

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CURITIBA - UNICURITIBA
BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

POTENCIAL DO USO DE BIOFERTILIZANTES

CURITIBA/ PR

2022

CENTRO UNIVERSITÁRIO CURITIBA - UNICURITIBA
EDIVALDO PEREIRA DA SILVA

POTENCIAL DO USO DE BIOFERTILIZANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso superior de Engenharia Química do Centro Universitário Curitiba - Unicuritiba, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Químico.
Orientador: Professor Alejandro Salazar Guerra

CURITIBA/ PR
2022

TERMO DE APROVAÇÃO
EDIVALDO PEREIRA DA SILVA
POTENCIAL DO USO DE BIOFERTILIZANTES

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado para a obtenção do grau de Engenheiro Químico no Curso de Engenharia Química do Centro Universitário Curitiba - Unicuritiba.

Curitiba, 07 de dezembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. (orientador)

Presidente

Profa. MSC.....

Prof.

AGRADECIMENTOS

Dedico

À Deus e todos os amigos que de alguma forma estiveram do meu lado.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela força, foco e sabedoria que me proporcionou na execução desse projeto que é a universidade.

Aos Professores, coordenadores que tiveram desde o início do curso dando o apoio e suporte necessário.

Aos meus pais, em especial ao meu pai Luiz Pereira da Silva (in memoriam), que faleceu á alguns meses atrás e não poderá assistir seu primeiro filho se formar na universidade.

A minha namorada Elaine Klepack, e ao meu filho Luiz Octavio que são os verdadeiros motivos e inspiração desse sonho.

A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso busca verificar a possibilidade do potencial uso dos biofertilizantes, sendo realizadas observações obtidas por meio das bibliografias consultadas e observando dados, e sendo o Brasil um País que se destaca pelo seu setor de agronegócios, sendo a pecuária um forte e relevante setor e que a crescente demanda de produção faz com que seja necessário que novas pesquisas sejam realizadas com o intuito de absorver e atender essa área em crescente expansão. Para isso é necessário uma gestão sustentável dos produtos dos resíduos agropecuários de forma a minimizar o impacto que esses causam no ambiente, reduzindo a poluição. Uma solução viável e também diante de vários estudos apresentados sobre biofertilizantes oriundos da decomposição de dejetos de animais, já que o Brasil é um dos maiores produtores de proteína animal e conseqüentemente precisa obter uma solução para o tratamento dos dejetos. Desta forma, necessário se faz buscar novos caminhos para o tratamento, utilizando a seu favor esse material que devidamente tratado deixa de ser dejetos para ter uma nova finalidade e ainda obtendo lucro, pois, dessa forma minimizaria a necessidade da compra do produto, principalmente no caso da necessidade de importação. Ainda, é necessário um planejamento ambiental e a devida capacitação dos profissionais para o uso correto dos recursos e também para que melhore a questão de capacitação para buscar novos produtos que sejam suficientes para a atividade. Então, deve-se buscar planejamento adequado e a devida atenção ao manejo dos resíduos, pois é comum encontrar sistemas abandonados ou avariados que em nada melhora a qualidade ambiental. Por fim, além dos biofertilizantes ainda há a possibilidade do uso do biogás, que é basicamente um composto com a mistura gasosa de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e em menores proporções o gás sulfídrico, hidrogênio e o nitrogênio, sendo ele o resultante da degradação biológica de compostos orgânicos presente nos dejetos de animais, nos lixões e também pode se formar naturalmente no meio ambiente com a degradação natural da celulose dos vegetais em locais alagados, popularmente conhecido como gás do pântano.

Palavras-chave: BIOFERTILIZANTES. BIOGÁS. PLANEJAMENTO AMBIENTAL. NPK.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo Anaeróbico de esterqueira.....	17
Figura 2. Modelo de biodigestor indiano.....	18
Figura 3 – Biodigestor anaeróbico modelo chinês.....	19
Figura 4 – Biodigestor anaeróbico modelo canadense.....	20
Figura 5 – Etapas metabólicas do biodigestor anaeróbico.....	20
Figura 6 – Processo de produção do Biogás.....	23

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 – Composição média do biogás.....	23
Tabela 2 – Comparação entre biogás e outros combustíveis.....	25
Tabela 3 – Componentes do biofertilizante.....	28
Tabela 4 – Receita, volume de compra e preço médio da importação de adubos e fertilizantes pelo Brasil de 2012 a 2022.....	30
Tabela 5 – Produção diária de dejetos	31
Tabela 6 – Produção de bovinos	33
Tabela 7 – Taxa de abate de vacas.....	35
Gráfico 1 – Composição média do biogás.....	24
Gráfico 2 – Produção e importação de fertilizantes	29
Gráfico 3 – Mercado de fertilizantes no Brasil.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1 Esterqueira.....	16
2.2 Biodigestor	17
2.3 Modelo indiano.....	18
2.4 Modelo chinês.....	19
2.5 Modelo canadense.....	19
2.6 Fatores que influenciam na produção do biogás.....	22
2.7 O biogás.....	22
2.8 Biofertilizantes.....	25
2.9 Dos dados obtidos.....	29
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro vem se destacando no mundo nos últimos anos, tanto pela quantidade, quanto pela qualidade dos nossos alimentos. Segundo a EMBRAPA hoje o agronegócio brasileiro alimenta aproximadamente 10% da população mundial. Com o aumento da população a cada dia, o campo precisa produzir mais alimento e novas técnicas de manejos para poder suprir essas demandas são aplicadas no campo. (EMBRAPA, 2022)

Desde o início da criação da revolução verde na década de 50, as terras produtivas ao redor do mundo começaram a produzir mais em menores espaços plantados. Criada durante uma conferência em Washington, por William Gown, a expressão “Revolução Verde” refere-se a um programa de inovações tecnológicas no setor da agricultura. O objetivo é aumentar a produtividade por meio de modificação em sementes, fertilização do solo, utilização de agrotóxicos e mecanização no campo. Dentre esses fatores citados acima, damos ênfase na fertilização do solo. Os fertilizantes (NPK) são divididos em minerais e orgânicos e são essenciais para o desenvolvimento de plantas, pois oferecem a elas os nutrientes responsáveis pela germinação, produção de folhas, frutos e sementes. (EMBRAPA, 2022)

O Brasil é o quarto país do mundo em uso desses produtos (atrás de China, Índia e EUA), porém somos o maior exportador. Isso ocorre, de acordo com especialistas da Embrapa, porque grande parte do solo brasileiro é pobre em nutrientes (MANFROI, 2022).

Segundo a empresa First S.A. (2022) importadora de fertilizantes aqui no Brasil, até Abril de 2022 o país bateu recorde de importação desses produtos se comparados com o mesmo período do ano passado, com números que chegaram a marca de 2,10 bilhões de dólares. Isso significa um aumento de quase 300%, onde foram arrecadados 530,10 milhões de dólares no mesmo período do ano de 2021. Esse recorde de aumento foi para todos os indicadores, tanto nos preços, quanto nas quantidades comprada. Em Abril de 2021 o produto era comercializado a uma média de (US\$0,28/kg), com a alta nos preços nesse mesmo período deste ano o preço médio chegou a (US\$0,65/kg). Com relação ao volume comprado nesse mesmo período a alta foi 72,4%, saltou de 1,88 milhões de toneladas para 3,24 milhões de toneladas. (MDIC-SECEX). (FIRST, 2022)

Um dos principais motivos para a alta nos preços dos fertilizantes foi dada por uma questão Geopolítica, desde o início do conflito entre a Rússia e Ucrânia em Fevereiro desse ano, muitos países ficaram receosos de acontecer uma escassez mundial desses insumos. Com o Brasil não foi diferente, visto a dependência de importação desses insumos, ano passado o Brasil importou 85% do fertilizante utilizado na agricultura, sendo 23% deles vindo da Rússia. (EMBRAPA, 2022)

Esse conflito na Europa ascendeu um alerta sobre a dependência de fertilizantes de outros países, o agronegócio brasileiro representa mais de 1\4 do PIB do país, um setor tão representativo para economia, e ao mesmo tempo vulnerável. Mesmo com a crescente demanda por fertilizantes, o Brasil que nunca teve uma grande produção nacional desses insumos, nos últimos 20 anos teve uma redução de cerca de 33% na produção de fertilizantes e insumos agrícolas. (EMBRAPA, 2022)

O governo federal já estudava antes mesmo dessa crise um plano onde pudesse fortalecer a produção de fertilizantes em solo nacional, uma força tarefa já vinha sendo montada, o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF), esse projeto tem como objetivo reduzir a importação de fertilizantes feita pelo Brasil. Entretanto, especialistas do setor afirmam que tal medida não terá efeitos imediatos, entre os anos de 2030 a 2050 o Brasil pretende com esse plano reduzir de 85% para 60% a participação dos insumos estrangeiros na agricultura brasileira. O plano se divide em cinco diretrizes:

- 1- Modernização, reativação e ampliação das plantas e dos projetos de fertilizantes existentes no Brasil
- 2- Melhoria do ambiente de negócios no Brasil para atração de investimentos para a cadeia de fertilizantes e nutrição de plantas
- 3- Promoção de vantagens competitivas na cadeia de produção mundial de fertilizantes para o Brasil
- 4- Ampliação dos investimentos em PD&I e no desenvolvimento da cadeia de fertilizantes e nutrição de plantas do Brasil
- 5- Adequação da infraestrutura para integração de polos logísticos e viabilização de empreendimentos.

