

## **Sistemas de biodigestão: um modelo de economia e sustentabilidade para a comunidade rural**

### **Biodigestion systems: a model of economy and sustainability for the rural community**

DOI:10.34117/bjdv7n3-356

Recebimento dos originais: 13/02/2021

Aceitação para publicação: 15/03/2021

#### **Davina Camelo Chaves**

Doutora em Química Orgânica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus Zé Doca

Endereço: Rua da Tecnologia 215, Bairro Amorim, CEP 65 356-000, Zé Doca-MA

E-mail: davinacamelo@ifma.edu.br

#### **Welton da Cruz Martins**

Graduado em Licenciatura em Química

CEPROTEC

Endereço: Rua Gonçalves Dias, 185, Bairro Centro, CEP 56 365-000, Zé Doca-MA

E-mail: weltondacruzmartins@gmail.com

#### **Raniro Saraiva Galvão**

Graduado em Tecnologia em Alimentos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus Zé Doca

Endereço: PV Canaã, 46, São Vicente, CEP 65 365-000, Zé Doca-MA

E-mail: Jacksongalvao007@outlook.com

#### **Francisco Teles Chaves**

Especialista em Educação Ambiental

Endereço: Rua 05 de Março, 222, Bairro Amorim, CEP 65 356-000, Zé Doca-MA

E-mail: junior.franciscoteles@gmail.com

#### **Maria de Lourdes Silva Lima**

Mestre em Ciências da Educação

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus Zé Doca-

MA

Endereço: Rua 30, Quadra 24, Casa 81, Bairro Araçagy, CEP 65 110-000 São José de Ribamar-MA

E-mail: lourdes.lima@ifma.edu.br

#### **Maciene dos Reis Pontes**

Graduada em Licenciatura em Química

Endereço: Rua Santa Tereza, 339, Bairro Centro, CEP 65 365-000, Zé Doca-MA

E-mail: macienepontes@hotmail.com

**Maria Eduarda Camelo Veras**

Graduanda em Licenciatura em Química  
Universidade Estadual do Ceará

Endereço: Travessa Ana Julião, 59, Bairro Antônio Bezerra, CEP 60 350-420, Fortaleza  
-CE

E-mail: eduarda.veras@aluno.uece.br

**RESUMO**

No município de Zé Doca existem muitos assentamentos e comunidades rurais, em situação análoga de pobreza extrema, habitando em casebres e vivendo de roças e hortas e uso de biofertilizantes, no entanto, ao longo tempo os processos convencionais de biodigestão demandam altos preços e equipamentos sofisticados, tornando-os inviável a sua aplicação no contexto de vulnerabilidade social; nesta perspectiva, foi proposto um biodigestor de baixo custo para comunidade rural. A metodologia consta da montagem de um biodigestor e aplicação de um questionário com perguntas objetivas sobre o processo de biodigestão. Como resultado, o modelo de biodigestor foi apresentado a comunidade, além dos dados da pesquisa. A primeira pergunta foi sobre a idade dos participantes, variando de 18 a 65 anos. Na segunda, a cidade onde residiam, 95% em Zé Doca-MA e 5% no Amapá-MA. Na terceira foi sobre o tempo de residência no local, 63% disseram 10 anos, 23% entre 5 a 10 anos e 14% sempre moraram no local. Na quarta foi sobre a renda familiar, sendo 59% entre R\$ 750,00 a 1.000,00, 18% entre R\$ 500,00 a 750,00, 18% maior que R\$ 1.000,00 e 5% entre R\$ 250,00 a 500,00. Na quinta, sobre a profissão, 95% são lavradores e 5% fazendeiros. Na sexta, foi sobre a percepção ambiental, 59% fazem uso dos procedimentos ambientalmente correto e 41% afirmaram não saber. A sétima, abordou quais métodos de compostagem eles conheciam, 59% compostagem em bacia e 41% em buraco coberto. A oitava foi referente ao método de compostagem utilizado, 45% conhecem o método em bacia, 41% em buraco tampado e 14% o que eles conhecem. Na nona, qual o resíduo compostado, 95% usam esterco bovino e 5% esterco de aves. A décima, qual o tempo utilizado para obtenção do composto, 41% 45 dias, 27% 15 dias, 23% 90 dias e 9% 180 dias. Na décima primeira, qual a dificuldade em realizar a compostagem, 50% na obtenção da matéria prima, 41% para o adubo ficar pronto, 5% no controle das formigas e 4% falta de conhecimento e equipamentos. Na décima segunda, qual a importância de realizar a compostagem 50% economia, 45% reutilizar produtos disponíveis e 5% proteger o Meio Ambiente. Na décima terceira foi sobre o conhecimento de biodigestores 64% não tem conhecimento, 36% conhecem o assunto. Na décima quarta foi sobre o interesse em ter biodigestores em suas propriedades 50% tem interesse e 50% talvez utilizassem. Portanto, o biodigestor é uma excelente alternativa para o tratamento de resíduos, sendo também, uma ótima opção para a destinação adequada dos dejetos gerados da agricultura e das pequenas e grandes propriedades rurais contribuindo assim, para sustentabilidade e proteção ao Meio Ambiente.

**Palavra-Chaves:** biogás, biodigestão, comunidades rurais.

**ABSTRACT**

In the municipality of Zé Doca there are many settlements and rural communities, in a similar situation of extreme poverty, living in shacks and living on gardens and gardens

and using biofertilizers, however, over time conventional biodigestion processes demand high prices and sophisticated equipment. , making them impossible to apply in the context of social vulnerability; in this perspective, a low cost biodigester for the rural community was proposed. The methodology consists of assembling a biodigester and applying a questionnaire with objective questions about the biodigestion process. As a result, the biodigester model was presented to the community, in addition to the research data. The first question was about the age of the participants, ranging from 18 to 65 years old. In the second, the city where they lived, 95% in Zé Doca-MA and 5% in Amapá-MA. In the third it was about the time of residence in the place, 63% said 10 years, 23% between 5 to 10 years and 14% always lived in the place. The fourth was on family income, with 59% between R \$ 750.00 to 1,000.00, 18% between R \$ 500.00 to 750.00, 18% greater than R \$ 1,000.00 and 5% between R \$ 250.00 to 500.00. On the farm, about the profession, 95% are farmers and 5% farmers. On Friday, it was about environmental perception, 59% make use of environmentally friendly procedures and 41% said they did not know. The seventh approached which methods of composting they knew, 59% composting in a basin and 41% in a covered hole. The eighth was related to the composting method used, 45% know the method in a basin, 41% in a plugged hole and 14% what they know. In the ninth, which is the composted waste, 95% use bovine manure and 5% poultry manure. The tenth, what is the time used to obtain the compost, 41% 45 days, 27% 15 days, 23% 90 days and 9% 180 days. In the eleventh, what is the difficulty in carrying out the composting, 50% in obtaining the raw material, 41% for the fertilizer to be ready, 5% in the control of the ants and 4% lack of knowledge and equipment. In the twelfth, what is the importance of making composting 50% savings, 45% reusing available products and 5% protecting the environment. In the thirteenth it was about the knowledge of biodigesters 64% have no knowledge, 36% know the subject. In the fourteenth it was about the interest in having biodigestors in their properties 50% are interested and 50% maybe used it. Therefore, the biodigester is an excellent alternative for the treatment of waste, and it is also a great option for the proper disposal of waste generated from agriculture and small and large rural properties, thus contributing to sustainability and protection of the environment.

**Keywords:** biogas, biodigestion, rural communities.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, devido à intensa atividade agrícola, a produção de biomassa pode ser considerada como um grande potencial energético (FERNANDES, 2012). Além de um meio renovável e ecológico de obtenção de fertilizante através da biodigestão, no entanto, sua utilização inteligente ainda é bastante modesta, se comparado com os benefícios sociais, econômicos e ambientais que pode trazer, principalmente em comunidades de zonas rurais.

