pelas empresas de nutrição animal, pela pesquisa científica nas universidades e pelo interesse do empreendedor em querer cada vez mais um melhor desempenho da produção animal. Outro fator que contribui para um maior investimento em tecnologias nesse setor é a exigência do consumidor, que cada vez mais tem se preocupado com uma boa qualidade do produto e não só do custo deste. Há uma tendência mundial também com a qualidade e atendimento às normas do sistema de produção da atividade.

Atualmente, o país é o quarto maior produtor e exportador de carne suína (CONAB, 2017). A produção mundial dela no ano de 2017 foi de 111 milhões toneladas, sendo os maiores produtores a China, a União Europeia, os EUA, e o Brasil em quarto lugar, com uma produção de 3.370 mil toneladas (CONAB, 2017).

A produção suinícola brasileira atende a demanda interna de alimentação da população, como também é relevante no campo do comércio externo, de forma a agregar valor na produção agrícola brasileira, visto que os grãos são à base das rações dos suínos. Dentre as regiões do país, as regiões sul, sudeste, com destaque para Minas Gerais, e centro-oeste se destacam na produção de suínos.

Em se tratando de economia, a produção de suínos é um fator benéfico para a agropecuária brasileira, visto que desempenha um papel importante para a contribuição do produto interno bruto nas commodities de suínos. Além disso, esta é uma das atividades mais

importantes para a economia nacional, devido à geração de emprego e renda, faturando cerca de R\$ 12 bilhões por ano (SOUZA et al., 2013).

Em relação ao sistema de produção de suínos ele pode ser de forma intensiva, quando os animais são criados em confinamento dentro de baias ou gaiolas, ou de forma extensiva, quando os suínos são mantidos soltos no campo. O manejo extensivo possui baixo uso de tecnologia e a produtividade pode ser prejudicada visto que os animais em todas as fases de vida são criados juntos, havendo disputa por espaço e alimento (FERNANDES, 2012).

A produção de suínos pode ser classificada em produção de ciclo completo, aquela que abrange todas as fases do ciclo de vida dos suínos, do nascimento ao abate, em uma mesma granja. Outra forma é a produção de leitões, aquela que envolve apenas a fase de reprodução, ou seja, inseminação, gestação, parição e criação dos animais até o desmame, ou até a saída da creche. Há ainda a produção de terminados, que envolve somente a fase de terminação, ou seja, recebe os animais após a creche e os cria até cerca de 150 dias ou aproximadamente 115 kg; e a produção de reprodutores – que visa a obter reprodutores machos e fêmeas, isto é, varrões e matrizes (SOUZA et al., 2013).

A atividade suinícola no Brasil é caracterizada pela produção com alta tecnologia, sendo predominantemente utilizado o sistema de confinamento, em que os animais são separados por fases do ciclo de vida.

3.2 OS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE DE SUINOCULTURA

Segundo dados da FAO (2005), as maiores formas de poluição em áreas com intensa produção animal, incluem:

- Eutrofização de corpos d'água superficiais, morte de peixes e de outros organismos aquáticos;
- Contaminação das águas subterrâneas por nitrato e patógenos e consequente ameaça às fontes de abastecimento humano;
- Excesso de nutrientes e metais pesados nos solos, depreciando sua qualidade;

- Contaminação das águas e dos solos com patógenos;
- Liberação de amônia, metano e outros gases na atmosfera.

A produção de suínos se caracteriza como uma das atividades agropecuárias com maior impacto ambiental, visto que há a geração de efluentes em grande quantidade, e com elevado teor de carga orgânica e minerais. Estes efluentes, ou dejetos, são constituídos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório (KONZEN *et al.*, 1998).

Além da água desperdiçada pelos bebedouros e da excreta dos animais, o manejo contribui amplamente ao volume de efluente, sendo comumente utilizado na atividade lâminas d'água nos galpões para a manutenção de uma temperatura agradável aos animais. Com isso, a água funciona não só como ambientação dos animais nos galpões, mas como um veículo do efluente para o sistema de tratamento, o que por um lado é um benefício, por outro se cria um problema pelo volume de efluente gerado.

Entre os principais componentes poluentes dos dejetos suínos estão o nitrogênio e o fósforo, além de alguns metais pesados, como o zinco e o cobre. Conforme Oliveira *et al.* (2004), embora os dejetos de suínos apresentem baixas concentrações de zinco e cobre, minerais essenciais para a maioria dos seres vivos, sua aplicação em doses excessivas pode resultar na acumulação destes elementos no solo, podendo causar intoxicação das plantas e conseqüentemente dos animais, até o topo da cadeia alimentar. Com isso, dentre os metais pesados, o cobre e o zinco têm sido motivos de maior preocupação, uma vez que são importantes componentes do suplemento dietético de rações e de formulação de antibióticos, o que aumenta os riscos de contaminação ambiental.

Mesmo para a fertirrigação, é necessário ter alguns cuidados e realizar a prática com um planejamento agrônomo, visto que o efluente lançado em grande quantidade pode saturar o solo, causar o acúmulo de metais pesados como cobre e zinco, além da lixiviação deste efluente para os corpos d'água superficiais ou subterrâneos.

Outra preocupação deste efluente é a quantidade do elemento mineral sódio (Na) a ser lançado no terreno pela fertirrigação, podendo ser de uma forma exagerada em uma área pequena

ocorrer a salinização do solo, afetando assim toda a cultura plantada, a microbiota existente no solo e toda a composição química em geral, havendo contaminação em muitos casos.

