



PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE ENSINO PARA A CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE BIODIGESTORES DIDÁTICOS



DANIEL DE SOUSA PIRES
CRISTIANE PEREIRA ZDRADEK
PAULO ROGÉRIO GARCEZ DE MOURA

PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE ENSINO PARA A CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE BIODIGESTORES DIDÁTICOS



Edifes
ACADÊMICO

Vitória, ES 2023



Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

R. Barão de Mauá, nº 30 – Jucutuquara

29040-689 – Vitória – ES

www.edifes.ifes.edu.br | editora@ifes.edu.br

Reitor: Jadir José Pela

Pró-Reitor de Administração e Orçamento: Lezi José Ferreira

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional:

Luciano de Oliveira Toledo

Pró-Reitora de Ensino: Adriana Pionttkovsky Barcellos

Pró-Reitor de Extensão: Lodovico Ortlieb Faria

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: André Romero da Silva

Coordenador da Edifes: Adonai José Lacruz

Revisão de texto:

Cristiane Pereira Zdradek * Paulo Rogerio Garcez de Moura *

Maria Dorotéria dos Santos Silva

Projeto gráfico: Stella Kristina Lopes da Rocha * Rogério Rufino de Oliveira

Diagramação: Stella Kristina Lopes da Rocha

Capa: Stella Kristina Lopes da Rocha

Imagem de capa: Stella Kristina Lopes da Rocha

Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Brasil.



Conselho Editorial

Aline Freitas da Silva de Carvalho * Aparecida de Fátima Madella de Oliveira *
Eduardo Fausto Kuster Cid * Felipe Zamborlini Saiter * Filipe Ferreira Ghidetti. *
Gabriel Domingos Carvalho * Jamille Locatelli * Marcio de Souza Bolzan * Mariella
Berger Andrade * Ricardo Ramos Costa * Rosana Vilarim da Silva * Rossanna dos
Santos Santana Rubim * Viviane Bessa Lopes Alvarenga.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária Quezia Barbosa de Oliveira Amaral CRB6-ES nº 590

P667p Pires, Daniel de Sousa.

Proposição de um plano de ensino para a construção de modelos de
biodigestores didáticos [recurso eletrônico] / Daniel de Sousa Pires, Cristiane
Pereira Zdradek, Paulo Rogério Garcez de Moura. - Vila Velha: Edifes, 2023.

40 p. : il.; PDF
Publicação Eletrônica.

Inclui bibliografia

1. Química – estudo e ensino. 2. Ciências - experiências. 3. Biodigestores.
I. Zdradek, Cristiane Pereira. II. Moura, Paulo Rogério Garcez de. III. Título.
IV. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD 510.7

DOI: 10.36524/ 9788582637586

MINICURRÍCULO DOS AUTORES



DANIEL DE SOUSA PIRES

Graduado em Ciências Biológicas (1999) e Química (2003) pela Universidade Federal do Espírito Santo com Pós-graduação em Educação Ambiental pela União Brasileira de Faculdades (2021). Mestre em Química pelo Programa de Pós-graduação Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui), no Instituto Federal do Espírito Santo. Professor de Química da rede particular de ensino do estado do Espírito Santo e Policial Militar Especialista em Imuno-Hematologia no Hospital da Polícia Militar do ES.

CRISTIANE PEREIRA ZDRADEK

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande (1996), mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande (2001), doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2005) e Pós-doutorado no Departamento de Biotecnologia e Microbiologia do Instituto de *Investigacion en Ciencias de la Alimentacion* de Madrid, Espanha (2018). Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Ifes. Já atuou como Coordenadora de Extensão do Ifes Campus Vila Velha, coordenadora do Curso Técnico em Química e do Curso de Licenciatura em Química Presencial Especial ligada a CAPES. Tem experiência na área de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, com ênfase em Biotecnologia, atuando principalmente na área de tratamento, caracterização de lixiviados, bem como processos de nitrificação e desnitrificação no tratamento biológico de efluentes domésticos e industriais e também com biotecnologia aplicada e desenvolvimento de enzimas..





PAULO ROGÉRIO GARCEZ DE MOURA

Professor do Magistério Superior na Graduação (DQUI) e Pós-Graduação de Química (Mestrado e Doutorado) na Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes, Campus de Goiabeiras, Vitória, ES). Coordena o Grupo de Educação e Ensino de Química-Ufes (GPÉEQuim-Ufes). Também atua como Professor Colaborador no Programa de Mestrado Profissional de Química em Rede - ProfQui, no Instituto Federal do Espírito Santo - Vila Velha/ES. Possui “Graduação em Química - Licenciatura” e “Especialização em Educação” pela Universidade de Cruz Alta, “Mestrado em Filosofia” pela Universidade Federal de Santa Maria e “Doutorado em Educação em Ciências” pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016). Realiza pesquisas em Educação e Ensino de Química/Ciências Naturais nas seguintes temáticas: Formação de Professores, Metodologias Ativas do Ensino, Experimentação Problematizada, Pesquisa Qualitativa em Ensino, Teorias de Aprendizagem, Linguagem Científica e Justificação, Filosofia das Ciências, Fenomenologia Hermenêutica e Processos de Teorização.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO p9