A compostagem é muito conhecida, no entanto, pouco utilizada por pequenos agricultores de Zé Doca, principalmente pelo tempo de espera necessário em virtude do sistema de produção rudimentar. O custo não permite aprimorar a tecnologia associado

ao pouco conhecimento especializado disponível, ocasionando aos produtores orgânicos a utilização do adubo (esterco) quase *in natura*. Nesta perspectiva, o desenvolvimento ou aprimoramento de tecnologias/biotecnologias de baixo custo e fácil manipulação são indispensáveis para implantação/reestruturação de sistemas de biodigestão e compostagem.

Para discorrer sobre a Biotecnologia é necessário estudos que proporcionem o conhecimento da importância assim como dos efeitos que os avanços biotecnológicos podem causar na vida dos seres humanos (LIMA et al, 2020). Ao analisar o ponto de vista do autor, a inserção de micro-organismo para acelerar o processo de compostagem e torná-lo mais rápido e rentável é muito importante.

Segundo Fernandes et. al., (2014), Zé Doca é um município carente, tanto de um ponto de vista econômico, como social e de recursos naturais. Verifica-se o uso desordenado dos recursos naturais nos agroecossistemas; os sistemas de cultivos de corte e queima e a bovinocultura é predatória e pressionam a cobertura vegetal nativa, descaracterizando ecologicamente os ecossistemas originais, resultando na sua depredação e influenciando na baixa fertilidade e produtividade da terra, com reflexos negativos sobre e a qualidade de vida das famílias.

Em parte, as queimadas são realizadas por produtores rurais em busca de terra fértil, depois de utilizadas são “descartadas” e, uma nova área é queimada. Outra razão é a procura por combustíveis na forma de carvão e lenha. Se for disponibilizado meio de produção de biofertilizantes e biogás economicamente viáveis, acredita-se na possibilidade de redução da degradação ambiental.

No Brasil, apesar dos avanços obtidos no conhecimento do processo de digestão anaeróbia, na tecnologia de construção e de operação de biodigestores, da redução dos custos de investimento e de manutenção, ainda há problemas na utilização da tecnologia. Ainda faltam equipamentos desenvolvidos especificamente para o uso do biogás [...] (PERDOMO, et al. 2003; OLIVEIRA, 2004a).

O biodigestor é uma câmara fechada revestida por um material impermeável, com entrada e saída de canos, onde é colocado material orgânico para decomposição, em um ambiente anaeróbico. Para a produção do gás, se faz necessária averiguar a matéria orgânica a ser utilizada, além do tipo de bactérias para a produção do gás metano, bem como os sólidos voláteis, alcalinidade, potencial hidrogeniônico, temperatura e armazenamento.

A pesquisa visou demonstrar a montagem de um biodigestão economicamente viável para ser usados na zona rural, adequando ao contexto socioambiental, onde serão fornecidos o biogás e o fertilizante.

## 2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

### 2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA)

Quando falamos de EA sempre nos vem à cabeça as medidas de prevenção que devemos adotar para garantir a prevenção do meio ambiente, ou seja, são ações que são desenvolvidas com a finalidade de manter a integridade e conservação da natureza. Neste sentido Roos e Becher (2012) destacam que “a educação ambiental pode ser entendida como uma metodologia em que cada pessoa pode assumir e adquirir o papel de membro principal do processo de ensino aprendizagem a ser desenvolvido por cada pessoa”. Para os autores os problemas ambientais existem devido ao estilo de vida que as pessoas adotaram, onde há um consumo exagerado dos recursos naturais provocando desta forma danos a natureza.

Neste mesmo sentido Alba; Barreto e Alba (2015) afirmam que:

O problema ambiental atual pode ser visto como um desequilíbrio produzido pelo estilo de vida que levamos, em uma sociedade moderna, capitalista e tecnológica. Decorrente do tipo de desenvolvimento econômico e racional envolvido, por práticas cartesianas e particularistas. Onde, percebe-se urgente a necessidade de outro estilo de vida, mais holística, em rede, teia, ecológica, ética, que respeita às diversidades biológicas e culturais.

A educação ambiental se constitui numa forma abrangente de educação, que se propõe atingir todos os cidadãos, através de um processo pedagógico participativo permanente que procura incutir no educando uma consciência crítica sobre a problemática ambiental, compreendendo-se como crítica a capacidade de captar a gênese e a evolução de problemas ambientais (AVENA, 2008 apud PONTES, 2014).

Os danos ambientais são consequências de ações inadequadas do ser humano que vem contribuindo com a devastação da natureza em grande escala. Diante desse problema a EA visa desenvolver na sociedade contemporânea comportamentos éticos e respeitosos, com a finalidade de proteção ao meio ambiente. Essa conscientização tem muita importância no combate à degradação ambiental sendo uma ferramenta indispensável para proteção da natureza.

Brasil, (1999) em seus art. 1º e 2º destaca que:

- Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.
- Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

Quando falamos em questões ambientais Rocha (2016) expõem que outro problema preocupante é a questão dos resíduos sólidos que teve muita visibilidade na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio-92, na qual veio à tona discussões sobre os impactos no ecossistema e na saúde do homem provocados pelo desenvolvimento, criando desta forma uma divulgação do assunto.

Diante disso nota-se a importância da implantação de ações que contribuam para uma conscientização ambiental, já que, os cuidados com o meio ambiente são imprescindíveis para a sobrevivência humana. Desta forma a EA torna-se uma ferramenta valiosa no combate à degradação da natureza.

## 2.2 SISTEMAS DE BIODIGESTÃO

O Brasil se destaca por possuir o maior rebanho bovino do mundo sendo esse equivalente a 213,5 milhões ultrapassando assim, o número de habitantes do país que está estimada em 210,1 milhões de pessoas. Neste caso pode-se afirmar que a quantidade de esterco proveniente e em grande quantidade esses resíduos podem ser utilizados para fins benéficos para o homem e para a natureza.

Segundo Calza, et al. (2015), “no Brasil, os resíduos de origem animal constituem-se importante fonte de obtenção da biomassa, e a sua utilização em sistemas biointegrados para fins energéticos mostra-se favorável sob aspectos econômicos e ambientais”. O autor destaca também que com o crescimento das atividades agrícolas, cresci também, a produção de dejetos que ocasionam problemas sanitários que podem provocar a contaminação da água e do solo devido a quantidade de organismos patogênicos presentes nesses resíduos.

Diante disso é de suma importância a criação de projetos que tem como finalidade diminuir os impactos ambientais e ao mesmo tempo trazer benefícios a nossa vida. Neste sentido de acordo com Dhanalakshmi & Ramanujam (2012 apud CALZA, et al. 2015)

“existem diversos processos para o tratamento destes resíduos, onde a biodigestão anaeróbia se traduz em uma tecnologia eficiente, uma vez que permite a obtenção do biogás e do biofertilizante”, e ainda contribui na redução dos custos tecnológicos, e também resolve problemas de saneamento.

Vale salientar que boa parte da região rural do Brasil, principalmente do Nordeste sofre com a insuficiência de energia, o que acaba trazendo alguns transtornos para o homem do campo que sofre com um fornecimento precário ou em muitos casos a falta total. Neste sentido a implantação de projetos como o biodigestor que utiliza material encontrado em abundância no meio rural poderia minimizar os transtornos com a falta de energia, além de contribuir com a preservação ambiental.

Menezes (2008) aborda ainda que, “Outro grande benefício do aproveitamento do esterco é a melhoria das condições sanitárias do rebanho e das pessoas, pois as fezes são recolhidas diariamente do aprisco o que evita o acúmulo em esterqueiras e a possível contaminação do lençol freático e proliferação de insetos”.

