

**RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO NA UTILIZAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE SUÍNO  
EM PASTAGENS: ANÁLISE FEITA A PARTIR DE UM CENÁRIO SUL-  
MATOGROSSENSE**

**Ellen Cristiana Mahl Dallacourt,  
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),  
ellendallacourt@gmail.com**

**Rita Therezinha Rolim Pietramale,  
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),  
rolimpiezoo@gmail.com**

**Carolina Obregão da Rosa  
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),  
Carolinarosa@ufgd.edu.br**

**Clandio Favarini Ruviaro  
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),  
clandioruviaro@ufgd.edu.br**

**Deivid Kelly Ba  
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),  
dkellybarbosa@gmail.com**

**RESUMO**

A suinocultura é uma atividade altamente poluidora quando seus resíduos não têm destino correto. Este trabalho buscou estimar a quantidade biofertilizante produzida em um cenário de 1000 matrizes produtivas em ciclo completo de Mato Grosso do Sul, e sua aplicação em pastagens, estimando-se o custo-benefício da substituição de adubos químicos pelo biofertilizante. Os dados da produção de suínos foram estimados a partir do anuário da empresa Agriness®. O volume de biofertilizante calculado em 70% do volume de dejetos in natura. As exigências de nutrientes do solo, estimada através de revisão metanalítica. Os custos da aplicação do biofertilizante e dos nutrientes químicos foi levantado a partir de orçamentos. O uso de adubação química em pastagens tende a ser bastante oneroso, porém as perdas econômicas resultantes de um manejo inadequado de pastagem podem ser bastante expressivas. A RCB foi de 27,415. O RCB alto se dá pelo biofertilizante não ter custo de compra. Uma produção em ciclo completo de 1000 matrizes resulta em leitões finalizados e o biofertilizante que pode ser utilizado em prol de reduzir os custos com adubação química de pastagens. Sugere-se que mais estudos sejam feitos, com cenários diferentes e condições de solos e forrageira diferentes.

**Palavras-chave:** Suinocultura; Adubação de Pastagens; Biofertilizante Suíno; Benefício Financeiro; Gestão Ambiental de Custos.

## 1 INTRODUÇÃO

No setor econômico, a suinocultura tem se mostrado uma atividade de grande importância tem participado significativamente no agronegócio brasileiro (KRUGER ET AL. 2017). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020), observou-se um aumento de 5,2% do abate de suínos entre o primeiro trimestre de 2019 e o de 2020.

Mato Grosso do Sul vem ampliando as atividades da suinocultura, segundo dados da Associação Brasileira dos Criadores de Suínos – ABCS (2016), gerando maiores oportunidades de desenvolvimento para o Estado, como o aumento de empregos e a renda das famílias envolvidas nesta atividade. A suinocultura é uma atividade que gera eficientes resultados econômicos, porém com as altas concentrações geográficas e manejo incorreto dos resíduos a atividade se torna um grande fator poluidor.

Desta forma, são estudadas formas de amenizar esses impactos ambientais, dando destino certo aos resíduos, utilizando este material em ferti-irrigação de culturas. Segundo Peron e Evangelista (2004), cerca de 80% de pastagens cultivadas no Brasil encontra-se em algum estado de degradação, sem possibilidades de recuperação sem a interferência do ser humano, tornando-se um problema para a pecuária brasileira que tem como principal fonte de produção os pastos.

Diante do exposto, este trabalho buscou estimar a quantidade biofertilizante produzida em um cenário de produção de suínos de ciclo completo com 1000 matrizes produtivas de Mato Grosso do Sul. Em segunda instância, estimou-se a aplicação do dejetos tratados de suínos em pastagens degradadas, em substituição da adubação química convencional, traz uma relação de custo-benefício acima de 1, considerada positiva para o pecuarista.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Sistemas de produção suína

De acordo com afirmações de Gollo et al. (2013), até meio do século passado os produtores de suínos eram independentes, com rebanhos menores e quase não havia vínculo com os abatedouros. Com a modernização da indústria alimentícia e o aumento da demanda muitas mudanças ocorreram neste setor, como a busca por uma melhor qualidade de carne para o consumidor a partir de melhoramentos genéticos, industrialização de processos mais elaborados e adoção de padrões de manejos. Além da especialização das unidades,

possibilitando a melhor gestão das cadeias, intensificando a produção a partir da utilização de variados sistemas de produção (MARTINS, 2006). Tais como o Sistema Extensivo e o Intensivo de produção.

## 2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS OCACIONADOS PELA SUINOCULTURA

A agropecuária que está relacionada aos impactos ambientais desde o cultivo e irrigação dos grãos até a criação dos animais, entre outros pontos que ligam esta atividade ao alto índice de poluição ao meio ambiente (DE MORAES, 2017). No entanto, estes mesmos autores caracterizam este setor produtivo como sendo de grande importância para a economia de uma região, assim podem as atividades serem realizadas conforme licenciamento ambiental.

O Conselho Nacional Do Meio Ambiente - CONAMA (1986) define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades do Meio Ambiente, que afetam de alguma forma os seres vivos em sua volta, alterando de forma negativa os recursos naturais do ambiente. Segundo Pietramale et al. (2019) os dejetos possuem altas taxas de matéria orgânica, nutrientes e microrganismos que se tornam altamente poluente quando não tratados corretamente.