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO p11

2.1 ATIVIDADE EXPERIMENTAL E AS TEORIAS DA EDUCAÇÃO p12

2.2 CONCEITOS QUÍMICOS, BIOLÓGICOS E FÍSICOS ABORDADOS p14

2.3 BIOSSEGURANÇA p16

3 ANÁLISE DOS CONFLITOS E CONTRADIÇÕES p18

3.1 PLANO DE ENSINO EXPERIMENTAL p19

3.2 Dimensão Micro p21

3.2.1 Aulas experimentais

3.2.2 Biomassa (Substrato) utilizado para na montagem do modelo didático

3.3 ROTEIRO PARA MONTAGEM DO MODELO DIDÁTICO 1 p22

3.3.1 Recomendações quanto a execução dos procedimentos experimentais

3.4 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 2 p23

3.4.1 Roteiro para montagem do Modelo Didático 2

3.5 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 3 p24

3.5.1 Roteiro para a montagem do Modelo Didático 3

4 DISCUSSÃO E SUGESTÕES NA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL p25

4.1 MODELO DE BIODIGESTOR 1 p27

4.2 MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 2 p28

4.3 MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 3 p29

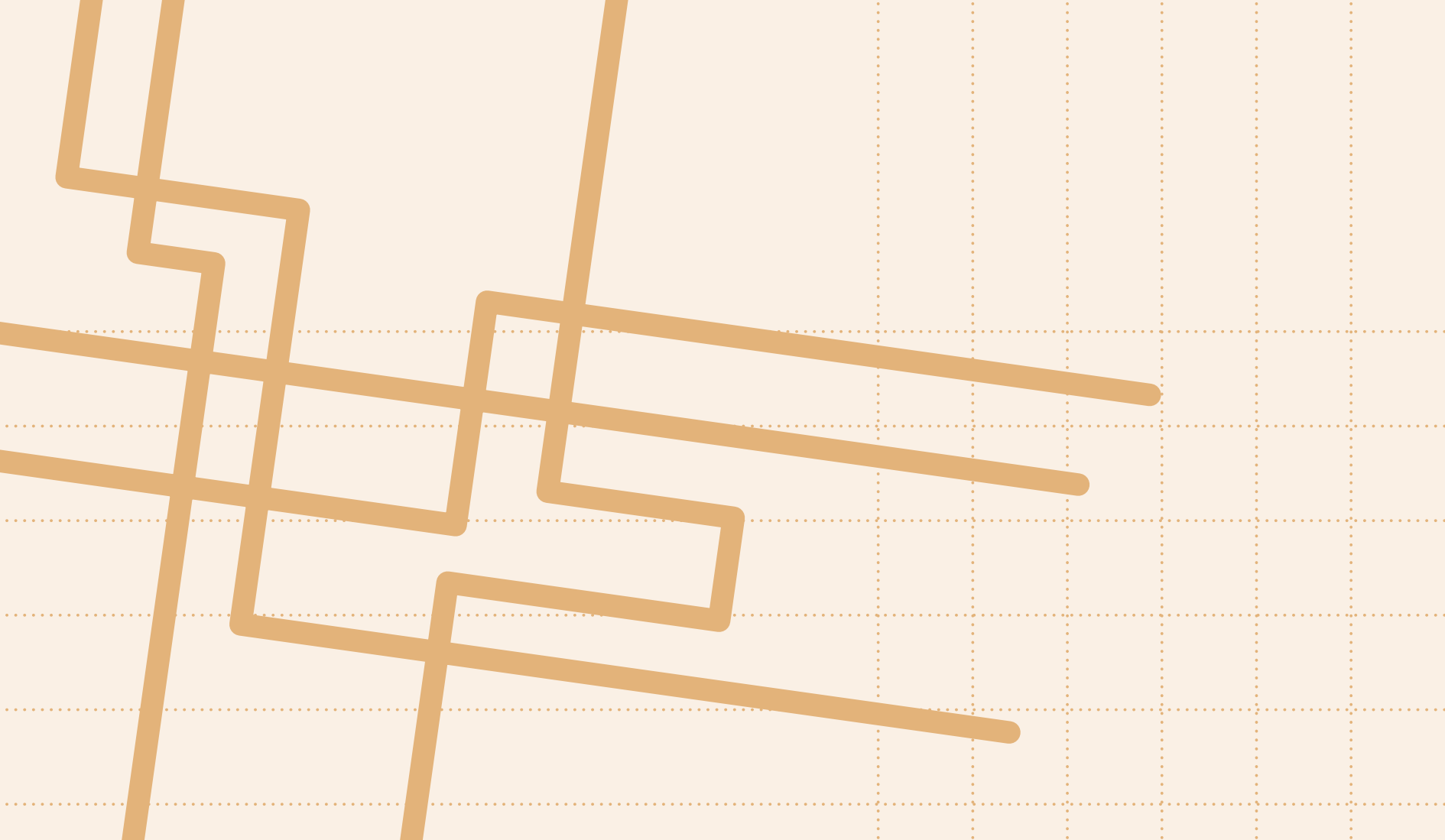
PROPOSTA DE MODELO DE QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

5 PRÉ-TESTE p31

6 PÓS EXPERIMENTOS p32

REFERÊNCIAS p33

ANEXOS p36



1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de tratamento dos resíduos sólidos e a busca por melhorias na obtenção energética promovem o desenvolvimento de práticas alternativas de decomposição da matéria orgânica, tornando a proposta dos Biodigestores uma ótima solução. Neste caso é possível perceber que a ação de bactérias anaeróbicas, que realizam processos bioquímicos na ausência de oxigênio, fazem um reaproveitamento e conversão do produto em energia renovável através do biogás (SILVA; TREVISAN, 2019).

Neste aspecto o biogás é um produto químico com grande potencial energético, sendo normalmente utilizado como combustível devido à presença de metano, permitindo uma aplicação em diversos segmentos. No entanto os biodigestores, também podem fornecer matéria orgânica com

destino agrícola, com grande potencial como fertilizantes e reguladores para o solo (SILVA; TREVISAN, 2019).

Devido as suas implicações práticas alguns modelos de biodigestores estão sendo desenvolvidos por meio de pesquisas e estudos, sendo uma parte deles através de estudos experimentais dentro do ambiente escolar por meio de atividades práticas interdisciplinares.

Deste modo este modelo de produto educacional tem como objetivo apresentar um plano de ensino atrelado a três modelos de biodigestores com o intuito de estudar e analisar os fatores químicos, biológicos e físicos que proporcionam a produção de biogás além de ampla discussão da importância da matriz energética renovável e de outros conteúdos do Ensino Médio.

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1 ATIVIDADE EXPERIMENTAL E AS TEORIAS DA EDUCAÇÃO

2.2 CONCEITOS QUÍMICOS, BIOLÓGICOS E FÍSICOS ABORDADOS

2.3 BIOSSEGURANÇA

2 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

2.1 ATIVIDADE EXPERIMENTAL E AS TEORIAS DA EDUCAÇÃO

Ao trabalhar questões que envolvem situações problematizadas e a discussão de ideias, é possível construir aspectos críticos e analíticos ao aluno, onde a análise, investigação e comunicação fazem parte da estimulação interativa do intelecto, além de permitir a reflexão sobre aspectos físicos e sociais. O plano de ensino experimental pode direcionar ainda aspectos investigativos que permitam formular e questionar conceitos e materiais que despertam curiosidade e interesse (FARIAS; MENEZES, 2020).

As metodologias das atividades experimentais proporcionam oportunidades únicas para o desenvolvimento de habilidades interdisciplinares. Ao criar um ambiente de aprendizado imersivo que integra conceitos de diferentes áreas, essas metodologias fornecem uma perspectiva valiosa que ajuda a melhorar o processo de ensino-aprendizado. Essa abordagem permite que os estudantes não apenas aprendam na teoria, mas também experimentem e visualizem esses conceitos em um contexto do mundo real, onde podem observar como esses conceitos se relacionam com aspectos do cotidiano. Com isso, os estudantes podem refletir e pensar criticamente sobre o conhecimento adquirido, expandindo sua compreensão de forma significativa (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Nessa perspectiva, Gil Perez e Castro (1996, p. 155) apontam alguns aspectos importantes das Ciências, que podem ser explorados em uma atividade experimental capaz de promover a investigação crítica do aluno, como segue: (a) apresentar situações problemáticas abertas; (b) favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas; (c) potencializar análises qualitativas e significativas, que ajudem a compreender as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca; (d) considerar a elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de tornar explícitas as preconcepções dos estudantes; (e) considerar as análises atentando para os resultados (interpretação física, confiabilidade, etc.), a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes; (f) valorizar as memórias, ou conhecimentos científicos acumulados, que reflitam no trabalho realizado, que possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica; (g) ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

Para organizar ainda melhor a teoria deste cenário educacional, conforme Takada (2009) diz, há três dimensões básicas a serem consideradas na organização de um plano de ensino, quais sejam, a reali-

dade, a finalidade e o plano de ação. Segundo Zhao (2019), o ensino de experimentos de Química deve apresentar alguns novos métodos inovadores de laboratório e ser materializado em alguns planos experimentais inovadores que podem ser projetados para necessidades educacionais específicas.

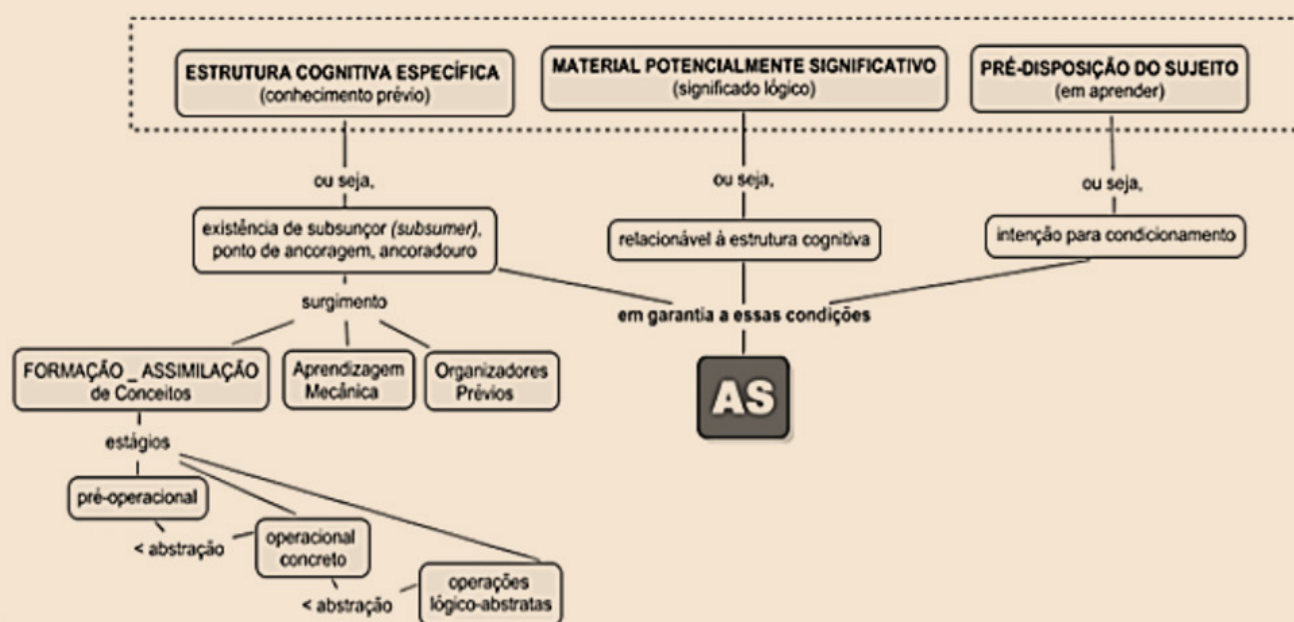
A partir destes critérios algumas das teorias de Paulo Freire (2016), defendem o processo educacional como uma relação em desenvolvimento constante, onde o professor se torna uma peça indispensável, principais pois:

