UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI/UESB

JEAMES OLIVEIRA GOMES

ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO METANO A PARTIR DO BIODIGESTOR: FERRAMENTA MEDIADORA DESENVOLVIDA NAS AULAS DE QUÍMICA.

JEQUIÉ-BA
DEZEMBRO/2020

JEAMES OLIVEIRA GOMES

ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO METANO A PARTIR DO BIODIGESTOR: FERRAMENTA MEDIADORA DESENVOLVIDA NAS AULAS DE QUÍMICA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Eça Rocha
Coorientadora: Profa. Dra. Sulene Alves de Araújo.

JEQUIÉ-BA
DEZEMBRO/2020

G633e Gomes, Jeames Oliveira.
Estudo das propriedades do metano a partir do biodigestor: ferramenta mediadora desenvolvida nas aulas de química / Jeames Oliveira Gomes.- Jequié, 2021.
123f.

(Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Eça Rocha e coorientação da Profa. Dra. Sulene Alves de Araújo)

1.Ensino de Química 2.Perspectiva CTS 3.Biogás I.Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia II.Título

CDD – 540

Rafaella Câncio Portela de Sousa - CRB 5/1710. Bibliotecária – UESB - Jequié

TERMO DE APROVAÇÃO

JEAMES OLIVEIRA GOMES

ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO METANO A PARTIR DO BIODIGESTOR: FERRAMENTA MEDIADORA DESENVOLVIDA NAS AULAS DE QUÍMICA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Química.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Eça Rocha – Orientador (UESB)

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva (UESB)

Profa. Dra. Joelia Martins Barros (UESB)

Dissertação aprovada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional em 23/12/2020.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao sentido maior de minha existência, meu pai José Paulo Gomes (in memorian) e a minha mãe Adelaide Souza de Oliveira, escolhidos por Deus para me presentear.

Dedico aos meus irmãos, que me deram apoio e incentivaram à continuidade nos estudos e pesquisas.

Dedico à minha esposa Milena, amiga e companheira.

Dedico aos meus lindos filhos: Yasmin, Yago e James, por serem a maior realização de minha vida.

Dedico aos grandes amigos que conheci no percurso de aprendizagem.

Dedico a você que está lendo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por conceder-me forças para as lutas diárias e iluminar meus passos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB (Campus Jequié), esta mesma Universidade da qual cursei a Graduação em Licenciatura em Química, e ao Departamento de Ciências e Tecnologias pela oportunidade de desenvolvimento e conclusão do presente trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Química, que ensinaram e acolheram na UESB.

Ao orientador Marcelo Eça Rocha, a coorientadora, Sulene Alves de Araújo e a profa. Joélia Martins Barros pela paciência, conhecimento construído e socializado, que contribuiu muito com ideias, sugestões e ter proporcionado satisfação por ter realizado este trabalho. Em muitos momentos, pelas contribuições nas etapas de qualificação.

Agradeço a minha família: à minha mãe, pela disciplina e educação, por sempre acreditar em mim, pelas orações e amor dedicado, que nos protegem e encorajam sempre; ao meu pai (in memorian) por sempre ter me incentivado a cada dia a uma nova vitória; à minha esposa, Milena, por sempre acreditar e incentivar; aos meus filhos Yasmin, Yago e James, por fazerem parte de minha vida; aos demais familiares que sempre torcem por mim e desejam a excelência.

Aos colegas do Curso do Programa de Pós-Graduação: Naiara, Rhuan, Paulo, Jucimara, Márcio, Marcus Bruno, Marialvo, Dionísio e Maia, pelo compartilhamento de ideias, sugestões e conhecimento.

Aos que encontrei e conheci no percurso educativo.

A(os) minhas(meus) amigas(os) das unidades de trabalho: direção, colegas professores(as) e funcionários(as) do Colégio CEPAMC; aos estudantes da turma de 3º ano do ensino médio e aos seus pais pela autorização e grande incentivo aos estudos, pesquisas e viagem de campo.

A todos os autores e pesquisadores que direta ou indiretamente contribuíram de alguma maneira com a realização deste trabalho.