A digestão da biomassa é um procedimento biológico que acontece em três fases. Na primeira fase há a quebra de substâncias tornando-as substâncias simples com capacidade de decompor gorduras, carboidratos e proteínas. Nesta fase acontece a liquefação que é a transformação de matéria orgânica insolúvel em matéria orgânica solúvel. “Na segunda fase, chamada de ácida, as substâncias formadas na primeira fase são atacadas por bactérias acetogênicas e acidogênicas, formando ácidos orgânicos. [...]”. A terceira fase é conhecida como fase gasosa, já que, nesta fase acontece o desenvolvimento do biogás constituído em sua maioria por metano e dióxido de carbono, proveniente da atuação das bactérias metanogênicas sobre os ácidos orgânicos, além da formação dos gases nitrogênio, hidrogênio e gás sulfídrico, esses em pequenas quantidades (MENEZES, 2008).

Teixeira (2003) destaca que o “biogás é um gás incolor, altamente combustível, que produz chamas azul-claro e queima com um mínimo de poluição. O produto da fermentação anaeróbica de dejetos animais, de resíduos vegetais, como folhas, bagaço etc. e de lixo residencial e industrial, em condições adequadas a umidade”.

Ainda no que diz respeito ao biogás Calza, et al (2015) afirma que:

O biogás trata-se de uma mistura gasosa com potencial combustível, composta principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que pode ser utilizado na geração de energia elétrica e no aquecimento. O biofertilizante trata-se de um fertilizante natural rico em nitrogênio (BALMANT, 2009). A geração de energia elétrica pode ser feita pela queima do biogás em turbinas,

microturbinas e em motores do ciclo Otto e diesel, devidamente adaptados, sendo considerada uma fonte energética limpa e apropriada ao uso em propriedades rurais.

O modelo de biodigestor mais utilizado no Brasil é o indiano, por ser de fácil execução e operação e pela “possibilidade de participação da iniciativa privada na fabricação dos mais diferentes tipos de modelos em PVC, fibra e plástico” (MENEZES, 2008).

O biodigestor indiano apresenta como principais itens: “reservatório de biomassa, reservatório de biofertilizante, cúpula de gás e tanque de fermentação. Ele possui uma cúpula para armazenar gás, sendo que a sua estrutura inferior, enterrada no solo, se movimenta conforme a quantidade de gás”. Com esse modelo a fermentação dos dejetos acontece de forma mais rápida, já que, o biodigestor fica enterrado e desta forma há o aproveitamento da temperatura do solo. Este modelo possui também uma divisão que separa os dejetos novos daqueles que já foram fermentados. Sendo assim, a passagem de uma divisória para outra é feita por pressão (FAUZI, 2014).

Segundo Fauzi (2014) “Biodigestor é um equipamento usado para processar matéria orgânica que também pode ser chamada de biomassa. Ele é composto por um ou mais recipientes onde esse dejetos é depositado e passa por um processo de fermentação anaeróbica que resulta em biogás e biofertilizante”.

A digestão anaeróbia dos resíduos produzidos pelo metabolismo tem como vantagens: converter os resíduos orgânicos em gás metano, que é utilizado como fonte de energia na forma de biogás, outra vantagem é a diminuição da emissão de amônia; controle de odores e produção de biofertilizante. [...], (FUKAYAMA, 2008 apud FUKUDA, 2013).

A fermentação anaeróbica é um método onde ocorre a obtenção de energia sem a existência de oxigênio. Neste procedimento, o receptor final de elétrons é uma molécula orgânica.

São vários os tipos de matéria orgânica ou biomassa que são utilizados no abastecimento de biodigestores para obter o biogás. Essa biomassa é classificada de acordo com a composição que ela apresenta, podendo ser de um único tipo como o esterco bovino ou misturado como o esterco de gado e suíno (FAUZI, 2014).



### 2.2.1 Sistema de Biodigestão Rural

Como já visto, a utilização de biodigestores em propriedades rurais, apresenta benefícios tanto econômicos com a produção de biogás, como ambientais, já que, nesse processo há produção também de biofertilizantes que são utilizados na agricultura. E tudo isso utilizando dejetos agropecuários que podem contaminar o solo, dando a eles um destino apropriado trazendo desta forma muitos benefícios para o homem e para a natureza.

Neste sentido Barbosa e Langer (2011) esclarecem que a destinação inadequada dos dejetos de animais causa muitos “problemas ambientais, como a poluição da água, do solo e do ar; outro agravante é a proliferação de insetos e roedores, que acabam trazendo doenças para os seres humanos”.

“A tecnologia dos biodigestores tem crescido nas últimas décadas não apenas para aplicações em biodigestores rurais, mas também para o tratamento de águas residuais domésticas e industriais, além do processamento de resíduos sólidos orgânicos” (NAZARO, 2016).

Para que o processo de biodigestão ocorra são necessários alguns fatores, como:” temperatura, pH, umidade e disponibilidade de nutrientes para as bactérias. (SUÇUARANA, 2015).

### 2.3 COMPOSTAGEM

O consumo humano é algo que vem crescendo de forma desenfreada nos últimos séculos e isso tem causado preocupações aos ambientalistas, já que, tem provocado o aumento de descarte de resíduos provenientes de ações domésticas ao meio ambiente, trazendo danos ao solo e aos lenções freáticos, ambos necessários para nossa sobrevivência.

A destinação dos resíduos das atividades do homem tem provocado preocupações nos últimos anos, por isso, se faz necessário a implantação de ações que proporcione meios para dar finalidade a esses resíduos. Diante disso um bom exemplo dessas ações é a compostagem, onde há a transformação de restos orgânicos em adubos e fertilizantes que são usados na agricultura.

Segundo Malheiros et al (2014) “A compostagem propicia um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em aterros e lixões”. Para o autor esse processo permite dar um destino adequado aos resíduos orgânicos oriundos de atividades agrícolas, industriais e domésticas, tais como: restos de comidas e resíduos da

manutenção/ poda de jardins. O resultado desse processo é denominado composto orgânico e é utilizado para melhorar as propriedades do solo sem prejudicar o meio ambiente.

O processo de compostagem é um procedimento controlado e muito rápido de degradação dos materiais orgânicos, podendo se tornar uma alternativa prospera para uma destinação adequada de resíduos provenientes de atividades agroindustriais e agropecuários beneficiando desta forma, a reciclagem e proporcionando um equilíbrio e a entrada dos resíduos orgânicos no ciclo produtivo (KIEHL, 1985 apud BITTENCOURT, 2015).

Com tantos benefícios a compostagem possui um papel importante quando o assunto é os cuidados com o meio ambiente, já que, o objetivo do processo de decomposição de resíduos orgânicos é devolver para natureza os recursos que dela foram tirados para nossa sobrevivência, afim, de contribuir para a preservação dos nutrientes existentes no solo, favorecendo desta forma, futuros cultivos.

### **2.3.1 Biomassa**

Em se tratando de biomassa o Brasil tem um grande potencial, pois, possui uma grande abundância de energia renovável, além, de possui vantagens em relação aos outros países liderando a agricultura de energia. No que se refere a essas vantagens destaca-se a “capacidade de incorporar novas áreas à agricultura para geração de energia sem competir com a agricultura de alimento e com impactos ambientais limitados ao socialmente aceito” (BORGES et al., 2016).

