

Biodigestor caseiro: proposta interdisciplinar para o ensino de Ciências através de oficinas pedagógicas numa escola em zona rural

Homemade bio digester: interdisciplinary proposal for Science teaching through pedagogical workshops in a rural zone school

Ellen Patrícia do Marques do Carmo¹
Diego Coêlho Leite²

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido numa escola municipal de Ensino Fundamental, localizada na zona rural do município de Cametá, no Pará, com as turmas do 7º e 8º anos. Teve como objetivo realizar oficinas pedagógicas voltadas para questões ambientais, a partir da construção do biodigestor caseiro nas aulas de Ciências, reforçando seu papel como tecnologia alternativa e interdisciplinar que contribui com uma nova visão acerca da realidade ambiental do local. Os dados foram coletados através de questionários, onde buscou-se estabelecer um parâmetro inicial acerca da compreensão de alunos e professor sobre a temática. Os resultados destacam a aceitação, o interesse dos discentes acerca da atividade realizada e a preocupação com impactos ambientais na localidade.

Palavras-chaves: Ensino de Ciências; Oficina pedagógica; Biodigestor caseiro

Abstract

The present work was developed at a municipal Elementary School, located in the rural area of the municipality of Cametá, in Pará, with classes of 7th and 8th years. The objective was to hold pedagogical workshops focused on environmental issues from the construction of a homemade bio digester during Science classes, reinforcing its role as an alternative and interdisciplinary technology that contributes to a new vision about the local environmental reality. Data were collected through questionnaires, where we sought to establish an initial parameter about the understanding of students and teachers on the theme. Results highlight the acceptance, interest of students about the activities performed and the concern with the environmental impacts in the present locality.

Keywords: Science teaching; Pedagogical workshop; Homemade bio digester.

1. Introdução

Podemos observar, de modo cada vez mais intenso, a quantidade de resíduos produzidos pela sociedade e a situação de acúmulo destes em áreas inapropriadas,

¹ Mestranda em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável pelo Instituto Amazônico de Agriculturas Familiares (INEAF/UFPA). Especialista em Biodiversidade Amazônica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: ellen.carmo@cameta.ufpa.br

² Mestre em Ciências e Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA). É professor de Química no EBTT do IFPA/Cametá. E-mail: diego.leite@ifpa.edu.br

tal como em espaços conhecidos como áreas de proteção ambiental (APA), ruas, rios e terrenos vazios. Essa é uma realidade presente tanto nos pequenos quanto nos grandes centros urbanos (JACOBI; BESEN, 2011).

Sendo o lixo orgânico um desse resíduos (parte putrescível dos sólidos urbanos, rurais e industriais descartados, como restos de alimentos de origem animal e vegetal), e quando lançados diretamente no meio ambiente, sem o adequado tratamento, são potencialmente prejudiciais, pois processos bioquímicos como a decomposição anaeróbia desse material produz o metano (CH_4) um dos principais gases causadores do efeito estufa (THEMELIS; ULLOA, 2006). Além disso, geram um líquido viscoso, de cheiro forte e desagradável chamado chorume, podendo causar a contaminação do lençol freático quando penetra no solo (DE MORAIS et al., 2006).

Segundo a norma ABNT NBR 8419/1992, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, possui sistemas de drenagem de chorume, de gases como o biogás e de águas pluviais. Ele é considerado a melhor forma de destinação do lixo, pois o local é preparado com o nivelamento de terra e com o selamento da base com argila e mantas de policloreto de polivinila (PVC). Em contrapartida, o lixão que também é uma área de disposição final de resíduos sólidos, não possui nenhum tipo de preparação no solo que vai receber o lixo, bem como nenhum tipo de sistema de tratamento para o chorume, que penetra no solo levando substâncias contaminantes para o lençol freático, solo e rios (RICHTER, 2014).

Assim como o aterro sanitário que soluciona parte do problema que é o lixo, pesquisas apontam como ações mitigadoras, o biodigestor que se apresenta como uma dessas tecnologias (GASPAR, 2003). Segundo Gaspar (2003) o biodigestor é uma câmara fechada que trata do lixo orgânico, transformando-o em combustível renovável produzido através da digestão anaeróbia. Mata-Alvarez et al. (2000) definem digestão anaeróbia como um tratamento biológico destinado para tratar a matéria orgânica, através do qual a mesma é convertida principalmente em metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), na ausência de oxigênio.

Esse processo constitui-se de quatro fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Na primeira fase chamada de hidrólise se inicia com bactérias que possuem capacidade enzimática de decomposição de carboidratos, gorduras e proteínas, como as bactérias fermentativas hidrolíticas (METZ, 2013). Na

segunda etapa, chamada de acidogênese, ocorre a continuação da primeira fase onde acontece a quebra em moléculas menores, ou seja, os compostos são transformados em ácidos graxos voláteis (AGV), que são ácidos simples e de baixo peso molecular (BENGTSSON, 2008).