Outra característica do efluente suinícola é a geração de gases metano. O metano é um gás de efeito estufa bem mais danoso que o dióxido de carbono (HERNANDES, et al., 2010).

Este problema, do lançamento de gases altamente danosos ao ambiente e contribuidores ao aumento do efeito estufa, que a alta produção de animais cria para abastecer o consumo humano de carnes, é uma realidade mundial

A fim de mitigar o efeito estufa, em 1997, no Japão, ficou firmado entre 141 países no Tratado de Quioto, a redução da emissão dos gases do efeito estufa pelos países desenvolvidos em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012. Os países desenvolvidos poderiam adquirir, portanto, títulos de redução certificada de emissões de outros países em desenvolvimento.

No Brasil, a produção sustentável de suínos visando à baixa emissão de carbono na atmosfera é uma das prioridades do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), para o Plano ABC. O Ministério firmou um acordo de cooperação com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) para colocar em prática o projeto Suinocultura de Baixa Emissão de Carbono. Um dos focos do plano é o tratamento de dejetos animais. O projeto alcançou diretamente mais de 1.300 participantes presentes nos fóruns. A partir das palestras, produtores começaram a repensar o modelo de produção nas fazendas por meio do aproveitamento econômico dos dejetos. O Plano ABC visa à redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na agricultura. Somente na safra 2014/2015 já foram contratados R\$ 2,5 bilhões em crédito. Desde 2011, quando o plano começou a ser colocado em prática, foram financiados pelo Programa ABC – linha de crédito do Plano ABC – 32 mil contratos, chegando ao valor de R\$ 10 bilhões (MAPA, 2016).

Mesmo estando as suinoculturas em zonas rurais, o odor da atividade, principalmente se mal manejada pode gerar reclamações pelos vizinhos. Isto ocorre devido à evaporação de determinados compostos como: amônia (NH_4), metano (CH_4), ácidos graxos voláteis, sulfeto de hidrogênio (H_2S), óxido nitroso (N_2O), dióxido de carbono (CO_2), entre outros. A inspiração destes gases pode causar prejuízos às vias respiratórias, bem como a formação de chuva ácida, além de contribuírem para o aquecimento global (PERDOMO, 1999). A composteira de animais

mortos também quando não adequada em relação a quantidade C/N, pelo excesso de animais e/ou por estes não serem reduzidos em pedaços menores, pode produzir um forte odor, gerar chorume e ser um foco para a atração de urubus.

Conforme SEMAD (2016) os impactos ambientais provocados pela suinocultura, principalmente sobre solo e água, são grandes uma vez que as criações tradicionais negligenciam a aplicação de boas práticas de conservação ambiental que a atividade requer.

Os sistemas de criação de suínos originam grandes quantidades de dejetos, que podem ser armazenados ou tratados. Na armazenagem ocorre a fermentação da biomassa e a redução dos patógenos. No tratamento, por sua vez, a finalidade é reaproveitar os dejetos de forma a minimizar os riscos de poluição ambiental e potencializar o aproveitamento dos nutrientes para fins de adubação agrícola (CARDOSO et al, 2015).

As técnicas empregadas atualmente para o tratamento dos dejetos são físicas e/ou biológicas e/ou químicas. A escolha da técnica ou método irá depender das características de produção da granja em estudo, sendo necessário realizar a quantificação dos dejetos líquidos produzidos no sistema de produção.

3.3 AS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS COMUMENTE UTILIZADAS NA SUINOCULTURA

Os suinocultores têm buscado soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou reutilizar o efluente da atividade, devido à ação fiscalizadora dos órgãos públicos responsáveis pela qualidade do ambiente, estes cientes da degradação ambiental causada pelo lançamento de águas residuárias nas coleções de água, sendo o uso dessa água em áreas agricultáveis a alternativa mais utilizada (SOUZA et al., 2010). Com isso, foram analisados vários artigos científicos sobre os sistemas de tratamentos de efluentes e de resíduos sólidos existentes para a atividade de suinocultura. A seguir serão apresentados os tratamentos que são comumente utilizados:

- **Lagoas de decantação** – o sistema de lagoas de decantação é formada lagoa anão por lagoa anaeróbica, lagoa facultativa e lagoa aeróbica. A lagoa aeróbica que tem a função de reduzir micro-organismos patogênicos, a lagoa facultativa que tem a função de reduzir o nitrogênio, e a lagoa aeróbica que tem a função também de reduzir o nitrogênio e de remover

patógenos. Assim, os dejetos são retidos juntamente com água para redução da carga orgânica por meio de ação bacteriana e também são depositados no fundo pelo processo de decantação, de modo a retirar as impurezas da matéria orgânica (CARDOSO, et al 2015);

- **Esterqueiras** – funcionam como um armazenamento dos dejetos cujo tratamento tem por objetivo captar o volume de dejetos líquidos para a ocorrência de fermentação biológica da matéria orgânica (CARDOSO, et al 2015). Esses reatores biológicos proporcionam redução da fração orgânica associada à sua liquefação, preservando o potencial de fertilização deste produto. A armazenagem é em torno de 120 a 180 dias, em função das características do solo e do tipo de cultura a ser desenvolvida (FILHO, et al 2001).

- **Bioesterqueiras** – consistem em uma adaptação das esterqueiras, com a diferença de que nestas o tempo de retenção dos dejetos é maior, e a câmara de retenção é semelhante a um biodigestor (CARDOSO, et al 2015). O custo da bioesterqueira é superior ao da esterqueira (FILHO, et al 2001).