Paralelamente ao PNF, pode-se ter a chance de acelerar o agro sustentável no país, visto o potencial de utilização de adubos orgânicos vindo dos biofertilizantes gerados principalmente nas propriedades rurais. O Brasil é um dos líderes mundiais em produção de leite e produção carne suína, temos um dos maiores rebanhos de vacas leiteiras e suínos do mundo, animais esses que são criados em

regime de confinamento, algo favorável para o aproveitamento desses dejetos, seja através de biodigestores ou esterqueiras. Com o aumento na produção mundial de alimentos, a um descontrole na geração de resíduos, principalmente em relação aos dejetos produzidos por esses animais. Por outro lado se estuda o potencial do uso desses dejetos para a produção de biogás e posteriormente a fertilização dos solos das propriedades, visto que este material é rico em metano e nutrientes desejados pelas plantas. (EMBRAPA, 2022)

Sendo assim, a gestão sustentável dos resíduos agropecuários tem sido recomendada como forma a mitigar os problemas causados pelo seu acúmulo. A sua utilização como insumo na produção agrícola é uma alternativa para reduzir a poluição, além de melhorar a qualidade do solo.

Diante aos problemas apresentados, tais como dependência de insumos agrícolas de outros países e também a necessidade de um programa de agro mais sustentável referente ao manejo correto desses dejetos oriundos dos animais criados em confinamento, o tratamento desse material pode passar por dois processos distintos: a biodigestão anaeróbica e a biodigestão aeróbica. Nesse primeiro caso será necessário o uso de um biodigestor, já o segundo será processado apenas e uma esterqueira.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho será focado em calcular o potencial do País em produzir biofertilizantes através de dejetos bovinos e suínos criados em sistema de confinamento, comparar a participação e a importância do produto no mercado nacional de insumos agrícolas.

Objetivo

O presente trabalho tem como principal objetivo, através de estimativas e pesquisas já realizadas, comparar o potencial do Brasil no aproveitamento de dejetos de suínos e bovinos criados em confinamentos para produção de biofertilizantes. Será descrito dois processos mais comuns para o tratamento desses dejetos: a digestão aeróbica e a digestão anaeróbica.

Nesse primeiro processo citado, o material é tratado em esterqueiras, equipamentos similares a uma piscina ou tanque, e são abertos a atmosfera, esses reservatórios podem ser em qualquer formato e tamanho, a depender da necessidade, tem o fundo e as paredes revestidos, normalmente de lonas resistentes, o que impede

de o material contaminar o solo. Neste processo a matéria orgânica é consumida por um grupo de bactérias aeróbicas, ou seja, com presença de gás oxigênio, conforme os microrganismos vão se alimentando da matéria orgânica, o material vai ficando rico em micro e macro nutrientes, algo desejável ao final do processo. O tempo total desse processo varia em torno de 30 dias, mas pode ser interferido por vários fatores como temperatura, Ph, contaminantes, entre outros.

Já no processo de biodigestão anaeróbica, o material a ser tratado passa por um equipamento chamado biodigestor, esse processo é isento de oxigênio. Nesse processo o material principal e de maior valor é o biogás, o qual não estudaremos profundamente, pois não é nosso objetivo principal. O biofertilizantes acaba sendo um sub- produto, porém o biodigestor acaba agregando mais valor a esses dejetos. O equipamento se resume em um tanque, uma piscina ou um reservatório qualquer, que se assemelha a esterqueira, porém o mesmo deve ser coberto por um material impermeável, tornando o ambiente anaeróbico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

É notório que o Brasil é um País que se destaca pelo seu setor de agronegócios, sendo a pecuária um forte e relevante setor. Diante disso a crescente demanda de produção faz com que seja necessário que novas pesquisas sejam realizadas com o intuito de absorver e atender essa área em crescente expansão. (EMBRAPA, 2022)

Faz-se necessário uma gestão sustentável dos produtos dos resíduos agropecuários de forma a minimizar o impacto que esses causam no ambiente, reduzindo a poluição.

Há diversos estudos sobre biofertilizantes oriundos da decomposição de dejetos de animais. Todos contextualizam que o Brasil é um dos maiores produtores de proteína animal e conseqüentemente precisa obter uma solução para o tratamento dos dejetos.

Dessa forma, uma forma para se evitar esse tipo de poluição ambiente seria a transformação desses dejetos em biofertilizantes, por meio da decomposição anaeróbica.

O Plano ABC, ou seja, Agricultura de Baixo Carbono, recomenda um alternativa para o tratamento de dejetos de animais, que é o sistema de biogestão anaeróbico, que consiste num processo bioquímico, a grosso modo, acontece na ausência do oxigênio molecular livre e é utilizado para a reciclagem e tratamento dos resíduos, permitindo assim reduzir a poluição bem como produzir o biogás e obter o biofertilizante. (CALIGARES, 2022)

É necessário encarar com responsabilidade essa questão ambiental, principalmente no âmbito de medidas que podem ser tomadas e que visam melhorar e ampliar os processos de produção de artigos reutilizando outros insumos que não são uteis na natureza, assim como já ocorre no caso do leite, que todos os seus subprodutos são utilizados na indústria de alguma forma, aumentando os lucros, evitando desperdícios e aumentando as formas de utilização diante de tanto material que é desperdiçado. Dessa forma, esse produto que além de causar poluição e ser um problema em virtude da grande quantidade de manejo em grandes rebanhos exige uma grande mão de obra para obter resultados que venham a tratar e dar destino satisfatório aos dejetos e ainda assim obter lucro, além do mais importante, se tornar menos dependente da importação dos fertilizantes e assim se livrar das amarras e outros que podem vir a ocasionar no caso de não conseguir se obter, pois está sempre necessitando comprar em dólar e sujeito ao valor de mercado. (CALIGARES, 2022)

Antes esses dejetos não eram um problema grave em virtude dos rebanhos serem menores, mas com o passar dos anos isso foi aumento e tomando proporções muito grandes. Então com a necessidade da produção de alimentos cada vez maiores, toda essa parte da agropecuária foi intensificada em sua produção e buscando sempre novos meios de aumentar a eficiência. Ainda há a questão do espaço para atender os animais, energia, alimentos que demandam de valor. Tudo isso, essa grande densidade populacional de animais traz como consequência o problema do descarte correto dos dejetos dos animais, sem evitar a poluição dos mananciais, e que são grandes fontes de obtenção de água para essas mesmas propriedades bem como das cidades. Importante frisar que há legislação que regula esse tipo de recurso, pois agrega valor econômico, é finito e vulnerável, e dispõe de sanções tanto administrativas quanto penais. (CALIGARES, 2022)

Diante disso, é necessário um planejamento ambiental e a devida capacitação dos profissionais para o uso correto dos recursos e também para que melhore a questão de capacitação para buscar novos produtos que sejam suficientes para a atividade. Então, deve-se buscar planejamento adequado e a devida atenção ao manejo dos resíduos, pois é comum encontrar sistemas abandonados ou avariados que em nada melhora a qualidade ambiental.

Ainda, merece destaque a questão dos biodigestores no meio rural, pois estes podem gerar energia por meio dos gases obtidos na reciclagem orgânica. Importante frisar dos cuidados que são necessários no tratamento desses dejetos para evitar proliferação de insetos e animais que acabarão por danificar e estragar todo o processo de reciclagem e na criação dos produtos obtidos dos biodigestores.

Assim, os biodigestores devem ter fundamental importância e com objetivo principal de atender a demanda de produzir biofertilizantes além de dar uma solução energética e também ao saneamento, e através dos modelos que seguem e com a aplicação de diferentes tecnologias existentes e as que podem vir a ser apresentadas resultem na obtenção de melhores rendimentos, apresentando tipos mais adequados de produtos, melhorando a performance dos resultados obtidos e finalmente criando produtos que possam mitigar na questão dos fertilizantes, trazendo mais autonomia a quem utiliza os produtos, diminuindo seus custos e a dependência de importar os produtos e de todos os problemas que a importação acarreta. (CALIGARES, 2022)

Define-se biodigestores anaeróbios como sendo uma câmara fechada, onde são colocados os substratos orgânicos para serem degradados na ausência de oxigênio molecular, tendo como produto a formação do biogás e um efluente rico em nutrientes (FILHO, 2014).