Na terceira fase, as bactérias acetogênicas degradam ácidos voláteis e álcoois presentes nas moléculas da acidogênese, e transformam em acetato, hidrogênio molecular (H_2) e dióxido de carbono (CO_2) (ZEIKUS, 1980). Na metanogênese, última fase da digestão anaeróbia os produtos da acetogênese (ácidos voláteis) são transformados pelas bactérias metanogênicas em metano, dióxido de carbono e água, onde esse tipo de bactéria retira energia das matérias orgânicas para seu desenvolvimento, liberando parte da energia da matéria orgânica através do metano (METZ, 2013).

Devido à necessidade socioambiental de desenvolvimento de tecnologias que abordem não só o tratamento de resíduos orgânicos, mas também represente uma alternativa barata, eficaz, ecológica na obtenção de uma fonte de energia renovável, com um dispositivo de fácil construção e manipulação que promove o ameno de tais problemas, esta pesquisa propôs a montagem de um biodigestor caseiro confeccionado com material alternativo para que fosse aplicado como instrumento didático e interdisciplinar nas aulas de Ciências, através de oficinas pedagógicas numa escola municipal de Ensino Fundamental, situada na estrada da Vacaria, zona rural de Cametá, município localizado no estado do Pará. Tendo como objetivo elaborar oficinas pedagógicas a partir da construção de um biodigestor caseiro para aulas de ciências como uma tecnologia alternativa e interdisciplinar como ação mitigadora para o descarte inapropriado de dejetos orgânicos.

Segundo Pavianni e Fontana (2009) oficina pedagógica é uma estratégia metodológica que visa a construção do conhecimento a partir da ação e da reflexão, sendo oportuna na articulação da teoria com a prática, dessa forma fazendo com que o aluno consiga relacionar o conhecimento adquirido com as suas vivências e com o que está ao seu redor. Este instrumento pedagógico apresentou-se como uma das metodologias para o ensino de ciências que contivesse a capacidade de despertar nos alunos questionamentos, curiosidades e possibilitar ao indivíduo a apropriação de novos conhecimentos.

Dessa forma, práticas pedagógicas como as oficinas representam uma excelente estratégia para trabalhar determinados assuntos dentro do Ensino de Ciências que não deve se restringir apenas no repasse de termos científicos, mas também possibilitar aos alunos a capacidade de questionar, buscar possíveis soluções para amenizar problemas de natureza científica e tecnológica e proporcionar aos estudantes a compreensão do universo e a reflexão sobre seus atos sociais, ambientais (SOUZA, 2016).

2. Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Municipal de Ensino Fundamental Professora Maria Cordeiro de Castro, com duração de um ano. A referida escola foi selecionada por estar localizada na Estrada da Vacaria, onde verificou-se número expressivo de descarte inapropriado de dejetos animais, sendo esses estrumes necessários para o funcionamento do sistema biodigestor.

Foram selecionadas as turmas do 7º e 8º anos, devido ao interesse de trabalhar com alunos moradores da localidade. A pesquisa teve caráter exploratório e pautou-se na abordagem quantitativa que, segundo Lakatos e Marconi (2018), busca proporcionar informações a partir da coleta de dados, usando métodos de investigação como questionários, que visam a obtenção de informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

Inicialmente foi realizado um levantamento de informações para estabelecer um parâmetro inicial acerca da compreensão de alunos e professor sobre temáticas ambientais e conceitos da temática do lixo, através de questionamentos voltados para essa abordagem. Foram aplicados dois tipos de questionários-mistos, contendo perguntas abertas, onde o questionado teve a liberdade de construir sua resposta e, outras fechadas, em que o participante apenas selecionava a alternativa que mais se adequava a sua opinião (AMARO, PÓVOA; MACEDO, 2005). O primeiro, contendo oito questões foi aplicado com 31 alunos. Já o segundo, contendo quatro questões, foi aplicado somente com o professor de Ciências da escola.

Após tomar compreensão a respeito do conhecimento prévio dos alunos e do professor sobre a temática da pesquisa, o momento posterior consistiu na realização das oficinas pedagógicas, onde o biodigestor foi apresentado. Na oportunidade, os

conceitos relacionados ao biodigestor e ao processo de funcionamento do mesmo foram explicados, com o intuito de possibilitar aos estudantes maior entendimento do tema, além de proporcionar uma aproximação aos termos como, por exemplo: biodigestor, biogás, biofertilizante, chorume e reciclagem. Por fim, outro questionário foi aplicado com os discentes, no sentido de investigar se as aprendizagens adquiridas com as oficinas e atividades práticas com o biodigestor foram eficientes.

2.1 Materiais utilizados

O biodigestor caseiro foi construído utilizando um tambor (bombona) com volume de 50 litros para servir de câmara de fermentação, onde foi acoplada uma entrada para adicionar material orgânico e saídas para o gás e biofertilizante. A tabela 1 mostra os materiais utilizados na produção do biodigestor, a quantidade e medida.

