



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

STEPHANIE TURNLEY

**AVALIAÇÃO DE BIODIGESTOR COM REJEITO DE QUEIXADA (*Tayassu  
pecari*)**

ILHA SOLTEIRA – SP  
JULHO DE 2019



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

STEPHANIE TURNLEY

**AVALIAÇÃO DE BIODIGESTOR COM REJEITO DE QUEIXADA (*Tayassu  
pecari*)**

Orientador: Prof. Dr. Maurício Augusto Leite  
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
do Câmpus de Ilha Solteira – UNESP,  
como parte dos requisitos para obtenção  
do grau de Zootecnista.

ILHA SOLTEIRA – SP  
JULHO DE 2019

## AGRADECIMENTOS

A espiritualidade por me ajudar na busca de equilíbrio e todas as demonstrações de divindade em todo tempo de vida acadêmica.

Ao meu falecido pai, por ser responsável pela minha escolha profissional e a quem eu dedico minha jornada e conclusão.

A minha mãe que mesmo a distância esteve presente com muito amor, no meu desenvolvimento acadêmico e com tamanha paciência ao entender a relatividade da diferença de compreensão didática.

A minha tia Fatinha que consegue ser mãe e pai em momentos decisivos na minha vida. E a minha tia Beni mesmo ausente sinto todo entusiasmo e amor que acalma meu coração.

Aos meus amigos, que conviveram e me ajudaram tornando parte da minha família, colorindo os meus dias com as vivências incríveis e amáveis. As “marcianas” que estiveram presentes as minhas oscilações de humor e foram muito companheiros.

Ao meu companheiro, por viver essa jornada comigo na busca pela evolução e aprendendo a valorizar os erros assim como os acertos. Regando meu coração de amor.

Ao meu orientador que me orientou e me ajudou no desenvolvimento desse projeto com paciência e dedicação.

Ao Robinho que foi uma luz durante a minha vida acadêmica e estagio, com o exemplo de ser humano e conhecimento adaptável as diversas classes sociais.

Ao Lúcio, veterinário do Zoológico, pela confiança e total suporte desde o início da ideia do projeto.

Aos funcionários do Zoológico: Ezequiel, Éder e Dona Alaíde que me ajudaram na instalação do biodigestor e todas as dificuldades do decorrer da fase prática do projeto.

A professora Maria Ângela, por me ajudar e dar uma luz no desenvolvimento das análises e método, com a maneira mais humana de ser didática.

A Ilha Solteira, um paraíso na Terra com suas riquezas naturais e por ter sido um berço de loucos sonhos e liberdade. De onde sentirei muita falta de viver.

Gratidão Universo!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de nutrição das plantas.	9
Figura 2. Recinto dos queixadas no CCFS Ilha Solteira	14
Figura 3. Recinto dos queixadas, área de exposição no CCFS Ilha Solteira.	15
Figura 4: Esquema de um biodigestor trapezoidal.	15
Figura 5: Esquema de biodigestor chinês.	16
Figura 6: Esquema de biodigestor Indiano.	16
Figura 8. Principais riscos ambientais respectivos ao manejo indevido dos dejetos de suínos em forma líquida.	20
Figura. 9. Alimentação Fornecida aos Queixadas.	21
Figura 10. Diluição das fezes em água, na proporção 1:1	22
Figura 11. Balde contendo as fezes para a pesagem	23
Figura 12. Câmara de Biodigestor, no almoxarifado da CESP (esquerda) e após instalação Centro de Conservação de Animais Silvestres (direita)	23
Figura 13. Biodigestor e esquema de funcionamento	24
Figura 14. Caixa de saída do biodigestor, contendo o biofertilizante	24
Figura 15. Amostras dos alimentos e fezes em cadinhos após secagem à 105°C	25
Figura 16. Amostras de matéria seca do biofertilizante	25
Figura 17. Amostras antes de aplicação do Colilert	26
Figura 18. Volumes das amostras estabelecidos para início da secagem	27
Figura 19. Amostras em processo de secagem com T máx. 37,2°C e T mín. de 15°C	27
Figura 20. Béqueres dentro da dessecadora sob vácuo	27
Figura 21. Amostras e reagentes antes da reação	28
Figura 22. Amostras em estufa a 36°C durante 24h	28
Figura 23. Amostras na estufa à 38°C após 24h	31
Figura 24. Amostras em lâmpada ultravioleta para identificação de <i>E. coli</i>	32
Figura 25. Amostras após 24h em estufas a 36,5°C para biofertilizante (esquerda) e para amostra de fezes (direta)	32
Figura 26. Diminuição da variação de tons da amostragem do biofertilizante (A) e a mesma na presença de lâmpada UV de onda de 375 nm (B).	33
Figura 27. Ciclo sustentável de rejeito de Queixadas.	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Volumes de amostras diluídos em 100ml de água estéril	26
Quadro 2. Teor de matéria seca nas amostras analisadas.	29
Quadro 3. Análises químicas das fezes, alimento e biofertilizante.	29
Quadro 4 Comparação da composição química de diferentes biofertilizantes.	29
Quadro 5. Análise química de biofertilizante em diferentes períodos de fermentação.	30
Quadro 6. Resultados para Coliformes e <i>E.coli</i> com o tempo de incubação	33
Quadro 7. Análise de Coliformes fecais após 24 horas de acordo com a tabela do Colilert IDEXX Quanti- Tray®/2000 NMP.	33

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. JUSTIFICATIVA	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Queixada 13	
3.2 Histórico do Biodigestor	15
3.3 Fatores físicos e químicos da biodigestão	17
3.4 Dejetos de suínos no ambiente	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Área de estudo	21
4.2 O Alimento	21
4.3 Coleta e preparo do rejeito	22
4.4 O biodigestor	23
4.5 Análises químicas	24
4.6 Análise microbiológica	26
4.6.1 Diluição das amostras	26
4.6.2 Padronizando a massa em cada frasco de amostra	26
4.6.3 Método para quantificação de colônias de coliformes fecais em rejeito e biofertilizante de Queixada	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5.1 Análises químicas	29
5.2 Análises microbiológicas qualitativa	31
5.3 Resultado do método desenvolvido para quantificação de colônias	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
7. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

## RESUMO

Diante da poluição que o ser humano tem causado ao ambiente com o descarte inadequado de rejeitos, as fezes de animais podem ser utilizadas após a biodigestão. Assim, esse projeto tem o intuito de demonstrar, por meio de biodigestor, um destino adequado ao transformar fezes de Queixada (*Tayassu pecari*), em biofertilizante e com a expectativa futura da utilização do biogás. O Queixada foi utilizado por ser da mesma subordem dos suínos, os quais produzem dejetos altamente poluidores, e pelo fato da disponibilidade e número de animais para o estudo.

O projeto foi realizado no Centro de Conservação da Fauna Silvestre no município de Ilha Solteira, São Paulo, no ano de 2018, onde as fezes e o biofertilizante foram avaliados química e microbiologicamente. As análises químicas realizadas foram fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco. As análises microbiológicas avaliaram coliformes fecais nas fezes e biofertilizante.

Os resultados demonstraram que as análises de elementos químicos estão compatíveis com estudos com rejeitos de suínos, e com potencial para utilização em culturas perenes. Em relação aos coliformes fecais, uma diminuição no NMP de colônias foi observada, sugerindo que o processo de biodigestão com o rejeito de queixada possui potencial para utilização e para novos trabalhos.

**Palavras-chave:** biofertilizante, coliformes fecais, dejetos, descarte

## ABSTRACT

In view of the pollution that the human has caused to the environment with the inadequate disposal of tailings, animal feces can be used after biodigestion. Thus, this project aims to demonstrate, by means of biodigestor, a suitable destination when turning feces of Queixada (*Tayassu pecari*), in biofertilizer and with the future expectation of the use of biogas. The Queixada was used because it was of the same suborder of the pigs, which produce highly polluting wastes, and because of the availability and number of animals for the study.

The project was carried out at the Wildlife Conservation Center in the municipality of Ilha Solteira, São Paulo, in the year 2018, where faeces and biofertilizer were evaluated chemically and microbiologically. The chemical analyzes were phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, copper, iron, manganese and zinc. Microbiological analyzes evaluated fecal coliforms in feces and biofertilizer.

The results demonstrated that the analyzes of chemical elements are compatible with studies with pig rejects, and with potential for use in perennial crops. In relation to fecal coliforms, a decrease in MPN of colonies was observed, suggesting that the process of biodigestion with the reject of jaw has potential for use and for new works.