Dessa forma, O biodigestor é composto de uma estrutura física conhecida como câmara na qual tem o processo de degradação da matéria orgânica. Esta estrutura pode ser cilíndrica, vertical e superficial, ou seja, acima do solo, acompanhada de uma campânula onde se acumula o gás que é desprendido da digestão da biomassa chamado de gasômetro (PINTO, 2008)

Existem alguns modelos de biodigestores, que é importante destacar que são de baixo custo operacional e de implantação; simples manejo, a manutenção e controle; a eficiência na remoção das diversas categorias de poluentes baixos requisitos de

área, pois pode se aplicar em pequena escala com pouca dependência da existência de grandes volumes; elevada vida útil e a possibilidade de recuperação de subprodutos úteis como o biofertilizante e o biogás (SAMILAK et al., 2010).

2.1. Esterqueira

A esterqueira é um tanque escavado e impermeável usado para a fermentação dos dejetos. Essa impermeabilização deve, preferencialmente, ser feita com uma geomembrana, que é uma manta com espessura e material adequados para impedir que os dejetos depositados na esterqueira infiltrem e contaminem o solo. Mas, caso o produtor tenha disponibilidade de material, ela também pode ser feita de alvenaria para reduzir o custo. O importante é que seja bem impermeabilizada. (EMATER-MG, 2020).

Com a fermentação na esterqueira, o poder poluidor dos dejetos é reduzido, possibilitando o seu aproveitamento como fertilizante em lavouras e pastagens. Para que o processo ocorra de forma adequada, a esterqueira deve ter 2,5 metros de profundidade, formato de trapézio, com a base inferior menor que a base superior. A capacidade de cada esterqueira será determinada pela quantidade de dejetos que são produzidos na propriedade.



Figura 1. Modelo de esterqueira. Fonte agrorizona (2020)

2.2. Biodigestor

Podemos definir os biodigestores anaeróbios como sendo uma câmara fechada, onde são colocados os substratos orgânicos para serem degradados na ausência de oxigênio molecular, tendo como produto a formação do biogás e um efluente rico em nutrientes (FILHO, 2014).

Um biodigestor pode ser uma caixa, um tanque ou qualquer outro reservatório, o mesmo deve ser coberto por um material impermeável, tornando o ambiente anaeróbico, ou seja, sem a presença de O_2 , favorecendo assim a biodigestão do material pelos microrganismos anaeróbicos.

NOGUEIRA (1986) define biodigestor como uma câmara hermeticamente fechada onde ocorre a fermentação anaeróbia da matéria orgânica, resultando em biofertilizante e gás metano (biogás). Como definiu Barrera (1993, p. 11), "o biodigestor, como toda grande ideia, é genial por sua simplicidade". Tal aparelho, contudo, não produz o biogás, uma vez que sua função é fornecer as condições

propícias para que um grupo especial de bactérias, as metanogênicas, degrade o material orgânico, com a consequente liberação do gás metano.

Existem vários modelos e tipos de biodigestores contínuos e descontínuos, cada um com características próprias de operação, que dependem do tipo de material utilizado, das condições locais, etc. A justificativa para a existência de vários modelos é primeiro, pelo seu próprio desenvolvimento histórico quando foram feitos vários experimentos e se acumulando experiências com o processo.

O biodigestor descontínuo se assemelha a um tambor que é alimentado com a biomassa (esterco). O biogás é produzido dentro desse tambor. Quando a produção cessa, o biodigestor é esgotado. Esse é um modelo de difícil utilização, pois recebe a carga total e depois precisa ser completamente esgotado.

Biodigestor contínuo - Os modelos mais difundidos no mundo são:

- Modelo indiano;
- Modelo chinês.

2.3. Modelo indiano

Ambos são modelos de biodigestor contínuo. Entretanto, o modelo indiano possui uma campânula de ferro. Por esse motivo, esse é um modelo de biodigestor de pouco tempo de utilização, pois a campânula de ferro acaba corroendo, sendo dessa forma, utilizado por pequenos produtores.

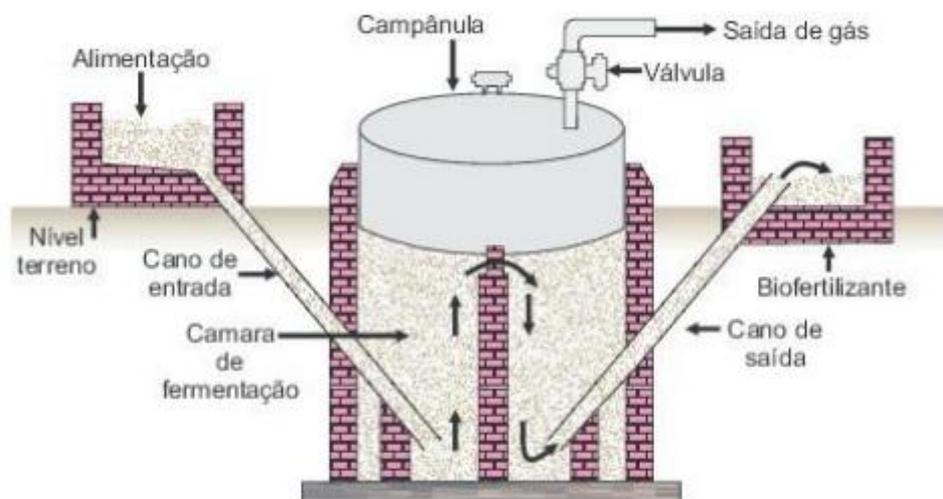


Figura 2. Biodigestor anaeróbico de modelo indiano

2.4. Modelo chinês

Já os biodigestores de modelo chinês possuem uma campânula fixa, construída em alvenaria. Entretanto, um fator que dificulta o uso desses biodigestores é que eles aceitam o esterco sólido, que precisa ser diluído com água em seu interior. Esse tipo de biodigestor tem uma caixa de alimentação e uma caixa de saída. Isso é feito de um modo quase manual o que, no Brasil, inviabilizou a difusão dessa tecnologia.

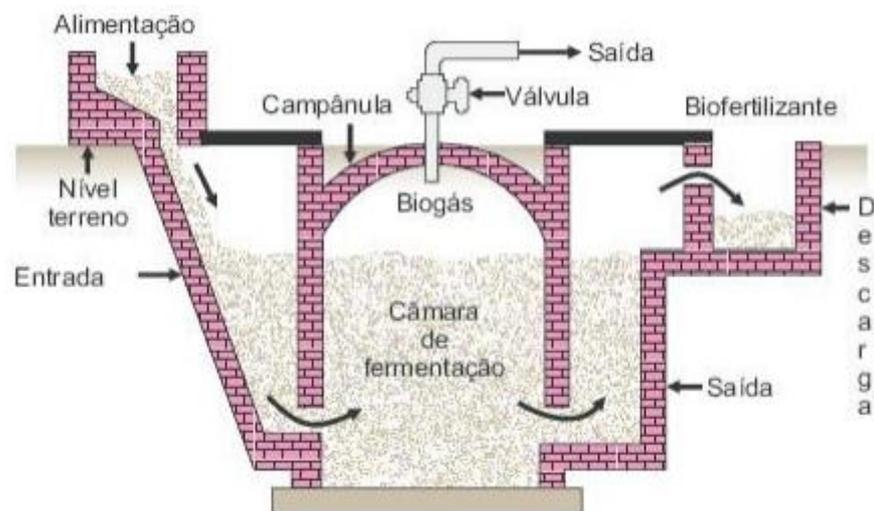


Figura 3. Biodigestor anaeróbico de modelo chinês

2.5. Modelo canadense

Assim, um modelo que veio substituir esse tipo de biodigestor contínuo foi o biodigestor modelo canadense, de lona. Atualmente, é o biodigestor mais utilizado no Brasil.



Figura 4. Biodigestor anaeróbico de modelo canadense

Um esquema simplificado, adaptado de MC CARTY JERIS e MURDOCH (1963), é apresentado na Figura, indicando as 4 etapas metabólicas da biodigestão anaeróbica.