O impacto ambiental resultante da produção de suínos tem sido causado, principalmente, pela intensificação da atividade (PIETRAMALE et al., 2019). Para grandes áreas de produção de suínos, é preciso adequar meios que minimizem os impactos como riscos da poluição de águas superficiais e subterrâneas, como também do ar pelas emissões de Amônia ( $\text{NH}_3$ ) (gás incolor com um odor característico intenso e que é inflamável em altas concentrações) (SANTOS & SILVA, 2018).

Ademais, é importante ressaltar que um manejo incorreto dos dejetos suinícolas é um precursor dos impactos ambientais causados pela atividade, principalmente pelo uso de dejetos na irrigação de pastagens e lavouras que buscam na adubação com dejetos um aumento de produtividade (SANTOS & SILVA, 2018). Porém essa alternativa, se não for realizada corretamente, pode trazer alterações nas características naturais do solo, no fluxo de água subterrânea (por meio da lixiviação dos componentes orgânicos e químicos do material), do ar (pelas emissões de gases resultantes da decomposição da matéria orgânica do dejetos), além de intensificar a proliferação de microrganismos, que se aproveitam da riqueza de nutrientes orgânicos do dejetos para se reproduzirem, e essa alteração traz prejuízos ao meio ambiente (SANTOS & SILVA, 2018).

Perdomo et al. (2001) os dejetos suínos em contato com a água dos rios, lagos, córregos, etc.; gera uma alteração negativa, a um crescimento excessivo de bactérias e extração do oxigênio em consequência ao crescimento das mesmas, as bactérias degradam a matéria orgânica através do oxigênio, como consequência a esse crescimento das bactérias a vida que nessas águas são ameaçadas. Para (SANTOS & SILVA, 2018) reduzir os impactos causados pela suinocultura ao meio ambiente é preciso métodos que diminuam gases, os odores e a contaminação hídrica. Com a evolução das fiscalizações e a consciência ambiental buscam-se alternativas para minimizar os impactos ambientais causados pelos dejetos produzidos na suinocultura, buscando relacionar maior produtividade, menor custos e impacto ambiental (DE MORAES, 2017).

Para Barbosa e Langer (2011) uma forma de eliminar os resíduos diminuindo as contaminações do meio ambiente e evitar o aumento de bactérias, pragas, insetos, e a proliferação de doenças, a biodigestão pode gerar vantagens ao meio ambiente. A biodigestão traz pontos vantajosos através da geração de biogás e energia, e o uso de biofertilizantes. Segundo Oliveira e Nunes (2002) o dejetos se torna autossustentável, como fertilizante que pode ser comercializado como adubo orgânico, o dejetos também é uma fonte de geração de energia térmica e elétrica.

### 2.3 DEJETOS DE SUÍNOS

Barbosa e Langer (2011) asseguram que a poluição hídrica se inicia com o uso inadequado dos dejetos quando descartados em rios, córregos e lagos, também pode haver contaminação hídrica através do escoamento feito em pastagens e lavouras que são expostas a adubação com os dejetos da suinocultura.

Os danos sobre o meio ambiente vindos da suinocultura ainda são altos, devido à negligência dos proprietários de algumas granjas sobre as práticas de tratamento de dejetos que se incluem nos métodos de conservação do meio ambiente (DE MORAES et al., 2017). Ao considerar que a produção de dejetos suínos é aproximadamente quatro vezes maior que os resíduos gerados pelos humanos e, que é altamente poluidor, fica explícito a importância de seu tratamento para minimizar os impactos ao mesmo relacionado (DE MORAES et al., 2017).

Segundo Algeri (2018), o dejetos líquido de suínos é rico em nutrientes às plantas e com a utilização do adubo o impacto ambiental é simplesmente minimizado, o dejetos de suínos tem

um alto potencial de nutrientes, possibilitando a substituição total da adubação química, aumentando a produtividade e diminuindo os custos.

Os resíduos líquidos de suínos confinados, de acordo com as afirmações de Deboletto et al. (2017), são compostos principalmente por urina, fezes, resíduos de ração, a água dos bebedouros além da água utilizada na limpeza dos barracões. Estas características variam conforme vários fatores presentes no ciclo do lote, tais como a dieta do animal, o sistema de criação, a idade e peso corporal dos animais, a quantidade em número de cabeças e fase, o tipo de limpeza e sua periodicidade, além do sistema de armazenamento e tratamento que esta recebe (DEBOLETO et al., 2017).

Granjas de suínos tem por obrigação a utilização de programas de gestão dos resíduos e dos dejetos animais, para que os mesmos possam ser tratados com destinação correto, podendo até agregar valor à produção (DA SILVA et al., 2015). Adotando um planejamento de quatro etapas básicas: a produção e coleta; armazenagem; tratamento; distribui e utilização dos dejetos na forma sólida, pastosa ou líquida. O manejo de dejetos é importante para qualquer atividade de produção de animais. Para o armazenamento dos dejetos podem ser utilizadas as esterqueiras, as bioesterqueiras e os biodigestores. O armazenamento de dejetos adotado no Brasil é de armazenar os dejetos em lagoas ou tanques e depois que tratados são aplicados em pastagens ou lavouras como fertilizante do solo (CAMPOS, 2014).

#### 2.4 UTILIZAÇÕES DO BIODIGESTOR NO TRATAMENTO DE DEJETOS

Os primeiros biodigestores surgiram na Inglaterra em 1806 Humphrey Davy, deu início aos estudos, observou-se um gás rico em carbono e dióxido de carbono através do processamento dos dejetos animais em ambientes úmidos. Na busca de biofertilizante para produção dos alimentos os Chineses também adquiriram essa tecnologia (BEZERRA et al., 2014).