- **Biodigestores** – são câmaras fechadas que realizam a fermentação anaeróbia da matéria orgânica produzindo biogás e biofertilizante (CARDOSO, et al 2015).;

Os biodigestores podem ser classificados em tipo batelada e os contínuos. Nos biodigestores em batelada a quantidade de material orgânico a ser digerido é colocada apenas uma vez e após o período determinado a produção de gás se inicia e prossegue até consumir o material todo. Esse processo leva longos períodos (meses), sendo pouco utilizado no Brasil. Os biodigestores contínuos podem ser abastecidos diariamente, permitindo que a cada entrada de substrato orgânico a ser processado exista saída de material já tratado. Os mais aplicados no Brasil são os modelos tubulares com manta plástica, ou modelo canadense de biodigestor (ARAÚJO, et al, 2016).

No biodigestor anaeróbico há um processo bioquímico das bactérias onde são produzidos diversos gases, principalmente o metano, que são liberados na atmosfera através de um queimador (flare), ou podem ser utilizados para produção de energia.

- **Compostagem** – funciona como local de armazenamento dos dejetos nos quais ocorre fermentação por ação bacteriana, resultando em material orgânico utilizado principalmente como adubo (CARDOSO, et al 2015). É um processo realizado em duas fases distintas. Na fase de absorção são adicionados os dejetos líquidos ao substrato, até a atingir uma proporção próxima de

1:10 (1 kg de substrato para 10 litros de dejetos líquidos), ocorrendo o aumento da temperatura e a evaporação da água devido ao processo de fermentação. Na outra fase, maturação ou estabilização, deve haver o contínuo revolvimento da massa e adição de oxigênio, para a manutenção da temperatura elevada em seu interior propiciando a eliminação dos microrganismos patogênicos e a estabilização do composto (HIGARASHI et al., 2007).

• **A cama sobreposta ou biológica** – é um local no qual infiltra os dejetos do suíno, ocorrendo a fermentação e geração de um composto que pode ser usado como adubo ou na compostagem (CARDOSO, et al 2015). Esse sistema dispense um menor custo com as instalações e o manejo dos dejetos. As desvantagens estão associadas ao maior consumo de água no verão, maior necessidade de ventilação, disponibilidade do substrato que servirá de cama e bom nível sanitário dos animais no plantel (DIAS et al., 2016). Este sistema é mais empregado na fase de crescimento e terminação dos suínos (FILHO, et al 2001).

Na Tabela 1 está disposto uma compilação feita por Cardoso, et al. (2015), dos autores Perdomo (1996); Diesel, Miranda e Perdomo (2002); e Pitz; Passamai e Pereira (2009), enumerando algumas vantagens e desvantagens dos principais tratamentos de suínos, estes já mencionados.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens dos processos de tratamento do efluente da suinocultura.

Processos de tratamento	Vantagens	Desvantagens
Lagoas de decantação	Remoção de DBO; Remoção de patógenos; Construção, manutenção e operação de baixo custo.	Surgimento de odores desagradáveis nas lagoas anaeróbicas; A falta de manutenção pode ocasionar crescimento da vegetação.
Esterqueira	Facilidade operacional e de construção; Baixo custo de instalação; Melhor aproveitamento de dejetos como fertilizantes.	Alto custo de armazenagem, transporte e distribuição; Só funciona em função do aproveitamento dos dejetos; Não ocorre separação de partes e o dejetos fica mais concentrado, exigindo maiores áreas para sua disposição final como fertilizante.
Bioesterqueira	Redução de carga orgânica do dejetos; Melhora da qualidade do esterco que serve como adubo para a lavoura.	Custo 20% superior ao custo de uma esterqueira.
Biodigestor	Fornecimento de combustível no meio rural por meio de biogás e adubo mediante o biofertilizante; Aumenta a valorização dos dejetos por uso agrônomo por meio da	Processo de fermentação anaeróbica lento resultando em longo tempo de retenção dos sólidos; Necessidade de homogeneização dos dejetos para manter a eficiência do

	fertirrigação; Redução do poder poluente e do nível de patógenos; Menor tempo de retenção hidráulica e de área em comparação com outros sistemas anaeróbicos.	sistema.
Compostagem	Melhora da saúde do solo; Aumento da capacidade de infiltração da água reduzindo a erosão; Dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas invasoras; Aumenta o número de minhocas, insetos e micro-organismos desejáveis; Mantém a temperatura e o nível de acidez do solo; Aproveitamento agrícola da matéria orgânica; Economia de tratamento de efluentes.	O composto úmido pode originar uma compactação e impedir a entrada do oxigênio, causando maus cheiros; Se as pilhas de compostos forem maiores, existe a tendência de aquecer rapidamente, enquanto que as pilhas menores não aquecem o suficiente, impedindo que o processo de compostagem ocorra de maneira correta devido à ausência de ambiente para o desenvolvimento dos micro-organismos que atuam no processo; Existe o risco de atração de animais;
Cama sobreposta ou biológica	Redução de mão de obra; Evita o estresse animal; Baixo custo; Variedade no material da cama; Redução quase total da água contida nos dejetos; Aproveitamento da cama como fertilizante agrícola; Maior número de animais por lote;	Grande consumo de água no verão; Necessidade de maior ventilação nas edificações para retirada do vapor de água; Necessidade de um nível sanitário dos animais que impeça a ocorrência de infecções por microbactérias; Disponibilidade do substrato que servirá de cama.

FONTE: Cardoso, et al. (2015).