A mente que se abre a uma nova ideia, jamais retorna ao estado inicial. (A. Einstein)

Ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. (Freire)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista superior e frontal de uma planta geral de biogás. 31
Figura 2. Vista frontal de um biodigestor, Modelo Chinês. 32
Figura 3. Vista frontal de um biodigestor, Modelo Indiano. 32
Figura 4. Ilustração representando o funcionamento do biodigestor. 33
Figura 5. Sequências metabólicas e grupos microbianos envolvidos na digestão anaeróbica 35
Figura 6. Esquema do sistema de fossa séptica biodigestora. 38
Figura 7. ENEM 2011. Questão 88 – Caderno branco (Adaptada) 41
Figura 8. Três fases da Análise de Conteúdo. 44
Figura 9. Imagem inicial do vídeo: Lixo gerando energia (Cemig) 51
Figura 10. Imagem inicial do vídeo: Biogás a energia que vem do campo (CIBiogás) 51
Figura 11. Representação das funções de utilização do vídeo em sala de aula. 53
Figura 12. Os três componentes básicos de Johnstone, 1993. (Adaptado pelo autor) 58
Figura 13. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E26 58
Figura 14. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E20 59
Figura 15. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E5 59
Figura 16. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E8 60
Figura 17. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E30 60
Figura 18. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E27 61
Figura 19. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E9 61
Figura 20. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E11 62
Figura 21. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E16 62
Figura 22. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E25 63
Figura 23. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E28 64
Figura 24. Percentual de respostas da pergunta: Você sabe o que é um biodigestor? 68
Figura 25. Resultado da atividade 5 (Apêndice H) – E 23 69
Figura 26. Resultado da atividade 5 (Apêndice H) – E 03 69

Figura 27. Resultado da atividade 5 (Apêndice H) – E 28.....70
Figura 28. Resultado da atividade 5 (Apêndice H) – E 20.....70
Figura 29. Resultado da atividade 5 (Apêndice H) – E 16.....71
Figura 30. Local de construção do biodigestor de cimento.....123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição do biofertilizante 37
Tabela 2. Materiais utilizados na construção do biodigestor.....47
Tabela 3. Resultados percentuais de acertos das Questões da Atividade 6 72
Tabela 4. Resultado da Questão Final solicitada aos estudantes.....76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEN	Balanço Energético Nacional
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CEEB	Colégio Estadual Edivaldo Boaventura
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais S.A.
CIBiogás	Companhia Internacional de Energias Renováveis – Biogás
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DCT	Departamento de Ciências e Tecnologia
EASC	Escola Agrotécnica Sérgio de Carvalho
EET	Efluente de esgoto tratado
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMMT	Escola Municipal Marcílio Teixeira
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FACINTER	Faculdade Internacional de Curitiba
GEE	Gases do Efeito Estufa
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MME	Ministério de Minas e Energia
NPK	Nitrogênio, fósforo e potássio
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
QNEsc	Química Nova na Escola
STS	*Science-Techonology-Society*
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo Baiano

Estudo das propriedades do metano a partir do biodigestor: ferramenta mediadora desenvolvida nas aulas de química

Autor: Jeames Oliveira Gomes
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Eça Rocha
Coorientadora: Profa. Dra. Sulene Alves de Araújo.