**Keywords:** biofertilizer, disposal, fecal coliforms, waste.

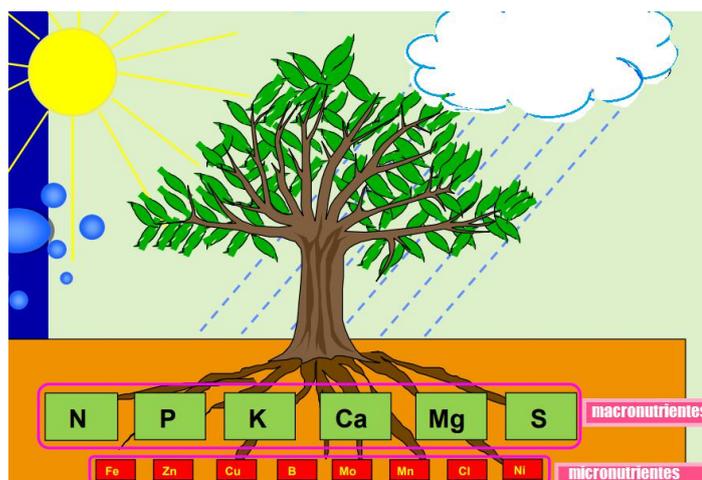
## 1. INTRODUÇÃO

O esterco ou rejeito, são produtos residuais da vida animal. Essa matéria tem bastante potencial energético, visto que todo processo de produção gera resíduo, onde este ainda armazena alguma energia (SANTOS & LUCAS JÚNIOR 2004). Seu uso pode ser direcionado à possível utilização como: biofertilizante e biogás. Para isso é necessário que essa biomassa sofra ação microbiana em ambiente anaeróbico. A biomassa pode ser conceituada como a massa total de matéria orgânica que se acumula em um espaço vital (ANEEL, 2002).

Com a domesticação e criação de animais em cativeiro o resíduo fecal tem se tornado um problema, com o aumento da concentração de unidade animal por área a ciclagem natural dos dejetos é dificultada, promovendo o desequilíbrio do meio, comprometendo a higiene e por fim a sanidade. Dentre os benefícios da utilização do biofertilizante estão a resposta positiva da ação de bactérias benéficas, que promovem aumento significativo na produção de alimentos nas lavouras, melhorando as qualidades biológicas, químicas e físicas do solo, superando qualquer adubo químico (BARICHELLO et.al, 2011).

Comumente o esterco já é utilizado como adubo, principalmente em propriedades de cunho familiar. Segundo Seixas et.al, (1981), o biofertilizante é de 10 a 20% mais eficiente que o uso direto do esterco, além de diminuir a incidência de agentes patogênicos. Na Figura 1 é esquematizado o ciclo dos nutrientes no sistema solo-planta.

**Figura 1: Esquema de nutrição das plantas.**



Fonte: Google Imagens.

Os nutrientes requeridos pelas plantas em maior quantidade são Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), cada um com uma parcela que constitui característica distinta. O nitrogênio atua diretamente no crescimento vegetativo por ser constituinte primordial na

molécula de clorofila, o fósforo atua na floração, na produção de hormônios sexuais, e o potássio é fundamental na frutificação, que oferece resistência e acumulação de açúcares. Com a utilização da desassociação dos elementos pela ação bacteriana no biodigestor a ciclagem dos nutrientes é facilitada, acelerando o processo de regeneração e manutenção da vida no solo.

Segundo Sganzerla (1983), o biofertilizante funciona como corretor de ácidos do solo e, diferente dos adubos químicos, deixa-o mais apropriado a ser trabalhado, facilitando a movimentação das raízes no solo. Além disso, a umidade do subsolo torna-se melhor, podendo resistir, a longos períodos de estiagem.

Nos Centros de Conservação de Animais Silvestres (CCAS) e Zoológicos, as fezes dos animais costumam ser descartadas, no entanto a utilização das mesmas vem sendo modificada. Em vários locais já existem alternativas mais adequadas, onde as fezes são destinadas às composteiras.

Outra solução é a reciclagem das fezes nesses locais pela biodigestão, que além do aspecto ecológico pode ser uma alternativa econômica, quando se capta o biogás, diminuindo o custo variável de manutenção, pela substituição do gás metano, derivado do petróleo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar alguns elementos químicos e avaliar a redução de coliformes fecais em um biodigestor com rejeitos de Queixada (*Tayassu pecari*).

## 2. JUSTIFICATIVA

Com o intuito de expor resultados do uso correto de dejetos e de sua utilização como fertilizante, minimizando o impacto ambiental e econômico, para uma ideia de ciclo sintrópico entre o ambiente e a produção, foi idealizado o presente estudo.

Em 2005 o Brasil contava com cerca de 24,5 milhões de cabeças de suínos, sendo que a maior parcela se localizava na Região Sul do país, mais precisamente em torno de 47% da população desses animais. Esses resíduos possuem uma alta capacidade poluidora, se eliminada no ambiente sem nenhum tratamento pode ocasionar diversos desequilíbrios ambientais (Revista Brasileira de Energias Renováveis, 2014).

Segundo Oliveira (1993), a produção média diária de esterco suíno é de 2,35 kg/animal, variando de 0,35kg à 6,40kg de acordo com o estado fisiológico do animal. Estudo realizado pela Epagri – SC (2003), revelou que apenas 15% das propriedades suinícolas de Santa Catarina possuíam alguma forma de tratamento (esterqueiras ou lagoas) no início da década de 90, mas em 1997 aumentou para 40% (6.324) dos produtores integrados com biodigestores a Agroindústria e para 70% (9.012) do total em 1999 segundo Tramontini (1999).

Há alternativas tecnológicas de reciclar e aproveitar assim a biomassa existentes no esterco dos animais criados em cativeiro, ou seja, sistema de confinamento. A tecnologia de digestão anaeróbia ou biodigestão é uma tecnologia mundialmente reconhecida para o tratamento dos dejetos. Com o aproveitamento integral das fezes animal, através de manejo e instalações corretas, pode trazer como benefício o biofertilizante além da possibilidade do biogás.

Para o uso do rejeito de Queixada (*Tayassu pecari*) não existem trabalhos que demonstrem sua viabilidade técnica ou econômica. Além disso, o trabalho realizado em um Centro de Conservação da Fauna Silvestres amplia a abrangência dos objetivos.

Um aspecto que deve ser observado é a questão da educação ambiental, onde o biodigestor pode ser utilizado sendo apresentado como uma alternativa para o destino das fezes, que é vista como material de descarte, promovendo a ideia da reutilização de resíduos, dando continuidade à cadeia trófica por meio dos organismos decompositores.

Com a alta taxa de visitação infanto-juvenil nos CCAS e Zoológicos é fundamental evidenciar a necessidade de se trabalhar a transmissão das informações, promovendo posturas e atitudes investigativas e interdisciplinares, com vista ao desenvolvimento da ação e da reflexão crítica nas pessoas, com a possibilidade de transformação social que a

apropriação/compreensão do conhecimento provoca (SANTOS et al., 2013). Dessa forma a apresentação de tecnologias renováveis é capaz de provocar reflexões que levem o ser humano a agir de modo a transformar o sistema a que estamos submetidos, pela criação de alternativas sustentáveis para a conservação da vida.

Assim, o estudo com o uso de rejeitos de Queixada (*Tayassu pecari*) vem ao encontro das perspectivas de sustentabilidade, visto que seu caráter empírico de uso em ambientes de criação ainda é pouco conhecido.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Queixada (*Tayassu pecari*)

O *Tayassu pecari* (queixada) é um mamífero, sendo sua classificação científica: reino *Animalia* filo *Chordata*, classe *Mamalia*, ordem *Artiodactyla*, subordem *Suiformes*, família *Tayassuidae*, gênero *Tayassu*. A família *Tayassuidae*, é formada por três espécies, *Tayassu tajacu* (cateto), *Tayassu pecari* e *Catagonus wagneri* (taguá), estes são conhecidos como porcos do mato, e apesar de não pertencerem a família *Suidae* que é representada pelo porco doméstico e o javali (SILVA, 2006), pertence a mesma subordem suiformes.

O Queixada é o maior dentre os porcos silvestres, podendo chegar a 1,10 m de comprimento e peso médio de 22kg. Encontrados desde o sul do México até o nordeste da Argentina (DEUTSCH; PUGLIA, 1990). Encontrados na Caatinga, Cerrados. Vivem tipicamente em bandos de 50 a 300 indivíduos, em uma área de 1500 a 20000 ha se movimentando a longas distâncias de 5 a 10 km/dia. Apresentam um fenômeno chamado fissão-fusão, é o período que o bando se divide por um tempo devido a disponibilidade de alimento.

A importância biológica e o seu papel ecológico no ambiente onde vivem os Tayassuídeos, tem como revolver o solo, disseminar sementes promovendo naturalmente a dispersão de espécies e causando danos às plântulas, com isso regulando o volume de plantas e sendo chamada de “engenheira do ecossistema”. (ALCÂNTARA,2019). Possuem também uma característica muito chamativa, uma glândula localizada no dorso que contém um odor muito forte, por isso é comum vê-los se esfregando um no outro ou também em troncos de árvores, marcando o seu habitat com o seu cheiro, pode se observar um comportamento ativo com hábitos diurnos e noturnos deste animal, muito territorialista, apresentam agressividade não excitando ao dar um ataque com o queixo, batendo os dentes e eriçando os pelos do dorso, quando se sentem em perigo ou em conflitos na natureza, este comportamento é uma forma de avisar o seu oponente que está pronto para o ataque se for necessário.