Depois de pesquisas o uso de biodigestores foi criado em 1939 na cidade de Kampur, na Índia, o Instituto de Gás de Esterco, foi a primeira usina de gás de esterco, tratavam os dejetos animais produzindo o biogás e aproveitavam o biofertilizante. (PALHARES, 2008).

No Brasil, em 1973, devido a crise energética, a utilização de biodigestores tornou-se uma boa opção. Bezerra et al. (2014) caracterizam o biodigestor como um sistema que promove a biodigestão anaeróbica e assim a produção de gás natural a partir da fermentação anaeróbia. Dentro do biodigestor ocorre a degradação, transformação e decomposição de matéria orgânica

que é chamada de anaeróbica, tendo como subproduto final o biogás e o biofertilizante, além desses dois subprodutos, o biodigestor pode subtrair em até 80% da carga orgânica dos dejetos, conseqüentemente odores e micro-organismos também são eliminados, é o melhor método de tratamento dos dejetos de suínos, pois minimizar problemas causados pelos mesmos (BEZERRA et al., 2014).

É a melhor solução para resolver os problemas gerados pelos dejetos de suínos, de forma sustentável. Além de melhorar na produtividade suinocultura em relação meio ambiente também pode ser uma fonte de renda para o produtor, por meio da geração de biogás, energia, biofertilizante e calor.

## 2.5 O BIOFERTILIZANTE COMO SUBPRODUTO DA SUINOCULTURA

Compostos orgânicos como fertilizantes de solo, agregam valor econômico e vantagens ao produtor rural sem interferências negativas ao meio ambiente e ao solo. Segundo de Oliveira (2001), é necessário um plano técnico de manejo e adubação, devido às características dos dejetos, a área, a fertilidade, tipo de solo e a cultura que serão expostas ao biofertilizante.

Segundo Campos (2014), o destino final dos dejetos de suínos pode ser aproveitado como fertilizante, porém dependente da concentração de nutrientes existentes nos resíduos. O biofertilizante é um subproduto gerado na fermentação de resíduos de um biodigestor, é utilizado para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, usado na reestruturação de nutrientes, é usado para a fertilização no plantio de grãos, pastos, entre outras culturas (BENEGA et al., 2018).

O biofertilizante é usado para suprir as necessidades nutricionais do solo, possui alto teor de matéria orgânica e baixo custo, não causa degradação e nem acidez ao solo. Benega et al. (2018) dizem que o biofertilizante é usado para aumentar a produtividade do solo, pois é capaz de combater a acidez do solo devido à característica de seu PH ser levemente alcalino.

Os dejetos possuem alto potencial energético para a produção de biogás, 70% totais dos sólidos são constituídos de substratos dos microrganismos que produzem o biogás. O biogás liberado pela atividade e a sua composição dependem dos elementos que constituem a biomassa (DIESEL, 2002).

## 2.6 PASTAGENS

Peron e Evangelista (2004), afirmam que no Brasil cerca de 80% de pastagens cultivadas encontram-se em algum estado de degradação, sem possibilidades de recuperação sem a interferência do ser humano, isso tem se mostrado um problema para a pecuária brasileira que tem como principal fonte de produção os pastos. Pode estar ligada a processos inadequados referentes ao solo, como o preparo inadequado, baixa produtividade de espécies forrageiras, falta de reposição de nutrientes, erosão, entre outros fatores.

Carvalho et al. (2017) mostra que questões como desconhecimento, econômicas, particulares da produção, as áreas de pastagens estão degradadas, neste sentido entram também aquelas áreas onde a produtividade está em declínio.

A adubação auxilia a fertilidade do solo, conseqüentemente melhorando as pastagens, aumentando a densidade da mesma e cobertura de solo, evitando possíveis erosões. (PERON & EVANGELISTA, 2004). A correção e a adubação do solo devem ser consideradas na formação das pastagens, principalmente onde apresentam baixa fertilidade (CARVALHO et al., 2017). Assim, a partir da análise de solo a correção via adubação tornam-se essenciais para aumentar o desempenho da produção das pastagens.

Outro fator responsável de degradação das pastagens é o super pastejo de uma área, quando o número é elevado ao que a área pode suportar, a forragem do pasto é insuficiente para a demanda de animais, prejudicando a produção do solo, diminuindo a rebrota, o vigor das plantas e a produção de sementes destas pastagens (SANTOS et al., 2011).

## 2.7 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

O conceito de custos foi descrito por Figueiredo e Caggiano (2008) como métricas monetárias dos dispêndios que uma empresa possui para atingir suas metas ou produzir determinado objeto. Já o benefício financeiro é caracterizado como um ganho ou uma redução sobre os custos, o que por consequência melhora a lucratividade, exatidão do valor do patrimônio, redução de riscos, relação preço de venda e custo mais precisa e melhores tomadas de decisões (FERNANDES & GALVÃO, 2008).

A Análise Custo Benefício (ACB) é a avaliação econômica utilizada para medir os custos e os efeitos em unidades monetárias (FONSECA, 2014). Existe criação de valor sempre que os benefícios são superiores aos custos, e existe destruição de valor sempre que os benefícios são inferiores aos custos (GASPAR, 2011).