[...] acredita que seja indispensável que o docente em sua prática de formação, seja um aprendiz pensante, pois Paulo Freire diz que o pensar certo é algo necessário aos educadores. Pois o bom docente é aquele que não fica esperando um guia de professores, e sim aquele que entende que o pensar certo tem que ser produzido pelo próprio aprendiz em comunhão com professor formador (SILVA; BARBOSA, 2019, p. 167).

Segundo Silva e Barbosa (2019, p. 166 *apud* FREIRE, 2016) “o educador deve se comportar como um provocador de situações, um animador cultural num ambiente em que todos aprendem em comunhão”. Neste contexto, a educação por meio de práticas inovadoras necessita do professor como agente coordenador capaz de orientar e instigar os alunos em seu processo educacional, a fim de elevar o nível da sua experiência.

Assim sendo, torna-se oportuno se tratar da temática Aprendizagem Significativa no contexto do Ensino de Química-Ciências. Também, impõem-se discutir a relação professor-aluno no processo de ensino-aprendizagem, a partir das proposições educacionais de David P. Ausubel e Joseph D. Novak como estratégias instrucionais para a melhoria do ensino das Ciências da natureza, particularmente, no contexto da educação química. Também, no contexto educacional científico nacional se destacam as contribuições de Marco Antonio Moreira (UFRGS), conforme se apresenta na **Figura 1**.

Figura 1 - Teoria da aprendizagem significativa



2.2 CONCEITOS QUÍMICOS, BIOLÓGICOS E FÍSICOS ABORDADOS

Ao desenvolver e aplicar uma proposta pedagógica de construção e análise de biodigestor é possível explorar alguns aspectos do ensino e aprendizado da química, física e biologia de forma a compreender e visualizar o material teórico exposto em sala pelo professor, ou através do livro ou outros recursos didáticos de estudo (MONKOLSKI; LIMA, 2018).

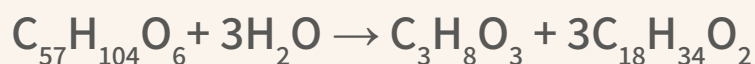
Dentre os conceitos químicos mais explorados ao desenvolver uma prática que envolve algum modelo de biodigestor, os mais comuns envolvem as reações químicas realizadas pelas bactérias, que envolvem a produção, transformação ou quebra de compostos orgânicos e de carbono. Estas reações

químicas normalmente não são compreendidas de forma simples, e através da visualização prática da reação, a aprendizagem se torna mais simples e interessante (GOMES *et al.*, 2022).

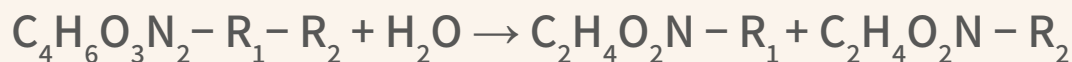
Os fatores biológicos que podem ser explorados na aplicação e desenvolvimento de um modelo de biodigestor podem envolver aspectos da ecologia e meio ambiente, devido à preservação da natureza e reutilização dos resíduos orgânicos descartados, e o processo metabólico e a fermentação realizados pelas bactérias anaeróbicas, assim como a sua fisiologia (CARTAXO *et al.*, 2020).

Para Stroski (2020), é possível descrever detalhadamente a sequência de reações químicas da biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos no biodigestor:

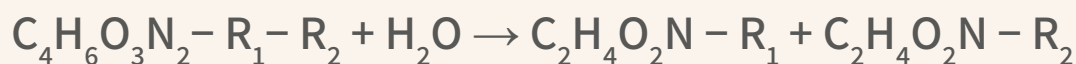
Etapa 1 - Hidrólise:



- $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ = sacarose.
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ = glicose e frutose



- $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$ = gordura chamada trioleína.
- $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ = glicerina ou glicerol.
- $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ = ácido oleico.



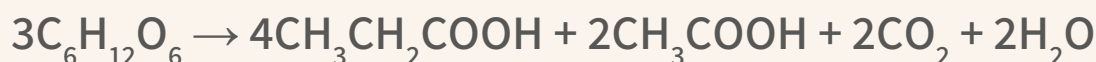
- $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3\text{N}_2 - \text{R}_1 - \text{R}_2$ = proteína di-peptídeo.
- $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{N} - \text{R}_1$ e $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{N} - \text{R}_2$ são aminoácidos.

Etapa 2 - Acidogênese:

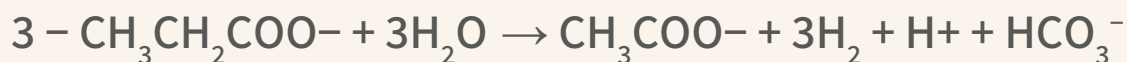
- HCO_3^- = íon bicarbonato.
- CH_3COO^- = acetato.



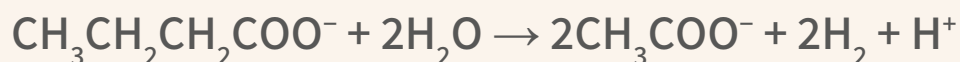
- $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4$ = ácido glutâmico.
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ = ácido propiônico.



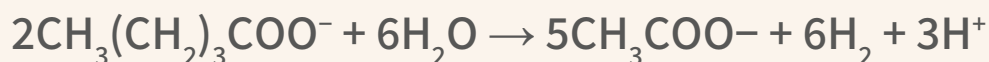
- CH_3COOH = ácido acético ou etanoico.

Etapa 3 - Acetogênese:

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$ = propionato, vem do ácido propiônico.
- CH_3COO^- = acetato, íon do ácido acético.

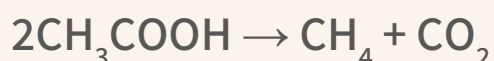
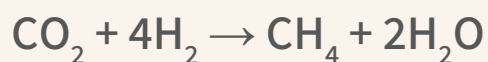


- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ = butirato, vem do ácido butírico.



- $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COO}^-$ = íon do ácido valérico.

Etapa 4 - Metanogênese:



- CH_4 = metano
- CO_2 = dióxido de carbono

Quanto aos aspectos da química presentes no estudo dos biodigestores, é possível explorar questões sobre gases, interações intermoleculares e funções orgânicas dentre outras. Demonstrando assim que as reações químicas e o processo biológico precisam de padrões adequados para a produção do biogás (ANDRADE, 2021).

2.3 BIOSSEGURANÇA

Reconhecer e compreender a necessidade quanto as práticas de biossegurança é uma tarefa essencial no desenvolvimento prático da educação científica, principalmente na parte experimental, onde se são desenvolvidos procedimentos e modelos que permitem aplicar de forma prática o conceito teórico adquirido, além de permitir que seja visualizado de forma concreta e objetiva (LIMA, 2017).

Assim há uma necessidade em capacitar o profissional que atua na área de risco químico e biológico, é de extrema relevância para a preservação e cuidado da saúde e bem-estar pessoal e coletivo, assim como da integridade dos processos e seus componentes (FRANCISCO *et al.*, 2020).