RESUMO

A perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) vem sendo objeto de grande interesse como proposta educacional, nos mais diferentes níveis de ensino, porém são grandes os desafios e aparecem algumas dificuldades encontradas pelos professores de química do ensino médio, muitas vezes, delicadas e desafiadoras que levam à busca por estratégias didáticas e propostas através de trabalhos e projetos investigativos. Para o estudo e ensino da química devem, necessariamente, buscar a articulação permanente dos aspectos fenomenológicos, teórico e representacionais, que surgem de modo cooperativo na abordagem dos diversos temas químicos. Metodologicamente, o estudo baseou-se numa abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, com o desenvolvimento de algumas atividades, objetivando proporcionar a uma turma de 31 alunos do 3º ano do ensino médio do turno matutino condições de aprendizagem sobre as propriedades do metano, avaliar como os estudantes de química tentam representar uma reação química em nível atômico/molecular, além de criar condições e possibilidades de reprodução posterior de um material de fácil produção de biogás a partir de materiais alternativos e de fácil aquisição, sobretudo, trazendo possibilidades para refletir problemas locais e criar soluções possíveis para aprender e transmitir o mesmo aprendizado. Para uma análise inicial, foi aplicado um primeiro questionário para avaliar a opinião dos estudantes quanto à afinidade com a disciplina, percepção dos processos químicos no cotidiano, além da qualificação (adjetivos) pelos estudantes sobre a presença da CTS na disciplina de química. Posteriormente, foi exibido um vídeo sobre lixo/resíduo e a geração de energia. Diante de muitos questionamentos aos alunos foi possível verificar que eles se interessavam mais pelos conhecimentos químicos quando eram relacionados com os seus cotidianos e, principalmente, se explorados através de atividades experimentais. Alguns pesquisadores expressam que a pesquisa é a base da construção do conhecimento e, no contexto escolar, tal exercício é imprescindível. Por meio dela, o sujeito desenvolve a criticidade e assim é capaz de transformar o contexto em que está inserido. Portanto, nesta proposta de ensino para o tópico sobre propriedades do metano a partir da produção de biogás, apresentada neste trabalho, foram contempladas as novas tendências pedagógicas em CTS e interdisciplinaridade, além de se apresentar eficiente no que se refere ao grau de aprendizagem dos alunos sobre o tema trabalhado.

Palavras-chave: Ensino de Química, Perspectiva CTS, Biogás.

Study of methane properties from the biodigestor: mediating tool developed in chemistry classes.

Author: Jeames Oliveira Gomes
Advisor: Prof. Dr. Marcelo Eça Rocha
Co-Advisor: Profa. Dra. Sulene Alves de Araújo.

ABSTRACT

The Science, Technology and Society (STS) perspective has been the subject of great interest as an educational proposal, in many different levels of education, but are big challenges and show some difficulties encountered by high school chemistry teachers often delicate and challenges that lead to the search for didactic strategies and proposals through investigative works and projects. For the study and teaching of chemistry, they must, necessarily, seek the permanent articulation of phenomenological aspects, theoretical and representational, that appear in a cooperative way in approaching the various chemical themes. Methodologically, the study was based on a Science, Technology and Society approach, with the development of some activities, aiming to provide a class of 31 students from the 3rd year of high school of the morning shift with learning conditions on the properties of methane, evaluate how chemistry students try to represent a chemical reaction at the atomic/molecular level, in addition to creating conditions and possibilities for later reproduction of a material that is easy to produce biogas from alternative materials and easy to acquire, above all, bringing possibilities to reflect local problems and create possible solutions to learn and transmit the same learning. For an initial analysis, a first questionnaire was applied to assess the students' opinion regarding the affinity for the discipline, perception of the chemical processes in everyday life, as well as the qualification (adjectives) by the students about the presence of STS in the chemistry discipline. Subsequently, a video was shown about garbage / waste and energy generation. Some researchers express that research is the basis for the construction of knowledge and, in the school context, such an exercise is essential. Through it, the subject develops criticality and is thus able to transform the context in which he is inserted. Therefore, in this teaching proposal for the topic on methane properties from biogas production, presented in this paper, new pedagogical trends in STS and interdisciplinarity were contemplated, in addition to being efficient with regard to the degree of learning of students on the topic worked.