A ACB caracteriza-se por projetar/desenvolver um valor monetário aos custos e as possíveis consequências de um projeto, permitindo a comparação do projeto com outros, em outros setores (SANCHO & DAIN, 2012). Para Muniz (2017) ACB avalia os custos e os benefícios envolvidos na tomada de decisão. Projetos, programas ou políticas propostas pela sociedade podem ser avaliados por meio de uma ACB, mediante a mensuração de mesmo o valor monetário. Assim a ACB conter todos custos e benefícios no mesmo valor de “moeda”, assim sendo possível calcular o resultado final. A ACB para Lipson (2008) é uma ferramenta de decisão para as entidades levantarem, estabelecerem e analisarem as informações de determinadas maneiras, antes que executem projetos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Fez-se necessário neste trabalho a divisão em etapas dos métodos usados. Tal formato explicita cada processo realizado no trabalho. Assim, tem-se o delineamento da pesquisa, onde está caracterizado sobre como foi o decorrer da busca por informações e as ferramentas utilizadas e como foram aplicadas. Em seguida, descreveu-se as fontes de dados, como também a descrição do processo de coleta de informações e, por fim, os métodos de análises utilizadas.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Definiu-se a cultura e as áreas geográficas para a coleta de informações para as análises de ambos, em seguida buscou-se relacionar os aspectos de relação custo-benefício. Por meio de pesquisa bibliográfica foram levantadas informações quantitativas sobre os solos e o uso de biofertilizantes, a fim de verificar a capacidade do solo em absorver o biofertilizante suíno. Optou-se por simular a fertirrigação para a pastagem *Brachiária decumbens* CV Basiliski, a qual é predominante no Estado, devido à produção de gado de corte. Mato Grosso do Sul (MS) possui características semelhantes dos cerrados, a adaptação da espécie é propícia no estado. Esta cultura possui alta produtividade sob seu uso, e de boa qualidade (ZIMMER et al., 2007).

Para identificar quais os tipos de solos e a capacidade destes em receber o biofertilizante suíno fez-se uma nova busca bibliográfica, de caráter meta-analítico, com a finalidade de buscar informações quantitativas sobre estes solos e o uso do biofertilizante no mesmo. Assim utilizou-se de buscas realizadas em bases como a da Embrapa Solos e o Instituto do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL), além da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO).

### 3.2 FONTE DE DADOS

As médias produtivas das matrizes originaram-se de um anuário produzido pela empresa Agriness® onde se tem relatórios de produções médias de granjas que incluem a fase reprodutiva ano a ano, por estado federativo (AGRINESS, 2019). Com os dados obtidos, foi possível analisar os anos de 2016, 2017 e 2018. Os indicadores utilizados do anuário para o cálculo foram Plantel de Matrizes Alojadas, Produtividade Anual em número de Leitões e Quantidade de Ciclos/Ano médio. Para definir o volume de leitões que chegaram a fase final de produção, a terminação, utilizou-se de indicadores médios da genética AgPic®, onde preconizam que na fase de recria tem-se 7,5% de mortalidade dos animais e na fase de engorda 2% de mortalidade (Tabela 1).

Para o volume de dejetos produzidos utilizou-se dos parâmetros indicados por Ferreira et al. (2014) no livro produzido pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), que indicam que cada matriz produz cerca de 60 litros de dejetos por dia quando for em Unidades Produtoras de Leitões descrechados e, em Unidades de Engorda/Terminação cada animal produz em média 7,5 litros de dejetos por dia.

**Tabela 1: Dados produtivos para cálculo**

<b>Indicadores gerais</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>média</b>
Qtde de matrizes na UP	1000	1000	1000	1000
Ciclos/ano	2,39	2,41	2,43	2,41
Leitões destinados a engorda/ano	28063	28970	29849	28961
Cevados terminados/ano	25450	26265	27058	26258
Dejetos produzidos/ <u>dia</u> (mil l) – produção de leitões	60	60	60	60
Dejeto produzidos / <u>ano</u> (milhões de l) – produção de leitões	21,9	21,9	21,9	21,9
Dejeto produzidos / <u>dia</u> (mil l) – cevados terminados	190	196,9	202,9	196,9
Dejeto produzidos / <u>ano</u> (milhões de l) – cevados terminados	69,35	71,9	74,07	71,77

UP – unidade produtiva.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Para caracterização do volume e composição do dejetos aplicado por hectare utilizou-se de uma coleta de dados de autores que fundamentaram e testaram diferentes quantidades de biofertilizante em diferentes culturas de pastagens, mas todos em Latossolo Vermelho álico (Tabela 1), que foi a classificação de solo mais encontrada no Mato Grosso do Sul. Estes trabalhos foram selecionados a partir de uma busca aleatória de arquivos científicos publicados

a partir do ano de 2010 e disponíveis na base de dados *Google Scholar* e *Scielo*.

**Tabela 2: Dados meta-analítico da composição e quantidade de biofertilizante utilizados em solos Latossolo Vermelho-Amarelo.**

Autores, ano	Cultura	N	P	K	m <sup>3</sup> de biofertilizante aplicado/ano/há
		152,3	36,2	54,2	300
Condé et al., 2013*	<i>Brachiaria decumbens</i> CV Basilisk	8,68	1,52	3,73	20
		17,36	3,05	7,46	20
		26,04	4,57	11,19	30
Oliveira et al., 2015	Tifton 85	640,8	250,2	277,2	180
Matsuoka et al., 2019	Estrela africana	72,1	5,407	NC	36,05
	Capim pioneiro	79,788	25,986	NC	36,60
	Tifton	72,517	37,75	NC	27,16

\*Em cinco aplicações anuais; N – nitrogênio total; P – fósforo total; K – potássio total.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Para identificar a capacidade de utilização deste dejetos após tratamento assumiu-se que 100% do cenário proposto possuía tratamento com reator biológico (biodigestor). De acordo com os parâmetros de Ferreira et al. (2014), definiu-se como rendimento de biofertilizante a partir do tratamento de dejetos de suínos em 70% após bioestabilização. Para caracterização do volume e composição do dejetos aplicado por hectare utilizou-se o método proposto por Condé et al. (2013), os quais testaram o efeito da aplicação de água residuária de produção suinícola em cobertura vegetal do tipo braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo, o qual se assemelha com as características da maioria das áreas de pastagens do estado do MS.