3.4 OUTRAS TECNOLOGIAS

1 - Extração de nutrientes: o fósforo do efluente de suíno tem sido pesquisado com o intuito de sua possível utilização como fertilizante. A remoção do fósforo por precipitação química parece um caminho promissor devido ao menor custo, eficiência e rapidez em relação aos processos físicos e biológicos (DIAS et al, 2016).

2 - Sistrates: A sigla Sistrates, ou seja, Sistema de Tratamento de Efluentes da Suinocultura, é o nome de uma tecnologia que visa tratar os efluentes da suinocultura com a possibilidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, reuso da água ou lançamento em corpos receptores, produção de biogás para geração de energia elétrica e calor e a recuperação de um co-produto que é o fósforo de alta pureza que pode ser utilizado como fertilizante. O método,

desenvolvida pela Embrapa Suínos e Aves, consiste em separação física de sólidos, seguida da biodigestão anaeróbia, remoção biológica de nitrogênio por nitrificação e desnitrificação e precipitação química de fósforo. O sistema permite acoplar-se aos biodigestores. Tem como desvantagem o consumo de energia elétrica e insumos químicos (MIELE et al., 2015).

3 – Biofertilizante - conforme Araújo et al (2016), o biofertilizante possui excelente características para ser utilizado em lavouras visto que: favorece na correção da acidez do solo; torna os nutrientes disponíveis para absorção das plantas; melhora a estrutura do solo, facilitando o manejo do mesmo e o enraizamento das plantas; auxilia na redução da erosão por proporcionar maior agregação das partículas do solo; resulta em estrutura mais porosa do solo; favorece a multiplicação de bactérias; aumenta a produtividade das lavouras; diminui o poder germinativo de sementes de plantas daninhas com a fermentação do material no biodigestor, não havendo perigo de disseminação nas lavouras; e reduz a presença de coliformes fecais dos dejetos.

4 - Pellets fertilizantes: feitos com a fração sólida, matéria seca maior a 85%, do material digerido na produção do biogás. Esse produto pode ser utilizado como fertilizante na agricultura ou como fonte de calor (DIAS et al., 2016). Suas vantagens são a facilidade do transporte e a concentração de nutrientes (ARAÚJO et al, 2016).

5- Eco Bug: É a associação do *pellet*, citado anteriormente, com as cianobactérias filamentosas da família *Oscillatoriales*, que em contato com o solo liberam um odor que repele naturalmente algumas moscas. Sendo um repelente e fonte de adubo concomitantemente. Esse método foi desenvolvido na Alemanha, no Instituto Fraunhofer para Engenharia Interfacial e Biotecnologia em um projeto conhecido como Eco Bug, que teve como motivação central a necessidade de produção de uma agricultura biológica livre de pesticidas e fertilizantes de síntese química. O efeito repelente dessa bactéria foi comprovado em moscas do repolho, assim tem-se a produção orgânica deste alimento (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT, 2012).

6- Microalgas: essas microalgas se alimentam dos nutrientes presentes nos dejetos, possibilitando assim sistemas de tratamento mais eficientes. Esse método já foi testado e comprovado em laboratório da Embrapa Suínos e Aves. A utilização é facilmente aplicável à realidade da suinocultura nacional, visto que as microalgas só precisam ser recolhidas e inseridas novamente no biodigestor, aumentando significativamente a geração de biogás e a produção de energia elétrica de forma constante (EMBRAPA, 2015).

7- Extrato de Yucca: o extrato de Yucca já é um aditivo muito usado em rações para cães e gatos. Este aditivo propicia a redução do odor das fezes, tornando-se assim uma boa opção para o controle do mau odor das atividades suínícolas. O produto, no entanto, deve ser levado em conta devido ao custo de inclusão na ração dos animais (DIAS et al, 2016).

8 - Separação de fases: a separação de fases consiste em separar os dejetos de suínos em fase sólida e líquida por processos físicos, assim, há um aumento da eficiência dos processos subsequentes. Assim haverá a fração líquida, mais fluída que conserva a maioria dos nutrientes solúveis, e uma fração sólida que se mantém agregada e pode ser transformada em um composto orgânico. Exemplos dessas técnicas são: decantação, centrifugação, peneiramento e/ou prensagem, desidratação por vento, ar forçado ou ar aquecido. As mais empregadas são decantação e o uso de peneiras (HIRAGASHI et al., 2007).

9 - Tratamento de dejetos de suínos com reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo de fluxo ascendente (Reator UASB): Os reatores UASB possuem facilidades operacionais, hidrodinâmica mais eficiente que as lagoas e boa adaptação às condições climáticas do Brasil, para diversos efluentes líquidos. Os dejetos antes de serem tratados pelo processo biológico são micro-peneirados, e equalizados durante para serem encaminhados ao reator UASB. Os resultados mostram a evolução em função do tempo para a demanda química de oxigênio e sólidos totais (FILHO et al, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi o território brasileiro. A pesquisa teve abordagem qualitativa e objetivo explicativo já que se baseia em descrever, explicar e comparar fenômenos e sistemas e metodologias utilizadas.

O estudo se baseou em um levantamento de literatura, análise de publicações científicas e informativas, como artigos científicos publicados em revistas técnicas e científicas, e também estatísticas de órgãos oficiais.