Ameaçados de extinção, sofrem com a caça, devido a sua carne ser apreciada e considerada exótica, possuem o couro com alto valor de venda no mercado e por isso chama a atenção dos caçadores, em consequência, vem a perda de seu habitat tanto com o desmatamento e queimadas provocadas pelos homens, como a expansão da pecuária e doenças de animais domésticos, conflitos com Javalis por território, e problemas até mesmo com fazendeiros devido os problemas causados pela invasão dos queixadas nas propriedades. Como qualquer outro animal possuem vários predadores, dentre eles, podemos destacar a

onça pintada, o puma, mas principalmente o ser humano como o seu maior predador atualmente ameaçando sua conservação, e acaba sendo mais difícil de preservar sua espécie quando não tem incentivo e até mesmo informações necessárias a sociedade para tal ação. Segundo informações do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Ed.2018), os Queixadas estão classificados na categoria como vulnerável (VU) conclusão dada e atualizada em 2012.

A alimentação desses animais consiste basicamente em raízes, frutas, alguns pequenos animais (bem ocasionalmente) e brotos de plantas. Podemos observar que é um animal com uma dieta variada e centrada em alimentos fáceis de encontrar na natureza, além disso, em alguns casos, o Queixada pode chegar até mesmo a se alimentar de carniça e de aves se for preciso.

Nas florestas tropicais existe abundância de alimentos, muitas frutas, castanhas e sementes que caem de árvores constituindo a principal fonte de alimentos desta espécie, eles também se alimentam de larvas dos besouros, sapos, pequenos invertebrados, filhotes de aves e lagartos. São excelentes mastigadores e somente as minúsculas sementes conseguem escapar dos queixadas, sendo capazes de triturar castanhas e sementes mais duras e resistentes.

Para o estudo do biodigestor, foram utilizados uma quantidade de quatorze espécimes de Queixadas, separados no confinamento em pequenos grupos (quatro baias com três queixadas) e uma baia contendo dois queixadas, todos aparentemente saudáveis (Figura 2).

**Figura 2. Recinto dos queixadas no CCFS Ilha Solteira**



Fonte: Elaboração da própria autora

O esterco utilizado na pesquisa foi escolhido devido à quantidade de indivíduos e a maior capacidade de produção no volume de fezes/animal/dia. Além de que vale refletir que a capacidade poluidora dos dejetos de suínos é superior ao de outras espécies, a exemplo da

humana, pois enquanto a DBO5(demanda biológica de oxigênio) de um suíno com 85 kg de peso vivo varia de 189 a 208 g/dia, a humana é de 45 a 75 g/habitante/dia (ASAE, 1993).

As instalações buscam oferecer condições sanitárias e bioclimáticas adequadas, com uma área coberta, contra piso em concreto, onde encontra-se o comedouro e bebedouro, e área com solo exposto, onde é depositada água para produção de lama, oferecendo conforto térmico e enriquecimento ambiental. Apenas um grupo de animais fica exposto aos visitantes (Figura 3) os demais ficam todo o tempo confinados a dependências das baias.

**Figura 3. Recinto dos queixadas, área de exposição no CCFS Ilha Solteira.**



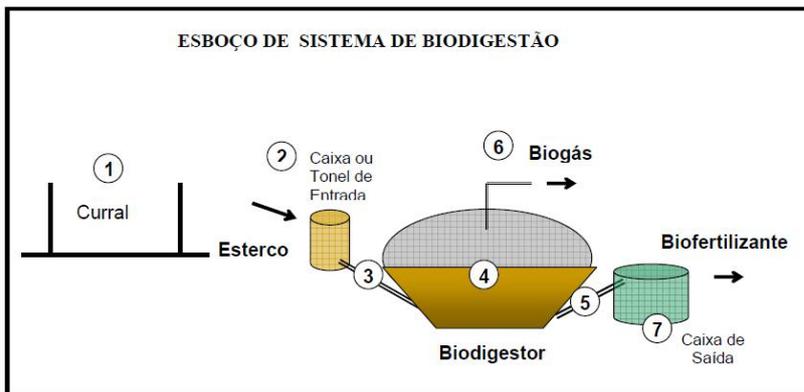
Fonte: Elaboração da própria autora

### **3.2 Histórico do Biodigestor**

O biodigestor (Figura 4) é uma câmara onde ocorre a fermentação dos rejeitos. Isto é pode ser um tanque, uma caixa, ou uma vala revestida e coberta por material impermeável, sendo que o biodigestor necessita estar totalmente vedado, criando um ambiente anaeróbio (sem a presença de oxigênio), onde os microrganismos que degradam o material orgânico possam transformar a matéria orgânica em gás metano e biofertilizante (COELHO et. al, 2003).

Considerado como uma fábrica de fertilizantes, usina de saneamento e até um poço de petróleo, apresenta dois orifícios, um de entrada e outro de saída. Após a crise energética de 70, a qual o petróleo foi atingido, chegava no Brasil a tecnologia revolucionária capaz de transformar dejetos e resíduos orgânicos em fonte de energia.

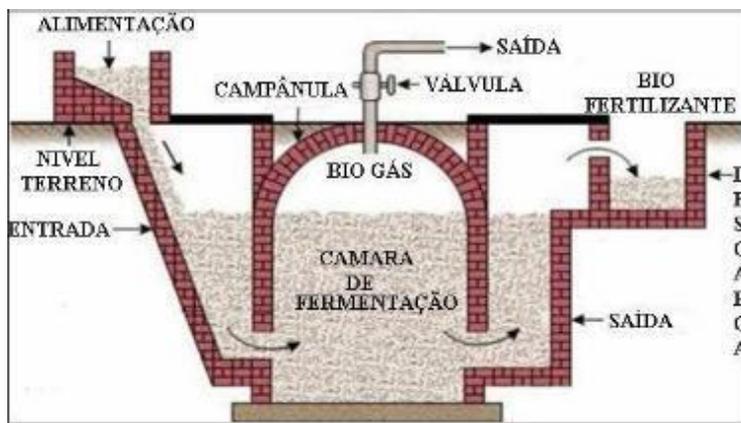
**Figura 4: Esquema de um biodigestor trapezoidal.**



Fonte: (Winrock, 2010)

Os primeiros modelos a serem criados foram: o Chinês (Figura 5) e o Indiano. A partir de 1939 na cidade de Kampur, na Índia, o Instituto Gobár Gás (Instituto de Gás de Esterco) começou a pesquisar e implantar biodigestores totalizando aproximadamente meio milhão de unidades. Inspirados na Índia os chineses adotaram a tecnologia a partir de 1958, e em 1972, já possuíam aproximadamente 7,2 milhões de biodigestores em atividade (GRANDINI, 2001).

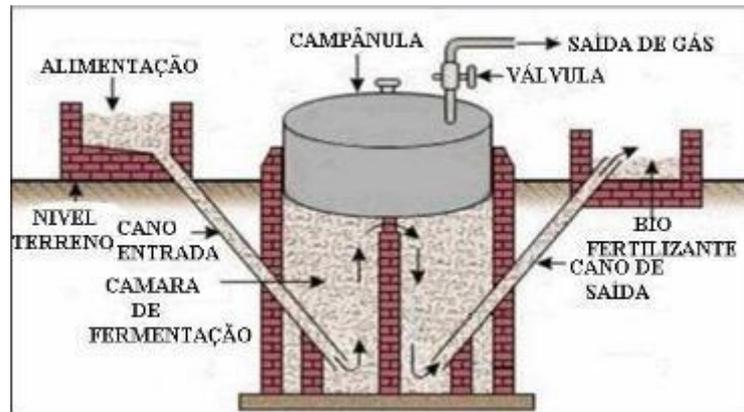
**Figura 5: Esquema de biodigestor chinês.**



Fonte: Costa et.al (2012)

Os principais componentes de um biodigestor chinês são caixa de carga, tubo de carga, câmara de biodigestão cilíndrica com fundo esférico, gasômetro em formato esférico, galeria de descarga e caixa de descarga (SEIXAS, 1980). Os principais componentes de um biodigestor indiano (Figura 6) são compostos de caixa de carga, tubo de carga, câmara de biodigestão cilíndrica, gasômetro, tubo-guia, tubo de descarga, caixa de descarga e saída do biogás.