Tabela 1 – Materiais utilizados na confecção do biodigestor

Material	Medida	Quantidade
Tambor	50 L	01
Tambor	05 L	01
Cano PVC	100 mm	01
Cano PVC	32 mm	01
Cano PVC	20 mm	01
Luva soldável	25-20 mm	01
Luva com bucha de latão	20x½ mm	01
Adaptador com flange	20x½ mm	01
Adaptador soldável curto	20x½ mm	01
Registro de esfera soldável	20 mm	01
Registro de esfera soldável	32 mm	01
Joelho 90° soldável	20 mm	01
Adesivo plástico p/ tubo PVC	---	17 gramas
Espigão macho	½x 3/8 mm	01
Abraçadeira	½x¾ mm	02
Resina epóxi	---	100 gramas
Cap esgoto primário	100 mm	01
Registro de gás	---	01
Mangueira	½ polegada	1 metro

Fonte: Carmo (2019)

2.2 Montagem do Biodigestor

A montagem do biodigestor inicia com a perfuração da parte superior do tambor de 50 litros, sendo feito um furo para acoplar o tubo PVC de 100 mm para servir de

entrada da matéria orgânica. Em outro furo também na parte superior foi instalado o cano de PVC de 20 mm para conectar o registro de gás e servir de saída para o mesmo e um terceiro furo na lateral do recipiente sendo utilizado para saída do biofertilizante, inserindo um tubo de PVC de 32 mm. Após a colagem dos tubos, foi instalada no registro de gás uma mangueira de uso próprio que foi conectada em um tambor de 5 litros servindo de reservatório para o biogás.

A Figura 1 mostra o biodigestor caseiro construído a partir de materiais alternativos, como resíduos de cano PVC, com todas as suas partes devidamente montadas.

Figura 1 – Biodigestor construído, com todas as partes devidamente montadas.



Fonte: Carmo (2019).

2.3 Matéria-prima utilizada no biodigestor

Foram utilizados como carga do biodigestor restos de alimentos provenientes de consumo residencial como: arroz, pão, legumes, casca de frutas e verduras, e dejetos bovinos (material mais abundante na localidade) coletados em residências dos alunos participantes. Segundo Metz (2013), deve-se ter cuidado com a seleção dos resíduos orgânicos utilizados, afinal não pode ser adicionado gordura animal, carne e nem sangue, pois os mesmos interferem no processo de digestão. De acordo com Metz (2013) e Sganzerla (1983), para uma digestão satisfatória é essencial à adição de dejetos bovinos, pois os mesmos propiciam um aumento rápido do número de bactérias metanogênicas, que irão degradar a matéria orgânica presente no biodigestor.

Utilizou-se a proporção 1:1 de água e resíduos sólidos, ou seja, 20 litros de água e 20 quilogramas de resíduos sólidos (restos de alimento e dejetos bovinos). A matéria-prima do biodigestor foi produzida conforme demonstrado na Tabela 2. A carga total no interior do biodigestor apresentou capacidade de 40 litros. Restando um espaço de 10 litros.

Tabela 2 –Tipos de resíduos sólidos e quantidade utilizada no biodigestor

Tipo de Resíduo Sólido	Quantidade
Restos de alimento	10 Kg
Dejeto Bovino	10 Kg
Água	20 litros

Fonte: Carmo (2019)

2.4 Funcionamento do Biodigestor

Depois de abastecer o biodigestor, o mesmo foi deixado em uma área selecionada pelos discentes e professor, durante 60 dias, onde buscou-se maior incidência solar, permitindo que o sistema ficasse exposto ao máximo em elevadas temperaturas para resultados mais satisfatórios. No período de observação constatou-se, a partir dos testes de chama realizados, que devido às condições e variações do clima, características do período chuvoso da região amazônica, não foi possível a obtenção imediata da produção de gás.

Durante as análises imediatas não foi possível medir a temperatura interna do biodigestor, devido à ausência de materiais apropriados. Cabe ressaltar que a obtenção em baixa escala do gás não descaracteriza esta pesquisa, uma vez que o biodigestor foi construído como uma ferramenta didática e interdisciplinar para o ensino de ciências possibilitando aos alunos conhecimento prático acerca da realidade local.

3. Resultados e discussão

A seguir, os resultados obtidos com o preenchimento dos questionários aplicados aos alunos e ao professor são apresentados. Eles foram organizados em categorias de análise, conforme a temática abordada durante as oficinas e atividades práticas.

3.1 Dados obtidos com o questionário dos alunos antes das oficinas

a) Conhecimento sobre o significado de reciclar

Em relação ao questionamento sobre o significado de reciclar, para os alunos do 7º ano, 14 (100%) assinalaram que “sim” sabiam o significado de reciclar, que era reaproveitar o lixo. E, para os alunos do 8º ano apenas 6 (35%) disseram que sabiam, se tratava de aproveitar o lixo, enquanto 11 (65%) assinalaram que não sabiam do que se tratava.