Inicialmente se pesquisou sobre a produção de carne suínica no mundo e no Brasil, os principais impactos ambientais da atividade e também as principais tecnologias de mitigações desses impactos, analisando os seus efeitos positivos e aqueles que ainda não foram alcançados. Ainda foram analisados também o reuso desses efluentes e resíduos no ambiente, de forma a verificar a sustentabilidade da atividade. Houve também uma pesquisa das novas propostas de tecnologias de mitigação dos impactos ambientais gerados pela atividade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pôde ser observado, atualmente existem várias tecnologias para a mitigação dos impactos ambientais de suínos. Estas tecnologias, como já comentado anteriormente, possuem vantagens e desvantagens, mas por algum motivo algumas delas se tornam mais usuais, seja por custo, melhor aplicabilidade e facilidade no manejo, pela melhor eficiência. Com isso serão abordados esses aspectos, observando as diversas opiniões dos autores para assim poder chegar a um resultado de uma forma mais fiel possível à realidade.

Conforme Cardoso et al (2016), no Brasil todos os processos de tratamento de dejetos de suínos são utilizados, mas em maior escala destacam-se o uso de esterqueiras e lagoas de decantação. Para aqueles produtores integrados à grandes empresas, a técnica de uso de biodigestores se sobressai às demais devido aos incentivos à produção de biogás, o que pode permitir ao produtor uma renda com a venda do biogás ou da energia elétrica produzida por ele e à empresa integradora o benefício dos créditos de carbono.

Estudo feito por Vivan et al (2010) com lagoas de estabilização mostrou-se eficiente para estabilização de lodo de uma estação de tratamento de dejetos de suíno, principalmente para o abatimento de matéria orgânica. Conforme resultados deste estudo, as lagoas demonstraram elevada remoção de cobre, zinco e fósforo, devido a processos físico-químicos. O nitrogênio amoniacal também é removido, mas sua maior contribuição se dá, provavelmente, por volatilização. A alta eficiência no abatimento de carga orgânica aliada aos baixos custos construtivos e operacionais tornam o sistema atrativo, embora na época do inverno esse sistema se ressinta de uma capacidade maior de remoção de nutrientes e de aumento de eficiência.

Em estudos realizados por Filho et al (2001) afirmam que apesar da viabilidade econômica do processo com lagoas e da elevada eficiência do sistema, há a necessidade de um pós-tratamento, para atender aos padrões de emissões de efluentes líquidos. Estrada e Hernandez (2002) afirmam que o uso de lagoas de estabilização como alternativa para tratamento de dejetos de suínos vem sendo estudado como alternativa de baixo custo e que não exige maiores cuidados operacionais. Deve-se tomar cuidado, no entanto, que a ausência de revestimento impermeabilizante em lagoas ocasionou uma pluma de contaminação, que leva à sobrecarga da capacidade de filtração do solo e retenção dos elementos químicos, que podem percolar e

contaminar o lençol freático (CARVALHO et al, 2014). Com isso, as lagoas de estabilização precisam estar impermeabilizadas, ao invés de sere um método de mitigação de impactos ambientais torna-se uma fonte de degradação e poluição.

Em relação a redução da DBO, assim como observado nos trabalhos sobre lagoas de estabilização anteriormente citados, Vivan et al (2010) observaram que a redução de DQO foi bastante eficiente em todo o sistema, sendo que a remoção alcançada foi da ordem de 98%.

Nascimento e Rodrigues (2012) verificaram que o biodigestor anaeróbio pode reduzir a carga orgânica em até 84% e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em 78%. Com a adição de agentes de biorremediação é possível chegar a uma redução de 96% de DBO e de Demanda Química de Oxigênio (DQO). Os mesmos autores descrevem que o biodigestor ajuda na redução do mau cheiro provocado pelos dejetos, na eliminação do uso de agentes químicos (agrotóxicos) no cultivo agrícola e eliminação de moscas e pragas nos cultivos, tornando-se um equipamento minimizador dos impactos negativos no ambiente.

Andrade et al (2017), analisando o licenciamento ambiental de suinoculturas na região do Alto São Francisco, Minas Gerais, observaram que dentre os empreendimentos analisados, 63% utilizam biodigestores anaeróbicos, além das lagoas de decantação e estabilização no seu sistema de tratamento dos efluentes da suinocultura. Carvalho (2014) também identificou que na bacia hidrográfica do rio Piranga a tecnologia do biodigestor e as lagoas de estabilização estão respectivamente entre as tecnologias mais usadas na região. A forma de disposição do efluente são de 46,81% dos empreendimentos com biodigestor, 38,30 % com lagoas e 14,89% sem informação (ANDRADE et al, 2017).

Além da redução da carga orgânica e DBO, o uso de biodigestores é uma boa alternativa energética. Os dejetos suínos apresentam elevado potencial energéticos, sendo que essa prática apresenta como vantagens o atendimento às necessidades energéticas para o produtor, a redução de gastos com energia elétrica e o uso dos biofertilizantes como adubo no solo (COUTINHO et al, 2013). Com a produção de biogás, pode este ser utilizado para geração de energia elétrica, que pode ser usufruída na propriedade e/ou vendida para uma companhia de energia elétrica e os resíduos usados como fertilizantes para a lavoura (CARDOSO et al, 2016).

Ainda, conforme Cardoso et al (2016), os tipos mais comuns de manejo utilizado no Brasil são o tratamento em esterqueiras e em lagoas de decantação, que apresentam vantagens

de possuírem baixo custo de execução e manutenção, além da facilidade operacional. Diesel et al. (2002), no entanto, citam como desvantagens desses sistemas a baixa capacidade para separação das fases sólidas e líquidas dos dejetos e a liberação de maus odores que prejudicam o bem estar humano.