Para Brasil (2005 apud SANTOS, 2017), a biomassa é um conjunto de recursos que se renovam tendo como origem a matéria orgânica, seja ela de origem animal ou vegetal, que servi como importante fonte para gerar energia, principalmente eletricidade. Por ter como origem restos sólidos de atividades industriais, florestais, vegetais e animais, a biomassa pode ser empregada em procedimentos de alta tecnologia, isso se deve pelo fato de ser uma fonte com grande capacidade de responder a demanda de energia elétrica, tanto para o setor industrial, quanto para o setor de transporte (CORTEZ; LORA; GOMEZ, 2008 apud SANTOS, 2017).

De acordo com (CENBIO, 2013 apud STACHISSINI, 2014) as biomassas de acordo com sua fonte subdividem-se em: “vegetais não lenhosos, vegetais lenhosos e resíduos orgânicos, pois considera que cada biomassa se diferencia pela sua característica ou origem”. [...], os resíduos de origem agropecuários são aqueles materiais que derivam

da produção agrícola e pecuária, e que não tem utilidade, para o agricultor que quer se desfazer.

Segundo a Revista Brasileira de Bioenergia (2012) no Brasil em relação a dejetos oriundos de animais, estima-se que só “os rebanhos confinados de bovinos, aves e suínos produzam mais de 400 milhões de toneladas por ano. Entre estrume e urina, esta biomassa tem um grande potencial energético e grande quantidade de gás metano” (STACCHISSINI, 2014).

Santos (2017) destaca que:

No mundo e no Brasil, especificamente, a expansão do consumo de energia primária e o impacto no meio ambiente resultante da ação antrópica geram efeitos muitas vezes não reversível que se verificam tanto na depredação das florestas tropicais como no aumento dos gases de efeito estufa provenientes da utilização e uso de combustíveis fósseis no processo de geração de energia. E mesmo na geração de energia por fonte renovável, a ação humana não tem contemplado a preocupação e responsabilidade no sentido de transformar a exploração dos recursos da natureza em benefícios socioambientais nos espaços e comunidades receptoras dos empreendimentos realizados no campo da energia.

#### 2.4 ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE RURAL

Os atos praticados pelo homem sobre a natureza, estes muitas vezes de forma irresponsável, tem provocado preocupações a sustentabilidade ambiental, uma dessas preocupações vem principalmente das atividades agrícolas, pois como sabemos muitos agricultores brasileiros se utilizam de métodos na agricultura que são responsáveis por danos ambientais.

Segundo Maia (2012) a agricultura brasileira pode poluir e destruir trazendo danos ambientais. No entanto, essa situação pode ser mudada desde que haja a utilização de técnicas desenvolvidas para reduzir esses danos. assim os ganhos serão muitos, já que, haverá uma diminuição nos agravos ambientais e ao mesmo tempo existirá ganhos de produção consideráveis nesse setor, que é cada vez mais solicitado para uma alta demanda na produção de alimentos principalmente pelo fato do aumento populacional no mundo.

Para Boff (2017 apud SOUSA, et al 2020) “a sustentabilidade de uma sociedade é medida por sua capacidade de inclusão a todos e de garantir-lhes os meios de uma vida suficiente e decente”.

Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável não devem ser tratados como sinônimos. A sustentabilidade impõe a formação de novos valores, eficiência econômica voltada à igualdade social, aspirações coletivas e em comunidade, igualdade de oportunidade, desenvolvimento humano que beneficie a todos; mudança de mentalidade

e cultura e deve ser tratada como princípio constitucional (SOUZA; ARMADA, 2017 apud SOUSA, et al 2020).

Para Matias e pinheiro (2008) a questão sobre o desenvolvimento sustentável tem resultado no interesse político, científico e social, isso se deve ao agravamento da crise ambiental e do aumento de consciência dessa crise, o desenvolvimento sustentável foi e continua sendo apresentado como uma proposta e tentativa de solucionar o problema.

Para KESSELER et al (2013) no que diz respeito a produtividade a sustentabilidade aparece como uma obrigação. Pois, todas as organizações têm por comprometimento desenvolver medidas aprovadas pela legislação vigente, levando em consideração a preocupação ambiental e a preservação dos recursos naturais, amenizando desta forma os resultados provocados pelos processos de produção no ambiente e na sociedade. Estas práticas possibilitam a continuidade de suas atividades e a melhoria de sua imagem mercadológica como empreendimento sustentável.

Ainda para KESSELER et al (2013) “O desenvolvimento econômico e social de regiões do meio rural através da utilização de solos agricultáveis, em qualquer lugar do mundo, deve prezar pela conservação do bioma nas relações com ele”. Neste contexto o autor destaca que a agricultura possui uma grande potencialidade em influenciar os agentes naturais, isso porque se utiliza da capacidade produtiva dos recursos naturais, e da interação com o meio ambiente por meio da dispersão de resíduos, tanto físicos como químicos. “Além disso, é um importante agente econômico e social, tanto pela representatividade da produção de alimentos como também por ser o meio de subsistência de grande parte da população que desenvolve esta atividade na forma de produção familiar”.

### **3 METODOLOGIA**

O trabalho consistiu na produção de um biodigestor simples com a utilização de materiais de fácil acesso e de baixo custo, visando seu uso em propriedades rurais do município de Zé Doca – MA e um levantamento de dados com a participação de moradores da zona rural, que teve por objetivo averiguar o conhecimento sobre o assunto abordado. Objetivou-se também, a conscientização ambiental propondo alternativas para a diminuição dos impactos no meio ambiente e ao mesmo tempo colaborando para uma vida economicamente sustentável.

Com isso, nesse capítulo será descrita os procedimentos utilizados para a produção do biodigestor, como também os materiais que foram usados na sua fabricação.

### 3.1 MATERIAL UTILIZADO

Para a produção do biodigestor foi necessário à utilização de alguns materiais como termômetro, mangueira de borracha com 1.5 de comprimento, serra, cola plástica, cola Durepoxi, tambor de 20 litros, suporte de madeira, tripé, garrafa PET, câmara de ar de moto 2.75/3.00-14 TR.4, Registro de água de 20 mm, três pitos de câmara de ar de moto, pincel (Figura 1).



Figura 1- Materiais utilizados para a construção do biodigestor  
Fonte: próprio autor

### 3.2 CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR

A construção do biodigestor simples se iniciou com a marcação de um círculo com um pincel no centro do tambor de 20 litros, em seguida com a utilização de um estilete o círculo foi recortado deixando no tambor uma abertura (Figura 2).



Figura 2- Corte de um círculo no tambor  
Fonte: Próprio autor

Após o corte no tambor acoplou-se a tampa do gargalo por onde a matéria orgânica na devida concentração será depositada um pito de moto encaixando nele a mangueira de 1,5 de comprimento por onde o gás oriundo do processo de decomposição da matéria orgânica será levando a um gasômetro construído a partir de uma câmara de moto. Em seguida foi colocado no círculo aberto do tambor o Registro de água de 20 mm que terá como função a coleta do biofertilizante oriundo do processo de biodigestão sendo esse tão importante quanto o biogás (Figura 3).



Figura 3- Acoplação da mangueira e do registro de água no tambor

Fonte: Próprio autor

Com os procedimentos realizados no tambor, deu-se início aos procedimentos na câmara de moto que terá a função de um gasômetro, na qual, foi colado nela outro pito próximo ao pito já existente, esses dois pitos têm como função a entrada e saída do gás (Figura 4).



Figura 4- Acoplação da mangueira e do registro de água no tambor

Fonte: Próprio autor

Com os materiais inseridos em seus lugares, deu-se início a acoplagem do tambor à câmara de moto finalizando desta forma o biodigestor simples (Figura 5).



Figura 5- biodigestor finalizado

Fonte: Próprio autor

As medidas da quantidade de gás produzido foram efetuadas por meio de uma escala na lateral do gasômetro, que funciona como um êmbolo à medida que a quantidade de gás aumentar ou diminuir. A inserção de agentes químicos e microbianos é efetuada por um cateter disposto na lateral do biodigestor.