As afirmativas dos alunos em relação a esse questionamento nos remetem a um entendimento superficial sobre o que se trata o ato de reciclar, afinal o mesmo não se restringe apenas dar uma nova utilidade ao material que foi descartado, mas também mostrar que através desse ato é possível preservar o meio ambiente, minimizando a exploração dos recursos naturais e a quantidade de lixo descartado na natureza. Para Lomasso et al., (2015), a reciclagem é um processo de suma importância, onde o resíduo sólido é reaproveitado, podendo gerar novos produtos, o que contribui com a natureza, amenizando os impactos causados pela ação humana no meio ambiente.

b) Consciência dos tipos de lixo que podem ser reciclados

Sobre os tipos de lixo que podem ser reciclados todos alunos do 7º ano (100%) afirmaram que tinham consciência e citaram: plástico, papel e vidro. Entre os 17 alunos do 8º ano, 15 (88%) assinalaram que tinham apropriação do tema abordado, conheciam alguns como: o plástico e o papel, enquanto 2 alunos (12%) não sabiam. Com as respostas a esse questionamento podemos perceber que os alunos conhecem alguns tipos de lixo que podem ser reciclados, mas não tem entendimento da dimensão dos resíduos que podem ser reaproveitados. De acordo com Lomasso et al., (2015), a maioria dos tipos de lixo (papel, vidro, metal, plástico, orgânico, pneus, entulho, pilhas e baterias) podem ser reutilizados, o que contribui positivamente com a preservação da natureza, reduzindo a contaminação de rios e solos, por exemplo.

c) Males causados pelo lixo

Concernente aos males causados pelo lixo, 13 alunos (92%) do 7º ano alegaram que tem conhecimento sobre que seria a poluição. Apenas 1 aluno (8%) afirmou não saber. Para os discentes do 8º ano, 16 (94%) disseram que tem conhecimento a respeito dos malefícios causados pelo lixo que seria a poluição,

doenças e, somente 1 (6%) aluno não sabia do que se tratava. Percebeu-se que a maioria dos alunos conseguem apontar alguns dos problemas provocados pelo lixo. No entanto, esse entendimento é bem superficial. Para Mucelin e Bellini (2008), o lixo contribui com problemas ambientais, como a poluição (das águas, solo, ar), contaminação das águas e dos solos, assoreamento, enchentes, esgotamento dos recursos naturais, degradação da fauna e flora. Também acarreta problemas de saúde, como doenças, dentre elas: diarreia, verminose, etc.

d) Tipos de resíduos que o lixão pode receber

Quando questionados se no lixão deve ser descartado todo tipo de resíduo sólido, 5 alunos (35%) do 7º ano disseram que sim, justificaram que ele foi feito para essa finalidade e 9 alunos (65%) assinalaram que não, pois determinados tipos de lixo precisam ter um destino e tratamento diferente. Para os estudantes do 8º ano, 4 (24%) afirmaram que sim, pois o lixo precisa ter um destino final e 13 (76%) alunos assinalaram que não, porque alguns tipos de lixo requerem destino diferente. De acordo, com as respostas obtidas foi possível verificar que a maioria dos alunos entendem que o lixão não é destino correto para todos os tipos de lixo, que os resíduos sólidos devem passar por uma coleta seletiva e posteriormente encaminhados para o seu destino correto. Para Richter (2014), o lixão é um local de disposição final para o lixo, onde esses resíduos ficam a céu aberto, geralmente não passam por um tratamento adequado, causando graves problemas tanto para o meio ambiente (poluição do ar, água e solo) quanto ao ser humano.

e) Entendimento sobre o chorume

Em relação ao entendimento dos alunos sobre o termo chorume, 12 alunos (88%) do 7º ano afirmaram que não sabia do que se tratava, enquanto somente 2 alunos (12%) afirmaram saber sobre. Já para os alunos do 8º ano, 12 (70%) disseram não ter conhecimento em relação ao chorume e, apenas 5 alunos (30%) alegaram conhecer, que é proveniente do lixo. Referente a este questionamento verificou-se que a maioria dos alunos não sabem do que se trata e os que afirmaram ter conhecimento, disseram que está relacionado com o lixo. De acordo com De Moraes *et al.*, 2006 o chorume é um líquido escuro proveniente da decomposição dos resíduos sólidos e sofre influência da quantidade de chuva e da temperatura.

f) Educação ambiental na escola

A totalidade (100%) dos alunos do 7º ano afirmaram ter estudado sobre educação ambiental na escola. Entre os estudantes do 8º ano, 16 (94%) assinalaram já ter estudado sobre educação ambiental na escola e apenas 1 (6%) disse que não estudou sobre. De acordo com as respostas em relação a esse questionamento, constatou-se que a maioria dos alunos tem um entendimento superficial sobre a Educação Ambiental. Segundo Marcatto (2002), a E.A é um processo de extrema importância ambiental e social, onde o indivíduo constrói conhecimentos sobre as questões ambientais, entende a importância de preservar o meio ambiente, reconhece que é ator principal no agravamento dos problemas ambientais e repensa suas atitudes em relação ao meio ambiente. Além disso, é capaz de sensibilizar o ser humano para as questões ambientais, fazendo com que os mesmos se sintam motivados a tomar atitudes para contribuir positivamente com a natureza, minimizando os impactos ambientais, sabendo respeitar os recursos naturais.

g) Dejetos animais causam problemas ambientais?