Keywords: Chemistry Teaching, CTS Perspective, Biogas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 15

INTRODUÇÃO 16

CAPÍTULO 1 – A IMPORTÂNCIA DE DISCUTIR ENERGIAS ALTERNATIVAS EM SALA DE AULA 23

1.1 Biogás como fonte renovável de energia, uma reeducação energética 25

CAPÍTULO 2 – RELEVÂNCIA DA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA 27

2.1 O papel da experimentação no ensino de Química 28

2.2 Contextualização: biodigestor, biogás, biofertilizante..... 29

2.3 Fossa séptica biodigestora..... 37

2.4 Combustão do metano..... 39

2.5 O ensino de química a partir do tema biogás..... 40

CAPÍTULO 3 – PERCURSO METODOLÓGICO..... 44

3.1 Característica da Pesquisa 44

3.2 Contexto da Pesquisa..... 45

3.3 Os Sujeitos da Pesquisa 46

3.4 Construção do biodigestor 46

3.4.1 Materiais..... 47

3.4.2 Como montar o biodigestor..... 48

3.5 A Sequência Didática – SD aplicada..... 49

3.6 A Coleta de Dados..... 52

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO 54

CONSIDERAÇÕES FINAIS 77

REFERÊNCIAS..... 79

APÊNDICES 83

ANEXOS 98

APRESENTAÇÃO

JEAMES OLIVEIRA GOMES, filho de José Paulo Gomes e Adelaide Souza de Oliveira, nasceu no ano de 1975 em Jequié-BA. Ainda criança, juntamente com os pais residiu no município de Manoel Vitorino-BA, onde atua, desde 2000, como professor. Possui formação Técnica em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Sérgio de Carvalho (EASC) na cidade de Vitória da Conquista – Ba. Nesta cidade baiana atuou com Assistência Técnica agrícola em diversos setores até 1999 e participou de cursos, simpósios e seminários em agropecuária. Sob regime de contrato, tornou-se docente do Colégio Estadual Edivaldo Boaventura (CEEB) no ano 2000 até o início de 2004, ano em que encerrara o contrato. No mesmo ano, foi aprovado no concurso de Provas e Títulos promovido pela Prefeitura Municipal de Manoel Vitorino, passou a lecionar pela rede municipal na Escola Municipal Marcílio Teixeira (EMMT) até os dias atuais. Licenciado em Química (2007) pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB, Campus de Jequié) participou de algumas pesquisas científicas, cursos e seminários de níveis estadual e federal. Após aprovação em concurso público na Bahia, tornou-se professor do quadro efetivo da rede estadual de ensino em 2007. Concluiu uma especialização em Psicopedagogia Clínica e Institucional pela Faculdade Internacional de Curitiba (FACINTER). Docente da Educação Básica das redes municipal e estadual, com experiência na educação há mais de 20 anos. Por toda dedicação voltada para o processo ensino-aprendizagem e de técnicas agrícolas, participou no período 2014-2017 como bolsista Supervisor do PIBID/Diversidade/UFRB[1] (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/Amargosa-BA), promovido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Tendo este programa o objetivo principal proporcionar um incremento qualitativo aos processos de formação profissional dos licenciandos para atuarem na educação básica. Sob sua supervisão, foi desenvolvido juntamente com os graduandos bolsistas, ações e projetos voltados para a democratização do conhecimento no campo e projetos de educação que utilizaram metodologias voltadas para o desenvolvimento agrário.

---

[1]O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) tem como objetivo articular a educação superior com a educação básica, antecipando o vínculo entre os futuros professores e a rede pública de ensino.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa foi fundamentada na importância de se desenvolver uma proposta de atividades numa perspectiva investigativa do conhecimento científico para a aplicação em novas situações. Entende-se que a relevância deste trabalho está na defesa de uma proposta mais atraente, em busca de um conhecimento para o desenvolvimento sustentável, a partir de uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), de tal forma que despertasse nos alunos o interesse em aprender Química.

A lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) estabelece, como um de seus princípios, a “liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento a arte e o saber” (BRASIL,1996).

Este postulado, ao tratar especificamente das escolas de educação básica, também encontra respaldo no artigo 22 da mesma LDB, em que se afirma que os estabelecimentos de ensino fundamental e médio têm a finalidade primordial de assegurar aos seus educandos os conhecimentos básicos para o exercício da cidadania, fornecendo-lhes, para tanto, os recursos e serviços necessários à sua qualificação para o trabalho na sociedade e tendo em vista a continuidade de seus estudos.