**Figura 6: Esquema de biodigestor Indiano.**



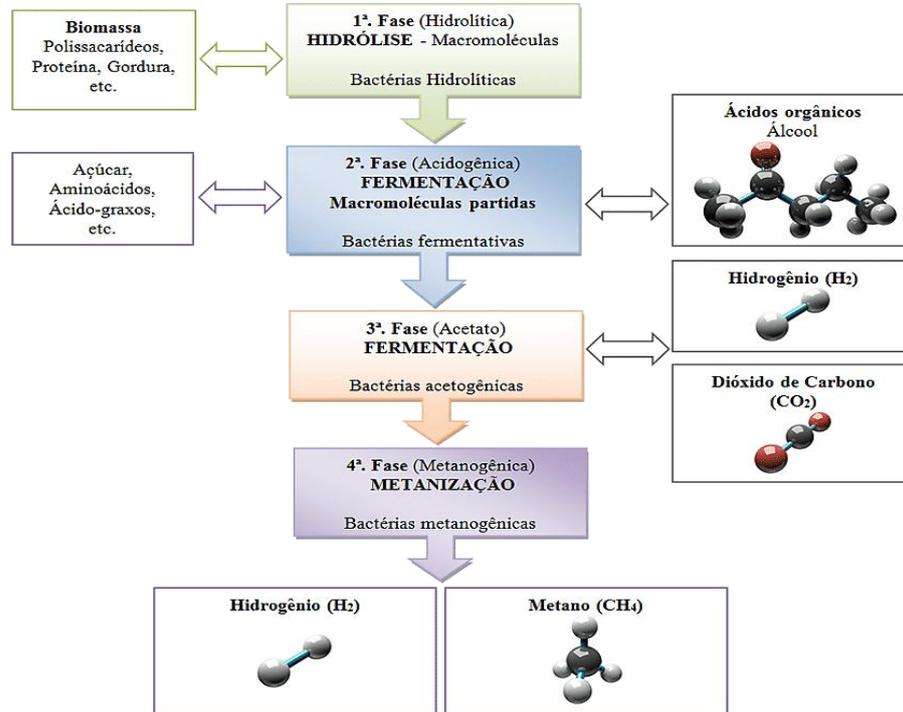
Fonte: Costa et.al (2012)

Apesar das semelhanças entre o biodigestor indiano e o chinês, podem ser observadas algumas diferenças, como o local da campânula e da câmara de fermentação. Foram desenvolvidos vários tipos e formas de biodigestores, como o horizontal, com câmara de gás móvel, ou câmaras separadas para a parte gasosa e a líquida, biodigestor de duplo estágio e de grandes dimensões, que se distinguem em níveis de funcionalidade e eficiência.

O processo de fermentação pode ser dividido em três estágios (Figura 7) com três distintos grupos de microrganismos, Segundo Vieira, (2017):

“O primeiro estágio envolve bactérias fermentativas, compreendendo microrganismos anaeróbios e facultativos. Neste estágio, materiais orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídios) são hidrolisados e fermentados em ácidos graxos, álcool, dióxido de carbono, hidrogênio, amônia e sulfetos. As bactérias acetogênicas participam do segundo estágio, consumindo os produtos primários e produzindo hidrogênio, dióxido de carbono e ácido acético. Dois grupos distintos de bactérias metanogênicas participam do terceiro estágio, o primeiro grupo reduz o dióxido de carbono a metano e o segundo descarboxilase o ácido acético produzindo metano e dióxido de carbono.”

**Figura 7. Estágios fermentativos no biodigestor**



Fonte: Adaptado de Lettinga, Hulshof; Zeeman,(1996)

Aparentemente complexo, esse processo ocorre naturalmente e continuamente dentro do biodigestor, desde que o sistema seja manejado corretamente. O aproveitamento do esterco para obter o biogás não é fácil em função do seu manejo ser desconsiderado em muitas propriedades pela falta de uma regulamentação ambiental adequada. Porém é importante que as pessoas passem a olhar o que hoje é considerado um rejeito, como uma oportunidade lucrativa sendo esta de maneira sustentável e ecologicamente correta (COSTA, et. al 2012).

### 3.3 Fatores físicos e químicos da biodigestão

Os microrganismos desejáveis são sensíveis à variação das condições atmosféricas, tais como pH e temperatura. Em qualquer modelo de biodigestor utilizado, a fermentação ocorrerá mais intensamente quando a temperatura do material estiver entre 30 e 35°C, com a queda da temperatura a reprodução bacteriana é comprometida, diminuindo a eficiência do sistema, caso a temperatura seja inferior à 15°C a taxa de proliferação é nula, que confere ao não funcionamento do sistema biodigestor (SEIXAS, et. al, 1981).

O tempo de retenção é dimensionado e estabelecido de acordo com o tipo dos produtos supracitados, que dependem da origem e do tipo de dejetos.

Segundo Herculano e Souza, (2016) substâncias como cloreto de sódio (NaCl), cobre (Cu), cromo (Cr) e amônia (NH<sub>3</sub>) são tóxicas para as bactérias responsáveis pela digestão, podendo ser aceitáveis em concentrações baixas. Desinfetantes, bactericidas, resíduos de antibióticos e água tratada com cloro (Cl), se estiverem presentes nos dejetos, poderão ocasionar a morte das bactérias. Portanto, os dejetos do biodigestor não devem conter antibióticos e os dejetos dessa época de tratamento deverão ser separados para adentrarem no sistema.

Após o processo de produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor em forma líquida e com grande quantidade, conhecido como biofertilizante. A caixa de efluentes deverá estar sempre limpa, contendo somente os dejetos misturados com água, respeitando a proporção de uma parte de esterco (kg) para uma parte de água (litro). Retidos por um tempo nessa caixa de entrada para que haja uma decantação do material sólido da biomassa e entre somente o líquido no biodigestor. Também é importante observar o volume que entra para que seja o correto para a fermentação. (HERCULANO e SOUZA, 2016). Sendo assim, por estar curado (não pode ser fermentado), logo pode ser aplicado diretamente na lavoura (RANZI; ANDRADE, 2004).

### **3.4 O biofertilizante**

Quanto à parte analítica da composição, o biofertilizante apresenta macro e micronutrientes assimiláveis pelo vegetal, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês, desde que estejam presentes na fração solução do solo. O seu pH pode variar de 7,0 a 8,0 e poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta (SANTOS, 1992). Costa, (2017) obteve valores semelhantes comparando duas amostras de biofertilizante da fazenda Annalísola, onde o pH bruto foi de 8,3 enquanto que o pH do biofertilizante diluído em água ficou em 8,1.

O biofertilizante funciona como um material alcalino sendo valores altos de pH citados em diversos trabalhos sobre a temática, por isso age como um corretivo da acidez do solo, eliminando o alumínio tóxico e liberando o fósforo para o meio (OLIVEIRA 2013). Segundo Pinheiro & Barreto (1996), os metabólitos resultantes do processo fermentativo, como enzimas, coenzimas, cofatores (metaloporfirinas, citocromos, vitaminas, etc.) ativam e catalisam as reações biológicas das plantas superiores, comprovando a vantagem de se utilizar os rejeitos na produção agropecuária. É um adubo orgânico líquido produzido em meio

aeróbico ou anaeróbico a partir de uma mistura de materiais orgânicos, minerais e água, podendo ser obtido pela simples mistura de água e esterco fresco (TIMM et. al., 2004).

Na literatura existem poucos estudos sobre o assunto. Mesmo assim, percebem-se resultados positivos do biofertilizante para uso na melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo; controle de pragas e doenças. (NETO, 2006). A composição físico química é altamente complexa e variável, contendo os macros e microelementos necessários à nutrição vegetal (BETTIOL et al. 1998). Também pode ser utilizado tanto como produto repelente de insetos-pragas como em nutrição das plantas, com o objetivo de suplementar nutricionalmente os cultivos (DUENHAS et. al., 2004).

De forma líquida pode ser utilizado de várias maneiras. A aplicação através de pulverizações nas folhas, faz-se o método mais eficiente, promovendo um efeito mais rápido. Nas pulverizações, deseja-se o maior contato do produto com a planta (alto volume) assim o biofertilizante deverá cobrir totalmente as folhas e ramos das plantas, chegando ao ponto de escorrimento (SANTOS, 1991; SOUZA & RESENDE, 2003).

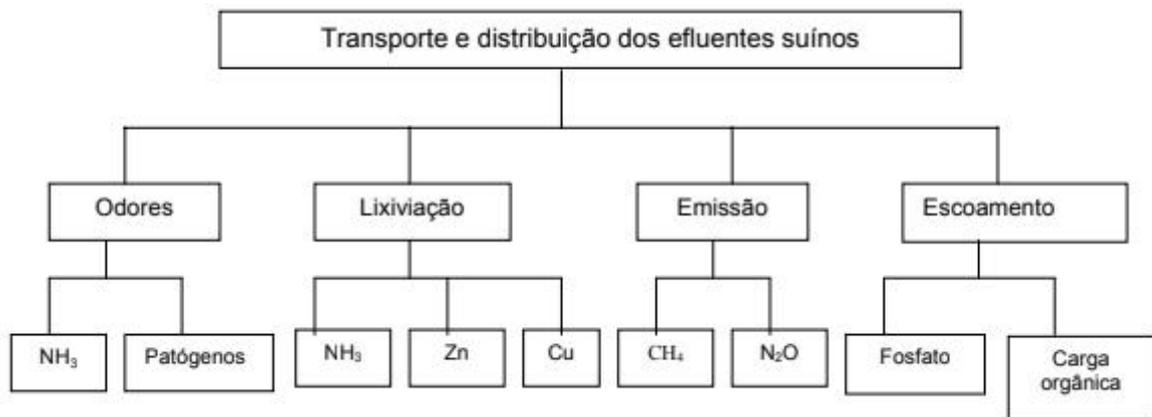
A mistura obtida pela biodigestão pode ser utilizada também como solução nutritiva, em sistema hidropônico. Com esse enfoque, Villela, et. al (2003) estudou o comportamento da cultura do meloeiro (*Cucumis melo*), onde a solução nutritiva era proveniente da fermentação anaeróbica de estrume bovino em meio líquido. Foram realizadas avaliações quanto à altura de plantas, tempo de colheita, peso de frutos e produtividade. A substituição de adubos minerais por biofertilizantes na solução nutritiva, se mostrou viável para os tratamentos, constituindo-se em mais uma alternativa para horticultores, atualmente recomendado o uso após deixar de molho na água sanitária durante 15 minutos.