Desta forma, a biossegurança envolve a aplicação de diferentes métodos para garantir a segurança do indivíduo, prevenir acidentes e proteger o meio ambiente de possíveis riscos. Desde o início do

processo, é essencial que sejam tomados cuidados primários, como a higienização adequada das mãos e a utilização correta de equipamentos de proteção individual e coletiva. Além disso, é fundamental que os métodos de uso, manuseio e descarte de recursos bioquímicos sejam determinados com antecedência, juntamente com a escolha das ferramentas adequadas para suportar e elaborar o experimento. Dessa forma, a segurança do indivíduo e do meio ambiente é garantida, com o mínimo de risco possível (SCHUMACHER *et al.*, 2019).

Todo este desenvolvimento do planejamento metodológico, assim como a sua aplicação devem se basear em cuidados recomendados segundo os parâmetros de biossegurança, destacando os aspectos aos discentes quando aplicado em sala de aula e/ou laboratório, para que seja possível manter a integridade da saúde e bem-estar de cada indivíduo, assim como parte indispensável para o preparo e conhecimento do conceito (SCHUMACHER *et al.*, 2019).

A construção prática de biodigestores também se trata de uma conduta didática que requer compreensão e planejamento quanto aos cuidados necessários a respeito do conceito de biossegurança (COPPI; MORO; PRSYBYCIEM, 2019). No processo de planejamento e aplicação do produto educacional sobre os biodigestores, é fundamental reservar um

espaço para orientação quanto aos conceitos e processos de biossegurança envolvidos. Nesse sentido, o professor responsável pelo projeto deve optar por medidas de prevenção individuais e coletivas para preservar a integridade pessoal de si mesmo e dos

alunos envolvidos. Essas medidas podem incluir, por exemplo, o uso adequado de equipamentos de proteção individual e coletiva e a adoção de práticas seguras no manuseio de materiais biológicos.



3.1 PLANO DE ENSINO EXPERIMENTAL

3.2 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO
MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 1

3.3 ROTEIRO PARA MONTAGEM DO
MODELO DIDÁTICO 1

3.4 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO
MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 2

3.5 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO
MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 3

3 MODELO DE PRODUTO EDUCACIONAL APLICÁVEL



3 MODELO DE PRODUTO EDUCACIONAL APLICÁVEL

3.1 PLANO DE ENSINO EXPERIMENTAL

Vale ressaltar que existem algumas questões que podem direcionar a metodologia do plano de ensino que se relacionam a uma proposta experimental, sendo estas (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010, p. 102):

a) é direcionada a partir de um problema ou uma situação-problema relevante?

b) envolve os alunos em formulação e testagem de hipótese(s) experimental(is)?

c) propicia a coleta e o registro de dados pelos próprios alunos?

d) encoraja os alunos a formularem explicações a partir das evidências?

e) proporciona aos alunos compararem suas explicações com diversas alternativas?

f) propicia aos alunos oportunidade de discutir suas ideias com os colegas por meio da mediação docente?

Uma vez que as escolas nem sempre fornecem uma base estrutural, como um laboratório de Química ou de ciências onde podem ser realizados tais experimentos, é interessante ao docente buscar medidas alternativas para apresentação e aplicação de um plano de aula que permita explorar aspectos científicos e experimentais do conteúdo exposto em sala de aula por métodos mais convencionais (FILHO; VASCONCELOS, 2019).

Desta forma, serão apresentados três experimentos com protótipos de biodigestores didáticos (Item 3.1) e os resultados registrados. Para o desenvolvimento de um plano de ensino experimental que fosse eficaz na construção e apresentação de cada um dos modelos didáticos é necessária à construção de um quadro (abaixo) que seja eficiente quanto a padrões, métodos e objetivos a serem trabalhadas em cada aula.

Quadro 1 - Plano de ensino experimental

| IDENTIFICAÇÃO DO PLANO | |
|---|---|
| Etapas/modalidade de ensino: Presencial | Público-alvo: 2º e 3º ano do ensino médio |
| Área de Conhecimento: Ciências da Natureza | Área de Conhecimento: Ciências da Natureza |

SISTEMATIZAÇÃO DAS APRENDIZAGENS

| Campo Temático/ Tema Gerador | Objetos do Conhecimento | Habilidades | Competências Específicas |
|---|--|---|-----------------------------|
| Matrizes energéticas alternativas - Biodigestores | <ul style="list-style-type: none"> • Estudo dos Gases • Estados físicos da matéria • Reutilização de resíduos • Poluição ambiental • Energia renovável • Funções orgânicas | <p>(EM13CNT101)</p> <p>(EM13CNT102)</p> <p>(EM13CNT106)</p> | Competência específica 1 |

ATIVIDADES

Primeira parte: aulas experimentais

Serão ministradas aulas teórico-experimentais de forma a estimular ainda mais a interação dos alunos por meio de construção de biodigestores e perguntas sobre questões pertinentes ao que está sendo executado, sempre relacionando as etapas experimentais com a disciplina de forma científica, a primeira parte conta com:

Construção do modelo de biodigestor de bancada 1

Construção do modelo de biodigestor de bancada 2

Construção do modelo de biodigestor de bancada 3

Segunda parte: Discussão sobre o tema

Estabelecer relações didáticas e científicas apresentadas.

Discutir sobre soluções e questões pertinentes ao tema.

PROPOSTAS DE AVALIAÇÃO

Aplicação de dois questionários contendo um total de quinze questões abertas voltadas ao conteúdo da atividade prática de aula.

SUGESTÃO DE VÍDEOS E DOCUMENTÁRIOS PERTINENTES AO TEMA

Anexo: Ilha das flores, Lugar de toda pobreza, Energia renovável e Biodigestores.

3.2 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 1

3.2.1 Aulas experimentais

1 – Materiais para construção

Os materiais e reagentes utilizados para montagem do biodigestor foram obtidos a partir de compra em comércio local ou doação.

Materiais: 4 garrafas PET de 2 litros; 1 m de mangueira plástica utilizada em chuveiro elétrico; válvula registro de filtro de água; ponteira de aço; braçadeira de aço e sacola plástica ou bexiga látex pequena.

Reagentes: 1 litro de NaOH comercial.

Material auxiliar: tesoura, alicate, chave de fenda, fita vedante, silicone transparente, cola de cano, serra portátil, funil de plástico e liquidificador.

A **Figura 2** ilustra a etapa de montagem do modelo 1.

Figura 2 – Materiais utilizados na montagem do modelo de biodigestor 1



Fonte: próprio autor.

3.2.2 Biomassa (Substrato) utilizado para na montagem do modelo didático 1

Preparo do substrato:

- Foram pesados e após triturados em liquidificador 400g de material orgânico obtido em feira local: cascas de banana, cenoura, tomate, brócolis, batata e maçã, conforme mostra a **Figura 2**;
- Adicionou-se 40mL de água à mistura;
- Após homogeneizado o substrato foi inserido no modelo 1, conforme mostra a **Figura 3**.

Figura 3 – Preparo do substrato no liquidificador



Fonte: própria autoria

Figura 4 – Transferência do substrato para o modelo 1



Fonte: própria autoria

3.3 ROTEIRO PARA MONTAGEM DO MODELO DIDÁTICO 1

A construção deste biodigestor segue a metodologia de Granato, 2003, que contempla as seguintes etapas:

Etapa 1: a confecção deste modelo conta com a utilização de uma mangueira introduzida e vedada com silicone na parte superior da tampa da garrafa PET.

Etapa 2: Em seguida a mangueira é encaixada por meio de fita vedante e silicone a uma das pontas da mesma mangueira com um recipiente. O uso da fita isolante e da braçadeira de aço são necessários para pressionar a sacola plástica.

Etapa 3: Após a verificação das condições de isolamento em ambas as pontas da mangueira, a garrafa PET é preenchida com uma amostra de 150g do substrato preparado na etapa anterior.