Já, as bioesterqueiras não são tão utilizadas como as esterqueiras devido ao maior custo de produção (KUNZ; HIGARASHI; OLIVEIRA, 2005). Estas possuem uma maior tecnologia que as esterqueiras, visto que a sua câmara de retenção é semelhante a um biodigestor.

O uso de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos no Brasil é uma alternativa empregada principalmente em regiões de produção intensiva, gerando um composto orgânico estabilizado que pode ser utilizado como fertilizante orgânico (CARDOSO et al, 2016).

A cama sobreposta também é um processo ainda pouco utilizado (CARDOSO et al, 2016). Filho et al (2001), em trabalho com substrato nas camas biológicas (serragem de madeira, sabugo de milho, palha de arroz e maravalha) observou que todos os materiais apresentam bom desempenho, no que se refere à absorção, com exceção da casca de arroz.

Esta metodologia de produção de suínos poderá confirmar-se como excelente solução para o tratamento dos dejetos de suínos. Goulart (1997) demonstrou também a eficiência do processo de compostagem dos materiais que compõem as camas biológicas que absorveram totalmente os dejetos sólidos e líquidos. Conforme Diesel et al. (2002), este método torna mais rápida a decomposição dos dejetos por esta ser aeróbica, permite a criação dos animais em ambientes com maior ventilação e melhor conforto aos animais, além de ser uma prática de baixo custo que minimiza a liberação de maus odores. No entanto, cuidados sanitários são necessários, uma vez que a cama permite o acúmulo e a multiplicação de micobactérias.

Ao utilizar os sistemas de tratamento como lagoas e biodigestores, por exemplo, onde há a estabilização do efluente líquido, precisa decidir a destinação deste efluente de uma melhor forma possível. Conforme Andrade et al. (2017), o uso do efluente estabilizado na fertirrigação evita seu lançamento direto em cursos d'água, contribuindo na minimização dos custos com análises de autodepuração do curso d'água e dos monitoramentos. O aproveitamento de águas residuárias na fertirrigação possibilita o aumento de produtividade e qualidade dos produtos colhidos, redução da poluição ambiental, melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo, redução dos custos de produção (SOUZA et al., 2010), além de redução do consumo de água. O custo

com adubos que podem ser reduzidos, por exemplo, corresponde a cerca de 20% dos custos totais de um cultivo (INSTITUTO FNP, 2009).

Mera et al. (2011), em estudo desenvolvido município de Tapera (RS), identificaram que a utilização dos dejetos da suinocultura como fertilizantes em lavoura agregou valor a um efluente antes sem destino e diminuiu custos com fertilizantes químicos.

Geralmente este efluente estabilizado tem sido utilizado em áreas de pastagens ou de culturas, como milho e soja, por exemplo, que são muito utilizadas para o preparo da ração dos próprios animais. Em alguns casos este efluente estabilizado é descarregado em cursos d'água, fato este mais preocupante por depender da caracterização do efluente, da caracterização do curso d'água e do estudo de autodepuração deste para se ter certeza que o curso d'água conseguirá depurar a quantidade de efluente pretendida no lançamento. O excesso do efluente, por possui uma alta carga orgânica, pode contaminar os cursos d'água e até leva-lo a eutrofização.

Em estudos realizados por Carvalho (2014), observou que na bacia hidrográfica do rio Piranga, na Serra da Mantiqueira em Minas Gerais, ainda a principal disposição final do efluente é o lançamento no curso d'água, sendo que 53,19 % destinam em curso d'água, 31,91% fertirrigação e 14,8% sem informação. Conforme esse mesmo autor, a gestão do licenciamento ambiental deve ser aprimorada quanto à certeza de viabilidade técnica para o lançamento de efluente, sendo compatível com a capacidade de recebê-lo no curso d'água.

Mas, em estudos realizado por Andrade, et al (2017) na região do Alto São Francisco em Minas Gerais, todos os empreendimentos analisados no estudo realizam a fertirrigação do solo em áreas da propriedade com o efluente da suinocultura estabilizado. Somente um empreendimento, além da fertirrigação, também lançava o efluente em corpo hídrico.

O efluente de suínos utilizados no sistema de fertirrigação de pastagens e culturas, sendo aplicado de uma forma adequada quantitativamente e com orientação técnica, é um sistema de adubação riquíssimo, trazendo benefício para as áreas agricultáveis. Estudos indicam que o esterco suíno é capaz de substituir, em alguns casos, a adubação química das culturas pois, além de fornecer nutrientes às plantas, promove melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Sua utilização pode ser, ainda, uma fonte de renda, promovendo maior estabilidade econômica e social (SEMAD, 2016).

Essa prática, se utilizada de maneira correta, pode contribuir para melhorar a fertilidade do solo, porém, se aplicada sem um plano agrônomico, pode causar danos como a saturação do solo e a contaminação do lençol freático e das águas subterrâneas (ANDRADE et al, 2017).

Oliveira et al. (2004), em experimento com águas residuárias da suinocultura em plantio de milho, destacaram que apesar da tendência de aumento da produção de matéria seca e de nutrientes com a aplicação de lâminas maiores, deve-se considerar a possibilidade de ocorrência de contaminação de águas subterrâneas e de salinização do solo.

Ao realizar-se a disposição dos dejetos de suínos no solo de maneira adequada pode trazer benefícios, tais como: fonte de nutrientes para as plantas, incremento de matéria orgânica para o solo (BERTOL et al., 2010), melhoria das propriedades químicas e físicas do solo e redução do uso de fertilizantes químicos (VIELMO et al., 2011). Por outro lado, quando feita de maneira desordenada, pode causar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos ao solo, poluição das águas superficiais e subterrâneas, além de perdas de produtividade e redução da diversidade de plantas e organismos do solo (CAMPOS, 2010).