De acordo com as respostas obtidas, 5 estudantes (35%) do 7º ano afirmaram que sim, porém não conseguiram justificar suas respostas e na opinião de 9 alunos (65%) não existia problema. Para os alunos do 8º ano, 14 (82%) assinalaram que não causavam problemas e 3 (18%) afirmaram que sim, mas as respostas estavam relacionadas com problemas de saúde. Referente as respostas obtidas no questionário, observou-se que a maioria dos alunos não possuem conhecimento sobre os males causados pelos dejetos animais descartados de maneira inadequada na natureza. E, os que afirmaram ter conhecimento assimilam os males causados pelo descarte inadequado dos dejetos animais com problemas de saúde. Conforme afirma Kunz (2006) a disposição dos dejetos animais no solo, acarreta problemas ambientais, como a poluição do mesmo, assim como a do lençol freático.

h) Problemas causados pelo lixo no local em que você reside

Ao questionar os alunos do 7º ano sobre os problemas causados pelo lixo no lugar em que residem, 3 assinalaram que não conseguem identificar e 11 afirmaram que verificam os males causados pelo lixo naquele lugar, como: acúmulo de lixo na estrada, doenças e poluição do ar. Entre os estudantes do 8º ano, 1 não percebe

problema gerado pelo lixo e 16 detectam problemas ocasionados pelos resíduos sólidos, citando o acúmulo de plástico na estrada, a queima de papel e a poluição do ar, como exemplos. Dessa forma, constatou-se que a maioria dos discentes conseguem apontar problemas causados pelo lixo na localidade onde residem.

3.2 Dados obtidos com o questionário do professor antes das oficinas

a) Atividades voltadas para a prática da educação ambiental

Em relação as atividades voltadas para a prática da educação ambiental, desenvolvidas pelo professor nas aulas de ciências, o mesmo afirmou que possui o hábito de fazer abordagens com essa temática, como exemplo cita uma feira desenvolvida na escola juntamente com os alunos, onde objetivou-se mostrar para os alunos que, com a reciclagem de alguns materiais como a garrafa pet, é possível reutilizá-las para confeccionar novos utensílios, para contribuir com a preservação do meio ambiente.

b) Abordagem sobre a EA com os alunos

No que se refere a abordagem da Educação Ambiental com os alunos o professor afirma que encontra facilidade, afinal a educação ambiental está ligada diretamente com a realidade do aluno e ao tratar essa temática envolve muito a prática, podendo realizar várias metodologias o que torna o estudo mais significativo e prazeroso para o discente, dessa forma fica mais fácil abordar essa temática, sendo de suma importância ressaltar esses temas, afinal são alunos da zona rural, devem aprender a cuidar do meio ambiente em que vivem.

c) Benefícios que o lixo pode trazer

Referente aos benefícios que o lixo pode trazer, o professor afirmou que o mesmo oferece vantagens, principalmente mostrando-se como uma ótima oportunidade de negócios, sendo fonte de renda, proporcionando criação de cooperativas e interação social. Verificou-se com base na fala do professor que a sua visão sobre o lixo, refere-se a um recurso que oferece vantagem, sendo uma oportunidade de negócio, dessa forma gerando renda para famílias em vulnerabilidade econômica.

d) Formas de reutilização e reciclagem do lixo

Referente a este questionamento o professor respondeu: “Sabemos que reutilização se difere de reciclagem, pois na reciclagem o material ou objeto passa por processos químicos ou industriais e a reutilização é o reaproveitamento do objeto sem passar pelo reprocessamento. Conheço várias formas de reciclagem, como por exemplo: do plástico, papel, compostagem. As formas de reutilização que conheço são inúmeras e posso citar como exemplo a reutilização de roupas, eletrodomésticos, garrafas pet, entre outros, que podem ser usados na sua forma original, como em diversas possibilidades, como é o caso de garrafas pet's que são usadas para confeccionar objetos de decoração” (professor).

O professor ressalta a importância de medidas como os 3 R'S e afirma que todos devem ter esse hábito: Reciclar (modificar materiais usados, por processo industrial ou artesanal), Reutilizar (reaproveitar o objeto em outra função) e, Reduzir (evitar consumir produtos com maior potencial de geração de resíduos). Com relação as formas de reciclagem e reutilização o professor reconhece que os dois processos são igualmente importantes, tendo por objetivo diminuir o desperdício de materiais e a exploração de recursos naturais, porém são termos diferentes. O entendimento do mesmo em relação a termos relacionados com a questão do lixo evidencia o seu cuidado em instigar concepções sustentáveis em seus alunos através da sua prática, contribuindo para que os discentes tenham uma nova visão sobre o ambiente e estejam cada vez mais comprometidos com as questões ambientais.