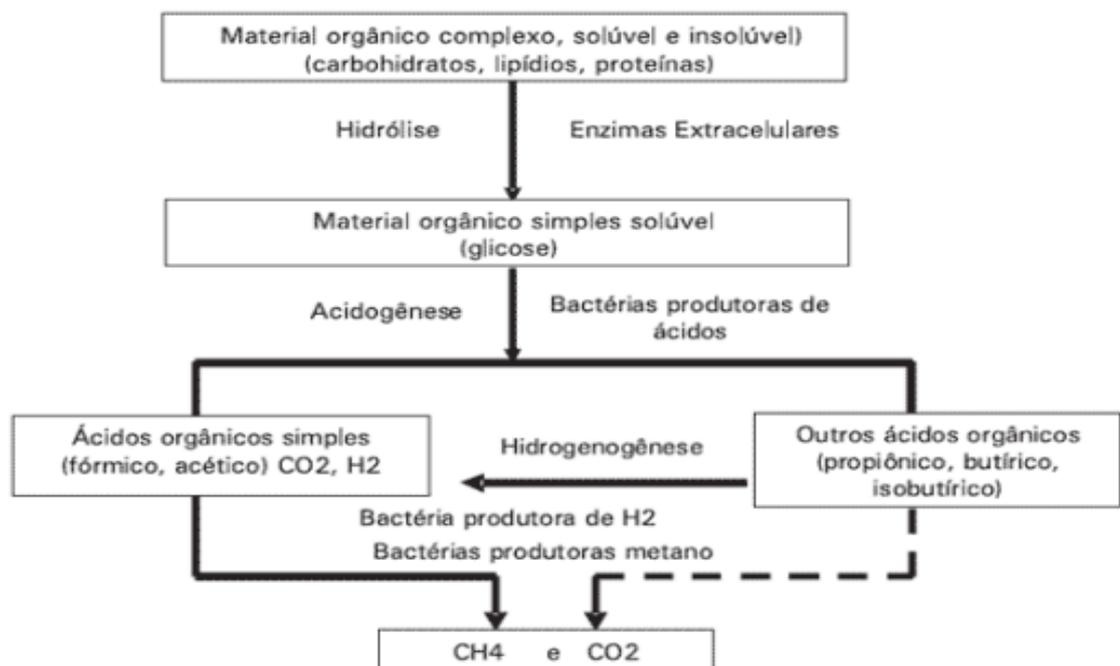
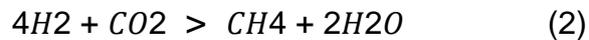
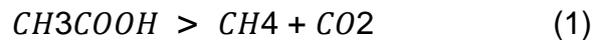


Figura 5. Etapas metabólicas da biodigestão anaeróbica

- Hidrólise: De acordo com Chernicharo (1997 apud MORAES, 2000) na hidrólise, a matéria orgânica complexa (polímeros) afluyente é convertida em materiais mais simples (monômeros), dissolvidos através da ação de exoenzimas produzidas pelas bactérias fermentativas hidrolíticas. As proteínas são degradadas em peptídeos, os carboidratos em açúcares solúveis e os lipídeos, em ácidos graxos de cadeia longa e glicerol (REIS, 2012). Somente com a quebra dos polímeros maiores é que começa o processo de biodigestão, contudo esse processo ocorre na ausência ou não de oxigênio
- Acidogênese: os produtos solúveis (aminoácidos, açúcares, gorduras) gerados na hidrólise são absorvidos e metabolizados no interior das células das bactérias acidogênicas fermentativas, em substâncias orgânicas mais simples que são posteriormente excretadas. Substratos orgânicos servem tanto como doadores quanto aceptores de elétrons. Os principais produtos gerados na fermentação são acetato (CH_3COOH), hidrogênio (H_2), dióxido de carbono (CO_2) e ácidos graxos voláteis (AGVs) como o propionato e o butirato. Estes últimos, após fermentados também produzem hidrogênio, dióxido de carbono e acetato (METCALF E EDDY, 1991).
- Acetogênese: é a etapa na qual os ácidos voláteis e os álcoois são metabolizados, produzindo acetato e H_2 através das bactérias acetogênicas produtoras de H_2 . As bactérias acetogênicas consumidoras de H_2 ou homoacetogênicas convertem parte do H_2 e do CO_2 que não se combinam, formando o metanol e acetato. Nesta etapa, também ocorre formação de material celular (OLIVA, 1997).
- Metanogênese: o gás metano é produzido pelas metanobactérias, reduzindo o CO_2 ou o acetato, dependendo da espécie de bactérias presentes, a metano, CO_2 e água (METCALF E EDDY, 1991). Segundo Silva (2009), são dois os papéis desempenhados pelas bactérias metanogênicas: produção de metano que possibilita a remoção de carbono orgânico, reduzindo o ácido acético a metano e dióxido de carbono, pela via acetotrófica, conforme equação (1), e a redução do

dióxido de carbono a metano e água, pela via hidrogenotrófica, conforme equação (2):



2.6. Fatores que influenciam na produção de biogás

Temperatura: cada grupo de bactérias (microrganismos) possui uma temperatura ideal de trabalho onde sua eficiência é maior. Três principais grupos: psicrófilicos ($T < 25^\circ\text{C}$), Mesófilicos (de 37 a 42°C) e termófilicos (entre 50 e 60°C). A maior parte das bactérias da metanogênese são mesófilicas. Para resíduos que já são gerados a temperaturas relativamente elevadas, pode ser bastante interessante à utilização do processo termófilico de digestão anaeróbia (CETESB, 2003).

A acidez (pH): de acordo com Viera e Souza (1981 apud CETESB, 2003), o pH é um dos fatores mais importantes a ser mantido para se obter uma boa eficiência do processo, segue o mesmo princípio da temperatura. Cada grupo de bactérias possuem seu ponto ideal de acidez.

Segundo Batista (1981 apud CETESB, 2003) a faixa de operação dos digestores é em pH entre 6.0 e 8.0, tendo como ponto ótimo pH 7.0 – 7.2. Fora destes limites, a digestão pode realizar-se, mas com menor eficiência.

A homogeneidade do substrato- Agitação: permite melhorar a produtividade assegurando boa homogeneidade do conteúdo do digestor e facilitando as trocas térmicas. Além disso, ela permite assegurar, em parte, a degaseificação dos resíduos. Essa agitação pode ser feita mecanicamente ou por simples recirculação do gás ou do efluente (SCRIBAN, 1985).

Concentração de Oxigênio; as bactérias da metanogênese trabalham na completa ausência de oxigênio. Por isso é de extrema importância um perfeito isolamento dos fermentadores.

2.7. O BIOGÁS

O biogás é basicamente composto de uma mistura gasosa de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e em menores proporções o gás sulfídrico, hidrogênio e o

nitrogênio. Ele é resultante da degradação biológica de compostos orgânicos presente nos dejetos de animais, nos lixões e também pode se formar naturalmente no meio ambiente com a degradação natural da celulose dos vegetais em locais alagados, popularmente conhecido como gás do pântano.

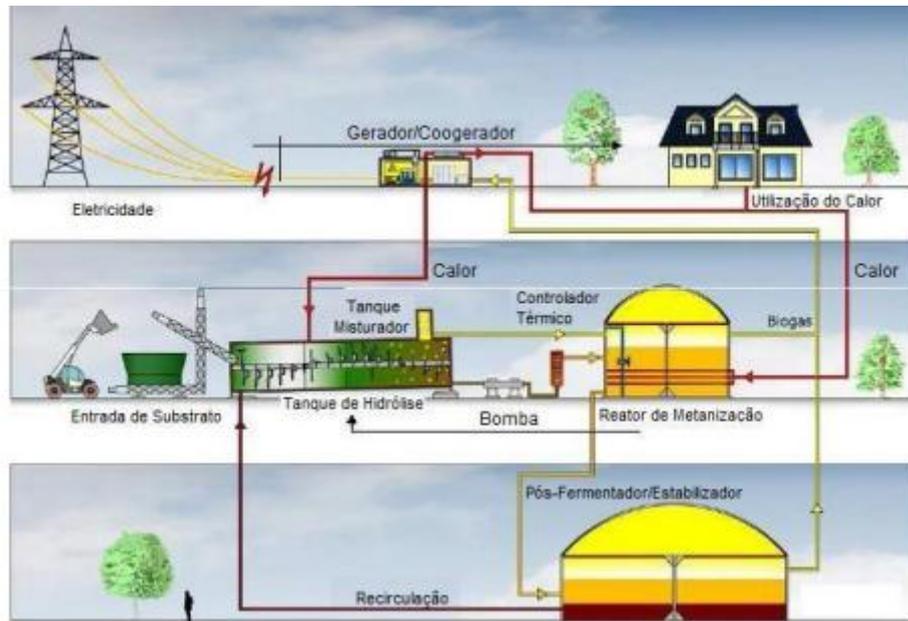


Figura 6. Processo de produção do biogás

A composição do biogás pode variar de acordo com o substrato utilizado, o clima e os meios onde ocorre a fermentação, entre outros, mas a composição básica não deve variar significativamente, seguindo as seguintes composições:

COMPOSIÇÃO MÉDIA DO BIOGÁS

TIPO DE GÁS	COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS EM %
Metano (CH ₄)	60 a 70
Gás Carbônico (CO ₂)	30 a 40
Nitrogênio (N)	Traços
Hidrogênio (H)	Traços
Gás Sulfídrico (H ₂ S)	Traços

Tabela1. Fonte: SGANZERLA, 1983, p. 10.