Atualmente o currículo proposto pela Secretaria Estadual de Educação do Estado da Bahia (BAHIA, 2015), abrange de forma contínua a abordagem de processos químicos, importância dos compostos de carbono, compostos orgânicos etc. Nesta perspectiva, as visitas de campo a espaços não formais, desempenham o papel de ligação entre a teoria, vista em sala de aula, com a sua aplicação à vida cotidiana. A proposta curricular de Química do Estado da Bahia preconiza que:

> “A organização do ambiente escolar, espaço marcado pelas singularidades e diversidades que nela convivem, é feita de forma que a aquisição de habilidades e o conhecimento de terminados conteúdos sejam adequados a determinadas etapas do desenvolvimento humano.” (BAHIA, 2015)

Os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) – área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, no que diz respeito a disciplina de Química, apontam como preceito importante da organização curricular uma visão sistêmica do conhecimento que contribua para a formação da cidadania. Segundo os PCNEM (2000), o ensino de Química “deve permitir a construção de uma visão de

mundo mais articulada, menos fragmentada, que o aluno se enxergue como participante de um mundo em constante transformação".

Importante mencionar também uma das "Dez Competências" concebidas pela última versão atualizada da Base Nacional Comum Curricular BNCC (2017):

> Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017)

Pensando assim, acredita-se como imprescindível que o aluno desenvolva durante o estudo de Química, uma visão crítica da realidade em que vive.

A motivação maior para a escolha do tema foi a de contribuir para o ensino contextualizado numa perspectiva com abordagem CTS, tendo em vista que inicialmente se desenvolveu uma fundamentação teórica, com possibilidades de estudo prático. Estas atividades vêm sendo consideradas uma importante alternativa para aqueles que considerarem necessário uma proposta de ensino que contemple uma mudança atitudinal focada numa aprendizagem significativa, que segundo Ausubel *et al*. (1980)

> ocorre quando novas informações e conceitos interagem com conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aluno. Professor e material instrucional podem favorecer a ocorrência dessa aprendizagem ao propiciarem a relação entre o que o aluno já sabe e a nova ideia a ser aprendida. (AUSUBEL, *et al.* 1980)

A Pesquisa-Ação tem sido definida como um tipo de investigação participante que tem como característica peculiar o propósito de ação planejada sobre os problemas detectados. Thiollent (2016, p. 2) descreve que "a aplicação da pesquisa-ação permanece sendo muito solicitada como forma de identificar e resolver problemas coletivos bem como, de aprendizagem dos atores e pesquisadores envolvidos".

Thiollent (2016) acrescenta ainda que,

> [...] A pesquisa-ação tem por finalidade possibilitar aos sujeitos da pesquisa, participantes e pesquisadores, os meios para conseguirem responder aos problemas que vivenciam com maior eficiência e com base em uma ação transformadora. (THIOLLENT, 2011 apud THIOLLENT, 2016)

Metodologicamente opta-se para esta pesquisa por uma turma de alunos da 3ª série do ensino médio do Colégio Estadual Profa. Almerinda Meira do Carmo, por entender que sua relevância está na percepção da realidade vivenciada e, principalmente, na defesa de uma proposta com abordagem CTS, portanto, em busca

de um conhecimento para o desenvolvimento sustentável, que ao mesmo tempo sirva de fomento para quem interessar.

Entende-se que o uso de qualquer metodologia só garante uma aprendizagem significativa, se atenderem as perspectivas descritas pelos documentos referenciais curriculares (Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN, Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio - PCNEM, Base Nacional Comum Curricular - BNCC e Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCNEM) e pelas pesquisas em Ensino de Química que discutem sobre o uso destas estratégias como ferramentas potencializadoras na aprendizagem da Química. Portanto, há necessidade de se repensar o planejamento para o uso de atividades experimentais, incorporando-as no processo de ensino, numa perspectiva construtivista.

Desta forma, se as aulas para serem executadas em laboratórios não forem bem planejadas pelos professores, continuando a reproduzir e comprovar conceitos científicos numa visão empirista indutivista, a aprendizagem dos alunos não será satisfatória e os resultados esperados não serão alcançados. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010).