Embora o biodigestor tenha sido construído de forma similar ao biodigestor simples, ele possui, no entanto, um sistema de homogeneização, controle de temperatura, controle de agentes químicos e microbianos.

Antes do material orgânico ser processado por micro-organismos, o composto recebeu um tratamento químico e físico para facilitar a decomposição, com a adição posterior de micro-organismos metanogênicos. De acordo com os resultados observados nas amostras anteriores.

As amostras utilizadas foram coletadas em recipientes de vidro âmbar estéreis previamente limpos com água destilada e no momento da coleta com o fluido de coleta. A coleta foi realizada a cada 30 dias (podendo variar) para o biofertilizante e o volume de gás produzido aferido a cada 42 horas, por meio de um cateter. Os recipientes foram armazenados no laboratório de biocombustíveis do IFMA – Campus Zé Doca em refrigerador até os dias de análise, a uma temperatura de condicionamento entre -10 °C e -15 °C.

#### **4 RESULTADOS**

A construção do biodigestor simples a partir de materiais de baixo custo demonstrou ser uma alternativa economicamente e ambientalmente viável. Ele demonstrou ter uma boa funcionalidade sendo comprovado na sua apresentação no SEPPI, na Semana Nacional de Tecnologia (SNCT) na cidade Zé Doca em 2016, onde obteve resultados satisfatórios.

Para uma melhor análise sobre o incremento do trabalho buscou-se saber se a comunidade rural possuía alguma noção sobre compostagem e biodigestores, na qual foi feito uma pesquisa direcionada, onde se obteve informações sobre as principais dificuldades na produção de biofertilizantes e biogás.

##### **4.1 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS**

Foi elaborado um questionário com 14 perguntas para a comunidade rural, onde algumas foram pessoais e outras direcionadas ao contexto ambiental, utilização de compostagem e biodigestores em suas propriedades.

Para obtenção dos dados da pesquisa houve a participação de 23 pessoas que moram na zona rural com intuito de avaliar o seu conhecimento sobre questões ambientais e a utilização de tecnologias que proporcione proteção ao meio ambiente e ao mesmo tempo retorno financeiro.

Na primeira pergunta procurou-se saber a idade dos participantes da pesquisa e de acordo com o Gráfico 1, a grande maioria dos participantes são maiores de 35 e menores

de 60 anos totalizando 36% dos entrevistados. Segundo o Gráfico 1 nenhum dos participantes era menor de 18 anos.

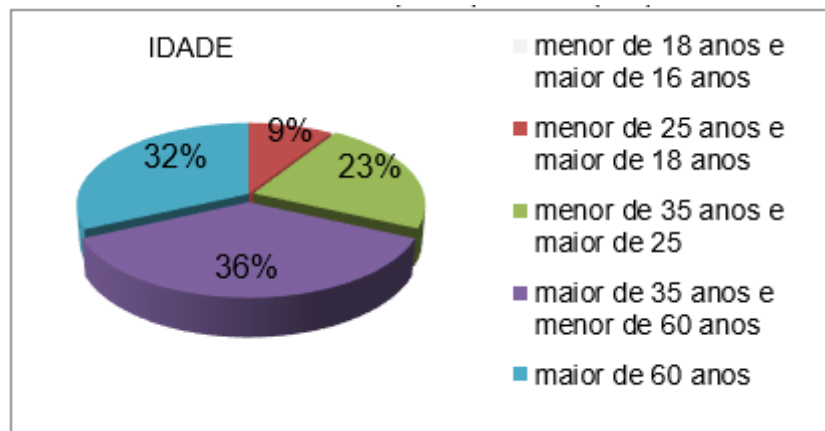


Gráfico 1- Idade dos participantes da pesquisa  
Fonte: próprio autor

Na segunda, buscou-se saber a cidade onde residiam. O Gráfico 2, mostra que 95% moram em Zé Doca e apenas 5% moram no Amapá-MA.



Gráfico 2- Cidade onde os participantes da pesquisa residem  
Fonte: Próprio autor

Quando perguntado sobre o tempo que eles residiam no local onde moravam, 63% residem a mais de 10 anos, 23% moram no local entre 5 a 10 anos e 14% afirmaram que sempre moraram no local de sua residência. O Gráfico 3, demonstra os resultados para essa pergunta.



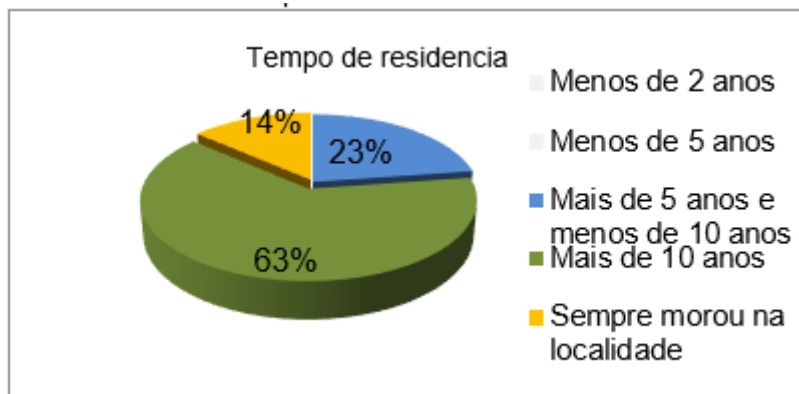


Gráfico 3 - Tempo de residência no local onde mora  
Fonte: Próprio autor

A quarta pergunta teve como foco a renda familiar de cada pessoa, e que 59% dos entrevistados possui uma renda mensal entre 750 a 1000 reais, 18% possuem uma renda entre 500 a 750 reais, 18% possuem uma renda maior que 1000 reais e 5% possui uma renda entre 250 a 500 reais, nenhum dos participantes disseram ter uma renda menor que 250 reais. Esses resultados podem ser visualizados no Gráfico 4 abaixo.

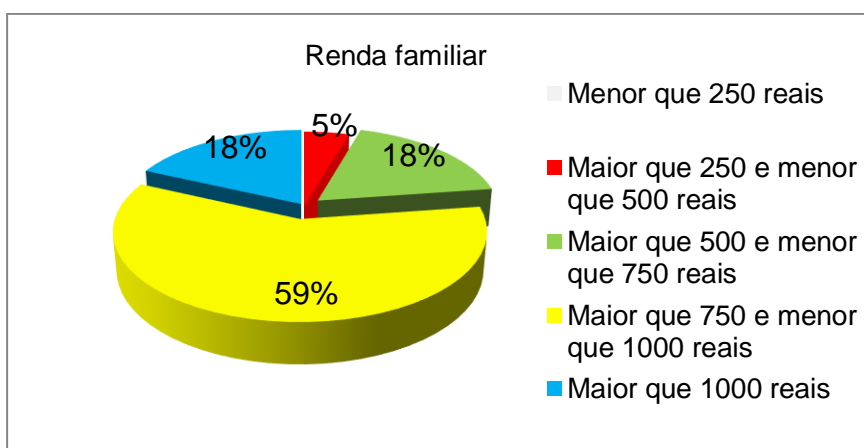


Gráfico 4 - Renda familiar dos participantes  
Fonte: Próprio autor

Na quinta questão a pergunta foi referente a profissão dos participantes, no qual, foi colocado algumas profissões, no entanto, como pode ser visto no Gráfico 5 95% dos participantes disseram ser lavradores, outros 5% disseram ser fazendeiros.