Nesse contexto, o tratamento de dejetos gerados pela suinocultura é tão importante quanto a própria criação dos animais e deve ser analisada sob vários enfoques, com a finalidade conservacionista, minimizando a elevada quantidade de dejetos de forma a reduzir ou a extinguir o seu potencial poluente e evitar, assim, a degradação do ambiente; com a finalidade agrônômica, utilizando os dejetos como fertilizante disponível nas propriedades; e com a finalidade sanitária, promovendo o tratamento adequado dos dejetos, com a finalidade de reduzir o potencial poluidor de transmissão de patógenos (FERREIRA et al., 2014).

A atividade suinícola se bem manejada, pode se tornar uma atividade que o que se gera de resíduo ou efluente se torna um produto para ser utilizado na própria propriedade rural. O efluente gerado pela atividade se bem utilizado proporciona uma melhor fertilidade de solo e condições para as culturas, estas que podem ser utilizadas para a própria alimentação do animal. Além disso, o que se gasta com energia elétrica pode ser recuperado com o processamento do gás metano. O que é exigido é um investimento inicial e uma boa gestão da atividade, assim como para todas as empresas.

O cuidado com o ambiente, portanto, pode se tornar um investimento, visto que as práticas ambientais também podem causar a diminuição de custos para o produto uma vez que

minimiza o tratamento de resíduos, reduz o consumo de matéria-prima e evita gastos com multas (HERNANDES et al., 2010).

Com este trabalho foi possível verificar que o principal impacto ambiental da atividade é devido ao volume de efluentes líquidos gerados, sendo as tecnologias de mitigação comumente utilizadas as lagoas de estabilização, os biodigestores e as esterqueiras. As lagoas de estabilização e os biodigestores se destacam especialmente pela eficiente redução de carga orgânica.

As novas tecnologias de mitigação dos impactos da suinocultura não são utilizadas comumente como pôde ser observado. A maioria destas tecnologias é complementar aos tratamentos já utilizados pelos suinocultores. Possivelmente muitas destas tecnologias não são baratas, ou ainda não tiveram uma divulgação ampla aos produtores de suínos.

Como pôde ser observado também, quase todos os impactos ambientais da atividade de suinocultura podem ser mitigados, além disso, o que seria um resíduo se manejado adequadamente se torna um subproduto. O efluente antes comumente lançado nos cursos de água superficiais, agora são fonte de água e nutrientes para o solo e plantas. Os animais mortos e o esterco sólido depois de fermentados são também uma ótima fonte de nutrientes. Portanto esta atividade pode fechar um ciclo de reutilização e ser desenvolvida de uma forma sustentável, desde que haja interesse e uma adequada gestão ambiental.

6 CONCLUSÃO

Com o presente estudo pode-se observar que as tecnologias comumente mais utilizadas são as lagoas de estabilização, os biodigestores e as esterqueiras, sendo as duas primeiras destacadas pela maior eficiência.

Cada vez mais tem diminuído o lançamento do efluente, mesmo que estabilizado nos cursos d'água e sendo utilizados estes como fonte de nutrientes para o solo. A cadeia suinícola representa uma fonte econômica importante e que além do desafio dos produtores com a produção, também existe o desafio em relação ao destino adequado dos dejetos dos animais, visto que o mercado, a fiscalização ambiental e o próprio aumento da consciência ambiental por parte dos produtores, cobram que a atividade seja pautada com uma produção sustentável.

Existem várias alternativas de tratamento como pôde ser observado durante este trabalho, mas cabe a cada suinocultor escolher a melhor ou aquela que mais se adequa a sua propriedade e ao seu sistema produtivo, sendo assim totalmente possível aliar produção e produtividade à sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, H. B.; FILHO, L. O. M.; BORGES, L. A. C. O licenciamento ambiental de suinoculturas na região do Alto São Francisco, Minas Gerais. **Extensão Rural**, DEAER – CCR – UFSM, Santa Maria, v.23, n.2, abr./jun. 2017.

ARAÚJO, N. S.; MONTENEGRO, R. C.; MARANGUAPE, J. S. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Instituto Brasileiro de gestão ambiental, 2016, Campina Grande/PB. **Uso de tecnologias no tratamento de dejetos de suínos para redução dos impactos ambientais.**

BERTOL, O.J.; FEY, E.; FAVARETTO, N.; LAVORANTI, E. J.; RIZZI, N.E. Mobilidade de P, Cu e Zn em colunas de solo sob sistema de semeadura direta submetido às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1841-1850, 2010.

BRASIL. **Suínos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

CAMPOS, M.S. **Placas planas a base de cinza de cama sobreposta de suínos e fibra de sisal para piso de escamoteadores com diferentes fontes de aquecimento.** 157 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2010.

CARDOSO, B. F.; OYAMADA G. C.; SILVA, C. M. Produção, Tratamento e Uso dos Dejetos Suínos no Brasil. **Revista Desenvolvimento em questão**, Editora Unijuí, n. 13, p. 127-145, 2015.

CARVALHO, T. M. **Diagnóstico dos empreendimentos suinícolas na Bacia do rio Piranga e o índice de qualidade de águas superficiais – IQA.** 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2014.

