



NETLOG 2021

International Conference on Network
Enterprises & Logistics Management

Prototipagem de biodigestores para sensibilização e disseminação da Agenda 2030 em ambiente educacional.

Souza, C.C.^{1*}, Torres, J.G.M.^{1,2}, Teodoro, A.L.A.², Mammoli, M.², Nakamura L.F.²

Universidade Paulista – UNIP

Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC

cibele.cassias@gmail.com*

Resumo

Com os grandes problemas apresentados nas comunidades, o biodigestor se tornou uma solução viável para muitos desses problemas, principalmente para a geração de energias limpas e renováveis. O biodigestor, além da energia, contribui para: o saneamento das residências, eliminando odores e focos de contaminação dos dejetos orgânicos; controle da poluição, contribuindo para a preservação do sistema hídrico e fertilidade do solo e reduz a contaminação e a propagação de doenças entre os seres vivos. O presente trabalho tem como objetivo mostrar o desenvolvimento de protótipos de biodigestor de baixo custo com a proposta de divulgação científica, sensibilizando alunos sobre energias renováveis, despertando conhecimentos e gerando curiosidades, permitindo inserir o estudo da educação ambiental. Além disso, visa contextualizar e promover os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 7 e 11 em ambientes escolares. Este trabalho faz parte da linha de pesquisa do Clube de Ciências do Senac de São José dos Campos que investiga o uso da Energia da Biomassa, que utiliza o Biodigestor como um dos seus meios de produção.

Palavras-chave: *Biodigestor, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Educação ambiental, Energias renováveis, Sustentabilidade.*

Abstract

With the great problems presented in the communities, the biodigester has become a viable solution for many of these problems, mainly for the generation of clean and renewable energies. The biodigester, in addition to energy, contributes to: the sanitation of homes, eliminating odors and sources of contamination from organic waste; pollution control, contributing to the preservation of the water system and soil fertility and reduces contamination and the spread of diseases among living beings. The present work aims to show the development of low cost biodigester prototypes with the proposal of scientific dissemination, sensitizing students about renewable energies, awakening knowledge and generating curiosities, allowing to insert the study of environmental education. In addition, it aims to contextualize and promote Sustainable Development Goals (SDGs) 4, 7 and 11 in school environments. This work is part of the research line of the Senac Science Club of São José dos Campos that investigates the use of Biomass Energy, which uses the Biodigester as one of its means of production.

Keywords: *Biodigester, Sustainable Development Goals, Environmental Education, Renewable Energies, Sustainability.*

Resumen

Con los grandes problemas presentados en las comunidades, el biodigestor se convirtió en una solución viable para muchos de estos problemas, principalmente para la generación de energías limpias y renovables. El biodigestor, además de energía, contribuye a: el saneamiento de los hogares, eliminando olores y fuentes de contaminación de los residuos orgánicos; control de la contaminación, contribuyendo a la preservación del sistema hídrico y la fertilidad del suelo y reduce la contaminación y la propagación de enfermedades entre los seres vivos. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar el desarrollo de prototipos de biodigestores de bajo costo con la propuesta de divulgación científica, sensibilizando a los estudiantes sobre las energías renovables, despertando conocimientos y generando curiosidades, permitiendo insertar el estudio de la educación ambiental. Además, tiene como objetivo contextualizar y promover los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, 7 y 11 en los entornos escolares. Este trabajo es parte de la línea de investigación del Senac Science Club de São José dos Campos que investiga el uso de la Energía de Biomasa, que utiliza el Biodigestor como uno de sus medios de producción.

Palabras clave: *Biodigestor, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Educación Ambiental, Energías Renovables, Sostenibilidad.*

1 Introdução

A partir da crise do petróleo da década de 1970, impulsionou-se a pesquisa e desenvolvimento de novas fontes alternativas de energia para as nações dependentes desse recurso energético, que sofreram profundas modificações na busca da substituição daquele produto. O Brasil concentrou seus esforços para substituir o petróleo através de pesquisas de algumas fontes alternativas, como o álcool, o xisto e o metanol. Uma das opções para a produção de energia a baixo custo que vem apresentando resultados favoráveis e já é difundido em vários países é o biogás, que apesar de ser conhecido há muito tempo, só a partir de 1976 os estudos relativos ao seu aproveitamento foram intensificados objetivando o seu aproveitamento energético no Brasil (Deganutti et al., 2002).