Ao realizar trabalhos com conceitos químicos correlacionados com atividades experimentais e/ou investigativas numa abordagem voltada para CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), foram analisados os documentos oficiais nacionais (PCNs) e Orientações Curriculares do Estado da Bahia (OCNEM) e suas propostas de currículo. Outras consultas e fontes de dados utilizadas na pesquisa foram referenciadas de pesquisadores que realizaram trabalhos similares, e outras fontes de banco de dados: Periódicos da Capes, Revistas Científicas, Química Nova na Escola, Google acadêmico, teses e dissertações disponíveis de universidades nacionais e internacionais.

Muitos livros didáticos, por vezes, trazem conteúdos não contextualizados com a realidade dos alunos, tornando necessário que o professor modifique as estratégias de ensino.

Neste sentido, Chassot (2004) argumenta:

> Assim, as profundas transformações que a Química operou/opera/operará na sociedade também precisam ser levadas para a sala de aula. Isso é muito daquilo que tenho referido repetidamente: **fazer educação através da Química.** Não queremos, não podemos ser vestais de quem julgamos ser uma deusa. Há uma necessidade de conhecermos a identidade da ciência que escolhemos para ensinar, e isso não é apenas transmitir aqueles conhecimentos prontos, estruturados, acabados (CHASSOT, 2004, p. 41)

Com esta preocupação as orientações curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2006) recomendam um ensino de química que contemple abordagens de temas sociais e uma experimentação não dissociada da teoria.

Compreendendo o ensino de química nessa perspectiva, então, esta pesquisa vislumbrou utilizar o biodigestor como uma ferramenta alternativa e mediadora para ministrar conteúdos de Química de forma contextualizada e ao mesmo tempo interdisciplinar e avaliar sua aceitação com alunos do ensino médio.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs 2000, p.75) destacam ainda a importância da experimentação quando sugere especial atenção no ensino de Química as atividades experimentais. Há diferentes modalidades de realizá-las como experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio.

Dessa maneira, compreende-se a Ciência como uma forma de entender e conhecer o mundo em que vivemos, trata-se de identificar e associar os conteúdos científicos estudados aos acontecimentos cotidianos, muitos até rotineiros. Esta aproximação com a realidade que se propõe após a realização deste trabalho com os estudos teóricos associados à aula de campo e a realização experimental a partir da construção do biodigestor, permitiu aos alunos fazer a relação entre os conhecimentos científicos e suas vivências no dia, possibilitando ainda que resolvessem problemas propostos, sendo capaz de levantar hipóteses, testá-las e justificá-las.

Para Bizzo (2009), o tipo de evidência requerida pela ciência

> não é imediatamente reconhecido pelos estudantes. Muitos acreditam que apenas “computadores” ou “laboratórios” sejam capazes de coletar evidências. Porém, ao responder perguntas de um médico em uma consulta, estamos diante de uma forma básica de coleta de evidência científica. Além dos médicos, todos os cidadãos podem criar conhecimento científico, contato que saibam. (BIZZO, 2009)

Para Demo (2011), a educação pela pesquisa tem quatro pressupostos principais e necessários. O primeiro afirma que “a base da educação escolar é a pesquisa, não a aula, ou o ambiente de socialização, ou a ambiência física, ou o mero contato entre professor e aluno” (p. 7-8). Para ele, a escola baseada na aula copiada não se distingue de qualquer outro ambiente onde o aluno aprende a reproduzir. A pesquisa escolar deve: (i) ter a prática e a teoria lado a lado e o viés ético e político; (ii) conhecer para intervir e a intervenção como atitude necessária para conhecer, em um movimento de construção da cidadania com atitude e conteúdo formal; (iii) pesquisar não para encontrar e acumular informações e dados que são “insumos preliminares” (p. 9) para o questionamento da realidade com vistas à emancipação do sujeito.

O terceiro pressuposto indica que a pesquisa deve se tornar a atitude didática cotidiana; trata-se de ler a realidade de modo questionador e de construí-la como sujeito competente" (p. 15).