De acordo com o Manual de Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos, da EMBRAPA 1993, pode se utilizar o biofertilizante como alimentação para: peixes, ruminantes e não ruminantes, além de fertilizar os solos e lavouras. Com o uso dos dejetos na alimentação, há um ganho de peso, podendo suprir necessidades nutritivas e ser mais rentável com o gasto com ração e aditivos.

### **3.5 Dejetos de suínos no ambiente**

Atualmente em grandes produções de suínos, os dejetos são aproveitados como fertilizante, caso não manejados de maneira ecologicamente correta, podem gerar um grande risco ao meio ambiente devido seu potencial poluidor. As principais vias, as quais são preocupantes através dos impactos ambientais, estão representados na Figura 8.

**Figura 8. Principais riscos ambientais respectivos ao manejo indevido dos dejetos de suínos em forma líquida.**



Fonte: Oliveira, 2003

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área de estudo**

O presente trabalho foi realizado nas instalações do Centro de Conservação de Fauna Silvestre (CCFS) de Ilha Solteira-SP. O município de Ilha Solteira pertence à região Noroeste Paulista localizando-se à latitude Sul 20°25'58" e longitude 51°20'33" Oeste, a uma altitude de 335 metros.

O CCFS foi criado pela Companhia Energética de São Paulo (CESP) durante a fase de implantação da Usina Hidrelétrica que possibilitou a formação da cidade, visando oferecer abrigo aos animais oriundos das regiões submersas pelo lago artificial, denominado represa. O espaço oferece um nicho ecológico à espécies que tiveram seu habitat destruído, onde é possível encontrar roedores como cutia, paca, além de cervos, tatus entre outros animais que vivem livres na reserva. Atualmente a responsabilidade ambiental pertence à CTG (China Three Gorges), que recentemente adquiriu a Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira.

O clima é classificado como Aw de acordo com a Köppen e Geiger, com temperatura média de 23,5 °C. A pluviosidade média anual é 1316 mm. (CLIMATE-DATA.ORG , 2018) e está inserido em área de transição entre Mata Atlântica e Cerrado.

### **4.2 O Alimento**

A alimentação fornecida é composta por ração para equino, abóbora, catalonia e sal. O arraçoamento é fornecido em coxo feito em relação ao número de animais contidos em cada compartimento. Nas baias de três animais foram disponibilizados 2,5 kg de ração/dia, 3,5kg de abóbora, 600g de catalonia e duas colheres de sal, como pode ser visto na Figura 9.

**Figura. 9. Alimentação Fornecida aos Queixadas.**



Fonte: Elaboração da própria autora

Com o objetivo de comparar a dinâmica dos nutrientes contidos nos alimentos ao longo do processo de produção do biofertilizante que passam primeiramente pelo trato digestivo do animal e depois pela fermentação microbiana, foi realizada a coleta de amostra das fezes dos queixadas.

#### **4.3 Coleta e preparo do rejeito**

A quantidade média de fezes adicionadas diariamente ao biodigestor foi de 3,4 kg/dia, o período de abastecimento foi iniciado 20 de janeiro de 2018. As coletas ocorreram aos fins do fotoperíodo, entre 17:00 e 19:00 horas. O volume de água, neste biodigestor foi na proporção de 1:1, ou seja, a mesma quantidade de água e de rejeito (Figura 10).

Essa proporção foi realizada em função de não ter sido encontrada nenhuma proporção de água e fezes para o Queixada. Assim, assumiu-se a proporção 1:1 de água e rejeito e de 60 dias para o processo de biodigestão para suínos, visto a serem de mesma ordem e subordem entre os animais, apesar de apresentarem diferenças anatômicas e genéticas separando os de famílias, Tayassuidae e os Suidae.

**Figura 10. Diluição das fezes em água, na proporção 1:1**



Fonte: Elaboração da própria autora

As cibalas dos queixadas foram recolhidas manualmente com luvas e ajuda de vassoura e pá, buscando reduzir o nível de contaminação.

As folhas, gravetos e outros resíduos foram retirados das fezes. Em um balde com capacidade de 20 litros, acoplou-se uma balança digital com precisão de 1,0 g (Figura 11).

Posteriormente adicionou-se a água e misturou-se manualmente, afim de homogeneizar e facilitar o processo de biodigestão.

**Figura 11. Balde contendo as fezes para a pesagem**



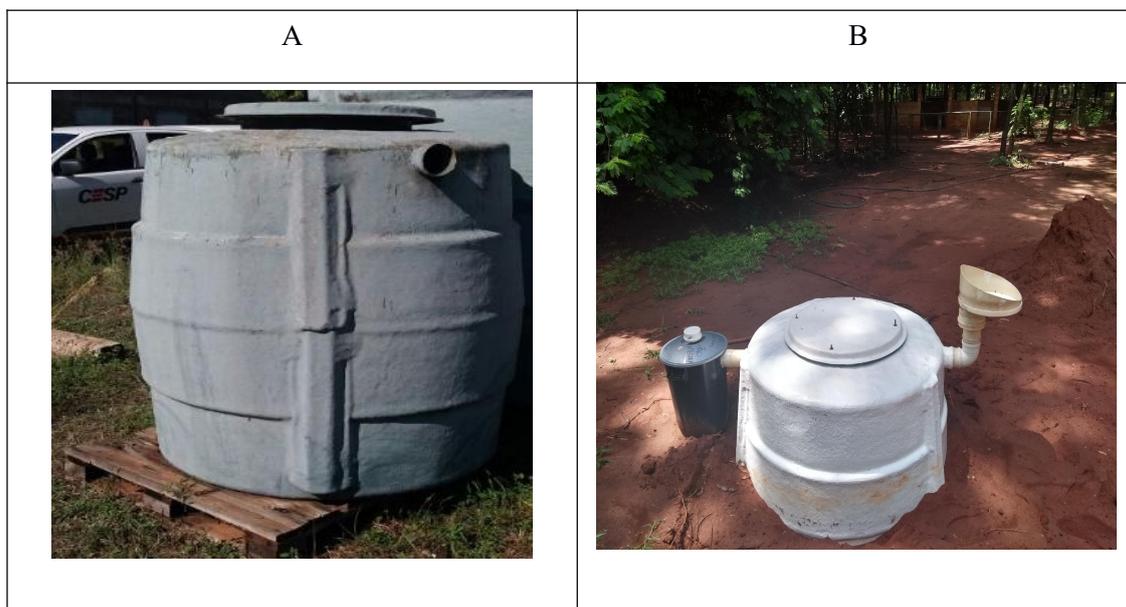
Fonte: Elaboração da própria autora

Coletaram-se de 3 a 5 kg de fezes por dia durante 342 dias e acrescentado 1:1 de água. Essa soma gerou aproximadamente 1500L de rejeitos, e com a caixa de saída de 100L cheia com o biofertilizante.

#### **4.4 O biodigestor**

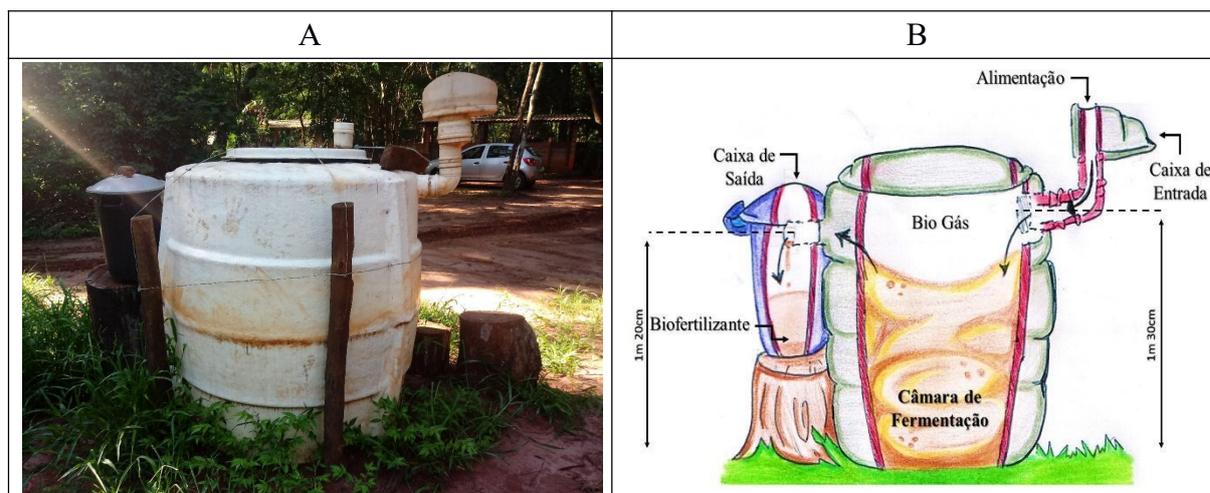
O recipiente utilizado como biodigestor foi cedido pela CESP (Figuras 12 e 13). O local fornecido e manejado para instalação do biodigestor foi executado com a ajuda dos funcionários do CCFS, sendo cavado um orifício para instalação do biodigestor.