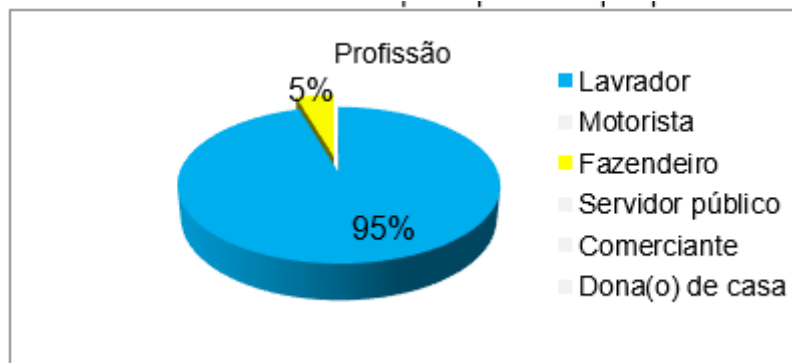


Gráfico 5 - Profissão dos participantes da pesquisa  
Fonte: Próprio autor

A sexta pergunta abordou a intenção de avaliar a percepção ambiental de cada pessoa que participou da pesquisa, como mostra o Gráfico 6, cujo objetivo era verificar se os entrevistados fazem uso de algum tipo de procedimento que eles consideram ambientalmente correto. O resultado foi que 59% fazem uso desses procedimentos e 41% não sabem dizer se usam os procedimentos, demonstrando não terem conhecimento sobre esse assunto.

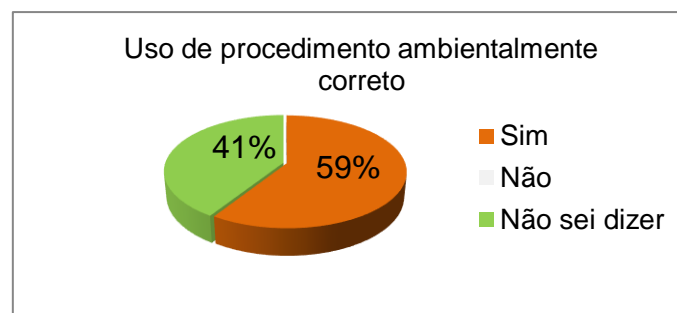


Gráfico 6 - Uso de procedimentos ambientalmente corretos  
Fonte: Próprio autor

A sétima pergunta abordou quais métodos de compostagem são conhecidos pelos entrevistados. De acordo com o Gráfico 7, 59% conhecem o método de compostagem em bacia, 41% conhecem o método simples de acondicionamento em buraco coberto. Como as demais alternativas não foram escolhidas por nenhum dos participantes podemos afirmar que esses métodos não são conhecidos por eles.

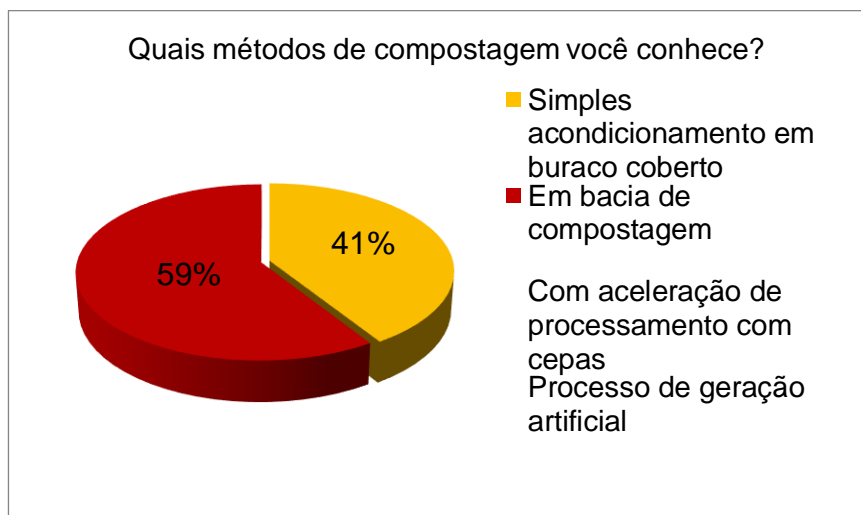


Gráfico 7 - Métodos de compostagem conhecido  
Fonte: Próprio autor

A oitava questão foi referente ao método de compostagem utilizado. Ao analisar o Gráfico 8, 45% utilizam o método de compostagem em bacia, 41% utilizam apenas acondicionamento em buraco tampado e 14% utilizam os métodos de compostagem que eles conhecem.

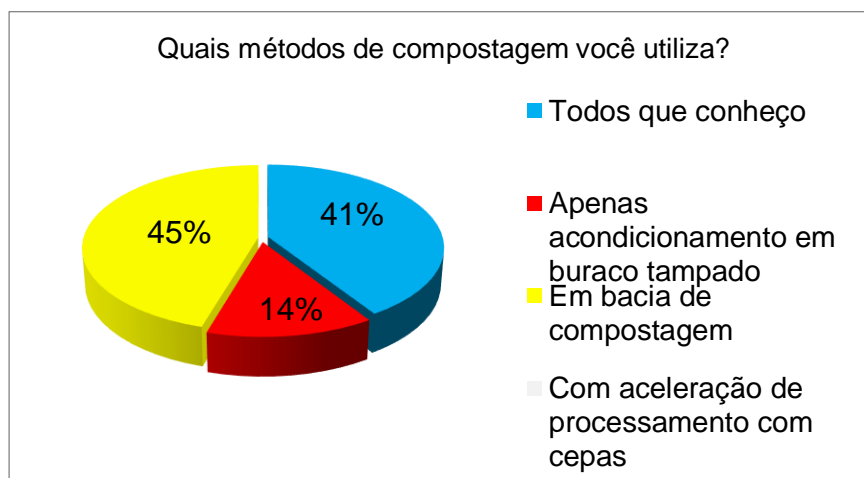


Gráfico 8 - Métodos de compostagem utilizados  
Fonte: Próprio autor

A nona questão, abordou qual o resíduo sólido compostado utilizado por eles. O Gráfico 9, mostra que, apesar dos exemplos de resíduos informados, o resultado foi o esterco bovino com um percentual considerável de 95% dos participantes, seguido do esterco de aves com um percentual de 5%.

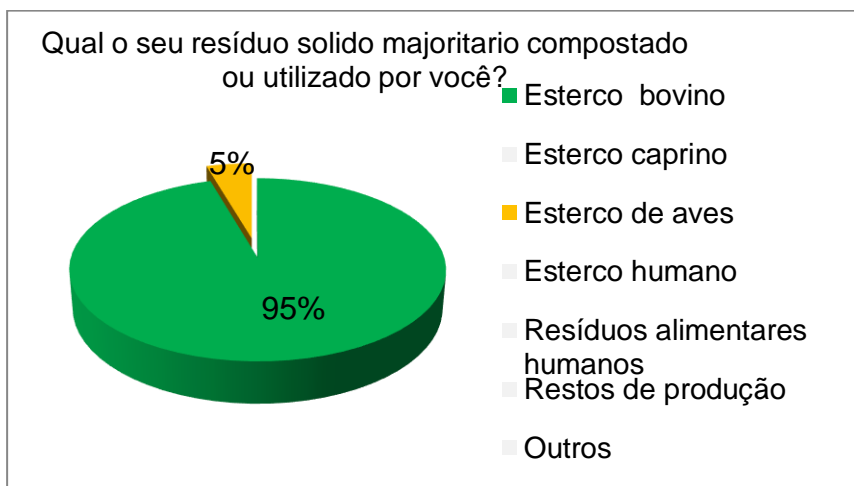


Gráfico 9 - Resíduo sólido majoritário utilizado  
Fonte Próprio autor

Ao analisarmos melhor o Gráfico 9, percebe-se o quanto há a necessidade da implantação de projetos que estimule o aproveitamento dos resíduos pela comunidade rural, pois, ainda a muito desperdício de resíduos que são encontrados em propriedade rurais e que poderiam estar sendo beneficiados, além do esterco humano e resíduos alimentares.

Já a décima pergunta é referente ao tempo que cada morador utiliza para a produção do seu composto, no Gráfico 10, pode-se perceber que 41% utilizam 45 dias, 27% levam 15 dias, 23% utilizam 3 meses e 9% 6 meses para ficar pronto.

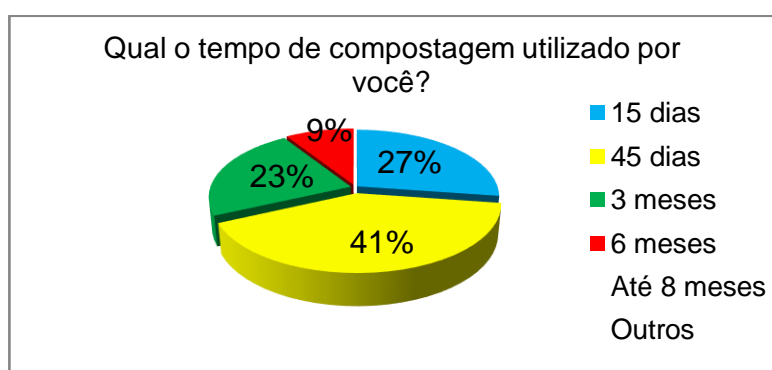


Gráfico 10 - Tempo de compostagem utilizado  
Fonte: Próprio autor

Na décima primeira foi abordado qual seria maior dificuldade em realizar a compostagem. O Gráfico 11, mostra que 50% apresenta dificuldade na obtenção de matéria prima, 41% na dificuldade do tempo em que o adubo demora para ficar pronto, 5% disseram que são o controle das formigas e 4% a falta de conhecimento sobre o assunto e de equipamentos.

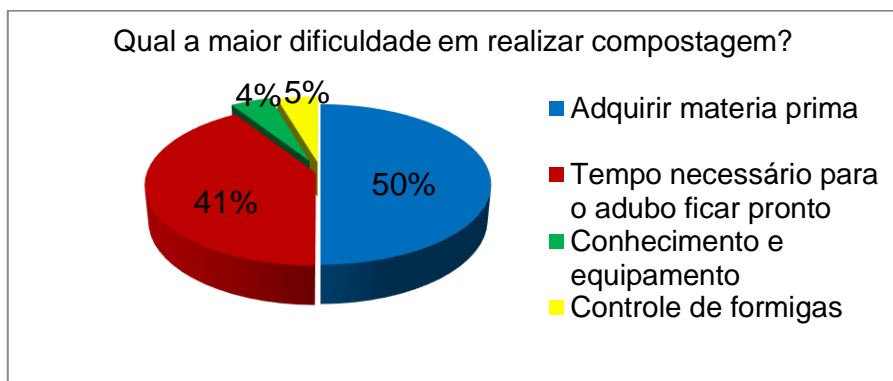


Gráfico 11 - Dificuldades em realizar compostagem  
Fonte: Próprio autor

A décima segunda abordou qual seria a importância de realizar compostagem. Foram apresentadas cinco alternativas para escolha, e de acordo com o Gráfico 12, 50% disseram com intuito de economia, 45% reutilizar produtos disponíveis e 5% proteção do meio ambiente.

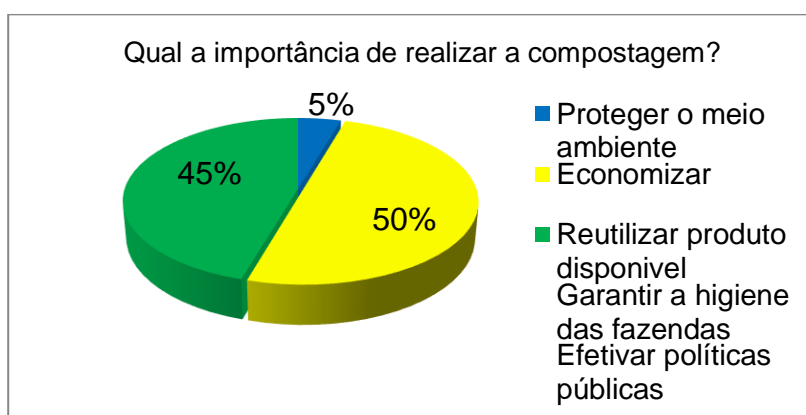


Gráfico 12 - Importância da realização de compostagem  
Fonte: Próprio autor

As últimas perguntas foram referentes ao conhecimento sobre biodigestores. A décima terceira pergunta buscou-se saber se os participantes tinham conhecimento sobre biodigestores. O Gráfico 13, mostra que 64% não tem conhecimento sobre biodigestores e 36% tem conhecimento sobre o assunto.

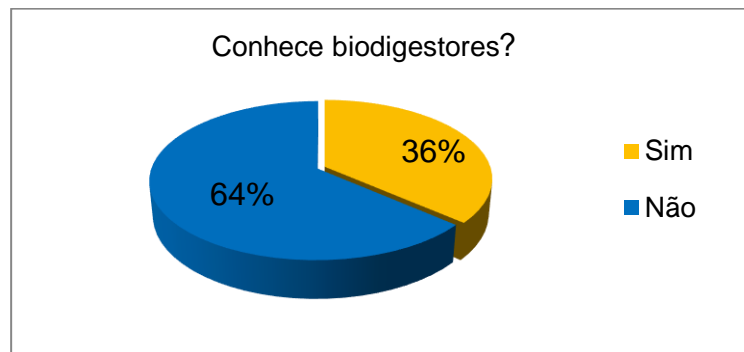


Gráfico 13 - Conhecimento sobre biodigestores  
Fonte: Próprio autor

A décima quarta questão procurou-se saber se alguém teria interesse em utilizar biodigestores em suas propriedades. Os resultados podem ser visualizados no Gráfico14, no qual, 50% tem interesse em usar biodigestores, e 50% afirmaram que talvez utilizassem.

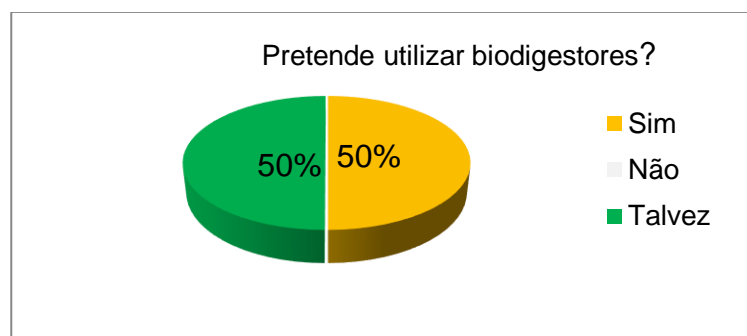


Gráfico 14 - utilização de biodigestores  
Fonte: Próprio autor

## 5 CONCLUSÃO

Sabe-se que não é de hoje que organizações lutam em defesa do meio ambiente vêm alertando sobre o total descaso com a natureza e a importância das medidas de proteção que devemos ter para que haja um equilíbrio que venha a favorecer tanto o homem quanto o meio em que vivemos.

Neste contexto quando se fala de resíduos deve-se ter em mente a importância e a necessidade da existência de meios que proporcione a esses dejetos um tratamento adequado evitando a contaminação do solo e de lençóis freáticos. Esses danos trazem muitos prejuízos não só ao meio ambiente, mas as questões sociais e econômicas.

Desta forma podemos afirmar que a utilização de biodigestores ocasionará ganhos relevantes para a população e principalmente, para os moradores de propriedades rurais, já que, a produção de biogás e biofertilizantes seria uma escolha favorável para os

moradores que terão ganhos, tanto social quanto econômico e ao mesmo tempo contribuirão para a minimização dos impactos ambientais.