A construção do cenário proposto só foi possível por meio da busca de informações de campo, por meio de consultas com especialistas inseridos no ramo e solicitações de orçamentos para o mesmo seguimento empresarial. Esta etapa foi descrita como qualitativa, por partir da observação da realidade e coleta das informações empíricas e técnicas necessárias com suinocultores localizados no Mato Grosso do Sul

### 3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

Após as coletas dos dados, foram realizados cálculos onde a quantidade de matrizes foi multiplicada pela capacidade de produção de dejetos/dia e a quantidade de animais terminados também passou pela mesma multiplicação. Considerou-se a quantidade de animais na engorda

em ciclos/ano, para que se obtivesse a quantidade de dejetos produzidos por dia e então a quantidade de dejetos por ano (Tabela 1). Com a área de pastagens cultivadas para o cenário estudado calculou-se a quantidade de nutrientes N, P e K do biofertilizante suíno disponível para uso nestas áreas (Tabela 3).

Foram feitas análises por meio do Método Comparativo, descrito por Pereira et al. (2018), comparando dados do passado com o presente ou presente com o passado, calculando uma média dos valores através dos indicadores gerais no período de 2016 a 2018. Através desta metodologia pode-se identificar a média de animais em cada ciclo, e só então multiplicar pela quantidade de ciclos dos três anos.

Seguindo o estudo, buscou-se evidenciar a Relação Custo Benefício da substituição de agentes químicos pelo biofertilizante suíno. Para tanto, foi solicitado o orçamento de três empresas da região de Mato Grosso do Sul que comercializam Ureia, adubo Fosfatado e adubo Potássico. A partir dos três orçamentos obtemos a média, e analisou-se as possíveis vantagens em substituir os compostos químicos pelo dejetos suíno para a adubação de pastagens degradadas de Mato Grosso do Sul.

Autores como Gaspar (2011) e Fonseca (2014) citam a relação custo-benefício (RCB) como um método em que o custo real do produto deve ser sobreposto ao benefício da substituição. Desta forma, o custo do benefício deve sempre ser maior que o custo do produto convencional. A RCB deve ser maior que 1 para que o projeto se torne viável. Assim define-se a RCB pelo modelo matemático:

### **RCB = Custo do produto convencional**

#### **Custo do produto de substituição**

Para calcular o custo do produto utilizado na substituição, o biofertilizante, assumiu-se que o dejetos líquido tratado não possuía valor de mercado mensurado sobre seus atributos produtivos. Isso se deu devido este subproduto ser também um resíduo geralmente descartado após tratamento oriundo de uma atividade econômica que se obriga a tratar seus resíduos biológicos pela Portaria 603 do IMASUL de 17 de maio de 2018 (PIETRAMALE et al., 2019). Assim, os custos do biofertilizante foram calculados somente sobre o transporte do mesmo para o destino a partir da tabela da ANTT, assumindo que o transporte do produto líquido se caracteriza por um veículo Truck de dois eixos com capacidade de 15m<sup>3</sup>/carga

#### 4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O plantel de 1.000 matrizes suínas selecionado apresentou como média de ciclos ao ano um valor de 2,41 partos/fêmea/ano, identificou-se uma produção em torno de 26,26 leitões prontos para abate ao ano. O plantel de matrizes deste cenário, quando consideradas suas proles até a saída da fase de creche, produzem cerca de 60 mil litros de dejetos/dia. Com essa produtividade de leitões destinados a engorda, tem-se cerca 26,26 suínos terminados/fêmea/ano em 2,41 ciclos anuais. Estes animais, na fase de engorda, chegam a produzir cerca de 196,9 mil de litros de dejetos/dia e aproximadamente 72 milhões de litros/ano (Tabela 1).

Sobre a composição química do dejetos bioestabilizado, identificou-se a partir do inventário meta-analítico que a média de N, P e K em cada m<sup>3</sup> de material era de 17,36%, 3,05% e 7,46%, respectivamente. A quantidade média de dejetos aplicado identificado pelo autor de 20 m<sup>3</sup>/ha anuais, o que se encontra bastante divergente do indicado por Ferreira et al. (2014), que era de 180m<sup>3</sup> anuais em cada hectare.

Esta produção de dejetos tem um rendimento de 70% de biofertilizante, de acordo com o levantado por Ferreira et al. (2014). Tal transformação sugere que se tenha, em todo o ciclo de produção das 1000 matrizes deste cenário, um volume de 179,83 mil litros de biofertilizante disponível para adubação diariamente. Seguindo com este raciocínio, é possível quantificar o volume de cada nutriente aplicado ao solo a partir do biofertilizante, conforme exposto na Tabela 3. Também é possível observar quanto de nutriente é aplicado anualmente pelo biofertilizante e o quanto realmente é necessário. Nota-se que para o nitrogênio e para o fósforo o biofertilizante excede bastante ao indicado, enquanto o potássio do adubo bioestabilizado é ineficiente para as necessidades do Latossolo Vermelho-amarelo com cobertura de *brachiária decumbens* (Tabela 3).