A China, até dezembro de 1979, com 7,2 milhões de biodigestores instalados, produziu um valor energético equivalente à cinco vezes a energia gerada pela usina de Itaipu. Isso representa um equivalente a 48 milhões de toneladas de carvão. O Brasil dispõe de condições climáticas favoráveis para explorar a imensa energia produzida pelos biodigestores. Com isso, poderia deixar de utilizar o gás de botijão e combustíveis líquidos, como por exemplo, o querosene, a gasolina e o diesel para o meio rural e urbano. Isso reduziria uma parcela significativa de importação de derivados do petróleo (Arruda et al., 2002).

O biodigestor, além da energia, contribui para: o saneamento das residências, eliminando odores e focos de contaminação dos dejetos orgânicos; controle da poluição, contribuindo para a preservação do sistema hídrico e fertilidade do solo e reduz a contaminação e a propagação de doenças entre os seres vivos. O custo de manutenção é baixo, já que é alimentado com material recolhido na propriedade, proporcionando ainda outras economias com o biofertilizante, que substitui com vantagens os adubos químicos. A biodigestão anaeróbica representa alternativas para resolução de problemas ambientais e a demanda por produção energética sustentável (Gaspar, 2003; Kelleher et al., 2002).

O principal componente do biogás é o metano, representando cerca de 60 a 80% na composição do total de mistura. O metano é um gás incolor, altamente combustível, queimado com chama azul

lilás, que não deixa fuligem e com um mínimo de poluição. Esse gás não oferece perigo e pode ser usado em ambientes fechados. Fontes naturais e antropogênicas produzem metano, e uma parcela significativa da presença desse gás na atmosfera é proveniente de resíduos orgânicos depositados no ambiente. Portanto, através de tratamento apropriado desses resíduos, é possível aproveitar o metano com fins energéticos e o biofertilizante como adubo (Deganutti et al., 2002).

Considerada uma fonte de biomassa, os resíduos sólidos urbanos (RSU) são reconhecidos como uma fonte de energia, mas a sua participação na matriz ainda é relativamente pequena (menos que 0,07%), se considerarmos a elevada quantidade de resíduos produzidos diariamente no país, cerca de 176,4 mil toneladas/dia (SNIS, 2016). A Empresa de Pesquisa Energética estimou que o potencial de geração de energia a partir de RSU utilizando as tecnologias de aproveitamento de gás de aterro é de 311 MW, digestão anaeróbica acelerada é de 868 MW e incineração é de 3.176 MW (Dalmo et al., 2018).

Segundo dados de um estudo realizado pela Urbanizadora Municipal S.A., o município de São José dos Campos coleta 14.472 toneladas/mês da coleta comum e 1230 toneladas/mês da coleta seletiva (Urbam, 2018). Os resíduos sólidos e líquidos são hoje um grande desafio para a comunidade e principalmente para as instituições geradoras, que têm a atribuição de minimizar e gerenciar adequadamente o “lixo”, a fim de evitar contaminação e impactos no meio ambiente. Entre as fontes de degradação ambiental, os resíduos gerados nas indústrias, escolas e residências apresentam uma peculiaridade importante: quando gerenciados inadequadamente, oferecem risco potencial ao ser humano e ao ambiente (Imperador, 2007).

Como uma solução viável, o uso da tecnologia de biodigestores vem se mostrando eficiente para se resolver problemas encontrados na sociedade. Neste contexto, podemos observar que ele pode ajudar a atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em 2015, com 193 países-membros a Organização das Nações Unidas (ONU), aprovou por unanimidade um plano de ação de 15 anos para erradicar a pobreza e a fome, proteger o planeta da degradação ambiental, assegurar vida próspera e de plena realização para todas as pessoas e promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas, a chamada Agenda 2030. Este é um “Plano Estratégico” com 17 grandes metas globais, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e com 169 indicadores que atualmente orientam sua implementação. Negociados a partir de 2012, na Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, também denominada de Rio+20 (ONU, 2015).