O autor apresenta o quarto pressuposto como a ideia de que a educação é o "processo de formação da competência humana histórica" (p.16).

Compreendendo que o trabalho do professor deve não somente se sustentar no que os alunos aprendem, mas também no processo que conduz ao aprendizado, promovendo a construção do conhecimento, que se aproxime da realidade e do modo de vida do discente, que surge do cotidiano escolar e tem representatividade em suas vidas. Como disse Moran (2015): "Aprender é um processo ativo e progressivo." Sobre isso os PCNs nos orientam que as situações de ensino devem se organizar de forma a proporcionar oportunidades para que o aluno possa utilizar o conhecimento sobre o Meio Ambiente para compreender a sua realidade e atuar sobre ela.

> O trabalho com a realidade local possui a qualidade de oferecer um universo acessível e conhecido e. por isso, passível de ser campo de aplicação do conhecimento. Grande parte dos assuntos mais significativos para os alunos estão circunscritos à realidade mais próxima, ou seja, sua comunidade, sua região. (PCNs,1999, p.36)

Assim, as atividades demonstrativas a partir de um experimento de forma orientada e discutida poderá gerar situações-problemas e ainda surgir aprendizagens significativas das quais servirão como instrumento avaliativo pelo professor.

Como dito anteriormente, o presente trabalho foi desenvolvido do ponto de vista dos procedimentos teórico-práticos, inicialmente através do levantamento de uma pesquisa bilbiográfica, com utilização de livros, dissertações, teses e material disponibilizado pela Internet acerca do tema da pesquisa, bem como através de dados a partir de atividades aplicadas no desenvolvimento das aulas na escola e, sendo imprescindíveis a conclusão da pesquisa e para responder a seguinte indagação: **Como promover um estudo das propriedades do metano (CH_4) a partir do biodigestor, uma ferramenta mediadora nas aulas de química?**

Desse modo, a presente pesquisa tem por objetivo principal promover um estudo teórico-experimental utilizando atividades relacionadas ao biodigestor e produção de biogás como ferramenta mediadora do processo investigativo de ensino e aprendizado de química.

Para atingir o que é proposto no objetivo principal, articulou-se os seguintes objetivos específicos:

- Vivenciar uma atividade similar a da pesqisa científica em suas diversas etapas;
- Avaliar como os estudantes de química do ensino médio tentam representar uma reação química em nível atômico/molecular;
- Reconhecer a produção de biogás como uma fonte de energia alternativa econômica e ambientalmente viável;
- Construir conhecimentos científicos e relacioná-los com conhecimentos de outras áreas de modo a construírem uma visão mais ampla da problemática ambiental.
- Perceber a importância de um biodigestor;
- Fortalecer a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) na escola e no ensino de Ciências da Natureza.

Para atingir os objetivos propostos, foi utilizado um plano de pesquisa que possibilitou a coleta de dados e a análise das informações. Optou-se por uma metodologia de natureza qualitativa, com uma contextualização próxima de uma pesquisa-ação, na forma de estudo teórico-prático onde comportamentos educacionais “ambientalmente corretos” são aprendidos na prática, além de entender que o ser humano faz parte do meio ambiente, como também, as relações sociais, econômicas e culturais fazem parte, sendo objetos da área ambiental.

O estudo proposto, estrutura-se em quatro capítulos, sendo que as discussões, neles desenvolvidas, são baseadas em alguns teóricos como Carvalho (2013; 2019); Demo (2011); Bazzo (2017); Cachapuz (2005); Frigotto (2000); Johnstone (1993); além de um estudo voltado para o biogás de Karlsson *et al.* (2014), dentre outros de igual relevância para o entendimento da proposta da presente pesquisa.

A hipótese inicial é que a construção e o uso do biodigestor permita o desenvolvimento de atividades atrativas e contextualizadas no ensino de Química, além de ser um material de fácil aquisição, tornando possível a obtenção do biogás (gás metano) e o biofertilizante em determinado tempo.