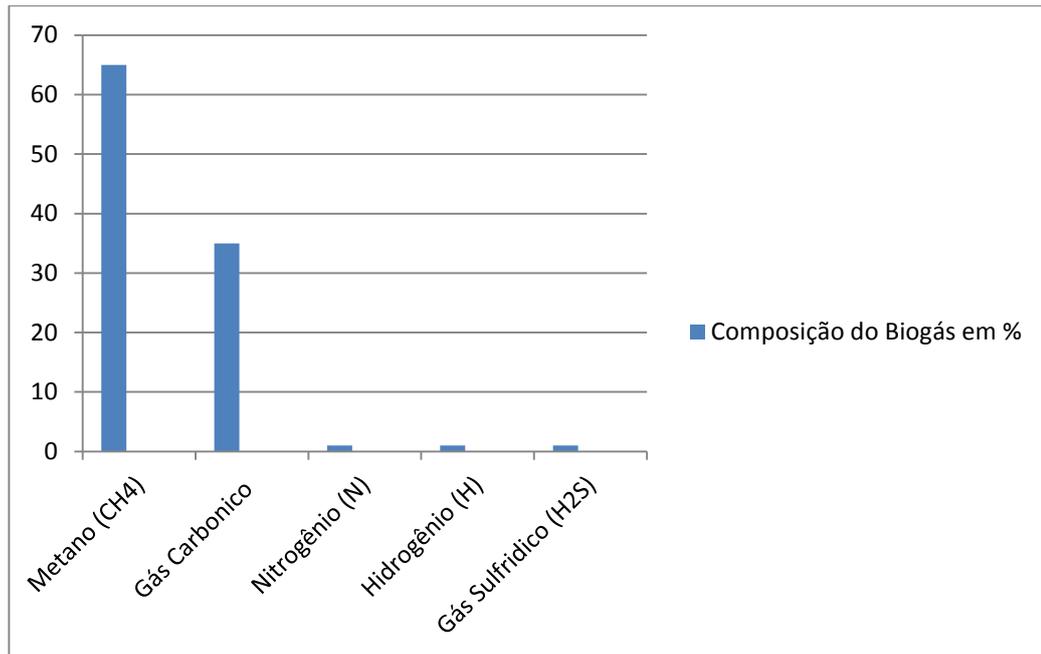


Gráfico 1. Composição média do biogás

Esse processo de formação do biogás acontece em um ambiente sem a presença de oxigênio, onde as bactérias e arqueas decompõem a matéria orgânica presente nesse meio. Esse processo é chamado de biodigestão anaeróbica.

Para que esse processo aconteça a vários fatores importantes que devem estar adequados, como temperatura, umidade, ph e ausência de O₂. A biodigestão anaeróbica pode acontecer naturalmente no meio ambiente ou se pode criar um ambiente favorável para que estas reações aconteçam, construindo assim um biodigestor.

Quando esse é formado naturalmente no meio ambiente os prejuízos com os impactos ambientais podem ser relativamente altos, uma vez que o metano é 21 vezes mais agressivo a camada de ozônio que o dióxido de carbono, contribuindo assim para a aceleração do efeito estufa.

O biogás, produto dessa reação pode ser aproveitado como uma fonte alternativa de energia, uma vez que o metano o principal componente dessa mistura gasosa, representando cerca de 60 a 80 % da proporção total da mistura, apresenta um grande poder calorífico. Ele é um Gás que não possui cor (incolor) e nem cheiro (inodoro), possui pouca solubilidade em água e quando em contato com oxigênio pode ser altamente inflamável, é considerado um dos mais simples hidrocarbonetos.

O poder calorífico desse biogás pode variar conforme a porcentagem de metano presente na composição, variando de 5000 a 7000 Kcal por metro cúbico.

Numa concentração de 100% de metano esses valores podem atingir até 12000 Kcal por metro cúbico.

Em termos práticos o quadro abaixo mostra o comparativo do biogás com outros combustíveis utilizados

Tabela 2. Comparação entre o biogás e outros combustíveis

Combustíveis	1 m3 de biogás
Gasolina	0,613 litros
Querosene	0,579 litros
Óleo diesel	0,553 litros
Gás de cozinha GLP	0,45 litros
Lenha	1,536 kg
Álcool hidratado	0,790 litros
Eletricidade	1,428 Kwh

Fonte: (Barreira, 1993 p.10)

2.8. BIOFERTILIZANTES

Borges (2022) explica que o uso de biofertilizantes em qualquer sistema de produção agrícola só teria a agregar trazendo grandes benefícios, sem impactar o meio ambiente, mas para isso é necessário que o controle de qualidade seja uma ferramenta necessária para a produção de biofertilizantes bem como para a comercialização do mesmo.

Ainda, Borges (2022) afirma que a mudança para biofertilizantes seria uma forma promissora de garantir a agricultura de uma forma mais sustentável, porém ainda há grandes desafios, além da incerteza e receio do mercado, a falta de tecnologia e os altos custos de pesquisa e a questão do registro e comercialização do produto.

Os biofertilizantes são os resultados finais do processo de decomposição dos compostos orgânicos, que contem células vivas de microorganismos. Logo, estes são preparados a partir de digestão anaeróbia, que consiste num sistema fechado e da digestão aeróbia, que consiste num sistema aberto de materiais orgânicos e materiais, dessa forma trazendo maior disponibilidade de nutrientes e microorganismos, pois a composição química do biofertilizante varia conforme o método de trabalho, o tempo em que leva para se decompor, além da população microbiológica,

De acordo com Borges (2022), os biofertilizantes apresentam

“contribuições para o meio ambiente, fruto da promoção de um menor consumo de fertilizantes tradicionais e pesticidas. O seu processo produtivo, natural, apresenta consigo uma redução do consumo de combustíveis fósseis e de compostos químicos utilizados no processo produtivo dos fertilizantes convencionais”

Ainda, importante frisar que a caracterização química das amostras dos esterco de bovino e galinha são respectivamente: 14,00 e 46,08 g.kg⁻¹ de N; 3,96 e 16,84 g.kg⁻¹ de P; 9,59 e 27,24g.kg⁻¹ de K. Dessa forma, os biofertilizantes possuem elementos necessários para nutrição vegetal, porém variando as concentrações e também dependendo da origem dessa matéria prima e o período que levou a decomposição. (BORGES, 2022).

Ainda, a incorporação dos restos vegetais do solo vem de longa data na agricultura, haja visto que entre os materiais orgânicos, o esterco é um dos mais comuns.

E falando-se em esterco, esse ajuda reduzir a perda de nitrogênio, retém o fosforo e melhora a qualidade da agricultura. Por isso se trata de uma forma natural e mais econômica e além disso, é considerado uma boa fonte de NPK, pois esses são os itens menos retidos na digestão do animal.

Borges (2022) explica que a utilização da adubação vem crescendo bastante e a utilização em solos pobres potencializa a produção de pequenos produtos. Dessa forma, aplicar o material orgânico aumenta a atividade microbiana no solo e os teores de macro e micro nutrientes, assim como a liberação do N inorgânico tem efeitos positivos de adubação.

Neste sentido, Borges (2022) explica que

“trabalhos envolvendo estudos com uso de fontes orgânicas como o biofertilizante são necessários, para que se preconize ou haja uma premissa do seu uso de forma racional nos diversos sistemas de produção animal, gerando melhor aproveitamento desses resíduos e propiciando maior sustentabilidade a estes sistemas”

Ainda, Borges (2022) traz que uma das principais características do esterco suíno são: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros, que por sua vez é constituído pelas fezes dos animais que, normalmente, se apresentam na forma pastosa ou sólida. Dessa forma, os dejetos podem apresentar grandes variações em seus componentes, dependendo do sistema de manejo adotado e, principalmente, da quantidade de água e nutrientes em sua composição.

Depois de passado pelo processo de biodigestão anaeróbica, o que antes eram dejetos dos animais, após passar por esse processo bioquímico, se transformam é um excelente biofertilizante, que podem ser usados diretamente nas lavouras, o mesmo pode substituir integralmente o uso de adubos químicos(NPK), e também tem grande poder de correção de PH do solo, pois o biofertilizante sai do biodigestor com PH em torno 7,0 - 7,5, com isso favorecem a multiplicação de microrganismos que ajudam na fertilidade do solo. Ele pode ser aplicado na forma líquida diretamente nas folhagens das plantas, ajudando no crescimento e também no controle de pragas ou pode ser utilizado na forma sólida, aplicando diretamente no solo

“Depois de passarem no digestor, os resíduos sobranes apresentam alta qualidade para uso como fertilizante agrícola, devido principalmente aos seguintes aspectos: diminuição no teor de carbono do material, pois a matéria orgânica ao ser digerida perde exclusivamente carbono na forma de CH₄ e CO₂; aumento no teor de nitrogênio e demais nutrientes, em consequência da perda do carbono; diminuição na relação C/N da matéria orgânica, o que melhora as condições do material para fins agrícolas; maiores facilidades de imobilização do biofertilizante pelos microrganismos do solo, devido ao material já se encontrar em grau avançado de decomposição o que vem aumentar a eficiência do biofertilizante; solubilização parcial de alguns nutrientes.” (USP, 2001)

A composição do biofertilizante varia de acordo com a biomassa utilizada, porém, análises têm mostrado os seguintes resultados médios:

Tabela 3. COMPONENTES DO BIOFERTILIZANTE

COMPOSIÇÃO	QUANTIDADE %
Ph	7,5
Matéria Orgânica	85%

Nitrogênio	1,8%
Fósforo	1,6%
Potássio	1,0%
Umidade	10,6%

Fonte: SGANZERLA, 1983, p. 26.