Para se atingir o desenvolvimento sustentável, exigirá uma profunda transformação na forma como pensamos e agimos. Para criar um mundo mais sustentável e engajar-se com questões relacionadas à sustentabilidade, como descrito nos ODS, os indivíduos devem se tornar agentes de mudança direcionada à sustentabilidade. Eles precisam de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes que lhes permitam contribuir para o desenvolvimento sustentável. A educação, portanto, é crucial para a consecução do desenvolvimento sustentável. A abordagem já bem estabelecida da educação para o desenvolvimento sustentável (EDS) capacita os educandos a tomar decisões informadas e adotar ações responsáveis para assegurar a integridade ambiental, a viabilidade econômica e uma sociedade justa para as gerações presentes e futuras (UNESCO, 2017).

Para Barboza (2018), ao se refletir sobre o papel que a educação tem em promover um desenvolvimento mais sustentável, se compreende que as escolas e instituições de ensino são atores essenciais na mudança necessária para o desenvolvimento sustentável. Assim, as instituições de ensino precisam ser modelos de sustentabilidade não apenas na hora de passar conhecimentos e ferramentas aos seus estudantes e às comunidades para que eles tenham a capacidade de tomar

decisões mais conscientes, mas também precisam ser modelos de sustentabilidade em gestão sustentável e na maneira como transmitem conhecimento e se relacionam com seus alunos e com as comunidades que estão inseridas.

Em tempos em que a informação assume um papel cada vez mais importante, a educação para a cidadania se representa plausível de motivar e sensibilizar as pessoas para transformar as várias formas de participação na defesa da qualidade de vida, destacando que a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a corresponsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover o desenvolvimento sustentável. Pensar sobre a complexidade ambiental abre uma favorável oportunidade para entender a gestação de novos atores sociais que se mobilizam para a apropriação da natureza, para um processo educativo articulado e comprometido com a sustentabilidade e a participação, apoiado numa lógica que privilegia o diálogo e a interdependência de diferentes áreas de saber (Jacobi, 2003).

O presente trabalho tem como objetivo mostrar o desenvolvimento de protótipos de biodigestor de baixo custo com a proposta de divulgação científica, sensibilizando alunos sobre energias renováveis, despertando conhecimentos e gerando curiosidades, permitindo inserir o estudo da educação ambiental. Além disso, visa contextualizar e promover os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 7 e 11 em ambientes escolares.

2 Revisão de Literatura

O Brasil é reconhecido por suas fontes de geração renovável na matriz energética, com destaque para as usinas hidrelétricas, as usinas eólicas e as de biomassa (Dalmo et al., 2018).

A biomassa é qualquer material capaz de ser decomposto por ação biológica. É um recurso renovável que se origina da massa total de matéria-orgânica que se acumula em um espaço, referente a ela todas as plantas, animais e resíduos. A biomassa pode ser encontrada de diversas maneiras, onde as mais conhecidas são, a lenha, os resíduos gerados pelas culturas agrícolas, florestas energéticas, resíduos sólidos municipais, agroindústrias e criação animal (Fernandes, 2012).

De acordo com Deganutti et al. (2002), o biodigestor é um equipamento que se constitui de uma câmara fechada onde é inserido a biomassa de forma aquosa que, a partir da sua decomposição anaeróbica é gerado o biogás e o biofertilizante.

Existem muitos tipos de biodigestor como por exemplo, o modelo indiano, o chinês e o canadense. Em geral, todos são compostos basicamente de duas partes: um compartimento fechado para abrigar e permitir a digestão anaeróbica da biomassa, e o gasômetro para armazenar o biogás (Deganutti et al., 2002; Gaspar, 2003).

O abastecimento de biomassa no biodigestor pode ser classificado como contínuo ou batelada (intermitente). O biodigestor contínuo é aquele que tem abastecimento diário de biomassa, em que a carga de biomassa inserida tem que se descarregar na mesma quantidade quando operado em carga máxima. O biodigestor batelada, o qual recebe carga total de biomassa, somente é esvaziado após a total conversão da biomassa em biofertilizante e biogás. Após esvaziado, faz-se nova recarga. O modelo de abastecimento batelada é mais indicado quando da utilização de materiais orgânicos de decomposição lenta e com longo período de produção (Gaspar, 2003)

Para que a digestão anaeróbica ocorra da melhor forma, é necessário possuir as condições ideais como: a impermeabilidade ao ar, temperatura adequada, nutrientes essenciais, teor de água, baixa

substâncias prejudiciais e o tempo de retenção hidráulica. A impermeabilidade ao ar, significa que o biodigestor deve ser perfeitamente vedado para a produção não ser inibida, afinal nenhuma das atividades biológicas (reprodução, metabolismo, etc.) dos microrganismos exigem oxigênio, onde a decomposição de matéria orgânica na presença de oxigênio (O₂) produz CO₂ (dióxido de carbono), e na ausência do oxigênio produz CH₄ (metano) que é o principal componente do biogás. A temperatura adequada é de aproximadamente 30°C, qualquer mudança brusca que exceda essa temperatura afeta a produção. As substâncias prejudiciais são o NaCl, Cu, Cr, NH₃, K, Mg e o Ni, mas são elementos conciliáveis se mantidas abaixo de certas concentrações. Entre os nutrientes essenciais estão o nitrogênio, sais orgânicos e principalmente carbono, sendo que a relação carbono/nitrogênio (C/N) deve ser mantida entre 20:1 e 30:1. O teor de água deve-se dispor normalmente em torno de 90% do peso conteúdo total (1:1 ou 1:1,5), tanto o excesso quanto a falta são prejudiciais. O tempo de retenção ocorre entre 35 a 45 dias em geral (Arruda et al., 2002).

Ainda segundo Arruda et al. (2002), se seguidas as condições indispensáveis para uma boa digestão anaeróbica, irá se obter um biogás excelente para a geração de energia mecânica, térmica e elétrica de baixo custo, que é considerada uma energia limpa e renovável.

O ODS 7 refere-se à energia limpa e acessível para assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível para todos. A educação em ambientes escolares necessita difundir esse conceito para os estudantes terem o conhecimento sobre os diferentes recursos energéticos (renováveis e não renováveis), e suas respectivas vantagens e desvantagens, incluindo impactos ambientais, questões de saúde, uso, segurança e proteção energética, e sua participação na matriz energética em nível local, nacional e global. Além disso, mostrar a importância do consumo consciente da energia e fazer experimentos com tecnologias de energia renovável para visualização na prática (UNESCO, 2017)

O ODS 11 sobre cidades e comunidades sustentáveis, visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. As escolas devem oferecer um ambiente que permita a disseminação de conhecimento, afinal a escola é um ambiente de promover a conscientização e sensibilização das pessoas. Assim, a escola deve fomentar o desenvolvimento de uma cidade sustentável, tendo papel importante em ajudar a conquistar e manter uma cidade mais sustentável (Barboza, 2018; UNESCO, 2017).

O ODS 4 refere-se à educação de qualidade, visando assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. A educação é tanto um objetivo em si mesmo como um meio para atingir todos os outros ODS, não sendo apenas uma parte participante do desenvolvimento sustentável, mas também um fator necessário para a sua consecução. É por isso que a educação representa uma estratégia essencial na busca pela concretização dos ODS (UNESCO, 2017).