3.3 Análise geral pós-intervenção das oficinas pedagógicas

Após analisar os dados obtidos nos questionários, realizou-se a segunda etapa da pesquisa com os alunos e professor participantes, onde aplicou-se as oficinas pedagógicas na escola, apresentando o biodigestor aos estudantes, com objetivo de despertar o interesse deles para a situação do descarte inapropriado do lixo orgânico, mostrando-os uma tecnologia alternativa, capaz de solucionar parte do problema que é o lixo orgânico, possibilitando aos discentes um novo olhar mais consciente em relação aos dejetos orgânicos. Com a realização das oficinas pedagógicas, verificou-se a curiosidade, o grande interesse dos alunos acerca do biodigestor, e também a perplexidade em saber que tecnologias simplórias, como o biodigestor contribuem

positivamente com o meio ambiente, combatendo problemas causados pelo descarte do lixo orgânico na zona rural.

Visando entender as aprendizagens adquiridas pelos alunos com a execução das oficinas utilizando o biodigestor, foi aplicado um questionário, contendo 7 perguntas. Vale ressaltar que as oficinas pedagógicas foram aplicadas passando um ano da aplicação do primeiro questionário, devido o tempo destinado para o funcionamento do biodigestor. Dessa forma, os alunos participantes da pesquisa passaram de ano letivo e trocaram de turma, os que eram do 7º ano passaram para o 8º e, os alunos do 8º ano são a turma do 9º ano citada nos resultados abaixo. De acordo com as respostas obtidas no questionário, foi possível criar 7 quadros com categorias para análises (Quadro 1).

Quadro 1 – Desenvolvimento das atividades práticas relacionadas a questões ambientais

Pergunta	Você considera importante desenvolver atividades práticas voltadas para questões ambientais? Justifique.			
Categorias (por turmas 8º e 9º anos)	Sim, pois mostra que devemos preservar o meio ambiente.	Sim, pois mostra alternativas para manter o meio ambiente livre de contaminação.	Sim, pois ensina a preservar o meio ambiente.	Sim, pois mostra alternativas para não agredir o meio ambiente.
Percentual de alunos	36% (8º ano)	64% (8º ano)	70% (9º ano)	30% (9º ano)

Fonte: Carmo (2019)

As respostas dos alunos nesse questionamento afirmam que as atividades práticas são consideradas um método relevante para trabalhar as questões ambientais. De acordo com Do Carmo (2019) o desenvolvimento de atividades práticas voltadas para questões ambientais permite aos alunos a reflexão sobre seus atos em relação ao meio ambiente no momento da realização da oficina pedagógica, dessa forma fazendo com que os indivíduos tenham uma ótica mais consciente acerca das questões ambientais no local em que residem (Quadro 2).

Quadro 2 - Concepções sobre Educação Ambiental

Pergunta	Para você o que significa Educação ambiental?			
Categorias (por turmas 8º e 9º anos)	Ensina a cuidar do meio ambiente.	Área que orienta a tomar medidas para preservar o meio ambiente.	Matéria que ensina a cuidar do meio ambiente.	Área que contribui para educar quanto as questões ambientais.
Percentual de alunos	64% (8º ano)	36% (8º ano)	59% (9º ano)	41 % (9º ano)

Fonte: Carmo (2019)

De acordo com as respostas dos alunos, observou-se que os mesmos demonstram compreender que a Educação Ambiental é um meio para alertar as pessoas acerca de problemas ambientais e, está relacionada ao desenvolvimento de cidadãos conscientes acerca do meio ambiente através da educação. Para Crisóstimo (2011) a Educação Ambiental tem o papel:

À educação ambiental cabe o papel de formar cidadãos para uma reflexão crítica, em termos ambientais e sociais, e também formar pessoas capazes de promover transformações na sua maneira de pensar, de agir, de tomar decisões, descartando a ideia individualista e principiando a sociedade, o agir coletivo, por meio de ações socioambientais, intervindo no ambiente local e buscando o resultado planetário, educando o indivíduo para sua própria sustentabilidade e consequentemente, a do planeta (CRISÓSTIMO, 2011, p. 89).

A educação é capaz de promover aos estudantes uma nova ótica sobre o meio ambiente, permitindo que ocorra mudanças nas ações e pensamentos das pessoas, afinal o ser educado é capaz de reconhecer-se como parte integrante do ambiente, passando a ter uma nova visão mais consciente (Quadro 3).