Etapa 4: Em seguida o recipiente é vedado novamente com a tampa, de forma cuidadosa.

Etapa 5: verificar ao longo de um período de 7 dias se a sacola plástica sofreu alteração de tamanho, indicando que o gás formado está sendo coletado no aparato.

A **Figura 5** mostra o modelo didático 1 após sua montagem e transferência do substrato.

Figura 5 – Modelo de biodigestor didático 1 após montagem



Fonte: própria autoria

3.3.1 Recomendações quanto a execução dos procedimentos experimentais

- a. O professor deve planejar a forma com que será confeccionado o modelo, sendo recomendado que ele se posicione em uma local da sala de aula, onde todos os alunos tenham visibilidade clara sobre o passo a passo da construção do biodigestor, bem como que sejam capazes de ouvir e participar da explicação realizada de forma oral durante o manuseio de cada material durante o processo.
- b. O processo de montagem do modelo didático deve ser acompanhado de explicações que questionam do conteúdo sobre biodigestores voltado a disciplina de química e/ou os conteúdos interdisciplinares da escolha do professor, mantendo menções sobre os cuidados necessários com biossegurança em cada passo da construção do modelo.

- c. Para coordenação de forma favorável e segura da turma, o professor deve orientar o distanciamento em determinados passos da confecção do modelo, sendo possível organizar os alunos de modo individual, duplas, trios ou grupos de forma unidirecional a frente da bancada onde será desenvolvida a construção do biodigestor, ou circular ao redor do local.

3.4 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 2

Os materiais, reagentes e biomassa utilizados para a construção deste modelo didático, bem como as recomendações quanto aos procedimentos experimentais durante a execução, segue o mesmo apresentado nos itens 1, 2 e 4, respectivamente, do Anexo 1.

3.4.1 Roteiro para montagem do Modelo Didático 2

A construção deste biodigestor segue a metodologia de Granato, 2003, que contempla as seguintes etapas:

Etapa 1: Com a utilização da ponteira de ferro superaquecida, devem ser realizadas perfurações na parte superior da tampa de ambas as garrafas PET e aguardar até que a mesma tenha resfriado a ponto de ser possível a introdução da mangueira.

Etapa 2: Neste ponto uma das mangueiras deve ser introduzida com uma parte curta dentro de um dos recipientes, enquanto no outro uma parte mais longa.

Etapa 3: Após colocar a mangueira segundo estes parâmetros ela deve ser fixada de forma a impedir que ocorra vazamento de gás, através do auxílio de materiais de suporte como fita vedante, silicone transparente e cola de cano.

Etapa 4: Em seguida se deve colocar uma amostra de 150g do substrato em uma das garrafas enquanto na outra é necessário colocar uma medida de aproximadamente um 0,5 litro de solução aquosa de soda cáustica (NaOH) a aproximadamente 10% de concentração (m/m).

A **Figura 6** mostra o modelo didático 2 após sua montagem e transferência do substrato.

Figura 6 - Modelo de biodigestor didático 2 após montagem



Fonte: autoria própria

3.5 ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 3

Os materiais, reagentes e biomassa utilizados para a construção deste modelo didático, bem como as recomendações quanto aos procedimentos experimentais durante a execução, segue o mesmo apresentado nos itens 1, 2 e 4, respectivamente, do Anexo 1.

3.5.1 Roteiro para a montagem do Modelo Didático 3

A construção deste biodigestor segue a metodologia de Granato, 2003, que contempla as seguintes etapas:

Etapa 1: a montagem básica deste modelo segue o mesmo princípio do Modelo Didático 1 diferenciando no material e maneira de visualizar qualitativamente a produção de biogás, diferenciando na quantidade de biomassa utilizada, que este modelo conta com 150g de substrato.

Etapa 2: Deve-se fechar o registro, com apoio da fita vedante, silicone transparente e cola de cano, fixar a sua estrutura na abertura do recipiente.

Etapa 3: Na ponta do registro se deve realizar a fixação da mangueira com os mesmos materiais de apoio disponíveis, sem que ocorra a vedação da passagem de gás.

Etapa 4: Após este procedimento é necessário tratar com material de isolamento térmico a outra ponta da mangueira, sem que interrompa a passagem de gás.

Etapa 5: a visualização qualitativa do gás se dá pela abertura da válvula após 5 dias de iniciado o processo e imediata queima do gás, possibilitando a visualização da chama produzida pelo gás inflamável.

A **Figura 7** mostra o modelo didático 3 após sua montagem e transferência do substrato.

Figura 7 - Modelo de biodigestor didático 3 após montagem



Fonte: autoria própria

4 DISCUSSÃO E SUGESTÕES NA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL TEÓRICO

4.1 MODELO DE BIODIGESTOR 1

4.2 MODELO DE BIODIGESTOR
DIDÁTICO 2

4.3 MODELO DE BIODIGESTOR
DIDÁTICO 3

4 DISCUSSÃO E SUGESTÕES NA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para um efetivo sucesso desse roteiro é preciso perceber a urgência na utilização das metodologias experimentais, interativas, a partir da qual o aluno não tenha que aprender de forma passiva, mas sim de forma participativa e, sempre que possível, colocá-lo como agente de situações práticas para que desempenhe um papel ativo no processo de cons-

trução de seu conhecimento, atuando como protagonista diante das situações de aprendizagem.

Dessa forma participativa ao acompanhar a evolução da biodigestão o professor e os alunos podem anotar e discutir alguns dados experimentais com o preenchimento da tabela abaixo:

Tabela 1

| | Massa de substrato | Temperatura/ Local | Período de observação | Produção visível de biogás /dias |
|--|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Protótipo 1  Fonte: autoria própria. | | | | |
| Protótipo 2  Fonte: autoria própria | | | | |

Protótipo 3



Fonte: autoria própria.

Fonte: autoria própria.

Outro ponto de interatividade com os discentes está na tabela 2 onde após os experimentos são anotados os resultados obtidos, comparados aos resultados esperados e sua abordagem nos conteúdos do Ensino Médio.

4.1 MODELO DE BIODIGESTOR 1

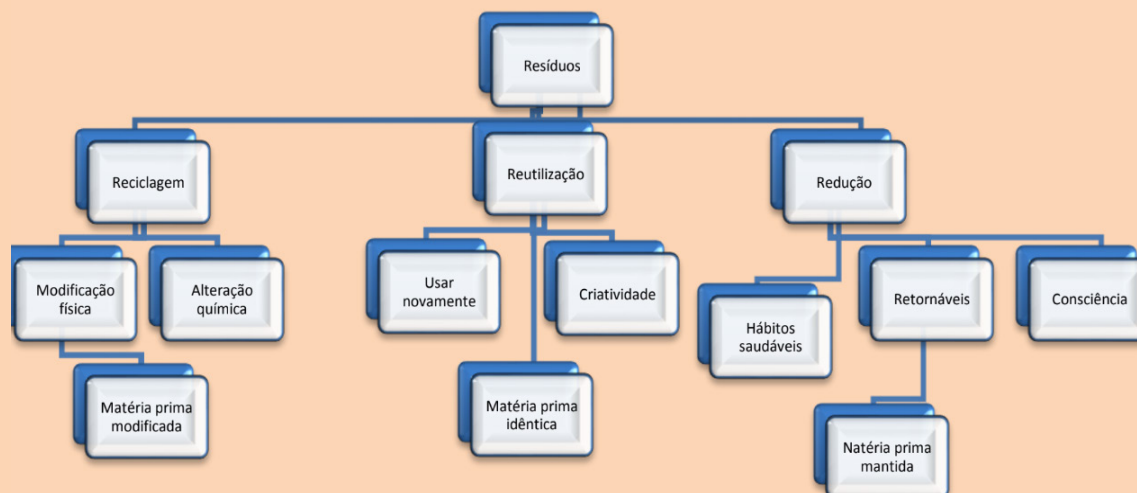
Tabela 2 - Resultados a partir da aplicação de modelo do biodigestor 1

| RESULTADOS ESPERADOS | RESULTADOS OBTIDOS | CONTEÚDOS ABORDADOS NO ENSINO MÉDIO |
|--|---|---|
| <p>Com a baixa concentração de oxigênio a biodigestão no recipiente hermeticamente fechado permitiria a produção de biogás por meio de decomposição anaeróbia.</p> <p>O modelo de biodigestor 1 seria capaz de produzir biogás ao encher o recipiente plástico rapidamente após alguns dias de observação.</p> |  <p>Fonte: autoria própria.</p> | <p>Gases ideais: equação geral dos gases ideais, mistura gasosa, transformação gasosa, densidade dos gases, difusão e efusão gasosa.</p> <p>Reutilização de resíduos orgânicos: diferença entre reciclagem, reutilização e reuso.</p> <p>Produção de biogás: biodigestão anaeróbia e reações químicas</p> <p>Funções orgânicas: hidrocarbonetos, aminas, ácidos carboxílicos e álcoois.</p> |

Fonte: autoria própria.