A educação ambiental pode ser conceituada como toda ação educativa que colabora para que os indivíduos e a comunidade tomem consciência do seu meio ambiente e adquiram conhecimentos, habilidades, experiências, valores e a determinação que os tornam capazes de agir individualmente ou coletivamente na busca de soluções para os problemas ambientais presentes. Essas condições são essenciais para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável, sendo um tema muito abordado atualmente, devido ao fato de se perceber a necessidade de uma melhoria do mundo em que vivemos, já que é facilmente notado que estamos regredindo na qualidade de vida de um modo geral (Guedes, 2006).

Para a UNESCO (2017), a abordagem dos temas relacionados ao desenvolvimento sustentável aos educandos permite que todos os indivíduos contribuam para o alcance dos ODS ao equipá-los com o conhecimento e as competências de que necessitam, não apenas para entender o sentido dos ODS, mas para participar como cidadãos informados para promover a transformação necessária. Os educandos se tornaram melhores profissionais que serão capazes de apoiar atividades de cooperação, influenciar as empresas a participarem de parcerias globais para o desenvolvimento sustentável, além de ser capaz de inovar e desenvolver empresas sustentáveis para responder às necessidades industriais de seu país.

O Programa Aprendizagem Profissional do Senac em São Paulo, tem por objetivo atender à Lei n. 10.097/2000, seus decretos e portarias, proporcionando educação profissional inicial para jovens contratados na condição de aprendizes pelas empresas. Ao final do programa, o jovem será capaz de participar de ações de organização e operação geral dos serviços administrativos de empresas, compreendendo os processos de funcionamento das áreas e departamentos. Adotará atitude negociadora, sustentável, ética e cidadã, a fim de facilitar o fluxo dos processos da empresa em que está inserido e ter mais embasamento para definir escolhas relativas à permanência nela ou identificação e busca de novas perspectivas (Morais, 2017).

3 Métodos

Este trabalho faz parte da linha de pesquisa do Clube de Ciências do Senac de São José dos Campos que investiga o uso da Energia da Biomassa, que utiliza o Biodigestor como um dos seus meios de produção.

O Clube de Ciências tem por finalidade despertar nos jovens o interesse pela Ciência e pela pesquisa científica e torná-los mais aptos para o aprendizado de ciências e matérias correlatas, familiarizar o aluno com projetos, trabalhos de pesquisa bibliográficos, de laboratório e de campo. Além disso, visa estimular o desenvolvimento do empreendedorismo de base tecnológica através das Marcas Formativas do Senac, colocando na prática a Proposta Pedagógica do Senac SP.

Os integrantes Clube de Ciências engajam jovens de escolas estaduais promovendo parcerias que produzem ricas trocas de conhecimento, levando qualidade de vida aos moradores da cidade, a partir dos projetos criados em laboratórios e ambientes de estudos da unidade.

Seguindo a finalidade do Clube de Ciências e a proposta pedagógica do Senac SP, este trabalho foi realizado a partir de pesquisas em artigos, livros, documentos e órgãos públicos sobre os temas abordados neste trabalho para a sua elaboração.

A seguir serão mostra os métodos e materiais utilizados na montagem e monitoramento de um protótipo de biodigestor para coleta de dados e a aplicação da sensibilização sobre energias renováveis com alunos, contextualizando e promovendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 7 e 11 em ambientes escolares.

3.1 Protótipo do biodigestor

Inicialmente foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica em bases acadêmicas sobre o assunto. Após a pesquisa, foi desenvolvido um protótipo de biodigestor batelada com base nos conhecimentos gerados durante a pesquisa, que contou com a montagem e monitoramento diário do protótipo, com o intuito de estudar as características técnicas e ambientais do processo de produção do biogás, tendo a capacidade de conseguir medir a quantidade de gás produzido e o tempo de retenção hidráulica. O

protótipo foi montado na casa de um dos autores para facilitar o monitoramento diário para a coleta de dados que durou 60 dias. O monitoramento ocorreu de forma visual e tátil.

Os materiais utilizados foram uma garrafa PET de 2 litros pintada com tinta preta, garrafa PET 2 litros (cortada na metade), 200 ml de restos de alimentos triturados, 300 ml de esterco bovino e 500 ml de água. O esterco bovino serve para acelerar o processo de decomposição dos alimentos e ajuda a produzir biogás, pois é um dos resíduos com bom potencial energético.

A montagem do protótipo começou com a mistura dos resíduos: restos de alimentos, esterco bovino e água. Os resíduos foram inseridos em uma garrafa PET de 2 litros pintada de preto para que a luz solar não estimulasse a produção de algas (que prejudicam o processo das bactérias anaeróbicas) e para aumentar a temperatura dentro do biodigestor. A garrafa foi lacrada com uma tampa que continha uma mangueira acoplada para transportar o biogás gerado para uma garrafa de 510 ml marcada a cada 50 ml cheia de água que estará de cabeça para baixo em outro recipiente (garrafa PET 2 litros cortada) com água, fazendo com que o gás seja armazenado na garrafa, semelhante ao experimento do Barômetro de Torricelli



Figura 1. Protótipo do Biodigestor.

Fonte: Autores, 2019.

3.2 Oficina de sensibilização

Para disseminar os conhecimentos gerados durante as pesquisas e os dados obtidos no protótipo de biodigestor, foi realizada uma oficina de sensibilização com uma turma do Programa Senac de Aprendizagem na unidade de São José dos Campos no dia 29 de outubro de 2019.

Foi exposto a importância das energias renováveis aos alunos, com foco em energia de biomassa e os processos do biodigestor. A oficina de sensibilização ocorreu na sala de aula, utilizando-se slides e vídeos sobre a temática, e finalizou no espaço externo da escola, onde foi montado o biodigestor batelada aplicando os conceitos abordados na apresentação realizada em sala.

Durante a oficina, detalharam-se quais são as energias renováveis (hídrica, biomassa, geotérmica, eólica, solar e de ondas e marés), como elas funcionam e sua relevância com os problemas enfrentados pelo Brasil. Com o foco na energia de biomassa, foram destacados os resíduos que

podem ser colocados no biodigestor, como é o processo de decomposição anaeróbico, variáveis, composição do biogás e a eficiência de cada tipo de resíduo.

A montagem do biodigestor demonstrativo ocorreu com um voluntario da turma participante, onde foi mostrado o passo a passo de como montar um protótipo biodigestor. Este protótipo contou com uma garrafa de 5 litros pintada de preto na qual foi colocada a mistura dos resíduos (os mesmos do protótipo anterior com quantidade proporcional ao tamanho da garrafa). Essa garrafa foi conectada a outra garrafa com água por uma mangueira, onde o biogás passava para retirar uma porcentagem da umidade contida no gás. Por fim, o biogás seguia por outra mangueira, na qual possuía uma bexiga na sua extremidade que retinha o gás produzido. Este protótipo montado pelos alunos, diferentemente do protótipo de teste, teve a finalidade apenas de observação da produção do biogás, não ocorrendo coleta de dados.



Figura 2. Protótipo do Biodigestor desenvolvido na Oficina de sensibilização.

Fonte: Autores, 2019.

4 Resultados e Discussão

4.1 Resultados

O protótipo que foi realizado na casa de um dos autores inicialmente ficou em um local com grande exposição ao sol durante todo o dia, mas após uma aferição feita de forma tátil na garrafa, identificou-se que os resíduos estavam em uma temperatura muito elevada, o que poderiam provocar a morte das bactérias anaeróbicas presentes no processo. Para solucionar tal problema, o protótipo foi realocado em um local com exposição controlada ao sol. O protótipo foi agitado manualmente uma vez por semana, para homogeneizar os resíduos. Devido ao monitoramento diário do protótipo, foi possível também identificar que em dias amenos com o tempo nublado e chuvoso, a temperatura dos resíduos diminuiu, afetando a produção do biogás, que decaiu neste período.

O tempo de observação e análise do protótipo foi de 60 dias. Nesse período foi produzido entre 650 ml a 700 ml de biogás. Observou-se que, depois de 45 dias a produção de biogás foi insignificante, concluindo-se que o tempo de retenção hidráulica é de 45 dias.

O biofertilizante produzido pelo biodigestor foi testado em flores e hortaliças, obtendo um resultado significativo nas plantas.



Figura 3. Hortaliças e flores utilizadas para o teste do biofertilizante.

Fonte: Autores, 2019.

Com a finalidade disseminar os conhecimentos gerados durante as pesquisas, a oficina de sensibilização com a turma do Programa Senac de Aprendizagem na unidade de São José dos Campos ocorreu como planejado, superando as expectativas pelo interesse da turma no assunto e pelo empenho na participação na montagem do protótipo, na qual dúvidas e curiosidades foram explicadas e sanadas.



Figura 4. Oficina de sensibilização

Fonte: Autores, 2019.



Figura 5. Montagem do protótipo de biodigestor

Fonte: Autores, 2019.

O protótipo de biodigestor foi montado apenas para visualização da produção do biogás, com o enchimento da bexiga, não sendo coletados dados. Para melhor visibilidade do protótipo, o biodigestor ficou instalado na área verde do Senac, tendo fácil acesso aos alunos.

4.2 Discussão

A ideia inicial desta pesquisa, surgiu a partir do interesse em desenvolver o protótipo do biodigestor de baixo custo, para ser aplicado como material didático em sala de aula. Obteve-se a visão da importância de discutir temas relevantes atualmente, que ajudaram a construir um ambiente melhor, com uma comunidade mais sustentável e comprometida, mostrando como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4, 7 e 11 em ambientes escolares podem ser contextualizados e promovidos a partir da tecnologia do biodigestor.

Levando em consideração que o ODS 4 é sobre educação de qualidade, sendo um meio muito importante para atingir todos os outros ODS, observou-se que as escolas são o ponto inicial na busca pela concretização dos ODS, e os biodigestores de baixo custo desenvolvidos com alunos possibilitarão o desenvolvimento de conhecimentos científicos, culturais, ambientais e históricos para as escolas, além de permitir o desenvolvimento da temática de educação ambiental de uma maneira prática.

O ODS 7 visa conseguir energia limpa e acessível a todos. Aplicando esse conceito no que foi desenvolvido com os alunos na parte teórica e na prática, uma das ações concretizadas foi a sensibilização dos alunos, mostrando a importância das energias limpas e renováveis e como as diferentes fontes alternativas funcionam, afinal deve-se incentivar um consumo consciente e práticas para assegurar um futuro sustentável para todos.

O ODS 11 tem metas e indicadores para tornarem as cidades e comunidades sustentáveis, e as atividades descritas neste trabalho mostram como os ambientes escolares são um local de abordagem de temas relevantes, contribuindo para que os alunos entendam a importância da criação de soluções viáveis e o desenvolvimento de uma visão de futuro sustentável para a comunidade em que vivem, mostrando que as energias renováveis podem ser uma solução para os problemas encontrados nas cidades.

A pesquisa sensibilizou os alunos do Programa Senac de Aprendizagem para assuntos importantes, pois são alunos que estão introduzindo-se no mercado de trabalho e poderão utilizar seus conhecimentos e experiência a favor de avaliar, participar e influenciar a tomada de decisão sobre as estratégias de gestão de empresas locais, nacionais e internacionais relacionadas a questões ambientais e sociais abordados neste trabalho.

O Clube de Ciências do Senac São José dos Campos desenvolve suas linhas de pesquisas com alunos de diferentes áreas e graus de escolaridade, incentivando o interesse pela ciência. O protótipo de biodigestor os aproximou de conceitos científicos, além de estimular tanto os alunos participantes do Clube, quanto os alunos participantes da sensibilização a adotar atitude sustentável e cidadã, pensando na busca de melhorias para a sociedade.

5 Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo mostrar o desenvolvimento de protótipos de biodigestor de baixo custo com a proposta de divulgação científica, sensibilizando alunos sobre energias renováveis, despertando conhecimentos e gerando curiosidades, permitindo inserir o estudo da

educação ambiental. Além disso, visa contextualizar e promover os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 7 e 11 em ambientes escolares.