CONAB, 2017. Análise mensal. Carnesuína. Dezembro de 2017. Disponível em:https://www.conab.gov.br/...suina/.../15230_63da224312744ad3c4afe17a97e0f2f9. Acesso em 22 de julho de 2018

COUTINHO, G. S.; ROLL, V. F. B.; PINO, F. A. B. III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência animal, Pirasununga, 2013.. Tecnologias para o armazenamento e tratamento de dejetos de suínos. Universidade de São Paulo. Pirasununga, 2013.

DIAS, C. P.; LEITÃO, F. O.; COSER, F.; SILVA, W. H.; OLIVEIRA, P. A. V. XV Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos – AveSui, Florianópolis, 2016. Tecnologias para o tratamento de dejetos suínos com vistas à sustentabilidade. CentroSul/Florianópolis - SC, Brasil, 2016

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002.

EMBRAPA. Fertilizantes organominerais serão feitos a partir do dejetos de suínos. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2014/06/fertilizantes-organominerais-serao-feitos-a-partir-do-dejeto-de-suinos>>. Acesso em: 9 jun. 2016.

ESTRADA, V. E. E.; HERNANDEZ, D. E. A. Treatment of piggery wastes in waste stabilization ponds. **Water Science and Technology**, v.45, n.1, p.55-60, 2002.

FAO. **Pollution from industrialized livestock production**. Livestock Policy Brief 02. Livestock Information Sector Analysis and Policy Branch, Animal Production and Health Division, FAO, Rome; 2005.

FERNANDES, D. M. **Biomassa e biogás da suinocultura**. 211f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2012.

FERREIRA, A. H.; CARRARO, B.; DALLANORA, D.; MACHADO, G.; MACHADO, I. P.; PINHEIRO, R.; ROHR, S. Produção de suínos: teoria e prática. Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS. Brasília – DF, 2014. 908p.

FILHO, P. B.; JR. CASTILHOS, A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.166-170, 2001.

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT. Fraunhofer Institute For Interfacial Engineering And Biotechnology. Organic farming without cabbage flies. Disponível em: <http://www.fraunhofer.de/en/press/research_news/2012/march/organic-farming-without-cabbage-flies.html>. Acesso em: 18 jul. 2016.

GOULART, R.M. **Processo de compostagem: alternativa complementar para tratamento de camas biológicas de dejetos de suínos**. 127 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis:, 1997.

HERNANDES, J. F. M.; SCHIMDT, V.; MACHADO, J. A. V. Impacto ambiental da suinocultura em granjas de porte médio a excepcional no Vale do Taquari – RS. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.4, n.3, p. 18-31, 2010.

HIGARASHI, M. M; KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Redução da carga poluente: sistemas de tratamento. In: SEGANFREDO, M. A. Gestão ambiental na suinocultura. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 119-148.

INSTITUTO FNP. **Agrianual 2009: anuário** da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2009. 497p.

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. F. C.; PEREIRA, F. A. Manejo de esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 31p.

KUNZ, A. Tratamento de dejetos: desafios da suinocultura tecnificada. *Suinocultura Industrial*, n.05, p 28-30, 2005.

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

LUCAS, J.; SANTOS, T. M. B.; OLIVEIRA, R. A.. In: WORKSHOP MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, 1., 1999, Campinas. Possibilidade de uso de dejetos no meio rural . **Anais... Campinas: Memória Embrapa Meio Ambiente**, Campinas, 1999.

MERA, C. M. P.; LORENZINI, R.; WOLLMANN, M. R. Percepção com suinocultores de Tapera/RS sobre o uso de dejetos suínos na lavoura e o impacto ambiental. **Extensão Rural**, Santa Maria, n. 21, p. 77-100, jan./jun. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/5570/3291>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

MIELE, M.; SILVA, M. L. B.; NICOLOSO, R. S.; CORRÊA, J. C.; HIGARASHI, M. M.; KUNZ, A.; SANDI, A. J.; Tratamento dos efluentes de usinas de biogás. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 24, n. 1, jan./mar. 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2016. Suinocultura ABC. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/suinocultura-abc/suinocultura-abc>. Acessado em 05 de agosto de 2018.

NASCIMENTO, R. C; RODRIGUES, G. S. S. C. Impactos Ambientais da suinocultura no município de Uberlândia (MG): Possibilidades de sua mitigação por meio do uso de biodigestores. **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 13, n. 43, p. 230–243, 2012.

OLIVEIRA, R. A.; FREITAS, W. S.; GALVÃO, J. C. C. et al. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura nas características nutricionais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.357-369, 2004.

Impactos da suinocultura sobre o meio ambiente. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS (SUINOTEC), 2., 1996, Campinas. **Anais... Campinas: CTC-ITAL**, . p. 87-97, 1996.

PERDOMO, C. C. In: WORKSHOP: MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, 1., 1999, Campinas. Suinocultura e meio ambiente. **Anais... Memória Embrapa Meio Ambiente**, p. 43, 1999.

SEMAD. **Informativo ao suinocultor**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2016. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/regularizacao_ambiental/cartilhas/informativo-ao-suinocultor-site.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2016.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A. et al. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.18, n.3, p. 198-207, 2010.

SOUZA, J. C. P. V. B. et al. *Sistema de produção*: sistema de produção de leitões baseado em planejamento, gestão e padrões operacionais. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013.

VIELMO, H.; BONA FILHO, A.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T.S.; ADAMI, P.F. Effect of fertilization with fluid swine slurry on production and nutritive value of Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 60-68, 2011.

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.; TECHIO, V. H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.3, p.320–325, 2010 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG.