



BIODIGESTOR CASEIRO COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS

DOI: 10.19177/rgsa.v9e22020214-230

Amanda da Silva Barbosa Cartaxo¹
Valderi Duarte Leite²,
Maria Virginia Conceição Albuquerque³
Wilton Silva Lopes⁴, Mailson Augusto Almeida Cartaxo⁵

RESUMO

Uma das formas de inserção da Educação Ambiental no ambiente escolar é através da construção do biodigestor anaeróbico que pode ser aplicada como metodologia, devido seu baixo custo, fácil aplicabilidade e vantagens ao meio ambiente. Esta pesquisa teve como objetivo utilizar um biodigestor anaeróbico caseiro como ferramenta metodológica para o ensino de educação ambiental na escola. A pesquisa foi realizada de agosto a novembro de 2018, tendo como público alvo alunos da 2ª série do ensino médio de uma escola da rede particular de ensino. A metodologia utilizada foi à participativa, onde todos os alunos contribuíram com suas experiências, opiniões e dúvidas, auxiliando na construção de um biodigestor em forma de oficina teórico-prática. Os resultados indicaram que o biodigestor caseiro é de grande importância nas escolas, os estudantes se sensibilizam com a temática de geração de resíduos sólidos orgânicos e seu destino de maneira incorreta. Os estudantes identificaram fenômenos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no processo de biodigestão anaeróbia, evidenciando o papel multidisciplinar apresentado pelo biodigestor, mostrando-se como excelente ferramenta metodológica para compreensão da educação ambiental.

Palavras-chave: Biodigestor anaeróbico. Educação ambiental. Resíduos sólidos orgânicos.

1. Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UEPB (2018). Especialista em Etnobiologia pela UEPB (2016). Graduada em Ciências Biológicas pela UEPB (2014). E-mail: amandauepbio@gmail.com
2. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP (1997). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (1986). Graduado em Engenharia Química pela UFPB (1980). Atualmente é professor titular do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e do programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: mangabeiraleite@gmail.com
3. Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UEPB (2017). Especialista em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro Universitário Internacional – UNINTER (2016). Graduada em Ciências Biológicas pela UEPB (2012). E-mail: virginia.albuquerque@yahoo.com.br

4. Doutor em Química pela Universidade Federal da Paraíba (2005). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPB (2000). Graduado em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (1998). Atualmente é professor titular do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e do programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da UEPB. E-mail: wiltonuepb@gmail.com
5. Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: mailsoncartaxo@gmail.com

HOME BIODIGESTOR AS A METHODOLOGICAL TOOL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN SCHOOLS

ABSTRACT

One of the ways of inserting Environmental Education in the school environment is through the construction of anaerobic biodigester that can be applied as a methodology, due to its low cost, easy applicability and environmental advantages. This research aimed to use a homemade anaerobic biodigester as a methodological tool for teaching environmental education at school. The survey was conducted from August to November 2018, targeting students of the second grade of a high school of a private school. The methodology used was participative, where all students contributed with their experiences, opinions and doubts, helping in the construction of a biodigester in the form of theoretical and practical workshop. The results indicated that the home biodigester is of great importance in the schools, the students are sensitized with the theme of solid organic waste generation and its destination in an incorrect way. The students identified physical, chemical and biological phenomena that occur in the anaerobic digestion process, highlighting the multidisciplinary role presented by the biodigester, proving to be an excellent methodological tool for understanding environmental education.

Keywords: Anaerobic biodigester. Environmental education. Organic solid waste.

1 INTRODUÇÃO

A educação ambiental na escola pode ser determinante para mitigação dos problemas que, há anos, vêm sendo causados ao meio ambiente pela ação antrópica. As crianças e os adolescentes representam as futuras gerações em formação e, como estão em fase de desenvolvimento cognitivo, supõe-se que nelas a consciência ambiental possa ser internalizada e traduzida de forma mais bem sucedida do que nos adultos, já que ainda não possuem hábitos e comportamentos construídos.

A determinação da temática ambiental na educação ganhou força, em nível nacional, a partir da implantação da educação ambiental nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). A partir de então, foram estabelecidos parâmetros para que a educação ambiental fizesse parte de todos os níveis educacionais, desde a educação infantil, ensino fundamental, ensino médio, até a educação superior, incluindo também a educação especial, quilombola e indígena (FIGUEIRÓ, 2015).

A Educação Ambiental (EA) é um processo de aprendizagem longo e contínuo que busca formar e desenvolver atitudes racionais e responsáveis na perspectiva de criar um novo modelo de relacionamento entre homem e meio ambiente (SANTOS, 2016). Essa prática amplia atitudes que atrela o educando com a comunidade, desenvolve valores e costumes que promovem transformação nos aspectos naturais e sociais para a conservação do meio ambiente, necessário à qualidade de vida e à sua sustentabilidade. Busca despertar a inquietação individual e coletiva, colaborando para o desenvolvimento de uma consciência crítica frente às questões ambientais com mudanças culturais e transformação social, ética e política (SANTOS e GARDOLINSKI, 2017).