Quadro 3 - Oficinas pedagógicas como estratégia de ensino

Pergunta	Na sua opinião, as oficinas pedagógicas caracterizam um boa estratégia de ensino? Justifique sua resposta.			
Categorias (por turmas 8° e 9° anos)	Ensina na prática a teoria.	Com a prática o interesse é maior pelo conteúdo.	Aprende na prática a teoria e, com as relações entre professor e aluno, o que facilita o aprendizado.	Não, a aula tradicional é melhor.
Percentual de alunos	57% (8° ano)	43% (8° ano)	88% (9° ano)	12% (9° ano)

Fonte: Carmo (2019)

Referente a esse questionamento, verificou-se que a maioria dos alunos consideram as oficinas pedagógicas como uma estratégia de ensino capaz de associar a teoria com a prática, onde os mesmos afirmam que se torna mais fácil de assimilar o conteúdo, além de possibilitar o aprendizado através das interações entre o aluno e objeto de estudo. Segundo Pavianni e Fontana (2009), as oficinas pedagógicas promovem a construção do conhecimento de forma participativa, questionadora, através de uma prática, levando em consideração também sua natureza teórica (Quadro 4).

Quadro 4 - Desenvolvimento de diferentes metodologias no ensino de ciências

Pergunta	Você acha relevante o desenvolvimento de diferentes metodologias, como as oficinas pedagógicas, no ensino de ciências?			
Categorias	Com diferentes metodologias os	Possibilita relacionar o	Sim, com a prática aprende melhor e,	Sim, pois é inovador e sai da

(por turmas 8° e 9° anos)	alunos têm maior interesse, é uma alternativa para reforçar o conteúdo.	conteúdo com a realidade.	com as interações que ocorrem com professor e outros colegas, acontece a troca de conhecimento.	rotina de todo dia dentro de sala de aula.
Percentual de alunos	50% (8° ano)	50% (8° ano)	59% (9° ano)	41% (9° ano)

Fonte: Carmo (2019)

De acordo com as respostas obtidas, percebeu-se que os alunos reconhecem a relevância de desenvolver diferentes metodologias no ensino de ciências, o que para o PCN (1998), é verídico, pois metodologias, como as atividades práticas representam uma parte fundamental na aprendizagem de ciências, afinal a mesma é capaz de proporcionar a assimilação da teoria com a prática. Além disso, possibilita aos discentes observarem situações, formular hipóteses e propor possíveis soluções para amenizar problemas (Quadro 5).

Quadro 5 - Cuidados com os resíduos sólidos

Pergunta	Quais cuidados devemos ter com os resíduos orgânicos?			
Categorias (por turmas 8° e 9° anos)	Procurar alternativas, como reutilização, para evitar o descarte inapropriado.	Não jogar no meio ambiente, incluindo rios.	Separar dos demais tipos de lixo e, não descartar em local inapropriado.	Reutilizar, como exemplo fazer adubo orgânico, através do biodigestor.
Número de alunos	64% (8° ano)	36% (8° ano)	53% (9° ano)	47% (9° ano)

Fonte: Carmo (2019)

Relacionado a esse questionamento constatou-se que os alunos têm noção de alguns cuidados que devem ter com os resíduos orgânicos, dentre eles citam a reutilização dos rejeitos, pois conhecem os problemas causados pelo descarte inapropriado destes resíduos. De acordo com Bento *et al.*, (2013), a reciclagem dos resíduos sólidos é essencial, pois é capaz de evitar problemas para a saúde e para o meio ambiente:

Esse tipo de resíduo é considerado poluente e, quando acumulado, pode tornar-se altamente inatrativo e mal-cheiroso, normalmente devido à decomposição destes produtos. Se não houver o mínimo cuidado com o armazenamento desses resíduos cria-se um ambiente propício ao desenvolvimento de microorganismos que muitas vezes podem ser agentes que podem causar doenças. (BENTO *et al.*, 2013, p.8).

Como citado pelos alunos, uma das alternativas para o tratamento dos resíduos orgânicos é o biodigestor, uma tecnologia viável para a contenção do lixo orgânico.

Quadro 6 - Importância do reaproveitamento dos resíduos sólidos

Pergunta	Você considera importante reaproveitar os resíduos sólidos?			
Categorias (por turmas 8° e 9° anos)	Sim, pois impede a formação do chorume.	Sim, pois contribui positivamente para o ambiente, com diminuindo da exploração dos recursos naturais e da poluição.	Sim, pois é uma alternativa que contribui para a preservação do meio ambiente, minimizando o descarte de lixo na natureza.	Não souberam responder.
Número de alunos	57% (8° ano)	43% (8° ano)	88% (9° ano)	12% (9° ano)

Fonte: Carmo (2019)

Concernente ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, os alunos consideram importante reciclar esses rejeitos e, apontam os benefícios, como a diminuição da quantidade de lixo no meio ambiente e da exploração dos recursos naturais, o que contribui para a preservação do mesmo. Além disso, impede a proliferação de microrganismos causadores de doenças e, a formação do chorume.