**Figura 12. Câmara de Biodigestor, no almoxarifado da CESP (esquerda) e após instalação Centro de Conservação de Animais Silvestres (direita)**



Fonte: Elaboração da própria autora

**Figura 13. Biodigestor e esquema de funcionamento**



Fonte: Elaboração da própria autora

Uma divisão interna foi feita em dois compartimentos conectados entre si, com um orifício que promove a alimentação do sistema. Este fica situado na lateral superior externa do biodigestor, denominada câmara de fermentação.

A ideia foi que o biodigestor fosse mais parecido com um modelo chinês. Posteriormente a mistura foi encaminhada para a caixa de saída (Figura 14) em um recipiente plástico, onde foi coletado o biofertilizante.

**Figura 14. Caixa de saída do biodigestor, contendo o biofertilizante**



Fonte: Elaboração da própria autora

#### **4.5 Análises químicas**

Para verificar a avaliação do rejeito de queixada na produção de biofertilizante foram realizadas análises bromatológicas e de minerais dos alimentos constituintes da dieta dos animais, das fezes, e do biofertilizante.

As análises foram realizadas utilizando o método AOAC Official Methods of Analysis, proposto por Silva, Dirceu Jorge (2002) para obtenção de matéria seca (%), estrato etéreo, cinzas e nitrogênio, e o Manual Prático de Avaliação do Estado Nutricional das Plantas, por Marcelo Rinaldi da Silva, onde foram analisados fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco. Foram feitas nos Laboratórios de Bromatologia e Nutrição de Plantas no Campus II da UNESP de Ilha Solteira-SP.

As amostras sofreram primeiramente o processo de desidratação em 2 etapas para obter-se a proporção de matéria seca. Após 72 horas na estufa à 105°C, as amostras secas foram pesadas sendo posteriormente inseridas no moinho, onde foram reduzidas à partículas de 1mm. Após homogeneização da amostra foi feita a mensuração da massa para quantificar os valores da segunda matéria seca.

A Figura 15 ilustra a matéria seca os cadinhos com conteúdo mais claro são de alimentos enquanto os mais escuros por sua vez são fezes.

**Figura 15. Amostras dos alimentos e fezes em cadinhos após secagem à 105°C**



Fonte: Elaboração da própria autora

Ao obter-se apenas o resíduo sólido, foi possível realizar a análise química do biofertilizante, quantificando os valores de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn). Na Figura 16 pode-se observar o aspecto físico do biofertilizante após a retirada da água para análise química dos elementos e possível forma de armazenamento e aplicação no solo.

**Figura 16. Amostras de matéria seca do biofertilizante**



Fonte: Elaboração da própria autora

## **4.6 Análise microbiológica**

### **4.6.1 Diluição das amostras**

A amostra em suspensão foi conduzida para o Laboratório de Química da FEIS para a detecção de presença ou ausência de coliformes fecais (CF) e Escherichia Coli (EC) utilizando o reagente Colilert.

Em função da coloração do biofertilizante e da suspensão de dejetos na amostra de esterco optou-se por fazer diluições conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Volumes de amostras diluídos em 100mL de água estéril

Volume de amostra	Fezes (número da amostra)	Biofertilizante(número da amostra)
1mL	1.1	4.1
0,5mL	1.2	4.2
0,2 mL	1.3	4.3

Fonte: Elaboração da própria autora

Após diluição, os frascos identificados receberam o reagente Colilert e foram mantidos em estufa com temperatura de 36,5°C durante 24 horas. A Figura 17 ilustra as amostras de biofertilizante e os frascos com as respectivas diluições.

**Figura 17. Amostras antes de aplicação do Colilert**



Fonte: Elaboração da própria autora

#### 4.6.2 Padronizando a massa em cada frasco de amostra

Acreditando que a padronização da massa e não do volume daria melhor resultado na interpretação dos resultados optou-se por determinar a concentração em massa de cada solução.

Com o intuito de descobrir o valor da massa das soluções de biofertilizante e de fezes, foi realizado em duplicata deixando 100ml de biofertilizante e 100ml de fezes e colocado para secar a temperatura ambiente com máxima de 37,2°C e mínima de 15°C.

Após secagem os frascos foram deixados em dessecador até massa constante. As Figuras 18, 19 e 20 apresentam os frascos durante a secagem para ilustração da coloração intensa das amostras.

**Figura 18. Volumes das amostras estabelecidos para início da secagem**



Fonte: Elaboração da própria autora

**Figura 19. Amostras em processo de secagem com T máx. 37,2°C e T mín. de 15°C**



Fonte: Elaboração da própria autora

**Figura 20. Béqueres dentro da dessecadora sob vácuo**



Fonte: Elaboração da própria autora

Após a secagem total, foram calculadas as médias das massas dos sólidos totais e calculado o volume de cada sistema, resultando a mesma massa, igual a 0,0022g. Com isso, foi proposto os seguintes volumes: Sistema 1(fezes): 0,04mL e Sistema 4 (biofertilizante): 0,5ml.

#### 4.6.3 Método para quantificação de colônias de coliformes fecais em rejeito e biofertilizante de Queixada

O procedimento descrito foi utilizado para as amostras separadamente. Para 100 ml de água estéril foram adicionados os volumes de amostras determinadas previamente.

Em seguida foi adicionado o reagente Colilert e imediatamente, a solução foi dividida em 100 tubos de ensaio contendo 1 ml da solução preparada medidos em pipeta graduada. A Figura 21 ilustra o material utilizado para diluição, antes de colocar o reagente.

**Figura 21. Amostras e reagentes antes da reação**



Fonte: Elaboração da própria autora

Foram utilizados no total 200 tubos de ensaios, cada um dos tubos foi pipetado 1mL de cada sistema, sendo 100 tubos de ensaio da amostra do Sistema 1 (S1) e 100 tubos do Sistema 4(S4).

Após as amostras terem sido pipetadas em tubos de ensaio e colocadas na estufa à 36°C (Figura 22) durante 24h com intervalos de observações a partir de 15horas, depois 18horas e em seguida 24h, tempo suficiente para observar a contagem de colônias pelo método NMP (Número Mais Provável).

**Figura 22. Amostras em estufa a 36°C durante 24h**



Fonte: Elaboração da própria autora

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Análises químicas

O Quadro 2 apresenta os teores matéria seca (MS) e o Quadro 3 apresenta os teores de fósforo (P) e potássio (K), além de outros Macro e Micronutrientes no alimento, fezes e biofertilizante.

Quadro 2. Teor de matéria seca nas amostras analisadas.

Produto	Teor de matéria seca (%) a 105°C
Alimento	55
Fezes	45
Biofertilizante	0,0113

Fonte: Elaboração da própria autora

Quadro 3. Análises químicas das fezes, alimento e biofertilizante.

Elemento	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alimento	10,6	23,7	29,2	5,5	2	34	1651	130
Fezes	19,9	8,9	49,8	5,7	3,7	73,5	7848	147
Biofertilizante	8,4	69,3	31	7,2	6,2	37	2408	10

Fonte: Elaboração da própria autora

Após a digestão era esperado que ocorressem perdas dos níveis de nutrientes constituintes da biomassa, assim como a maior disponibilidade dos minerais devido à quebra enzimática proporcionada pelo sistema gastrointestinal dos animais.

Bisso et al. (2003) analisaram um biofertilizante usado na pulverização da cultura da calêndula (*Calendula officinalis* L.) e obtiveram a seguinte composição.

No Quadro 4 podem ser visualizados os valores dos elementos que foram analisados no presente trabalho.

Quadro 4 Comparação da composição química de diferentes biofertilizantes.

Biofertilizante	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
(Esse trabalho)	8,4	69,3	31,0	7,2	6,2	37	2408	181	10
(Bisso 2003)	0,32	0,20	1,4	0,7	0,29	284	272	272	813
(Konzen, 1995)	26,5	12,9	74,2	26,3	13	15600	2,4	14540	17710
(Matos, 1998)	26,1	4,80	65,2	6,3	5,5	9580	3,7	4840	3030
(Warman,1986)	23	41	20	10	-	900	-	4000	8000

Fonte: Elaboração da própria autora

As diferenças obtidas, principalmente nos valores para o ferro, devem-se ao comportamento alimentar dos animais dos quais foram obtidos os dejetos.

Os queixadas possuem o hábito de fuçar, revirando o alimento e o solo, de onde naturalmente obtém os recursos alimentares, com isso acabam ingerindo grande quantidade de terra, elevando o teor de ferro presente nas fezes, por sua vez as bactérias presentes na solução da câmara de biofertilização podem utilizar o ferro como cofator para suas reações metabólicas reduzindo drasticamente esse valor em mais de 30%.

Um valor aproximado encontrado neste trabalho e Bisso *et al.* 2013 foi para manganês, 181 e 165 mg/kg respectivamente. Esses resultados mostram a dificuldade no controle do produto gerado na propriedade e corrobora com diversos autores que relatam o obstáculo de balanço de nutrientes, pois a concentração destes dependerão sempre de fatores relacionados ao teor de água, pH, temperatura, tempo de cura ou retenção, concentração de sólidos voláteis, relação carbono/nitrogênio e substâncias tóxicas (VIRGILIO *et al* 2010; OLIVEIRA JÚNIOR 2013; LACERDA & SILVA 2014).