A seguir tem alguns fatores que tornam o biofertilizante viável para o uso na agricultura:

- PH em torno de 7,5: o biofertilizante funciona como corretivo de acidez, liberando o fósforo e outros nutrientes para solução do solo. Além disso, o aumento do pH dificulta a multiplicação de fungos patogênicos às culturas;
- Grande aproveitamento na nutrição das plantas, pois apresentam os nutrientes em formas facilmente absorvíveis;
- Melhora a estrutura do solo, deixando-o mais fácil de ser trabalhado e facilitando a penetração das raízes, alcançando camadas mais profundas, proporcionando maior tolerância das plantas a períodos secos;
- Melhora a agregação das partículas do solo, resistindo mais à ação desagregadora da água, absorvendo-a mais rapidamente, evitando a erosão;
- A estrutura mais porosa do solo adubado com biofertilizante, permite maior penetração do ar, na zona explorada pelas raízes, facilitando sua respiração, obtendo melhores condições de desenvolvimento da planta;
- O biofertilizante também favorece a multiplicação das bactérias, dando vida a solos já degradados;
- Aumenta a produtividade das lavouras;

Todos esses fatores citados a cima, dependem de uma operação correta do biodigestor, assim o material obtido na caixa de saída terá todos esses aspectos, podendo ser diretamente utilizado.

2.9. RESULTADOS

Em virtude de toda a busca em diversos estudos e publicações, se encontrou diversos dados importantes que merecem destaque para nortear e aprofundar os estudos.

Em 2020 a importação de fertilizantes totalizou 32.872.543 toneladas, volume 11% superior ao volume do registrado em 2019. A seguir a figura representa o crescimento das importações ao longo dos anos, partindo de aproximadamente 7,4 milhões de toneladas em 1998 para quase 33 milhões em 2020, com um crescimento de 445% em pouco mais de duas décadas. Nesse mesmo período, a produção nacional teve uma queda de 13,5% passando de 7,4 milhões de toneladas para 6,4 milhões.

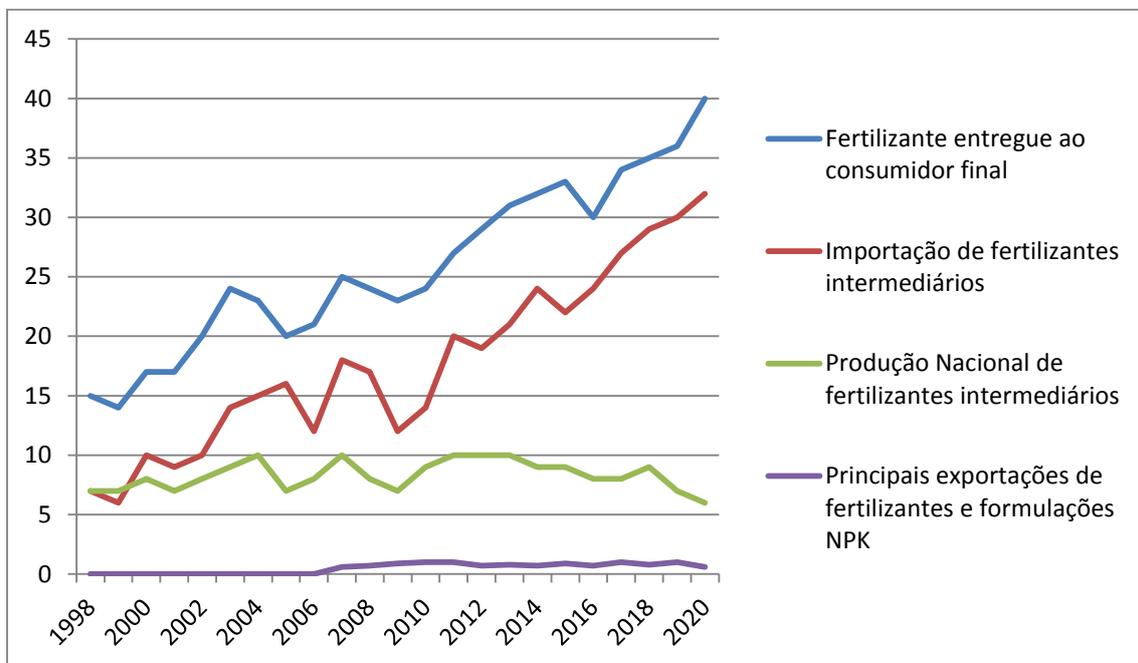


Gráfico 2. Produção e importação de Fertilizantes

A dependência se agrava no momento em que se verifica que o Brasil deve responder por quase metade da produção mundial de alimentos nos próximos anos, aumentando dessa forma proporcionalmente a demanda por fertilizantes. Atualmente o Brasil é o quarto consumidor global de fertilizantes, responsável por cerca de 8% desse volume. Aumentos nos preços desses insumos impactam negativamente nas exportações dos agronegócios brasileiro, o que torna o produto nacional bem mais competitivo, uma vez que a maior parte do custo de produção deriva do preço de fertilizante importado.

A tabela a seguir apresenta dados de receita, volume de compra e o preço médio da importação de adubos e fertilizantes pelo Brasil em abril de 2012 a 2022, segundos os dados do MDIC-SECEX.

Abril	US\$ Milhões	Var.	Mil toneladas	Var.	US\$ por Kg	Var.
2012	\$383,8	823,7	\$0,47
2013	\$849,4	121,3%	2.068,7	151,1%	\$0,41	-11,9%
2014	\$581,6	-31,5%	1.804,3	-12,8%	\$0,32	-21,5%
2015	\$381,1	-34,5%	1.095,5	-39,3%	\$0,35	7,9%
2016	\$473,2	24,2%	1.834,9	67,5%	\$0,26	-25,9%
2017	\$424,1	-10,4%	1.711,2	-6,7%	\$0,25	-3,9%
2018	\$477,6	12,6%	1.694,0	-1,0%	\$0,28	13,8%
2019	\$472,4	-1,1%	1.472,3	-13,1%	\$0,32	13,8%
2020	\$578,1	22,4%	2.445,2	66,1%	\$0,24	-26,3%
2021	\$530,1	-8,3%	1.885,2	-22,9%	\$0,28	18,9%
2022	\$2.102,6	296,7%	3.249,4	72,4%	\$0,65	130,1%

Tabela 4. Receita, volume de compra e o preço médio da importação de adubos e fertilizantes pelo Brasil em abril de 2012 a 2022

Seguindo, das referencias buscadas, percebeu-se alguns dados muito importantes para este estudo.

“Os fertilizantes orgânicos e organominerais, feitos com resíduos minerais, resíduos orgânicos da agroindústria e lodo de esgoto, ocupam hoje 5% do mercado brasileiro de fertilizantes, mas têm potencial para diminuir em 20% nossas importações”, estima Polidoro.

Ainda, os dejetos produzidos pela suinocultura já são utilizados como biofertilizantes em diversas localidades do país, mas o potencial produtivo ainda está longe de ser integralmente explorado. Em 2020, de acordo com dados do Volume Bruto de Produção (VBP) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (Seab), foram comercializadas 7,2 milhões de toneladas de esterco suíno e bovino, 15,5% da produção total de 47 milhões de toneladas.

Quanto a produção, é necessário frisar que a formação do metano ocorre de forma espontânea em ambientes isentos de ar, enquanto a biomassa ou matéria orgânica cuja composição é feita por carboidratos, lipídeos, proteínas entre outros nutrientes, ainda na presença de bactérias, se decompõem formando metano e impurezas. Parte do dióxido de carbono produzido se liga à amônia, enquanto o

enxofre fica como resíduo, resultando em uma composição do biogás de CH₄ (metano) 71%, CO₂ (carbono) de 29%.

Ainda, na literatura atual são encontrados poucos trabalhos relatando a produção e a qualidade nutricional de forrageiras com a utilização de adubação orgânica, SILVA NETO et al., (2010), avaliaram a produção de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetidos a doses crescentes (0, 37,5; 75 e 112,5 m³ .ha⁻¹ , as doses foram calculadas no teor de N presente biofertilizante e nenhuma dose ultrapassou 100 kg de N) de efluentes de frigoríficos e encontraram incremento linear ($p < 0,05$) na produção de massa seca total.