Quadro 7 - Separação dos tipos de lixo

Pergunta	Na sua casa existe o cuidado em separar os tipos de lixo?			
Categorias (por turmas 8° e 9° anos)	Não, pois não tem fundamento.	Sim, pois cada tipo de lixo requer um tratamento diferente.	Não.	Sim, no entanto não tem coleta de lixo.
Número de alunos	71% (8° ano)	29% (8° ano)	76% (9° ano)	24% (9° ano)

Fonte: Carmo (2019)

Relacionado ao cuidado de separar os tipos de lixo na casa, a maioria dos alunos afirmam que não acontece, outros relataram que separam o lixo e reconhecem a importância de separar os tipos de resíduos sólidos, afinal sabem que cada tipo de lixo é diferente e merecem destino e tratamento distintos. No entanto justificam que separar os resíduos sólidos no local em que residem, não tem fundamento, pois na zona rural não acontece a coleta do lixo para uma destinação adequada, devido à falta de serviços públicos nessas áreas. O que contribui para o despejo dos resíduos sólidos na natureza, podendo causar problemas para o meio ambiente (ROVERSI, 2014).

4. Considerações finais

Ao realizar a oficina pedagógica abordando temáticas ambientais a partir da utilização do biodigestor caseiro de materiais alternativos, permitiu a construção de um novo olhar por parte dos alunos em relação ao lixo orgânico, possibilitando para os mesmos o entendimento da importância de reutilizar e conhecer na prática possíveis finalidades para os resíduos orgânicos, contribuindo para a preservação do meio ambiente. Além disso, os alunos compreenderam a importância do desenvolvimento de tecnologias acessíveis como o biodigestor caseiro, para tratar dos problemas causados pelo descarte inapropriado de rejeitos orgânicos. Foi possível, analisar a partir da estatística descritiva dos dados obtidos através dos questionários, que metodologias, como as oficinas pedagógicas desenvolvidas em escolas, possibilitam a construção do conhecimento de forma prática, através das interações que ocorrem entre aluno e objeto de estudo, sendo de extrema relevância social e ambiental, possibilitando uma nova visão mais crítica e consciente aos alunos em relação as temáticas ambientais.

Referências

- AMARO, Ana; PÓVOA, Andreia; MACEDO, Lúcia. **A arte de fazer questionários**. Porto, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2005.
- BENGTSSON, Simon *et al.* **Acidogenic fermentation of industrial wastewaters: Effects of chemostat retention time and pH on volatile fatty acids production**. *Biochemical Engineering Journal*, 40:492, 2008.
- BENTO, Ana Laura. *et al.* **Sistema de gestão ambiental para resíduos sólidos orgânicos**. 2013, 19f. Relatório – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Ciências Naturais. Brasília: Mec/Sef, v. 4, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>. Acesso em: 10 abril 2019.
- CRISÓSTIMO, Ana Lúcia. **Resíduos Sólidos e Responsabilidade Social: Formação De Educadores Ambientais**. *Revista Conexão*, v. 7, n. 1, p. 88–95, 2011.
- DE MORAIS, Josmaria Lopes. **Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional**. *Química Nova*, v. 29, n. 1, p. 20, 2006.
- DO CARMO, Ellen Patricia Marques. **Oficinas pedagógicas: estratégias para o ensino de educação ambiental em Cametá-PA**. *Ciências em Foco*, v. 12, n. 1, 2019.
- GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo – PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

KUNZ, Airton. **Impactos sobre a disposição inadequada de dejetos animais sobre a qualidade das águas superficial e subterrâneas.** Simpósio Nacional Sobre Uso da Água na Agricultura, v. 2, p. 1-6, 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Metodologia científica.** - 7. ed.- [2. Reimp.]. São Paulo: Atlas, 2018.

LOMASSO, Alexandre Lourenço *et al.* **Benefícios e desafios na implementação da reciclagem: um estudo de caso no Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR),** Revista Pensar Gestão e Administração, v. 3, n. 2, p. 1-20, 2015.

MARCATTO, Celso. **Educação ambiental: conceitos e princípios.** 2002.

MATA-ALVAREZ, Joan *et al.* **Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives.** Bioresource technology, v. 74, n. 1, p. 3-16, 2000.

METZ, Hugo Leonardo. **Construção de um biodigestor caseiro para demonstração de produção de biogás e biofertilizante em escolas situadas em meios urbanos.** Departamento de Engenharia Rural, 2013.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano.** Sociedade & natureza, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

PAVIANI, Neires Maria Soldatelli; FONTANA, Niura Maria. **Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência.** Conjectura, v. 14, n. 2, p. 77-88, 2009.

RICHTER, Leonice Terezinha. **A importância da conscientização e da coleta seletiva no município de Palmitos-SC.** 2014.

ROVERSI, Clério André. **Destinação dos resíduos sólidos no meio rural.** 2014.

SOUZA, Valdeci Alexandre. **Oficinas pedagógicas como estratégia de ensino: uma visão dos futuros professores de ciências naturais.** 2016.

THEMELIS, Nickolas; ULLOA, Priscilla. **Methane generation in landfills.** Renewable Energy, v. 32 n. 7, p. 1243-1257, 2007.

ZEIKUS, J.G. **Chemical and fuel production by anaerobic bacteria.** Annual Review of Microbiology, v.34, n. 1, p.423-464, 1980.