Os valores obtidos por KONZEN *et al* 1995, MATOS *et al* 1998 e WARMAN *et al* 1986 se trata da composição de águas residuárias de suinocultura, sendo similar a composição de um biofertilizante. Nota-se que Konzen tem enxofre similar aos dados do trabalho.

Já Matos tem magnésio e enxofre com valores parecidos com os deste trabalho, enquanto Warman possui potássio, cálcio e magnésio com valores próximos aos deste trabalho.

Em análise do biofertilizante líquido (Quadro 5), Santos, 1991, verificou a dinâmica dos elementos em quatro amostras de diferentes idades de fermentação (30,60, 90 e 120 dias) anaeróbica em quantificados em mg/kg.

Pode-se observar que a taxa de concentração dos elementos não é constante, diferente do pH que se mantém neutro ao longo do processo, característica desejável visando a condição ótima para a proliferação microbiana na câmara de fermentação.

Quadro 5. Análise química de biofertilizante em diferentes períodos de fermentação.

Elementos	(mg kg <sup>-1</sup> )			
	30	60	90	120
Fe	44,7	11,3	9,7	11,0
K	970,0	487,0	532,0	500,0
Zn	6,7	3,7	1,3	1,7
Cu	1,1	0,7	1,0	0,2
Mn	16,6	4,7	3,8	4,6
Mg	312,0	305,5	281,0	312,0
pH	7,8	7,4	7,6	7,7

Fonte: adaptada Santos, 1991.

As recomendações de doses de biofertilizantes para aplicação visando nutrição de plantas, seja em organoponia, fertirrigação ou em cultivo em solo em agroecologia, devem ser criteriosamente analisadas, pois pode-se estar subestimando ou superestimando a quantidade usada e isso poderá ter implicações no resultado final dos cultivos.

Os resultados obtidos garantem a eficiência do animal quanto a maximização da disponibilidade de micro e macronutrientes para as plantas quando presentes na solução do solo.

A concentração de minerais em uma solução biofertilizante, apesar de apresentar valores baixos pode ser altamente tóxica às plantas, por isso deve ser sempre analisado a fim de garantir que sejam aplicados à nível adequado para cada cultura, variando nas dosagens de solução a ser solubilizada em água, e só então ser fornecida às plantas variando também no tipo de aplicação, como na área foliar, radicular ou diretamente no solo.

Os resultados encontrados mostram a variabilidade da ação bacteriana na produção de biofertilizante, outra questão que deve ser ressaltada é a função sanitária que esse processo ocasiona, pela retirada dos dejetos do meio onde os animais ficam confinados, promovendo a remoção de possíveis patógenos que se desenvolvem nos excrementos, além de ajudar na manutenção da saúde e nutrição dos solos, mantendo uma finalidade ecológica.

## 5.2 Análises microbiológicas qualitativa

Após as 24 horas de estufa as amostras de fezes e biofertilizante mostraram indícios que houve diferença na quantidade de coliformes fecais devido a diferença do tom de amarelo entre as amostras (Figura 23), sendo que as amostras de dejetos apresentaram mais escuras, e assim comprova que está ocorrendo a biodigestão. Ao colocar em estufa com luz negra

apresentou a fluorescência constatando assim a presença de *Escherichia coli* em todas as amostras (Figura 24).

**Figura 23. Amostras na estufa à 38°C após 24h**



Fonte: Elaboração da própria autora

**Figura 24. Amostras em lâmpada ultravioleta para identificação de *E. coli***



Fonte: Elaboração da própria autora

### **5.3 Resultado do método desenvolvido para quantificação de colônias**

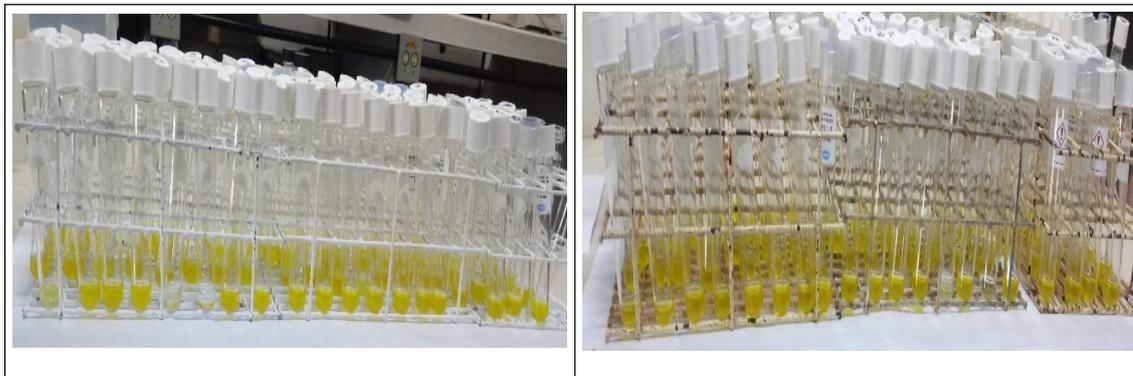
Para demonstrar o alcance do tratamento para obtenção do biofertilizante, amostras foram preparadas com a mesma concentração, adicionando-se 0,5mL de biofertilizante que corresponde a 0,05mL de fezes.

Esta proporção levou em conta a coloração da solução final necessária para a visualização de coloração amarela e a capacidade do instrumento de medida.

O experimento foi acompanhado contando-se o número de tubos de ensaio sem soluções amarelas após um período de 24 horas (Figura 25), onde a parte esquerda representa amostras de biofertilizante e a direita tubos contendo amostras de fezes.

Verifica-se que as amostras apresentam colocação compatível ao experimento uma vez que é possível verificar nitidamente as colorações.

**Figura 25. Amostras após 24h em estufas a 36,5°C para biofertilizante (esquerda) e para amostra de fezes (direta)**



Fonte: Elaboração da própria autora

O Quadro 6 apresenta o número de tubos com resultados negativos e positivos para Coliformes e *E. coli* observados em função do tempo de incubação a 36°C.

Foram considerados negativos os tubos que permaneceram incolores e positivos os com tonalidade amarela.

**Quadro 6. Resultados para Coliformes e *E.coli* com o tempo de incubação**

<b>Amostra</b>	<b>Após 15h</b>	<b>Após 18h</b>	<b>Após 24h</b>
Fezes	-12/+81	-9/+84	-7/+86
Biofertilizante	-30/+63	-10/+83	-9/+84

Fonte: Elaboração da própria autora

Sendo assim, quanto a amostra de fezes foi obtida em 15h, 18h e 24h as porcentagens: 12,37%; 9,27% e 7,21% respectivamente de tubos sem colônias. Enquanto na amostra de biofertilizante no mesmo intervalo de tempo apresentou: 30,93%, 10,30% e 9,27% de tubos com a ausência de colônias.

Com isso pode-se observar que há formação de colônias de coliformes fecais totais é maior na amostra de fezes.

Por meio da tabela IDEXX Quanti- Tray®/2000 NMP do Colilert (Quadro 7), foi possível estimar, de acordo com o método NMP, o número mais provável de colônias de coliformes fecais.

Quadro 7. Análise de Coliformes fecais após 24 horas de acordo com a tabela do Colilert IDEXX Quanti- Tray®/2000 NMP.

Amostra	Após 24 horas	NMP/ 100mL
Fezes	86	40830
Biofertilizante	84	29780

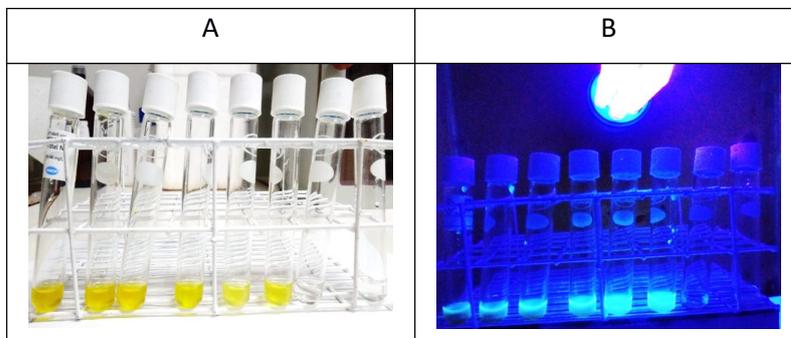
Fonte: Elaboração da própria autora

A redução de 30% de NMP de coliformes fecais, das fezes para o biofertilizante, comprovando assim o processo de biodigestão.

Os resultados indicam que a metodologia proposta possibilita inferir que as amostras processadas no biodigestor apresentam melhores resultados microbiológicos em relação à amostra não processada.

As Figuras 26 (A e B), apresentam um gradiente de tons amarelados observados no decorrer do tempo de incubação e em presença de lâmpada de ultravioleta com comprimento de onda de 375 nm, indicando respectivamente presença de Coliformes totais e *E. Coli*.