Logo, concluímos que o biodigestor é uma excelente alternativa para o tratamento de resíduos originados tanto de atividades humanas quanto industriais, sendo também, uma ótima opção para a destinação adequada dos dejetos gerados da agricultura e das pequenas e grandes propriedades rurais contribuindo assim, para sustentabilidade e proteção ao Meio Ambiente.

## REFERÊNCIAS

ALBA, Graciela.; BARRETO, Fabiola Olivo; ALBA, Pablo Ferreira da Silva. (2015). **Um olhar sobre educação ambiental e sustentabilidade**. Disponível em: [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17759\\_8221.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17759_8221.pdf). Acesso em: 19 nov. 2020.

BARBOSA, George; LANGER, Marcelo. **Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental**. Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2011. Disponível em: [file:///G:/RAMIRO/Uso\\_de\\_biodigestores\\_em\\_propriedades\\_rurais\\_uma\\_al.pdf](file:///G:/RAMIRO/Uso_de_biodigestores_em_propriedades_rurais_uma_al.pdf). Acesso em: 21 out. 2020.

BITTENCOURT, Gustavo Amaro. **Sistema de estabilização de dejetos e cama de bovinos de leite por compostagem**. Pelotas, 2015. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2016/03/TCC-Gustavo-Bittencourt.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

BRASIL. (PNEA) **Política Nacional de Educação Ambiental**. Lei 9.795 / 1999, Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/pnea.html>. Acesso em: 21 out. 2020.

CALZA, Lana F.; LIMA, Cleber B.; NOGUEIRA, Carlos E. C.; SIQUEIRA, Jair A. C.; SANTOS, Reginaldo F. **Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás**. Eng. Agríc. vol.35 no.6 Jaboticabal Nov./Dec. 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010069162015000600990&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010069162015000600990&script=sci_arttext). Acesso em: 22 out. 2020.

DOMINIAC, Altivir Luiz; Tonello, João Paulo Callegari; SILVA, Wagner Amorim. **Projeto e implantação de sistemas de geração de biogás em pequenas propriedades rurais como fonte alternativa de energia**. CURITIBA 2016. [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10098/1/CT\\_COELE\\_2016\\_1\\_21.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10098/1/CT_COELE_2016_1_21.pdf). Acesso em: 28 nov. 2020.

FERNANDES, Rafael Torquato; LEMOS, José de Jesus Sousa; CARDOSO, Eduardo Santos. **Agricultura, degradação ambiental e socioeconômica em Zé Doca – município da Amazônia maranhense**. 64<sup>a</sup> Reunião anual da SBPC, visualizado em <http://www.sbpcnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/6771.htm> em 2014.

FUNASA; Manual prático de análise de água. **Engenharia de saúde pública**, Brasília, 2004.

GAUBEUR, Ivanise; GUEKEZIAN, Márcia; BONETTO, Nelson C. F. **Apostila de Laboratório de química analítica quantitativa**, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ; **métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Cap. IV, 1 edição digital. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/>. Acesso em: 2014.



KESSELER et al. 2013. Práticas sustentáveis nas pequenas propriedades de agricultura familiar: um estudo de caso. In: Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia**

**Ambiental** - REGET e-ISSN 2236 1170 - v. 17n. 17 Dez 2013, p. 3367 – 3375. Disponível em: <file:///C:/Users/Windows/Downloads/10907-56141-1-PB.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

LIMA, et al, 2020. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 11, p. 90742-90752, nov. 2020.

**MATIAS**, Hugo Juliano Duarte.; **PINHEIRO**, José de Queiroz. Desenvolvimento sustentável: um discurso sobre a relação entre desenvolvimento e natureza. 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-71822008000100015](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822008000100015). Acesso em: 02 dez 2020.

**MENEZES**, Humberto Soares. **Geração de biogás a partir de esterco caprino**. 2008. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/4550/1/TCC\\_Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20a%20partir%20de%20esterco%20caprino](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/4550/1/TCC_Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20a%20partir%20de%20esterco%20caprino). Acesso em: 04 nov.2020.

**MORAIS**, Fabiana Terezinha Leal de. **Biodigestor**: uma tecnologia sustentável. SUMÉ - PB 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/4993/1/FABIANA%20TEREZINHA%20LEAL%20DE%20MORAIS%20TCC%20Engenharia%20de%20Biossistemas%202017.pdf>. Acesso em: 28 nov.2020.

**NAZARO**, Mariane Scheffer. **Desenvolvimento de um biodigestor residencial para processamento de resíduos sólidos orgânicos**. Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/166781/TCC%20-%20Mariane%20Scheffer%20Nazaro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso 28 nov. 2020.

**OLIVEIRA**, Paulo Amado Victória de. Produção e aproveitamento do biogás. In: **Tecnologia para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. Cap. 4, p.43-55.

**OLIVEIRA**, P. A. V. de; **OTSUBO**, C. S. Sistema simples para produção de biogás com o uso de resíduos de suínos e aves. **Gerenciamento Ambiental**, v.4, n.19, p.12-15, 2002.

**PERDOMO**, C. C.; **OLIVEIRA**, P. A. V. O; **KUNZ**, A. **Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos: Inventário Tecnológico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83 p. Documentos, 85.

**PONTES**, Maciene dos Reis. **Utilização do lúdico na Química do 1º ano do Ensino Médio aliado à Educação Ambiental**. Monografia – Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus Zé Doca, 2014.

PRATI, LISANDRO. **Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores.** Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/148.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ROCHA, Camila Marçal da. **Proposta de implantação de um biodigestor anaeróbio de resíduos alimentares.** (2016). Disponível em: <<https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TCC-camila-final-pdf.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

ROOS, Alana.; BECKER, Elsbeth Leia Spode. (2012). Educação Ambiental e Sustentabilidade.nº5, p. 857 - 866, 2012. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** REGET/UFMS (e-ISSN: 2236-1170). Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/4259/3035>>. Acesso em: 19 nov.2020.

SANTOS, André Carlos dos. **Geração de energia no Brasil:** a importância da biomassa na matriz energética nacional. Natal, RN, 2017. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Economia. Curso de Graduação em Ciências Econômicas. Disponível em: <[https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/6057/1/EnergianoBrasil\\_Monografia.pdf](https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/6057/1/EnergianoBrasil_Monografia.pdf)>. Acesso em: 21 nov.2020.

SHUBEITA, Fauzi de M.; WEBBER, Thais.; FERNANDES, Ramon.; MARCON, César.; POEHLS, Letícia B. **Um Estudo sobre Monitoramento e Controle de Biodigestores de Pequena Escala.** Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<https://www.pucrs.br/facin-prov/wp-content/uploads/sites/19/2016/03/tr079.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2020.

SOUSA, et al. 2020. **As Dimensões do Desenvolvimento Sustentável e suas implicações na Educação Ambiental no Ensino Médio Integrado a Educação Profissional.** Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/344060420>>. Acesso em: 02 nov. 2020.

STACHISSINI, Mariana Gato. **Estudo sobre a implantação de um sistema biodigestor em uma propriedade rural em Mamborê-pr.** 2014. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2766/1/CM\\_COEAM\\_2013\\_2\\_15.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2766/1/CM_COEAM_2013_2_15.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2020.

SUÇUARANA, Monik da Silveira. **Biodigestores.** 2015. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/energia/biodigestores>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

TEIXEIRA, Vitor Hugo. Biogás / Vitor Hugo Teixeira. Larvas: UFLA/FAEPE, 2003. 93 P.:il. – Curso de Pos-Graduação “Lato Sensu” Especialização a Distância: Formas Alternativas de Energia.