Segundo Querino e Pereira (2016) no Brasil a educação ambiental assume uma perspectiva mais abrangente, não restringindo seu olhar à proteção e uso sustentável de recursos naturais, mas incorporando fortemente a proposta de construção de sociedades sustentáveis. Sob esse enfoque, tenta despertar em todos, a percepção de que o ser humano é parte do meio ambiente, superando a visão antropocêntrica, que fez com que o homem se sentisse sempre o centro de tudo esquecendo a importância da natureza, da qual é parte integrante.

Atualmente, a preocupação em torno do meio ambiente vem evoluindo em relação à sociedade, pois já é possível sentirmos os efeitos negativos da degradação ambiental. Dentre as diferentes formas de degradação ambiental, destaca-se a geração de resíduos sólidos urbanos (RSUs), que muitas vezes são descartados inadequadamente no meio ambiente. De acordo com a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT os chamados RSUs, são vulgarmente denominados como lixo urbano e, são resultantes da atividade doméstica e comercial dos centros urbanos. A composição física varia de população para população, dependendo da situação socioeconômica e das condições e hábitos de vida de cada um. Esses resíduos podem ser classificados em orgânicos e inorgânicos. Os resíduos orgânicos são compostos de materiais que possuem origem biológica, como por

exemplo, sementes, ossos e restos de alimentos orgânicos, já os resíduos inorgânicos incluem materiais que não possui origem biológica, ou que foi produzida através de meios humanos, como plástico, metal, papel, vidro, entre outros.

Segundo dados da ABRELPE, no ano de 2017 os números referentes à geração de resíduos sólidos urbanos constataram um total anual de 78,4 milhões de toneladas produzidos no país, desses, estima-se que apenas 3% sejam reciclados. No que corresponde a parcela orgânica esse número é ainda menor, sendo reduzido para menos de 1%. Fato considerado preocupante, visto que a decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos resulta na formação de lixiviado que pode contaminar o solo e as águas superficiais ou subterrâneas. Pode ocorrer também a formação de gases tóxicos, asfixiantes e explosivos que se acumulam no subsolo ou são lançados na atmosfera. Esse tipo de resíduo ainda pode atrair vetores, estimulando a proliferação de doenças, reduz a vida útil dos aterros sanitários, dificulta a reciclagem dos resíduos inorgânicos, causando assim, impactos negativos ao meio ambiente.

A forma mais enfática de diminuir esses impactos é por meio da Educação Ambiental, ensinando os estudantes a aproveitar e destinar corretamente os resíduos sólidos, em especial os orgânicos. Dentre as opções existentes de aproveitamento desses resíduos destaca-se o biodigestor anaeróbio, que mostra-se como uma tecnologia simples sustentável e de baixo custo para minimizar tal situação e, que pode facilmente ser desenvolvido em ambiente escolar.

O biodigestor anaeróbio é um equipamento de fabricação relativamente simples, privado do contato com o ar atmosférico. Em seu interior ocorre a biodigestão de resíduos orgânicos, através de microrganismos em um processo fermentativo totalmente anaeróbio (sem presença de oxigênio molecular livre) e tem como subprodutos o biogás e o biofertilizante que podem ser aproveitados de diversas formas (SILVA et al., 2015).

De acordo com Kretzer et al. (2015) o biogás que é constituído em média por 70% (percentagem em volume) de gás metano, pode ser convertido em energia elétrica ou simplesmente usado como gás de cozinha. O gás metano é mais barato, renovável e diminui a emissão dos gases que intensificam o aquecimento global, já o biofertilizante é um produto muito rico em nutrientes e é considerado um adubo natural, sem produtos químicos. Assim, pode ser utilizado em jardins e hortas como fertilizante e bioinseticida. Através da produção desses subprodutos, é possível o

estudante compreender fenômenos físicos, químicos e biológicos, além de aprender a contribuir de maneira sustentável com o meio ambiente.

No aspecto da Educação Ambiental, a implantação de um biodigestor, pode ter vantagens incomensuráveis, visto que pode ser alvo de intensas discussões e reflexões quanto ao uso e preservação do meio ambiente, das prospecções de futuro e como forma de integração da população (SANTOS et al., 2017). Dessa forma, a construção do biodigestor anaeróbio pode ser aplicada como metodologia para compreensão da educação ambiental, por possuir baixo custo de fabricação e ser facilmente desenvolvido em ambiente escolar.

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo utilizar um biodigestor caseiro como ferramenta metodológica para o ensino de educação ambiental na escola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada de agosto a novembro de 2018, tendo como público alvo alunos da 2^o série do ensino médio da Escola 11 de Outubro, localizada na cidade de Campina Grande, na região do Agreste do estado da Paraíba. A realização da pesquisa ocorreu durante as aulas da disciplina de Biologia e, foi dividida em 7 etapas:

Etapa 1: Com a finalidade de realizar um diagnóstico dos estudantes sobre as questões ambientais, foi aplicado um questionário contendo três questões. A partir da aplicação dos questionários foi possível identificar os aspectos relacionados à: I) Concepção a respeito do meio ambiente. II) Destinação adequada dos resíduos sólidos. III) Quais as formas de se tratar resíduos sólidos orgânicos.

Etapa 2: Como forma de interação com a temática foi solicitado que a turma fizesse uma pesquisa bibliográfica sobre biodigestor e biodigestão anaeróbia. Os tópicos base para pesquisa foram: definição de biodigestão anaeróbia; funcionamento de biodigestor; produtos da biodigestão anaeróbia; vantagens de utilização de biodigestor; contribuições ambientais com a utilização do biodigestor e, construção de um biodigestor caseiro.

Etapa 3: Ocorreu a realização de cinco palestras sobre a sensibilização e orientação dos temas: a importância da seletividade dos resíduos sólidos; os objetivos e benefícios de se tratar os resíduos orgânicos; a problemática causada pelo

destino/manejo incorreto desses resíduos e suas consequências ao ambiente; e as alternativas para o tratamento dos mesmos, com opção da construção de um biodigestor anaeróbio. Para as palestras, foram empregados recursos audiovisuais (retroprojetores, projetores multimídias e equipamentos de som) e elaboração de material didático informativo (cartazes, maquetes e folhetos), para subsidiar e consolidar a participação dos alunos na implantação do biodigestor.

Etapa 4: Pensando em utilizar uma ferramenta metodológica para compreensão da Educação ambiental, os estudantes foram instruídos para construção do biodigestor anaeróbio. Para a construção de um modelo didático foi utilizada a metodologia (adaptada) de Melo et al. (2016). Os materiais utilizados na construção do biodigestor caseiro estão descritos na tabela 1.

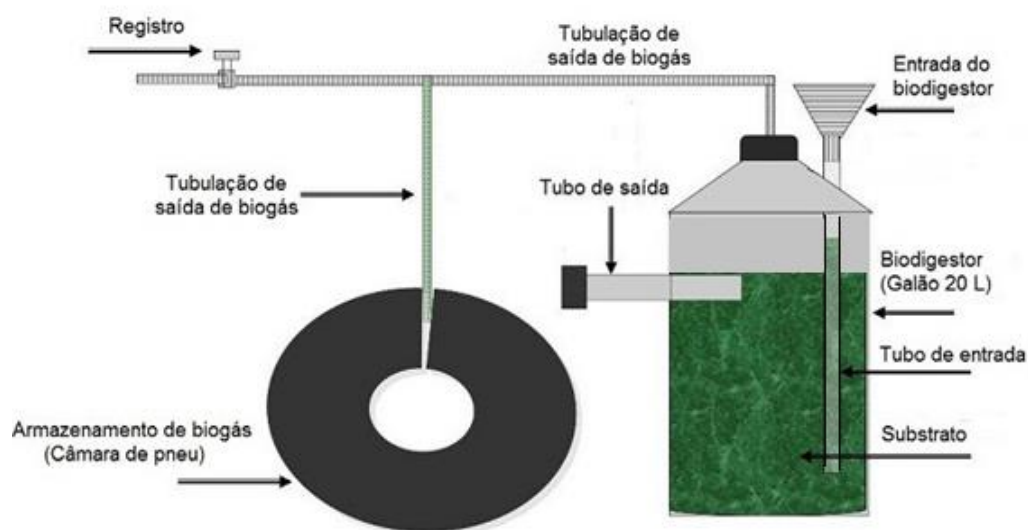
Tabela 1: Materiais utilizados na construção do biodigestor caseiro

COMPONENTE	QUANTIDADE
Depósito de água mineral de 20 litros	1 und
Câmara de pneu de carrinho de mão vazia	1 und
Adaptador de tomada (tê) de diâmetro ¼" (6 mm)	1 und
Tubulação de PVC (30 mm)	2 metros
Balde plástico com tampa	3 und
Válvula de Esfera ou Cap;	1 und
Bico de Bunsen;	1 und
Mangueira de gás de cozinha;	1 und
Tinta spray preta	1 und
Cap de PVC de diâmetro ¾" (20 mm)	2 und
Cola tipo Superbonder	1 und
Areia fina	0,5kg
Sacola plástica	1und
Fita adesiva	1und
Funil de plástico	1und
Equipamento de solda	1und

Em relação à montagem do biodigestor, o depósito de água de 20 litros foi utilizado como recipiente para o armazenamento dos resíduos orgânicos produzidos na escola, onde ocorreu o processo de fermentação, através de bactérias anaeróbias.

Neste depósito, foram ligadas tubulações de entrada (por onde foi inserido o resíduo orgânico) e, de saída (após a fermentação os resíduos orgânicos foram transformados em biofertilizante), e também uma tubulação maleável (mangueira de gás de cozinha) para a saída do biogás, que em seguida, foi armazenado em uma câmara de ar de pneu. O desenho esquemático do biodigestor anaeróbio caseiro é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Desenho esquemático do sistema experimental.



Fonte: BGS, 2014.

Para aumentar a temperatura dentro do biodigestor e evitar que a incidência de luz solar estimule o surgimento de algas, prejudicando a produção de biogás, foi recomendado aos estudantes, pintar toda a parte externa do galão com tinta de cor preta.

Para iniciar a operação do biodigestor foi necessário primeiramente preparar o substrato. Dentro de um balde plástico, foi colocado cerca 9 litros de esterco de gado e, adicionado água desclorada na mesma proporção obtendo uma mistura homogênea. De acordo com Ros et al. (2017) é necessário que o primeiro substrato utilizado no biodigestor seja esterco de animal ruminante, pois cria um ambiente favorável ao desenvolvimento de bactérias anaeróbias.

Foi necessário aguardar 10 dias para ocorrer o início da decomposição dos resíduos orgânicos. Durante esse período o biodigestor ficou exposto ao sol, pois a produção de biogás é potencializada em temperaturas mais elevadas (em torno de 35°C).

Após o processo de bioestabilização parcial, foi retirada parte da primeira carga e, o biodigestor foi alimentado a cada dois dias com 1,2 litros de resíduo orgânico misturado com água (0,6 kg de resíduo orgânico e 0,6 litros de água desclorada). O resíduo orgânico utilizado foi o da própria escola, produzido na cantina por alunos e funcionários. A água utilizada foi a de torneira, no entanto, após retirar da torneira foi colocada em um balde aberto por um período de 24 horas, para que assim ocorresse a volatilização do cloro, pois poderia influenciar negativamente no desenvolvimento das bactérias, visto que o cloro é uma substância utilizada para desinfecção.

Durante três vezes por semana o biodigestor era agitado naturalmente, haja vista a necessidade de manter homogênea a massa de resíduos em processo de bioestabilização. A agitação, segundo Marques et al. (2014) é importante para manter um contato total e permanente das bactérias com os resíduos, realizando sua decomposição e, uniformizar a temperatura que existe dentro do biodigestor. A agitação também destrói microbolhas de gases formadas no interior da mistura e que aprisionam as bactérias, impedindo sua atuação na degradação dos resíduos e formação do biogás.

Etapa 5: Nessa etapa, após aguardar 20 dias o biofertilizante foi produzido no biodigestor e, foi utilizado nas plantas do jardim da escola.

Etapa 6: Ocorreu o momento de divulgação da pesquisa para comunidade escolar e local. Através da Feira de Ciências promovida pela escola, foi possível o público ter conhecimento do biodigestor anaeróbio e de suas contribuições ambientais.

Etapa 7: O questionário aplicado na etapa 1 foi reaplicado com os estudantes, como forma de verificar se ocorreu sensibilização ambiental.

A metodologia utilizada foi à participativa, onde todos contribuem com suas experiências, opiniões e dúvidas. A avaliação foi baseada nos dados de pesquisa, produção, acompanhamento e apresentação do biodigestor para comunidade escolar e local.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, o presente estudo demonstrou de forma simples, a viabilidade de implantação, construção e a difusão da tecnologia de utilização do biodigestor caseiro de baixo custo para o ambiente escolar, visto que a aceitação e a avaliação por parte dos estudantes e da comunidade escolar foi positiva, estimulando assim, a sensibilização ambiental.

Inicialmente, buscou-se diagnosticar entre os estudantes a concepção dos mesmos sobre o que entendiam a respeito do meio ambiente, os resultados foram demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2: Concepções sobre conceito de meio ambiente

Questionamento	Quantidade de estudantes	Percentual de estudantes (%)
O meio ambiente corresponde a todo espaço que nos rodeia, incluindo aquele em que vivemos. Fazem parte do meio ambiente, todos os elementos da natureza como montanhas, rios, solo, água, floresta, relevo, geologia, paisagem e fatores meteoroclimáticos, árvores, animais, incluindo o homem e tudo criado por ele.	6	20%
O meio ambiente corresponde a plantas e animais, nós não fazemos parte, apenas o destruimos, através da exploração dos seus recursos.	21	70%
O meio ambiente corresponde à saúde e bem estar dos seres humanos.	3	10%

Fonte: Autor, 2018.

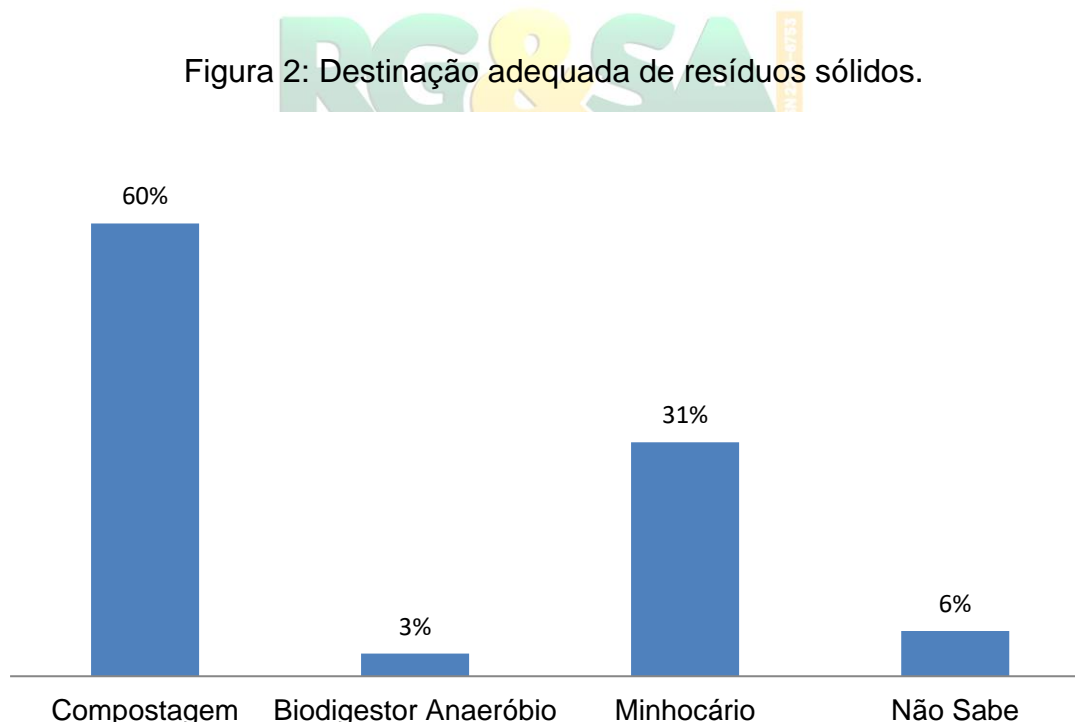
Com base nos resultados foi possível identificar que 70% dos estudantes apresentaram uma definição incorreta sobre o que seria meio ambiente, indicando que para grande maioria, o homem é visto apenas como um agente externo e explorador de recursos naturais. Esse fato poderia ser sanado, caso a educação ambiental fosse trabalhada frequentemente no ambiente escolar, permitindo que os alunos tivessem uma visão mais ampla do meio ambiente, incluindo-se como um dos seus agentes.

De acordo com Silva e Leite (2008), uma das principais estratégias para atingir os objetivos da educação ambiental é identificar a percepção ambiental e a partir desta planejar as ações em conjunto com o grupo que deseja intervir, visando provocar

mudanças. A percepção inadequada da realidade promove a utilização dos recursos ambientais de maneira insustentável, comprometendo a estabilidade ambiental e social.

Quando questionados sobre qual seria a destinação correta dos resíduos sólidos, 47% dos estudantes responderam que seria o aterro sanitário, no entanto o que chama atenção é que somando a porcentagem das outras opções oferecidas no questionário, 53% dos estudantes responderam que a destinação correta seria lixão, terreno baldio ou não souberam responder. Alguns estudantes fizeram associações errôneas entre lixão e aterro sanitário, não sabendo diferenciá-los, o que evidencia mais uma vez a importância da prática de educação ambiental nas escolas, visto que a Educação Ambiental hoje é fundamental em todos os segmentos da sociedade. É ela quem garante as gerações futuras, a possibilidade de uma melhor qualidade de vida, buscando integrar o ser humano com o meio ambiente (ROOS e BECKER, 2012). Na Figura 2, apresenta-se os dados em relação à destinação adequada de resíduos sólidos, conforme respostas dos estudantes.

Figura 2: Destinação adequada de resíduos sólidos.

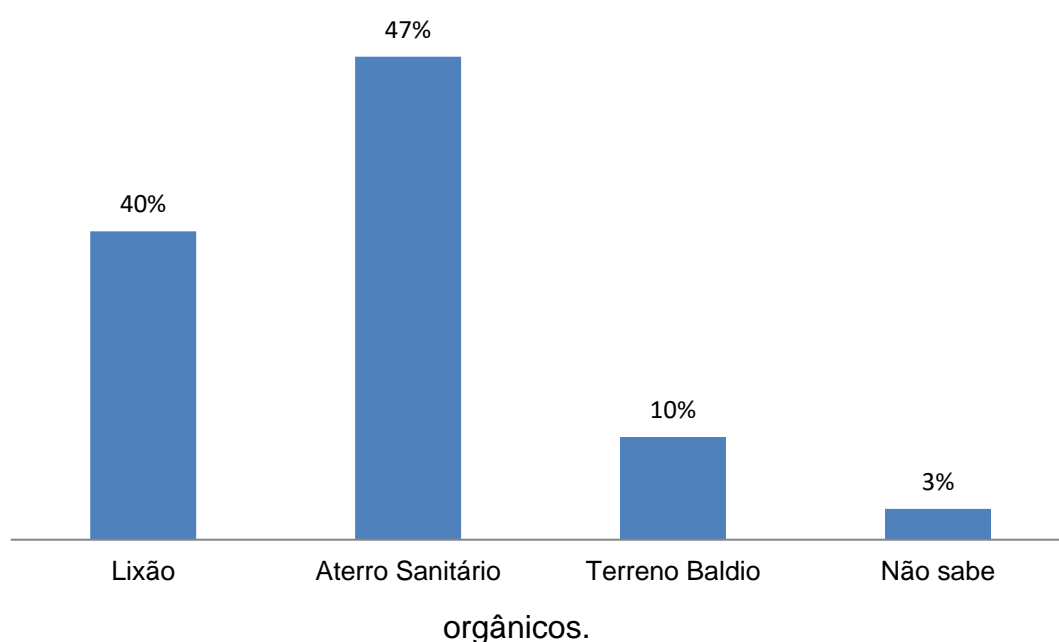


Fonte: Autor, 2018.

Na Figura 3, são apresentados os dados em relação aos métodos de tratamentos aplicados aos resíduos sólidos pelos estudantes da escola. Apenas 6% dos estudantes conhecem como método de tratamento de resíduos sólidos orgânicos

o biodigestor anaeróbio. No entanto, uma parcela significativa de 91% dos estudantes (somados o método de compostagem e minhocário) conhecem algum tipo de tratamento. Alguns estudantes relataram que conheciam o método de compostagem e minhocário através da TV, desenhos, internet e por outras escolas que estudaram, porém quando solicitados para explicarem sobre os métodos mais conhecidos por eles, muitos não souberam explicar sobre como ocorria, evidenciando um conhecimento vago sobre o tratamento em questão.

Figura 3: Conhecimento dos estudantes sobre os métodos de se tratar os resíduos



Fonte: Autor, 2018.

A partir dos dados obtidos e com a intenção de estimular a prática de educação ambiental, foi proposto aos alunos a realização de pesquisa bibliográfica, visto que de acordo com Pereira et al. (2017) é o passo inicial na construção efetiva de um protocolo de investigação. Essa pesquisa auxiliou os alunos a compreenderem a temática e, deu sustentação teórica ao projeto. Foram elencados vários livros, revistas, textos e outros materiais de natureza científica, selecionados conforme os temas trabalhados durante a execução das atividades.

A participação nas palestras foi efetiva, proporcionando a sensibilização dos estudantes para adoção de uma nova postura em relação à produção e destinação de resíduos sólidos. Ao final das palestras, os alunos confeccionaram folders educativos

sobre a temática, que foram distribuídos durante a Feira de Ciências promovida pela escola. Ao longo das palestras verificou-se melhoria significativa na desenvoltura e domínio dos assuntos abordados, auxiliando a construir o fortalecimento dos objetivos fundamentais propostos na Lei 9.795 / 1999 que dispõem sobre a Política Nacional de Educação Ambiental.

Após as palestras, foi proposta a criação de um protótipo de biodigestor, com a finalidade de associar uma atividade prática com a contextualização e os conceitos abordados em sala de aula. O biodigestor anaeróbio foi construído com matérias simples, acessíveis e de baixo custo, evidenciando que é possível usar tecnologias sustentáveis e economicamente favoráveis ao meio ambiente. Ao vivenciarem as atividades de construção do biodigestor, os estudantes participantes tiveram a oportunidade de compreender a importância da experimentação nas atividades científicas e tecnológicas, contribuindo dessa forma para o planejamento experimental, execução dos experimentos, realização da coleta de substrato, observaram os fenômenos, interpretaram as observações e, em determinados momentos, propuseram explicações para os fenômenos, relacionando as leis e teorias apresentadas na pesquisa bibliográfica e nas palestras. Na Figura 4 é possível verificar a interação dos estudantes na construção do biodigestor anaeróbio.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

Figura 4: Estudantes construindo o biodigestor anaeróbio.



Fonte: Autor, 2018.

Com a coleta de resíduos na cantina da escola os estudantes puderam realizar a caracterização do resíduo seco e resíduo úmido, e qual tipo de material deve ser

descartado em cada um deles. Assim, foi possível motivar os estudantes a se tornarem agentes participativos, ampliando a compreensão da importância do descarte correto desses materiais além, de contribuir para a formação de cidadãos responsáveis pela melhoria da qualidade de vida.

Para melhor compreensão, foi explicado pela professora de biologia que a fermentação que ocorre em um biodigestor consiste em uma reação química utilizando a matéria orgânica e microrganismos sem a presença de oxigênio (digestão anaeróbia), com liberação de energia (processo exotérmico). O processo de biodigestão envolve diversas etapas de decomposição do material orgânico, como a hidrólise seguida da fermentação ácida e, finalmente, a formação de gases como CH₄ (metano), H₂ (hidrogênio), H₂S (sulfeto de hidrogênio), CO (monóxido de carbono), CO₂, SO₂ (dióxido de enxofre), N₂ (nitrogênio) e H₂O (água) (SOUZA e MARTINS, 2011). Através da tabela 3, os estudantes puderam entender os microrganismos que estão envolvidos no processo de biodigestão anaeróbia bem como os produtos de seu metabolismo, assim os estudantes identificaram fenômenos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no processo de biodigestão anaeróbia, evidenciando o papel multidisciplinar apresentado pelo biodigestor.

Tabela 3: Classificação dos microrganismos promotores da biodigestão anaeróbia

GRUPO	MICROORGANISMOS	DESCRIÇÃO
Fermentativas	<i>Bacteroides, Clostridium, Butyrivibrio, Eubacterium, Bifidobacterium e Lactobacillus</i>	Primeira etapa dos processos anaeróbios (hidrólise de biopolímeros)
Acetogênicas	<i>Syntrophobacterwolunii, Syntrophomonoswolfei, Clostridium formicoaceticum</i>	Produção de H ₂ e acetato
Metanogênicas	<i>Clostridia, Methanobacterium, Methanospirillum, Methanosarcinasp</i>	Produção de CH ₄

Fonte: Ros et al. (2017).

Após entenderem o processo de biodigestão, os estudantes fizeram sua primeira alimentação com dejetos bovinos, aguardaram um prazo de 10 dias para que assim, fosse criado um ambiente favorável a proliferação de bactérias anaeróbias, em seguida parte dos resíduos ali presentes foram descartados. Logo após, o biodigestor começou a ser alimentado com resíduos orgânicos produzidos na escola (com exceção de restos de carnes, pois apresentam logo período de decomposição). Foi necessário aguardar mais 20 dias para que ocorresse a produção de biogás e biofertilizante. Durante esse período continuou a ser alimentado a cada dois dias. O biogás foi produzido em pequena quantidade, sendo inutilizado. Todo o biofertilizante produzido foi utilizado no jardim da escola, melhorando significativamente o aspecto visual das plantações, visto que já se encontrava com vegetação opaca e “sem vida”.

Não foram realizadas análises físico-químicas do biofertilizante, pois a escola não possui laboratório apropriado para tal finalidade, no entanto foram seguidas as recomendações propostas por Silva (2015).

O momento de divulgação dos resultados foi promovido durante a Feira de Ciências realizada pela escola. Os estudantes tiveram a oportunidade de expor os resultados para os professores de outras disciplinas, alunos e comunidade externa. Os questionamentos eram similares, porém, em alguns casos foram realizadas sugestões de avaliação de parâmetros físico-químicos como forma de saber a qualidade do biofertilizante. Muitos dos visitantes ficaram interessados na construção do biodigestor, como forma de aproveitar os resíduos orgânicos produzidos em suas residências. O projeto mostrou-se bastante interessante, permitindo uma abordagem abrangente e interdisciplinar.

No dia seguinte, após a Feira de Ciências o questionário foi reaplicado como forma de saber se havia ocorrido mudanças de concepções entre os estudantes. 90% responderam o conceito correto para o meio ambiente, incluindo-se como um de seus agentes. Quando questionados sobre a destinação correta dos resíduos orgânicos 87% responderam que seria o aterro sanitário e, 94% dos alunos responderam que conhecem como método de tratamento de resíduos orgânicos a compostagem, o minhocário e o biodigestor anaeróbio. Os resultados foram satisfatórios, visto que por meio do biodigestor anaeróbio os estudantes foram sensibilizados sobre a educação ambiental, estimulando-os a ter uma visão mais crítica e participativa no meio ambiente.

Kretzer et al. (2015) estudando as implicações do uso de um biodigestor num ambiente escolar, destacaram que as tecnologias apresentadas e as intervenções realizadas contribuíram para o desenvolvimento do potencial dos recursos humanos e da natureza, através das ações práticas, proporcionando maior perspectiva para a juventude.

Para Santos et al. (2017) o impacto educacional relacionado aos processos de aprendizagem e conhecimento e da prática do uso de um biodigestor num ambiente escolar é de extrema relevância e de crescimento progressivo. Considerando desta forma, que as instituições acadêmicas e escolares devem ter como primícias orientadoras o desenvolvimento e o estímulo a métodos de ensino que insira os estudantes na temática ambiental.

A construção de biodigestores sendo alocadas como ferramentas educacionais, geram um ambiente que fornece bases sólidas de ensino através da adoção de temas que possam integrar as diferentes áreas de conhecimento e resultar a partir de então na difusão de saberes e tecnologias que busquem solucionar os problemas sociais, econômicos e ambientais contemporâneos.