Para a discussão sobre reutilização, reciclagem e reuso, sugere-se a utilização do **Fluxograma 1**.


Fluxograma 1 - Teoria dos 3Rs



Fonte: autoria própria.

4.2 MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 2

Tabela 3 - Resultados a partir da aplicação de modelo do biodigestor didático 2

| RESULTADOS ESPERADOS | RESULTADOS OBTIDOS | CONTEÚDOS NO ENSINO MÉDIO |
|--|--|---|
| <p>Devido à presença de bactérias anaeróbias, seria facilmente visualizado a formação de bolhas de gás na solução aquosa de soda cáustica onde está inserida a ponta da mangueira, dentro da garrafa PET.</p> <p>Devido ao estado físico da água com soda e a pressão do biogás, a formação de bolhas permitiria confirmar o sucesso do experimento.</p> <p>As bolhas se dissipariam para a superfície na solução em razão das forças intermoleculares esperadas na preparação da concentração solução de 10% m/m de Hidróxido de Sódio.</p> |  <p>Fonte: autoria própria.</p> | <p>Solubilidade de gases: Fatores que alteram a solubilidade.</p> <p>Ligações químicas: Geometria e polaridade das moléculas e forças intermoleculares.</p> <p>Soluções: Unidades de concentração.</p> |

Fonte: autoria própria.

4.3 MODELO DE BIODIGESTOR DIDÁTICO 3

Tabela 4 - Resultados a partir da aplicação do modelo de biodigestor didático 3

| RESULTADOS ESPERADOS | RESULTADOS OBTIDOS | CONTEÚDOS NO ENSINO MÉDIO |
|---|--|--|
| <p>Seria capaz de produzir um gás a partir da decomposição do material orgânico realizado pelas bactérias anaeróbias.</p> <p>À medida que a válvula fosse aberta e o biogás contendo metano (CH_4) seria liberado e com o auxílio de um palito fósforo observava-se a combustão do biogás.</p> <p>A chama se manteria por tempo suficiente para observação da combustão gasosa.</p> |  <p>Fonte: autoria própria.</p> | <p>Matriz energética, energia renovável, biomassa, energias alternativas e poluição ambiental.</p> <p>Reações de combustão completa e incompleta.</p> <p>Termoquímica: Reações exotérmicas, Lei de Hess, energia de ligação.</p> <p>Cálculo estequiométrico</p> |

Fonte: autoria própria.



PROPOSTA DE MODELO DE QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

5 PRÉ-TESTE

6 PÓS-EXPERIMENTOS

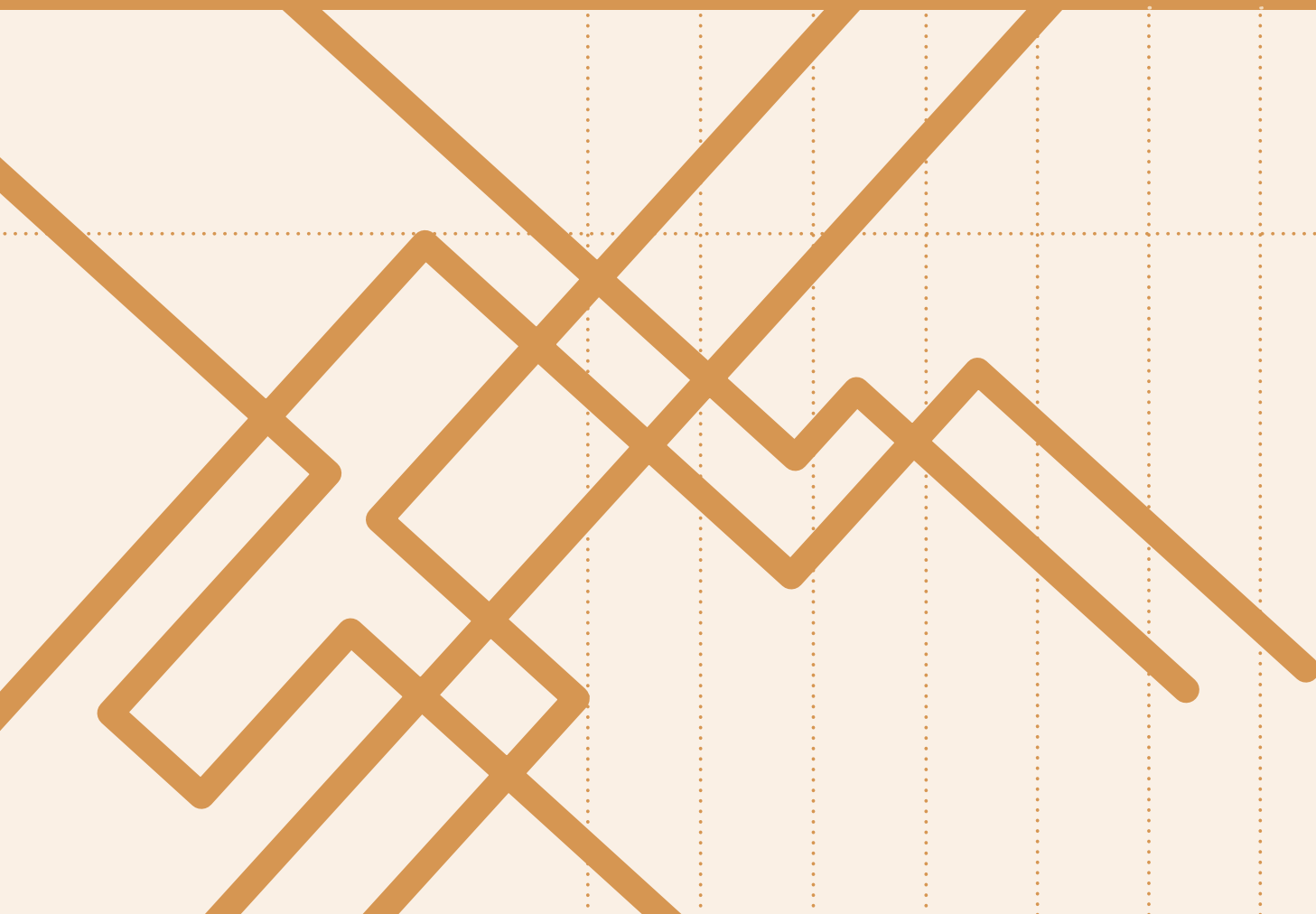
5 PROPOSTA DE MODELO DE QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (PRÉ-TESTE)

- 1) O que é um biodigestor?
- 2) Qual o nome do principal componente do biogás?
- 3) A reciclagem e a reutilização possuem o mesmo significado?
- 4) O biogás pode ser utilizado para quais finalidades?
- 5) Sabemos que no Brasil existem usinas hidrelétricas, termelétricas, nucleares, solares e eólicas. O gás produzido nos biodigestores poderia ser utilizado em qual usina?
- 6) O termo energia renovável e biomassa é de seu conhecimento? Exemplifique.
- 7) Assinale a sua área de conhecimento no Novo Ensino Médio.
 - Ciências Humanas e suas Tecnologias.
 - Ciências das Linguagens, Códigos e suas Tecnologias.
 - Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
 - Matemática e suas Tecnologias.