Em um trabalho realizado por ORRICO JUNIOR et al., (2012), utilizando biofertilizante oriundo dos dejetos de bovinos e suínos para a adubação do *Brachiaria brizantha* cv. Piatã nas doses de 100, 200 e 300 kg N/ha, os melhores resultados para produção de matéria seca e matéria verde também foram encontrados na maior dose para os dois tipos de adubo.

TABELA 1 - Produção diária de dejetos, de acordo com a categoria dos suínos, com o sistema de manejo e necessidade de estrutura de estocagem por animal por mês.

Categoria	Esterco (kg/dia)	Esterco + Dejetos líquidos		Estrutura de estocagem m ³ /animal/mês	
		Urina (kg/dia)	(litros/dia)	Esterco + urina	Dejetos líquidos
Suínos 25-100 kg	2,30	4,90	7,00	0,16	0,25
Porcas gestação	3,60	11,00	16,00	0,34	0,48
Porcas lactação+ leitões	6,40	18,00	27,00	0,52	0,81
Cachaço	3,00	6,00	9,00	0,18	0,28
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40	0,04	0,05
Média	2,35	5,80	8,60	0,17	0,27

Adaptado de: KONSEN (1983), OLIVEIRA (1993), OLIVEIRA (1994), FERNANDES e OLIVEIRA (1995).

Tabela 5. Produção diária de dejetos

Embora haja predominância na utilização de grandes quantidades de água na higienização das instalações, sistemas de manejo que permitem a coleta dos estrumes antes da utilização da água também podem ser adotados e, neste caso, o resíduo final teria características de esterco ou esterco + urina com variações nas quantidades, conforme apresentado na Tabela 5.

Os biodigestores são responsáveis pelo armazenamento da matéria orgânica. Neles, as bactérias degradam os compostos através da fermentação. Neste processo elas liberam grandes quantidades de gases, por exemplo: o metano e o gás carbônico. Se esses gases fossem liberados no meio ambiente geraria grande impacto negativo. O biogás, como é chamado, pode ser utilizado como fonte de energia gerando mais economia ao produtor.

O uso de biofertilizantes corrobora para o desenvolvimento da planta, tanto na parte aérea como na radicular, auxiliando na formação de grãos rizomatosos facilitando a fixação de nitrogênio e conseqüentemente a planta é capaz de produzir e fixar nutrientes no solo e a disponibilidade desses nutrientes faz com que a planta produza em maior quantidade e melhor qualidade, cada nutriente é responsável por uma fase ou parte da planta: crescimento, desenvolvimento das raízes, caules, frutos e MS (matéria seca). Para obter bons resultados é importante que o biofertilizante tenha sido produzido corretamente, evitando assim contaminação com metais pesados ou até mesmo com patógenos aos animais.

Ainda vale destacar os dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) tabulados pela consultoria Stone X no qual indica que em 2020 cerca de 84% dos fertilizantes usados pelos agricultores brasileiros já eram importados. Assim, desse modo, o percentual de importação é o maior já registrado em mais de 20 anos e isso deve aumentar.

Mercado de fertilizantes no Brasil

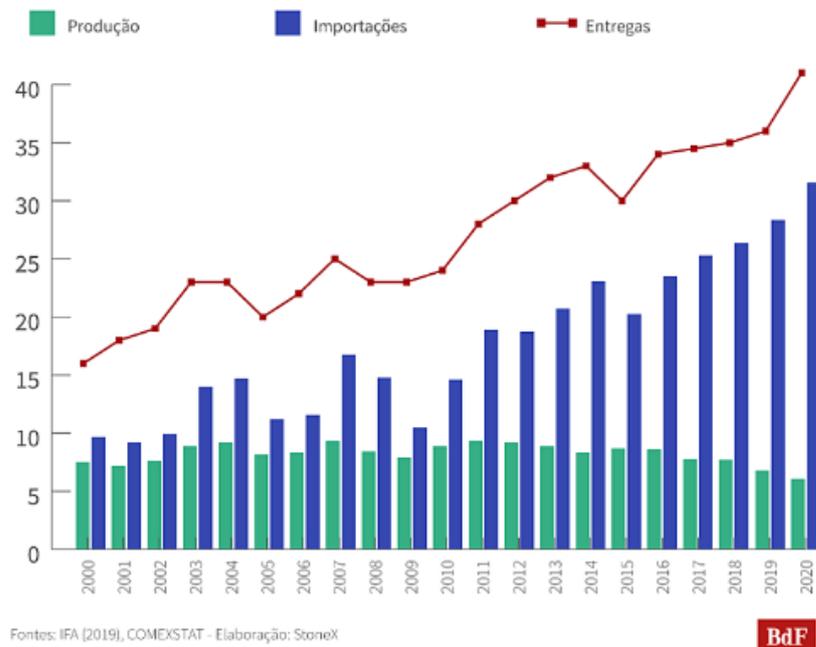


Tabela compara produção nacional e importação de fertilizantes no Brasil de 2000 a 2020 / Brasil de Fato

Gráfico 3. Mercado de Fertilizantes no Brasil

Ainda, desses dados, se observa que o Brasil em 2015 consumiu 30 milhões de toneladas de fertilizantes. Já em 2020 esse consumo foi de 40 milhões de toneladas.

Importante frisar ainda, que está acontecendo um aumento no rebanho e com isso demanda em maior produção de fertilizantes.

Assim, devido ao estímulo que houve nos últimos anos à atividade de cria de bovinos, em virtude dos altos preços praticados, a taxa de abate de vacas em relação ao número total de bovinos abatidos no Brasil nunca foi tão baixo.

Dessa forma, a maior produção de bezerros e bezerras irão aumentar a oferta de animais para o abate. Assim, há uma expectativa de um crescimento acumulado, também devido ao aumento mundial. De acordo com os dados do USDA, e concretizada a expectativa, será a primeira vez que o estoque de bovinos no mundo ficará acima de 1,0 bilhão de cabeças.

De acordo com Formigoni (2021) que explica que

“em especial no Brasil, o rebanho de bovinos deve atingir a marca de 263,8 milhões de cabeças, alta de 4,3% em relação a 2021 (252,7 milhões de cabeças). Em relação a 2017 (226,0 milhões de cabeças) a expectativa de crescimento é de 16,7%. Pois é, o Brasil além do destaque de alta no estoque de animais se aproxima cada vez mais do estoque do maior rebanho mundial, o indiano (306,7 milhões de cabeças). Vale destacar que o rebanho indiano tem apresentado um crescimento modesto ao longo dos últimos anos. Em 2017, por exemplo, o rebanho no país foi de 301,4 milhões de cabeças.”

De acordo com os dados apresentados pela USDA, publicados em outubro de 2021, a produção de bovinos deve crescer 2,6 entre 2017 e 2022, conforme a tabela que se segue com o Brasil apresentando maior crescimento acumulado no período, sendo de 9,4%.

País	2017	2021	2022	Var. 2022/17	Var. 2022/21
Índia	68,20	69,80	70,00	2,6%	0,3%
Brasil	48,73	52,00	53,30	9,4%	2,5%
China	48,80	52,20	52,50	7,6%	0,6%
EUA	35,75	35,10	34,70	-2,9%	-1,1%
UE	25,65	24,85	24,74	-3,5%	-0,4%
Argentina	14,73	14,40	14,50	-1,6%	0,7%
Outros	45,18	44,79	44,90	-0,6%	0,2%
Total	287,04	293,14	294,64	2,6%	0,5%

Tabela 6. Produção de bovinos

Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/gestao/producao-mundial-de-bezerros-e-bezerras-crescimento-esperado-para-2022/>

A tabela a seguir apresenta a evolução da taxa de abate de vacas em relação ao total de bovinos abatidos no Brasil no 2º trimestre, de 2012 a 2021.