Conclui-se que o objetivo do presente trabalho foi alcançado. A proposta apresentada pela pesquisa foi concluída, mostrando os benefícios que a abordagem de temas importantes para a sociedade de uma maneira mais simples e acessível, divulgando cientificamente como foi realizado a pesquisa e seus respectivos resultados.

Com a contextualização e a promoção da Agenda 2030, observou-se que, para atingir os ODS, são necessários o engajamento coletivo de toda a comunidade e a educação, que é o ponto inicial da aprendizagem sustentável. Assim, a pesquisa ajudou na sensibilização das pessoas no tema energias renováveis, contribuindo para a construção de comunidades mais inteligentes.

Sugere-se como pesquisas futuras, a análise dos conhecimentos gerados pelos alunos e sugestões de melhorias de abordagem do tema, após a sensibilização com enquetes ou questionários. Sugere-se ainda desenvolver a sensibilização de energias renováveis com os alunos de escolas estaduais parcerias, com o objetivo proporcionar trocas de conhecimento. Com isso promover qualidade de vida aos moradores da cidade, a partir dos projetos criados em laboratórios e ambientes de estudos da unidade pelo Clube de Ciências Senac São José dos Campos, podendo abordar outros ODS que não foram abordados neste trabalho.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio do Clube de Ciências do Senac São José dos Campos para esta pesquisa.

Referências

Arruda, M., Amaral, L., Pires, O., & Barufi, C. (2002). Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 1(2). Retrieved from http://www.faeef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/UJqa0lfuzJr4Wud_2013-4-24-15-59-33.pdf

Barboza, G. (2018). Aplicação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis para escolas mais sustentáveis (Especialista). Universidade Federal do Paraná.

Dalmo, F. C., Simão, N. M., Nebra, S., & Sant'ana, P. H. M., (2018). Geração de Energia a Partir de Resíduos Sólidos Urbanos: Experiência das Políticas Públicas Brasileira e Internacional. *Revista Brasileira De Energias Renováveis*, (7), 39-50. Retrieved from <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/57966/pdf>

Deganutti, R., Palhaci, M., Rossi, M., Tavares, R., & Santos, C. (2002). Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. Bauru: An. 4. Enc. Energ. Meio Rural 2002. Retrieved from http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100031&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

Fernandes, D. M. (2012). Biomassa e biogás da suinocultura (Mestre). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

- Gaspar, R. (2003). Utilização de Biodigestores em Pequenas e Médias Propriedades Rurais, com Ênfase na Agregação de Valor: Um Estudo de Caso na Região de Toledo-PR (Mestre). Universidade Federal de Santa Catarina.
- Guedes, J. C. S. (2006) Educação ambiental nas escolas de ensino fundamental: estudo de caso. Garanhuns: Ed. do autor.
- Imperador, A. M., Brucha, G. (2007) A educação ambiental nas escolas: reflexos sobre experiências no Brasil. Univerde, (1).
- Jacobi, P. (2003). Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Caderno de Pesquisa, 118, 189-206.
- Kelleher, B. P., Leahy, J. J., Henihan, A. M. O'dwyer, T. F., Sutton, D., Leahy, M. J. (2002). Advances in poultry litter disposal technology – a review. Bioresource Technology, 83(1), 27-36. doi: 10.1016/S0960-8524(01)00133-X.
- Morais, P. R. B. (2017). Programa de aprendizagem e a pedagogia de projetos. Boletim Técnico do Senac, 43(3).
- ONU. (2015). Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro. Retrieved from: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>
- SNIS. (2016). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos. Brasília.
- UNESCO. (2017). Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de aprendizagem [Ebook] (1st ed., pp. 1-66). Retrieved from <https://ods.imvf.org/wp-content/uploads/2018/12/Recursos-ods-objetivos-aprendizagem.pdf>
- Urbam. (2018). Urbam conclui estudo sobre o lixo em São José. Retrieved 20 January 2021, from <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2018/setembro/27/urbam-conclui-estudo-sobre-o-lixo-em-sao-jose/>