6 PROPOSTA DE MODELO DE QUESTIONÁRIO AVALIATIVO – PÓS EXPERIMENTOS

- 1) Qual o modelo de biodigestor confeccionado mais te chamou a atenção? Porque?
- 2) A produção gasosa foi visualizada em todos os protótipos? Explique.
- 3) Todas as bactérias são patogênicas, ou seja, provocam doenças? Explique.
- 4) Em qual modelo de biodigestor é possível perceber que há um gás inflamável com potencial energético? Explique como poderia ser utilizada essa energia.
- 5) A produção de biogás em biodigestores de pequeno e médio porte podem contribuir para a redução no consumo de derivados do petróleo? Justifique.
- 6) Cite 3 impactos ambientais gerados pelos resíduos descartados incorretamente no meio ambiente?
- 7) Dentre os assuntos químicos relacionados à aula prática cite um que mais te chamou atenção?
Ex: Gases, estados físicos da matéria, reutilização de resíduos, poluição ambiental ou energia renovável.
- 8) Dê 3 funções orgânicas presentes nas reações que ocorrem no interior do biodigestor?

REFERÊNCIAS



REFERÊNCIAS

ANDRADE, Francisco Paulo Henrique de. **Monitoramento de biodigestores por sistema computacional integrado à plataforma IOT**. 2021. 190 f. Tese (Doutorado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis) - Programa de Pós-Graduação em Sociobiodiversidade e Tecnologias sustentáveis (MASTS), Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, 2021.

AUSUBEL, David Paul; HANESIAN, Helen; NOVAK, Joseph Donald. **Educational psychology: a cognitive view**. 2nd ed. Nova York: Holt McDougal, 1978.

BARBOSA, Viviane Almeida; SILVA, Karina da. Paulo Freire: saberes da docência no ensino superior, uma reflexão na prática. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades - Cidadania, Diversidade e Bem-Estar - RECH**, Humaitá, v. 3, n. 2, Jul-Dez, p. 164-182, 2019.

CARTAXO, Amanda da Silva Barbosa et al. Biodigestor caseiro como ferramenta metodológica para o ensino de educação ambiental nas escolas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v. 9, n. 2, p. 214-230, 2020.

COPPI, Eliseu Paulo; MORO, Fernanda Teresa; PRSYBYCIEM, Moises Marques. Construção de um biodigestor: uma proposta de ensino interdisciplinar para escolas do campo. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Chapecó, v. 2, n. 1, p. 104-115, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/10749>>. Acesso em: 10 de set. 2021.

DE LIMA, Cerílio Barbosa; MONKOLSKI, Alexandre. Biodigestor: material didático no auxílio de ensino de química no ensino médio aos educandos indígenas. **SEPE - Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS**, Chapecó, v. 8, n. 1, 2018.

FARIAS, S. A. de; MENEZES, J. M. S. O desenvolvimento de argumentação e mobilização de conceitos químicos por meio da Atividade Experimental Investigativa. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 12, n. 1, pág. 223-233, 2020. Disponível em: <http://rvq.s bq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=1161&nomeArquivo=v12n1a17.pdf>. Acesso em: 12 de dez. 2021.

FRANCISCO, Gildete da; S. Amorim Mendes et al. A importância da capacitação em biossegurança para profissionais surdos: avaliação e propostas. **Revista Espaço**, Rio de Janeiro, n. 52, 2020. Disponível em: <<https://seer.ines.gov.br/index.php/revista-espaco/article/download/1539/1474/4410>>. Acesso em: 02 de fev. 2022.

GIL PEREZ, Daniel; VALDÉS CASTRO, Pablo. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 2, p. 0155-163, 1996.

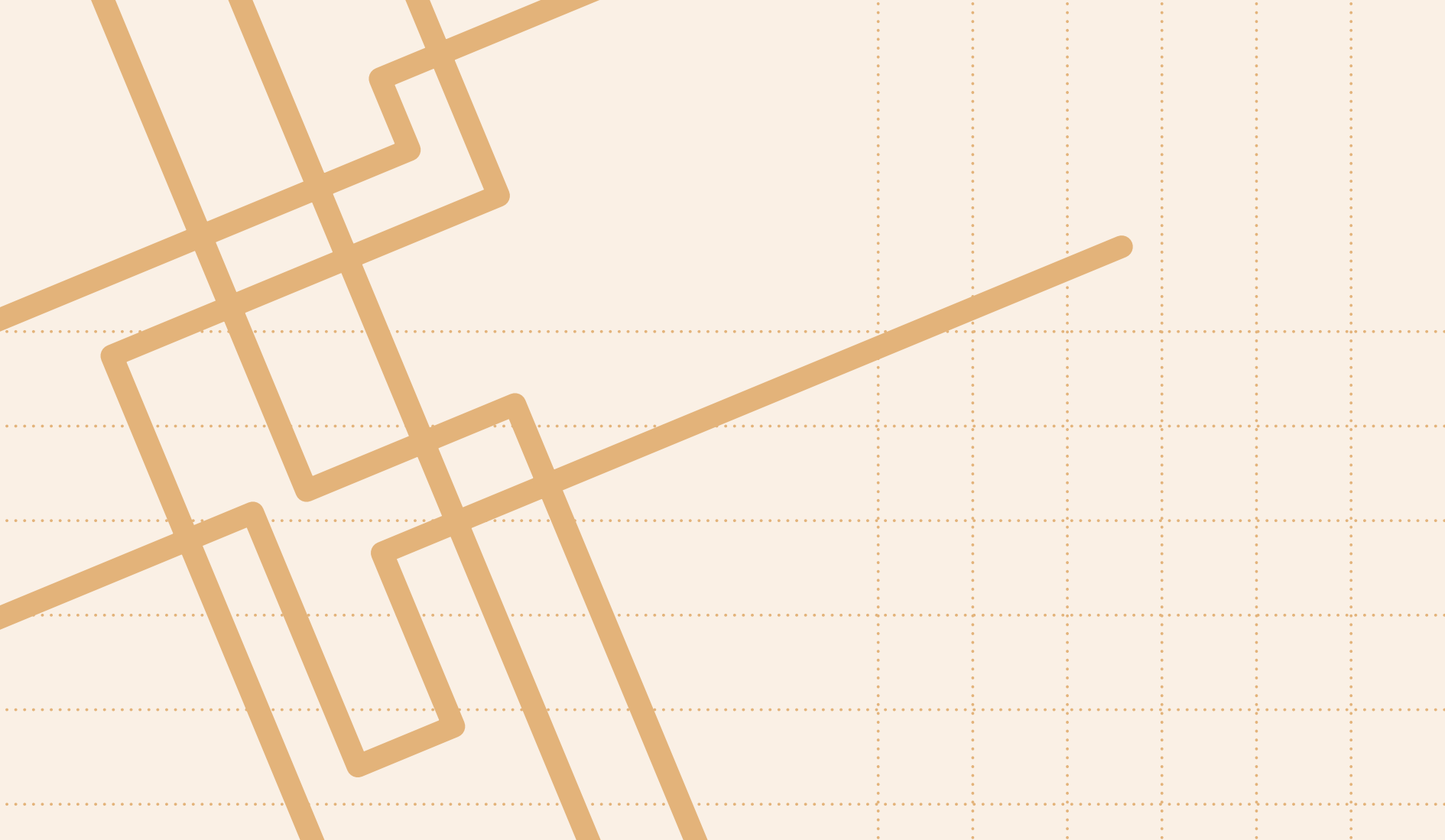
GOMES, Jeames Oliveira et al. Estudo das propriedades do metano a partir do biodigestor: ferramenta mediadora desenvolvida nas aulas de química: Study of methane properties from the biodigester: mediating tool developed in chemistry classes. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 65788-65803, 2022.

LIMA, Kênio Erithon Cavalcante. A concepção de licenciandos sobre a biossegurança na atuação docente para o ensino prático de ciências e biologia. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 97-118, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318484468_A_concepcao_de_licenciandos_sobre_a_biosseguranca_na_atuacao_docente_para_o_ensino_pratico_de_ciencias_e_biologia>. Acesso em: 20 de abr. 2021.