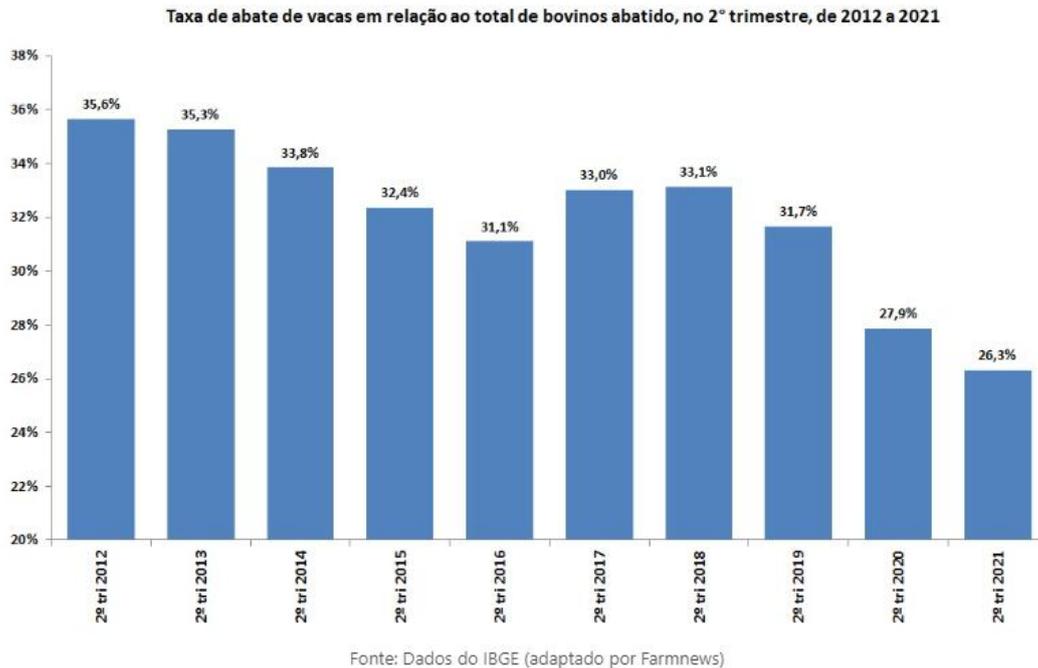


Tabela 7. Taxa de abate de vacas

Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/gestao/taxa-de-abate-de-vacas-no-2-trimestre-em-10-anos-menor-valor-em-2021/>

O mesmo se percebe para o mercado de suínos, entre os meses de Abril e Junho, foram abatidos 14,07 milhões de cabeças, um aumento de 7,2% a mais em relação ao mesmo período do ano passado e alta 3% ante o primeiro trimestre de 202, e com tendência do aumento na população mundial, esses números tendem a aumentar progressivamente, devido a qualidade dos rebanhos de suínos aqui criados, abrem preferencias para o produtor brasileiro no mercado exterior. Já no mercado interno o aumento do consumo foi puxado pela alta nos preços da carne bovina.

Todos os indicadores, tanto no rebanho bovino, quanto no suíno, apresentam forte tendência de alta nos próximos anos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que, por meio das observações obtidas das bibliografias consultadas que o Brasil é um País que se destaca pelo seu setor de agronegócios, sendo a pecuária um forte e relevante setor e que a crescente demanda de produção faz com que seja necessário que novas pesquisas sejam realizadas com o intuito de absorver e atender essa área em crescente expansão.

Assim, necessário se faz buscar novos caminhos para o tratamento de dejetos para produção de biofertilizantes, utilizando a seu favor esse material que devidamente tratado deixa de ser dejetos para ter uma nova finalidade e ainda obtendo lucro, pois, dessa forma se tornaria menos refém da compra do produto, principalmente no caso da necessidade de importação.

Ainda, é necessário um planejamento ambiental e a devida capacitação dos profissionais para o uso correto dos recursos e também para que melhore a questão de capacitação para buscar novos produtos que sejam suficientes para a atividade, por parte do governo o que se espera são por políticas públicas que incentivam os pequenos e médios produtores, tornando o setor mais sustentável e essas boas práticas economicamente viável. Então, deve-se buscar planejamento adequado e a devida atenção ao manejo dos resíduos, pois é comum encontrar sistemas abandonados ou avariados que em nada melhora a qualidade ambiental.

Ainda, o uso de biofertilizantes em qualquer sistema de produção agrícola só teria a agregar trazendo grandes benefícios, sem impactar o meio ambiente, mas para isso é necessário que o controle de qualidade seja uma ferramenta necessária para a produção de biofertilizantes bem como para a comercialização do mesmo.

Ainda, necessário frisar que conforme estudos está havendo um crescente aumento de atividade de cria de bezerras e bezerras em relação ao número de abates, e também um relevante aumento no setor da suinocultura. Sendo assim, será necessário uma maior demanda na produção de fertilizantes para que não haja falta de produto e aumento nos preços.

Por fim, além dos biofertilizantes ainda há a possibilidade do uso do biogás, que é basicamente um composto com a mistura gasosa de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e em menores proporções o gás sulfídrico, hidrogênio e o nitrogênio,

sendo ele o resultante da degradação biológica de compostos orgânicos presente nos dejetos de animais, nos lixões e também pode se formar naturalmente no meio ambiente com a degradação natural da celulose dos vegetais em locais alagados, popularmente conhecido como gás do pântano.

REFERENCIAS

ALVES, S. M.; MELO, C.F.M.; WISNIEWISKI, A. **Biogás: uma alternativa de energia no meio rural**. Belém, EMBRAPA/CPATU. (Miscelânea, 4), 1980.

BARRERA, Paulo. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para zona rural**. São Paulo. Ícone. 1993

BORGES, Taynara Moreira. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de bovinos**. Goiânia. Trabalho de conclusão de curso. PUC-GO. 2022

CALIGARIS, A.S.Bruno; Rangel, P. E. Luis; Polidoro, C. José; Farias, V. I. Pedro. **A importância do Plano Nacional de Fertilizantes para o futuro do agronegócio e do Brasil**. Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1142530/a-importancia-do-plano-nacional-de-fertilizantes-para-o-futuro-do-agronegocio-e-do-brasil>. Acesso em 18 out. de 2022.

Ecycle. **Biodigestão: a reciclagem de lixo orgânico**. Disponível em <<https://www.eccycle.com.br/1338-biodigestão.html>>. Acesso em 5 de setembro de 2021.

EMBRAPA. **Trajetória da agricultura brasileira**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>

FIRST S.A. **Importação de fertilizantes pelo Brasil bateu recorde em 2022**. Jun. 2022. Disponível em: <https://firstsa.com.br/importacao-de-fertilizantes-pelo-brasil-bate-recorde-em-2022/>

FORMIGONI, Ivan. **Importação de fertilizantes pelo Brasil foi recorde para abril em 2022**. farmnews. Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/mercado/importacao-de-fertilizantes-pelo-brasil-foi-recorde-para-abril-em-2022/>. Acesso em Out. de 2022

FORMIGONI, Ivan. **Importação de fertilizantes pelo Brasil foi recorde para abril em 2022**. farmnews. Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/gestao/producao-mundial-de-bezerros-e-bezerras-crescimento-esperado-para-2022/>. Acesso em Dez. de 2022

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

INOUE, K. R. A. **Produção de biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do biofertilizante obtido na digestão da manipueira**. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008.

LUCAS JÚNIOR, J. de; SOUZA, C. de F.; LOPES, J. D. S. **Construção e Operação de Biodigestores**, Viçosa: CPT, 2003.

MAGALHÃES, A.P.T. **Biogás: um projeto de saneamento urbano**. São Paulo: Nobel, 1986.

MANFROI, Cicilio. Fertilizantes em 2022. **Mercado, manejo, plano nacional e importação**. Siagri. Disponível em: <https://www.siagri.com.br/fertilizantes-em-2022-mercado-manejo-plano-nacional-e-importacao/>. Acesso em: 10 de Out. de 2022

MATOS, C. F.; Pinheiro, E. F. M.; Paes, J. L.; Lima, E.; Campos, D. V. B. **Avaliação do Potencial de Uso de Biofertilizante de Esterco Bovino Resultante do Sistema de Manejo Orgânico e Convencional da Produção de Leite**. PubliSBQ-Revista Virtual de Química, v. 9 n.5, p. 1957-1969, Set.de 2017. Disponível em: <http://rvq.sbq.org.br/>

NASCIMENTO, Jaime Germano do. **Biodigestor "PE", fonte alternativa energética e de biofertilização**. Aonde Vamos. Boletim Enfoque, ed. 03, out. 1999. Disponível em: www.aondevamos.eng.br/enfoque.htm. Acesso em 15 de agosto de 2022.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986.

PIB do agronegócio cresceu abaixo das projeções. 15 mar. 2022. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB_JAn_Dez_2021_Mar%C3%A7o2022.pdf. Acesso em 18 out. de 2022.

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

SGANZERLA, Edílio. **Biodigestores: uma solução**. Porto Alegre. Agropecuária, 1983.

SOUZA, C. F. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: obtenção de dados e aplicação no desenvolvimento de um modelo dinâmico de simulação da produção de biogás.** 2001. 140f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal-SP. 2003.

SUINO.COM. **Contaminação das fontes de água por coliformes fecais. A Comunidade Virtual da Suinocultura Brasileira.** Seção Meio-ambiente. Disponível em: <www.suino.com.br/meioambiente>. Acesso em 02 de setembro de 2021.

USP. **Biodigestor.** Centro de Divulgação Científica da Universidade de São Paulo. Clube da Física. Disponível em: <<http://www.cdcc.sc.usp.br>>. Acesso em 23 de setembro de 2021

VARELLA, Marcelo. Agricultura.mg.gov.br. **Emater-MG recomenda construção de esterqueiras para tratamento de dejetos de bovinos.** Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/ajuda/story/3855-emater-mg-recomenda-construcao-de-esterqueiras-para-tratamento-de-dejetos-de-bovinos>. Acesso em: 10 de agosto.