**Tabela 3. Diferenças estimadas de nutrientes entre fertilizante químico X biofertilizante suíno/ha/ano**

Nutrientes	Volume de nutriente químico indicado (l/ha/ano)*	Volume de Biofertilizante indicado (l/ha/ano)	Composição N, P e K do Biofertilizante (%)**	Volume de N, P e K do Biofertilizante aplicado (l/nutriente/ha/ano)**	Diferença de nutrientes/ha/ano (Químico X Biofertilizante)
N	314,21	20000	17,36	3472	3157,79
P	111,618		3,05	610	498,382
K	2552,72		7,46	1492	-1060,72

\*Indicação de nutriente químico em kg/ha transformados em litros/ha pela metodologia de Malavolta (2006);

\*\*De acordo com Condé et al. (2014).

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O excesso de nitrogênio (N) e fósforo (P) no solo pode resultar em consequências ambientais negativas ao solo, principalmente na mobilização e biodisponibilização de outros nutrientes menos expressivos para as plantas, tais como carbono orgânico (PESSOTTO et al., 2018). Essa competição por “espaço” absorvível no solo e no sistema radicular das plantas pode gerar um deslocamento de P para níveis mais profundos do solo, possibilitando o atingimento dos lençóis freáticos provocando eutrofização do solo e água por excesso de P. Por outro lado, o excesso de N não foi indicado como fator de acidificação de solo por autores como Pinheiro et al. (2019), que verificaram que solos com adubação somente de fonte química apresentaram maior acidificação, já solos com adubação bioestabilizada apresentaram pH mais alcalinos.

Ao analisar sobre os custos de reposição de nutrientes químicos necessários ao solo, obteve-se que cada hectare necessita de um investimento de R\$ 7317,67, sendo a reposição de K a de maior necessidade onerando maiores custos (Tabela 4). Por outro lado, o biofertilizante demanda apenas o custo com transporte, já que este é um resíduo do tratamento do dejetos produzido pela produção suinícola.

**Tabela 4. Custo do fertilizante químico por hectare**

Nutriente	Valor do nutriente (R\$/kg)	Necessidade do Nutriente (kg/ha)	Custo (R\$/ha)
N	6,475	253,977	1644,501075
P	5,754	429,3	2470,1922
K	6,337	505,44	3202,97328
TOTAL R\$/ha			7317,667

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O uso de adubação química em pastagens tende a ser bastante oneroso, porém as perdas econômicas resultantes de um manejo inadequado de pastagem podem ser bastante expressivas. Mesmo que a necessidade de recuperação seja mínima, uma formação, manutenção ou recuperação de áreas de pastagens exigem planejamento logístico e financeiro para que ocorra (DE OLIVEIRA NETO et al., 2020). Assim, ainda de acordo com os autores, ao analisar-se

viabilidade econômica de recuperação de pastagens pode-se obter resultados positivos. Porém em casos de grandes áreas, seria um retorno econômico a médio ou longo prazo.

Ao substituir adubação química convencional por uma alternativa mais sustentável e menos agressiva ao meio ambiente é necessário que se leve em consideração quais seriam os benefícios econômicos. Desta forma, os resultados demonstraram que o custo seria apenas com a quantidade de horas que a máquina de transporte do biofertilizante trabalharia. Obteve-se que cada transportador tem a capacidade de 15m<sup>3</sup> de carga a um custo de R\$150,00/hora trabalhada.

Para atender a demanda deste cenário, foram necessários dois maquinários de transporte, resultando em um custo de R\$300,00/hora para que fossem transportados 30m<sup>3</sup> de adubo bioestabilizado líquido (Tabela 5). Tais estimativas, resultaram em aproximadamente 6 cargas diárias de 30m<sup>3</sup> de biofertilizante, em oito horas de trabalho, a um custo de R\$2400,00/dia. Tais valores derivaram o custo em R\$/ha, que foi cerca de R\$266,92 (Tabela 5), um valor bastante reduzido quando comparado a utilização da adubação convencional, que foi de R\$7317,67/ha, aproximadamente.

**Tabela 5 Custo estimado de aplicação do Biofertilizante por hectare**

Capacidade do maquinário de transporte (em m <sup>3</sup> )	Nº de cargas/dia	Custo da máquina (hora/trabalho em R\$)	Custo por dia (em R\$)*	Custo anual do maquinário (em R\$)	Custo do dejetos aplicado (R\$/m <sup>3</sup> )	Custo do dejetos aplicado(R\$/ha)
30	5,99	300,00	2400,00	876.000,00	13,345	266,918

\*Considerando que a quantidade de horas trabalhadas por dia são 8 horas.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Vale ressaltar que aqui foram realizadas apenas estimativas sobre os custos básicos da adubação convencional e os custos de transporte do biofertilizante da fonte até as áreas de pastagens que receberão o componente. Não foi estudado o custo de implantação do sistema de aspersão do biofertilizante e nem de produção do mesmo. No entanto, muitos dos trabalhos que avaliaram a viabilidade econômica fizeram análises de todo o processo, desde a implantação do sistema de tratamento dos dejetos até o custo com os equipamentos de distribuição do biofertilizantes, como é o caso do realizado por Damaceno et al. (2017).

Ao final de todas as estimativas de valores realizou-se a análise da relação custo-benefício (RCB). A partir deste estudo estimou-se que a RCB deu um valor de 27,415 (Tabela 6), o que para Fonseca (2014) é identificado como uma relação positiva. Este valor alto para o RCB pode

estar atrelado ao fato do biofertilizante não ter custo de compra, já que neste cenário o produto é oriundo da atividade suinícola da mesma propriedade.