Considerando a relevância da constituição de um sujeito crítico, politizado e cidadão para a construção de uma sociedade mais igualitária, a Educação Ambiental precisa ganhar sentido na escola diante do momento de promoção da sustentabilidade vivenciado pelo planeta. Não tem sentido construir o ser humano de conhecimentos compartimentados, sem a visão do todo, pois esse tipo de aprendizado contribui para o distanciamento do ambiente, construção e fortalecimento dos valores de individualismo e competição.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do biodigestor contribui para transformar as práticas pedagógicas e inserir a Educação Ambiental crítica e dialógica, a partir do envolvimento dos estudantes na construção e execução de um projeto que apresentou a possibilidade de discutir problemas significativos, conectados com conhecimentos das diversas disciplinas do currículo escolar numa abordagem interdisciplinar. Ao mesmo tempo, foi possível através de um experimento despertar curiosidade e questionamentos de temas que envolvem questões econômicas, sociais e ambientais, que são essenciais para promover na escola a Educação Ambiental crítica, transformadora e com uma

visão holística do ambiente. Por outro lado, permitiu a construção de um conhecimento novo acerca da importância da biodigestão anaeróbia na produção do biogás e biofertilizante, sensibilizando alunos, funcionários e a comunidade escolar a respeito da temática ambiental.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017. São Paulo, 2017.

BGS equipamentos para biogás 2014. Mini Biodigestor. Disponível em < <http://bgsequipamentos.com.br/blog/tag/biodigestor-caseiro/> > Acesso em 30 de junho de 2018.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei Nº 9.795/1999. Dispõe sobre educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília: Diário Oficial da União, 1999. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm > Acesso em 30 de maio de 2019.

FIGUEIRÓ, P. S. Educação para a Sustentabilidade em cursos de graduação em Administração: proposta de uma estrutura analítica. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

GOMES, I. A. Projeto sementinha: Semeando valores ambientais na Comunidade de Nova Descoberta. Educação Ambiental, Natal- RN, 2007.

KRETZER, S. G.; NAGAOKA, A. K.; MOREIRA, T. E.; BAUER, F. C.; PINTO, J. G. C. P. Educação ambiental em gestão de resíduos e uso de biodigestor em escola pública de Florianópolis. Extensio: Revista Eletrônica de Extensão. 2015.

MARQUES. S.M.A.; JÚNIOR. F.J.S.; MONTEIRO. M.K.D.; VIEIRA. A.S.; VENTURA, A.F. Produção de biofertilizante, adubo orgânico e biogás para agricultura familiar. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, 2014.

MEDEIROS, G. A.; CAETANO, M. M. M.; MORAES, F. G.; MACHADO, F. H.; PAES, M. X.; AMANCIO, D. T.; RIBEIRO, A. I.; PINHEIRO, L. T.; RIBEIRO, L. F. C. Gestão de resíduos sólidos e biodigestor: abordagem extensionista. Pesquisa em Educação Ambiental. 2015.

MELO, E.C.S.; BARROSO, I.R.; SOUSA, I.F.; VIEIRA, S.M.; OLIVEIRA. M.G. Protótipo de um biodigestor para implantação na suinocultura da fazenda SOBRADINHO – IFTM, 2016.

QUERINO, L.A.L.; PEREIRA, J.P.G. GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: A PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO DE SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA, PARAÍBA. Revista Monografias Ambientais - REMOA v. 15, n.1, 2016.

PEREIRA, L.L.; BRICCIA, V. SEDANO; L. Pesquisas sobre Ensino por Investigação em Contextos de Formação Continuada. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC , 2017.

ROOS. A.; BECKER. E.L.S. Educação ambiental e sustentabilidade. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. REGET/UFSM, 2012.

ROS, M.; DE SOUZA OLIVEIRA FILHO, J.; MURCIA, M. D. P.; BUSTAMANTE, M. A.; MORAL, R.; COLL, M. D.; SANTISIMA-TRINIDAD, A. B. L.; PASCUAL, J. A. Mesophilic anaerobic digestion of pig slurry and fruit and vegetable waste: dissection of the microbial community structure. Journal of Cleaner Production, v. 156, p. 757-765, 2017.

SANTOS, S. P.; GARDOLINSKI, M.T.H.A. A importância da educação ambiental nas escolas para a construção de uma sociedade sustentável. Curso de Pós- Graduação em Sustentabilidade e Políticas Públicas. Grupo UNINTER. Rio Grande do Sul, 2017.

SANTOS, A.G.; SANTOS. C.A.P. A inserção da educação ambiental no currículo escolar. UFSM, Santa Maria. Revista Monografias Ambientais - REMOA v. 15, n.1.2016.



SILVA, F. F. M.; BERTINI, L. M.; ALVES, L. A.; BARBOSA, P. T.; MOURA, L. F.; MACÊDO, C. S. Implicações e possibilidades para o ensino a partir da construção de biodigestor no IFRN – Campus Apodi. HOLOS, 2015.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. Estratégias para realização de educação ambiental em escolas do ensino fundamental. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 20, p. 1-21, jan/jun. 2008.

SILVA, Z.R. Manual didático do biodigestor. Mestrado profissional em ensino de ciências e tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2015.

SOUZA, F. L. e MARTINS, P. Ciência e tecnologia na escola: desenvolvendo cidadania por meio do projeto “biogás – energia renovável para o futuro”. *Química Nova na Escola*, v. 33, p. 19-24, 2011.