**Figura 26. Diminuição da variação de tons da amostragem do biofertilizante (A) e a mesma na presença de lâmpada UV de onda de 375 nm (B).**



Fonte: Elaboração da própria autora

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O biodigestor demonstrou eficiência para produzir gás no primeiro mês de deposição de fezes, após ser colocado uma luva no cano de saída e a mesma ter inflado em um período considerável, a partir de um sistema de manejo de bioenergia poderia ser realizado futuramente uma produção de biogás, conseqüentemente gerar energia elétrica.

Ao instalar um biodigestor, em curto período pode-se notar um feedback positivo economizando com adubação e caso haja a produção de biogás pode-se economizar em gás de cozinha e até mesmo em energia elétrica.

A unidade biodigestora instalada no zoológico poderá ajudar na divulgação de métodos alternativos de aproveitamento de resíduos sólidos, levando a mensagem de que precisamos otimizar a utilização da biomassa disponível, orientando o destino dos materiais que estão sujeitos à ação humana.

O material recolhido do recinto dos queixadas poderá ser utilizado como fonte de nutrientes para a adubação de plantas próximas ao biodigestor ou ao recinto, com a função de ornamentar o ambiente e ainda produzir futuramente alimentos para os próprios queixadas formando então um ciclo interno.

Figura 27. Ciclo sustentável de rejeito de Queixadas.



Fonte: Elaboração da própria autora

## **7. CONCLUSÕES**

Por meio das análises químicas notou-se uma redução nas quantidades de elementos químicos no biofertilizante de queixada, no entanto, os valores obtidos no biofertilizante mostraram-se adequados com outros estudos para suínos e com possibilidade de utilização em culturas perenes, em função dos coliformes fecais.

Em relação aos coliformes fecais, as análises sugerem uma diminuição no NMP de colônias entre fezes e biofertilizante após o período de biodigestão, sendo este um indício que o biodigestor respondeu de maneira satisfatória a um rejeito ainda pouco utilizado neste processo.

## 8. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA.F.L; Jornal Biosferas. **Como a genética molecular auxilia a ecologia?**/Artigos:Ecologia. – Junho, 2019 Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/biosferas/Art0059.html>> Acesso em 25 de Junho de 2019

ANEEL; Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica.** – Brasília : ANEEL, 2002 Capítulo 5: "Biomassa". Disponível em: <[www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf)> Acesso em 05 de Maio de 2018

BARICHELLO, R. et. Al. O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região NOROESTE DO Rio Grande do Sul. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. ENEGEP**, 31, 2011, Belo horizonte. Anais do ENEGEP 2011. ABEPRO, v.1, p. 10-11, 2011.

BENINCASA, M.; ORTOLANI, A.F.; LUCAS JR., J. **Biodigestores convencionais. Jaboticabal: FUNEP.** 1991, 25p. CESP - Biodigestor rural. Série eletrocampo – São Paulo, SP. 1987. 27p.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes.** JAGURIÚNA: EMBRAPA-CNPMA, 1998

BISSO, F.P.; BARROS, I. B. I. DE; SANTOS, R.S.dos. **Biofertilizante foliar em diferentes concentrações e frequências de aplicação de calêndula.** In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003.

CLIMATE-DATA.ORG, 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/ilha-solteira-34894/>> Acesso em: 28/12/2018

COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; VARKULYA, A. Jr.; PECORA, V... "Biodigestor Modelo UASB". **Relatório de Acompanhamento** - São Paulo. CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, 2003.

COSTA , L; BALTAZAR, R. D; JESUS R,D; ROSSI, V.C; ROLDÃO, V. Estudo das formas de obtenção de gás e energia a partir de matéria orgânica. **Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de São Bernardo do Campo no curso de ciências química como requisito parcial para obtenção do título químico com atribuições tecnológicas.** São Bernardo do Campo 2012.

COSTA, R. C. Análise química do biofertilizante produzido a partir do processo de biodigestão e sua aplicabilidade na agricultura - **Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental UFRJ.** Instituto Três Rios. 2017

CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais silvestres.** São Paulo: Roca, 2006. 1354 p.

DUENHAS, L. H. ; PINTO, I. M. ; GOMES, T. C. de A. **Teores de macronutrientes em plantas de melão cultivado em sistema orgânico fertirrigado com substâncias húmicas.** **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, jul. 2004

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO de MINAS GERAIS/CETEC. **Manual de construção e operação de biodigestores**. Minas Gerais: Ed. do CETEC, 1982.

GRANDINI, D.V. Produção de bovinos a pasto com suplementos protéicos e/ou energéticos. **In: Reunião anual da sociedade brasileira de Zootecnia**. Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2001.

GREGHI, Simone de Queiróz. **Avaliação da eficiência de métodos rápidos usados para detecção de coliforme totais e coliforme fecais em amostras de água, em comparação com a técnica de fermentação em tubos múltiplos**. 2005. 83 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/88350>>. Acesso em: 30/06/2019

HERCULANO, M. C. R.; SOUZA A. D. **Boletim Técnico IFTM**, Uberaba-MG, ano 2, n.1, p.14-19, jan./abr., 2016

IBGE. DISPONÍVEL em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ilha-solteira/panorama>> Acessado em: 28/12/2018

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018) **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I /1. ed.** Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018.

KONZEN, E.A.; PEREIRA FILHO, I.A.; BAHIA FILHO, A.F.C.; PEREIRA, F.A. **Utilização de esterco líquido de suínos na adubação de milho**. In: SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, 1., 1995, Ponte Nova. Anais... Ponte Nova: EPAMIG, CRZM, 1995. p. 88-110.

LACERDA, J.J.J.; SILVA, D.R.G. Fertilizantes Orgânicos: usos, legislação e métodos de análise. **Boletim Técnico** - n.º 96 -. Universidade Federal de Lavras - EDITORA UFLA. Lavras/MG. (2014)

MAGALHÃES, A. P. T. Biogás: Um projeto de saneamento urbano. Nobel: São Paulo. 1986. 120p. ORTOLANI, A.F.; BENINCASA, M.; LUCAS JR., J. **Biodigestores rurais modelos indiano, chinês e batelada**. Jaboticabal: FUNEP. 1991. 35p.

MATOS, A.T.; SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M. **Compostos orgânicos contendo dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1998, Viçosa. Anais... Viçosa: SBCS, 1998. p. 663-665.

NETO. E.A.T. Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface\*. **RELATÓRIO DE PESQUISA BIOFERTILIZANTES**. Curitiba, Dezembro/2006. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/biofert\\_netto\\_darolt06.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/biofert_netto_darolt06.pdf)>. Acesso em 20/12/2018

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27, 1993. 188 p.

OLIVEIRA, F.A. J. Ensino não formal da diminuição da carga poluidora de dejetos animais a partir da produção de biogás e biofertilizante em pequenas propriedades rurais. **Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática**. 70 f.:il. (2013).

PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. “MB4”: **Agricultura Sustentável, Trofobiose e Biofertilizantes**. 5 ed. Bahia. Fundação Juquira Candiru, Mibasa, 2005. 273 p.

RANZI, T. J. D.; ANDRADE, M. A. N. **Estudo de viabilidade de transformação de esterqueiras e bioesterqueiras para dejetos de suínos em biodigestores rurais visando o aproveitamento do biofertilizante e do biogás**. Campinas (SP) [online]. 2004. Anais... Disponível em: . Acesso em: ago. 2015.

REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA RENOVÁVEIS. 3, p. 179-187, 2014.

SANTOS, A. C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n4, p. 275 – 279. 1991.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER – Rio, 1992.

SANTOS, T.M.B.; JÚNIOR, L . **Balanço energético em galpão de frangos de corte**. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.1 p.25-36, 2004.

SANTOS ET.al. **Biodigestores e Conservação da Energia: educação ambiental feita a partir de interações em redes sociais**. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1536>> Acessado em 20/11/2018.

SEIXAS, Jorge et al. Construção e funcionamento de biodigestores. EMBRAPA-CPAC **Circular técnica**, 4..Brasília: EMBRAPA - DID, 1980.

SEIXAS, Jorge et al. Construção e funcionamento de biodigestores. EMBRAPA-CPAC **Circular técnica**, 4..Brasília: EMBRAPA - DID, 1981.

SGANZERLA, E. Biodigestores: uma solução. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.

VIEIRA, A. **Biodigestor - Matéria de estudo**: 3/12. SEGUNDA, 17 DE ABRIL DE 2017. Disponível em: <<https://www.facebook.com/notes/alexandre-vieira/biodigestor-mat%C3%A9ria-de-estudo-312/231056064040565/>>. Acesso em 21/11/2018.

SHIMAKO, M. Z. O papel dos biodigestores na agropecuária sustentável. **Equipe portal biosistemas** 25/05/2018. Dispo nível em:< <http://www.usp.br/portalbiosistemas/?p=7972>>. Acesso em:20/12/2018.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

TRAMONTINI, P. **Relatório do programa de expansão da suinocultura e controle da poluição**. Apresentação oral, Reunião, Concórdia, março de 1999.

VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 153-157, abril/junho, 2003.

WARMAN, P.R. **Effects of fertilizer, pig manure and sewage sludge on timothy and soils.** Journal Environmental Quality, Madison, v.15, n.2, p.95-100, 1986.