**TABELA 6. Custo-benefício da substituição do fertilizante químico pelo biofertilizante**

Custo do Fertilizante Químico (em R\$/ha)	Custo da aplicação de Biofertilizante (em R\$/ha)	Área total aplicada (em ha)	Relação C/B
7317,667	266,918	4.683,5	27,415

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O RCB, ao apresentar tal valor, mostrou que, economicamente, substituir a adubação convencional pelo biofertilizante traz benefícios financeiros a propriedade. Porém, quando a distribuição do componente bioestabilizado além da propriedade pode ser oneroso ao pecuarista que demanda de adubação. Dallacourt (2019) identificou isso ao estudar a RCB do uso de biofertilizante suínos em substituição de adubação química para recuperação de pastagens. Tal observação demonstra que só é sustentável, do ponto de vista econômico, utilizar o biofertilizante suíno no local de produção, atendendo um raio entorno da fonte do dejetado tratado.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a produção em ciclo completo de 1000 matrizes tem como resultado, além dos leitões finalizados e abatidos, um produto que pode ser utilizado em prol de reduzir os custos com adubação química de pastagens em estágio de degradação. Porém é necessário que se faça uma análise periódica da necessidade do solo, para que se atenda ou corrija os nutrientes demandados, já que no caso deste cenário a necessidade de potássio ficou em débito.

Outra conclusão é que existe uma relação custo-benefício (RCB) bastante expressiva, já que valores acima de 1 já são considerados positivos e neste cenário estimou-se um RCB de 27,918, o que demonstrou ser muito além do que se esperava economicamente. Porém deve se atentar aos fatores que interferem, como é o caso da composição de nutrientes do biofertilizante e da necessidade de correções via adubação química convencional.

Utilizar tais estimativas como base para outros estudos pode ser deficitário, já que as dificuldades deste estudo foi encontrar parâmetros científicos que comprovassem tais resultados ou que confrontassem os mesmos. Sugere-se que mais estudos sejam feitos, com cenários diferentes e condições de solos e forrageira diferentes. Também se sugere que estudos

com o custo da correção de nutrientes embutidos no custo do uso do biofertilizante como substituto de adubação convencional.

## REFERÊNCIAS

ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Mapeamento da suinocultura brasileira 2016**. 376 p, Brasília, DF, 2016.

AGRINESS. **Melhores da Suinocultura**. Disponível em <<https://melhoresdasuinocultura.com.br>> Acesso em: 01 jan. 2019.

ALGERI, A. **Dejetos de aves e suínos no cultivo de hortaliças**. Dissertação apresentada como requisito básico para obtenção do título de mestre em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais. Universidade Federal do Paraná – UFPR, Campus de Palotina, 2018.

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência** – ACSA, v. 2, n. 1, p. 87-96, 2011.

BENEGA, R. M.; LOZANO, A. P.; DE BARROS, C. A.; PACHECO, G. D. Utilização do biodigestor para tratamento de dejetos da suinocultura. **Ciência Veterinária UniFil**, v. 1, n.1, p. 136-144, 2018.

BEZERRA, K. L. P.; FERREIRA, A. H. C.; CARDOSO, E.; MONTEIRO, J. M.; AMORIM, I. S.; JÚNIOR, H. A. S. J.; SILVA, R. Uso de biodigestores na suinocultura. **Nutritime**, v. 11, n. 275, p. 3714-3722, 2014.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA n. 1 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 18 mai. de 2019.

CABRAL, J. R.; DE FREITAS, P. S.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 8, 2011.

CONDÉ, M. S.; ALMEIDA NETO, O. D.; HOMEM, B. G. C.; FERREIRA, I. M.; SILVA, M. D. Impacto da fertirrigação com água residuária da suinocultura em um latossolo vermelho-amarelo. **Revista Vértices**, v. 15, n. 2, p. 161-178, 2013.

CAMPOS, G. **Gestão de resíduos na suinocultura do Distrito Federal sob a ótica da produção mais limpa**. Dissertação apresentada como requisito básico para a obtenção do título de mestre em Agronegócios da Universidade de Brasília – UNB. Brasília, 2014.

CARVALHO, P. L. C.; VIANA, E. F. Suinocultura SISCAL e SISCON: análise e comparação dos custos de produção. **Custos e @gronegócio online**, v. 7, n. 3, 2011.

DAMACENO, F. M.; HALMEMAN, M. C. R.; GONÇALVES, M. S.; DA SILVA MEDEIROS, F. V. Aproveitamento agrônomico e energético de dejeções suínolas: estudo de

caso com análise econômico-financeira. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 2, p. 174-180, 2017.

DA SILVA, C. M.; DE FRANÇA, M. T.; OYAMADA, G. C. Características da suinocultura e os dejetos causados ao ambiente. **Connection online-Revista Eletrônica do Univag**, n. 12, 2015.

DEBOLETO, J. G. G. **Produtividade e qualidade nutricional do capim piatã fertirrigado com água residuária de suínos**. Dissertação apresentada como requisito básico para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola na Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, 2017.

DE MORAES, R.E.; SILVEIRA, R.F.; VANIEL, C.R.; PINHEIRO, L.J.; OLLÉ, M.A.; SILVIVEIRA, I.D.B. Suinocultura e o Meio-ambiente. Revisão de Literatura. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinária**, v.18, n 10, p. 1-17, 2017.