OLIVEIRA, Haroldo G. et al. Energia, sociedade e meio ambiente no desenvolvimento de um biodigestor: a interdisciplinaridade e a tecnologia arduino para atividades investigativas. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 144-152, 2018.

SCHUMACHER, Stefani Fernanda et al. **Práticas de segurança dos profissionais de nível superior em um hospital-escola no sul do Brasil e proposição de um plano de nível profissional**. 2019. 56 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências da Saúde) - Programa de Mestrado Profissional em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/22075/DIS_PPGCS_2019_SCHUMACHER_STEFANI.pdf?sequence=1>. Acesso em: 07 de ago. 2020.

SILVA, Ana Claudia Guedes; TREVISAN, Gabriel de Menezes. Processo de produção e aproveitamento energético do biogás: uma revisão dos sistemas e tecnologias existentes no mercado. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 10, n. 2, p. 197-210, 2019.



ANEXOS

Anexo 1 - SUGESTÃO DE VÍDEOS E DOCUMENTÁRIOS PERTINENTES AO TEMA



Fonte: ILHA das flores. Direção: Jorge Furtado. Produção: Casa de Cinema de Porto Alegre, 1989.

1 - Ilha das Flores

O documentário Ilha das Flores é produzido por Mônica Schmiedt, Giba Assis Brasil, Nôra Gulart, com roteiro de Jorge Furtado. Ilha das Flores é um local na cidade de Porto Alegre destinado ao depósito de lixo. O curta apresenta a trajetória de um tomate, desde a colheita ao descarte por uma dona de casa, até a chegada ao lixão da ilha, onde crianças disputam alimentos que sequer servia de alimento para os porcos.

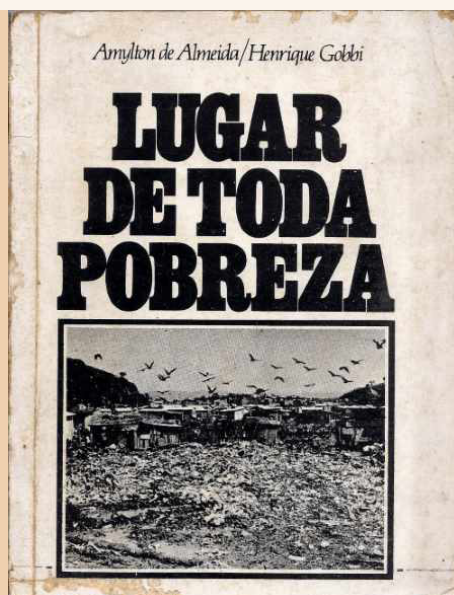
O curta faz uma severa crítica às desigualdades sociais geradas pelo sistema capitalista e a ausência de políticas públicas para solucionar a miséria de parte da população brasileira. Demonstra seres humanos numa condição abaixo de porcos:

“O tomate / plantado pelo senhor Suzuki, / trocado por dinheiro com o upermercado, / trocado pelo dinheiro que dona Anete trocou por perfumes extraídos das flores, / recusado para o molho do porco, / jogado no lixo / e recusado pelos porcos como alimento / está agora disponível para os seres humanos da Ilha das Flores”.

Outra parte do filme interessante para discutir a exclusão social alarmante gerada pelo modelo capitalista é:

“O que coloca os seres humanos da Ilha das Flores depois dos porcos na prioridade de escolha de alimentos é o fato de não terem dinheiro nem dono”.

Fonte: ALVES, Gabriela Santos; JESUS, Diego de; SIMONETTI, Maria Grijó. O lugar de toda pobreza (1983) e Boca de lixo (1992): diferenças entre o cinema direto e o cinema verdade. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXXVII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Foz do Iguaçu, PR – Entre os dias 02 e 05 de setembro de 2014. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2014/resumos/R9-0585-1.pdf>> e em <<https://www.youtube.com/watch?v=ly4AGLrEqEA>>. Acesso em 13 de ago. 2022.



Fonte: LUGAR de toda pobreza.
Direção: Amilton de Almeida e
Henrique Gobbi, 1983.

2 - Lugar de toda pobreza

O documentário em vídeo Lugar de toda pobreza, de 1983, do diretor Amylton de Almeida, foi transmitido pela afiliada da Rede Globo no Espírito Santo, a Rede Gazeta, e levou às casas dos capixabas a realidade da região hoje conhecida como Grande São Pedro em Vitória/ES, mas que na época era chamada de lixão ou lugar de toda pobreza. Na localidade ao lado de um manguezal era onde moravam cidadãos que sobreviviam do lixo depositado pelos caminhões de serviço de limpeza do município.

O “lixão” de São Pedro, como era chamado o local de despejo do lixo da cidade de Vitória, foi, gradativamente, tornando-se uma fonte de sobrevivência de centenas de pessoas: inicialmente, com coleta e venda de papéis, plásticos, vidros, etc., e com o reaproveitamento de restos alimentares, e, posteriormente, como espaço usado para moradores mediante a construção de barracos sobre o lixo já assentado.

Amylton de Almeida foi um importante cineasta e intelectual do Espírito Santo, em seus documentários - muitos nos mesmos moldes de Lugar de Toda Pobreza e também vinculados na televisão – se propôs a expor realidades do estado que nem sempre eram mostradas em matérias de jornal. Realidades essas que não eram positivas para imagem do Espírito Santo. Seus documentários foram duas vezes ganhadores do Festival de Verão da Rede Globo, em 1977 e 1980.

Por ter sido exibido na grade televisiva, no então formato do programa Globo Repórter da Rede Globo, o documentário foi dividido em blocos, cada um que se ateu a uma temática própria da região. O filme também não respeita algumas das configurações do próprio programa nacional, como a ideia do Cinema Direto, que a principal característica é a impressão de neutralidade da câmera, a invisibilidade do cineasta, em que o conteúdo da vida subjetiva emerge através de um processo que revela ocultando e oculta revelando.

Esse documentário ainda tem como marca o uso da voz over, que Almeida substitui pela apresentação da líder da comunidade, Dona Leda: Lugar de Toda Pobreza rompe o padrão convencional entregando a uma liderança, uma mulher, dona Leda, a condução do trabalho. Ele rompe com a linguagem dos trabalhos anteriores, que incorporam apresentação, narrador e entrevistas, atendendo ao padrão do programa Globo Repórter.

Ao dar a voz e a condução do documentário para a Dona Leda, Almeida pretende dar a impressão de que são as próprias pessoas da comunidade que estão contando a história, de que não há, efetivamente, um mediador entre os catadores de lixo e os espectadores. Os enquadramentos, constantemente em contra-plongée, reiteram a concessão da autoridade para a senhora.

O cineasta aparece diretamente, sua presença é percebida na montagem - principalmente ao lançar mão de arquivos de jornais - e na condução (invisível) das entrevistas. O narrador em over tradicional é substituído por alguém da própria comunidade - que por vezes é quem parece conduzir algumas entrevistas -, ajudando a eliminar vestígios do documentarista. Essas escolhas acentuam a percepção de que estamos vendo “a vida no momento em que ela é vivida”, de que é uma mera observação dos fatos o que ajuda na construção do choque no espectador, no horror.

Fonte: ALVES, Gabriela Santos; JESUS, Diego de; SIMONETTI, Maria Grijó. O lugar de toda pobreza (1983) e Boca de lixo (1992): diferenças entre o cinema direto e o cinema verdade. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXXVII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Foz do Iguaçu, PR – Entre os dias 02 e 05 de setembro de 2014. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2014/resumos/R9-0585-1.pdf>> e em <<https://www.youtube.com/watch?v=YB2RijhK0Vc>>. Acesso em 13 de ago. 2022.



3 - Biomassa e energia verde

Logo da emissora Band

Fonte: disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LhKUpAeL_xE>. Acesso em: 14 de set. 2022.

4 - Biodigestor

Imagem do biodigestor



Fonte: disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Bi-QzZimvzI>>. Acesso em: 16 de set. 2022.