DE OLIVEIRA NETO, S. S.; GONÇALVES, A. S. F.; PIETRAMALE, R. T. R.; BELLÍSSIMO, M. J. Nitrogen and Phosphate Fertilization Maximize Grass BRS Zuri Performance. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 1, p. 64-78, 2020.

DE OLIVEIRA, Paulo Armando V. Sistema de produção de suínos em cama sobreposta “deep bedding”. 9 o Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, p. 44, 2001.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos. Concórdia, SC: EMBRAPA–CNPSA/EMATER-RS, p. 31. **Boletim informativo**, v. 14, 2002.

FERNANDES, A. M.; GALVÃO, P. R. A Controladoria como ferramenta de gestão nas micro e pequenas empresas: um estudo da viabilidade e da relação custo benefício. **Revista de Tecnologia Aplicada**, v. 5, n.1, 2016.

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

FIGUEIREDO, S.; CAGGIANO, P.C. **Controladoria: teoria e prática**. 4<sup>a</sup>. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

FONSECA, A. C. **Análise Custo Benefício**. Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de mestre em Gestão na Universidade da Beira do Interior – UBI. Covilhã/Portugal, 2014.

FONSECA, A. C. **Análise Custo Benefício Descentralização Parcial da Consulta de Coagulação do Centro Hospitalar da Cova da Beira**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Gestão - UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR (UBI), Covilhã – Beira Baixa, Portugal, 2014.

Gaspar, L. **Uma análise crítica aos critérios (econômicos) utilizados pelo Tribunal de Contas na avaliação das Parcerias Público-Privadas.** Dissertação de Mestrado em Direito e Gestão, Faculdade de Ciências Económicas e Empresariais – Universidade Católica Portuguesa, Lisboa – Portugal, 2011.

GOLLO, V.; KLANN, R.C.; CODAZZO, E.G. Análise dos custos e resultados em unidades produtoras de leitões (UPL): um comparativo entre diferentes modelos de contrato. In: XX Congresso Brasileiro -CBC, 10, 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, MG: CBC, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009:** análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

Disponível em:

<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

KRUGER, S. D.; BACCIN, R.S.; MAZZIONI, S. Análise da viabilidade econômico-financeira da atividade suinícola. In: XXIV Congresso Brasileiro de Custos – CBC, 24., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis-SC: CBC, 2017.

LIPSON, J. Cost-Benefit Analysis and Third-Party Opinion Practice. **Business Lawyer**, v. 63 n. 4, p. 1187-1221, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Editora Agronômica Ceres, São Paulo, 638 p., 2006.

MARTINS, F.M.; TALAMINI, D.J.D.; ARBOIT, C.; WOLOZSIM, N. Análise econômica da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação. **Custos e @gronegócios**, v. 2, p. 1-17, 2006.

MATSUOKA, M.; CARON, C.; ROSA, J. R. P.; SCHALLEMBERGER, J. B.; GOMES, C. N.; DA ROS, C. O. Impacto da aplicação de dejetos líquidos de suínos na qualidade de solos do oeste catarinense. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 540-562, 2019.

MUNIZ, L. E. T. **Análise custo-benefício de projetos rodoviários nos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental: alternativas de valoração dos benefícios das passagens de fauna.** Dissertação apresentada como requisito básico para a obtenção do título mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente da Universidade de Brasília - UNB, Brasília, 2017.

OLIVEIRA, P. A. V.; NUNES, M. L. A. Sustentabilidade ambiental da suinocultura. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO, MERCADO E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p. 16, 2002.

OLIVEIRA, D.; LIMA, R. P. D.; VERBURG, E. E. J. Physical quality of soil under different systems of tillage and application of pig slurry. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 280-285, 2015.

PALHARES, J. C. P. **Licenciamento Ambiental na Suinocultura: Os Casos Brasileiro e Mundial.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 52 p, 2008.

PERDOMO, C. C. Alternativas para o manejo e tratamento de dejetos suínos. **Suinocultura Industrial**, v. 152, p. 16-26, 2001.

PESSOTTO, P. P.; DA SILVA, R. F.; DA ROS, C. O.; DA SILVA, V. R.; DA SILVA, D. A. A.; GROLLI, A. L. Atributos químicos de um Neossolo Regolítico sob uso de dejetos de suínos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, n. 17, v. 3, p. 408-416, 2018.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica.** 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PERON, A. J; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciênc. Agrotec**, v. 28, n. 3, pp.655-661, 2004.

PIETRAMALE, R.T.R.; LEITE, B.K.V.; CASTRO, I.C.C.; ORRICO, A.C.A.; RUVIARO, C.F. Custo do Licenciamento Ambiental na suinocultura. VI Simpósio Internacional sobre o Gerenciamento dos Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – SIGERA, 6., 2019, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis-SC: SIGERA, 2019.

PINHEIRO, R. C.; DE LIMA PEREIRA, J.; REZENDE, C. F. A. Adubação biológica associada a adubação química nos parâmetros de solo, nutricional e produtivo do milho. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, n. 9, v. 4, p. 9-20, 2019.

SANCHO, LEYLA GOMES; DAIN, SULAMIS. Avaliação em saúde e avaliação econômica em saúde: introdução ao debate sobre seus pontos de interseção. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 765-774, 2012.

SANTOS, DT & SILVA, VM. A suinocultura e os impactos ao meio ambiente. **CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, v. 2, n. 2, p. 43-48, 2018.

ZIMMER, A.; VERZIGNASSI, J.; LAURA, V.; VALLE, C.; JANK, L.; MACEDO, M. Escolha das forrageiras e qualidade de sementes. **Curso de Pastagens**, 22-47, 2007.