No capítulo l aborda-se uma breve discussão sobre a importância de discutir energias alternativas em sala de aula, o papel da experimentação no ensino de química.

No capítulo ll tem-se o marco teórico que norteia essa pesquisa e está dividido em tópicos: 2.1 Contextualização: biodigestor, biogás, biofeertilizante; 2.2 Fossa

séptica biodigestora; 2.3 Combustão do metano; 2.4 O ensino de química a partir do tema biogás.

O capítulo lll traz o percurso metodológico que foi desenvolvido ao longo da intervenção, e está dividido em seis tópicos: 3.1 Características da pesquisa; 3.2 Contexto da pesquisa; 3.3 Os sujeitos da pesquisa; 3.4 Construção do biodigestor; 3.5 A Sequência Didática – SD aplicada e 3.6 A Coleta de dados.

O capítulo IV traz as análises e os resultados obtidos por meio da aplicação da Sequência Didática. Por fim, a última parte deste trabalho é constituída das considerações finais, onde são evocadas a visão do professor-pesquisador sobre o tema abordado na tentativa de responder ao questionamento inicial desta pesquisa.

CAPÍTULO 1

1 A IMPORTÂNCIA DE DISCUTIR ENERGIAS ALTERNATIVAS EM SALA DE AULA

Buscando situar o leitor no que diz respeito ao contexto em que foi desenvolvida a pesquisa, este capítulo apresenta um breve panorama sobre a importância de discutir conteúdos sobre as energias alternativas de forma contextualizada no universo escolar da educação básica e sobre o papel da experimentação no ensino de química.

Um acervo importante de trabalhos para educação em química encontra-se no repositório nacional de “Química Nova na Escola”. Alguns trabalhos encontrados, e aqui elencados, similares a esta proposta de sequência didática, foram impressos e apresentados aos estudantes para acrescentar aprendizagens, tendo intuito de melhor entendimento e sistematização do estudo, com possibilidades dialógicas e objetivando proporcionar discussões em grupo.

O estudo das propriedades do metano através da abordagem temática de CTS numa perspectiva de construção de um biodigestor a partir de um material de fácil produção apresentou um grande diferencial em relação ao ensino organizado em etapas, pois ao tratar de temas como energias alternativas, efeito estufa, muitos dos estudantes já possuíam vários conhecimentos a respeito, advindos de suas experiências de vida, da própria escola, da Internet e outros meios de comunicação.

Essa contextualização dos conhecimentos não pode ficar no nível menos elevado de aprendizado que os alunos já possuem. Considera-se que, assim como apontado pelos PCNEM (2000):

> E aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar com as questões propostas. Essa postura não implica permanecer apenas no nível de conhecimento que é dado pelo contexto mais imediato, nem muito menos pelo senso comum, mas visa a gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante. (PCNEM, 2000, p. 22)

A contextualização favorece o entendimento do tema em estudo, pois a partir do que os estudantes já sabem (conhecimento prévio) se pode discutir critérios para a escolha de situações para a produção de energia partindo de um material alternativo e eficiente. Sobretudo, elevar a condição de aprendizado no tocante ao aproveitamento de resíduos orgânicos, diminuição de lixões, a busca por energias

alternativas, calor de combustão, combustíveis, propriedades dos materiais, bem como eficiência econômica e formas de se evitar a contribuição para o aumento do efeito estufa, poluição ambiental e outros.

Portanto, a ciência precisa ser caracterizada como uma atividade humana, histórica e socialmente determinada, que busca construir explicações confiáveis sobre o mundo natural.

Em muitos períodos históricos, foram inúmeros relatos úteis extraídos das ciências para discutir o modo como algumas ideias importantes foram concebidas e desenvolvidas, até se tornarem aceitas (PCN, 1998).

De acordo com Leal (2009), a Química pode ser definida

> como a ciência que estuda a composição e as propriedades dos materiais. De maneira mais detalhada, devemos considerar a constituição íntima dos materiais (incluindo átomos, íons, ligações químicas, moléculas, etc.), as propriedades físicas daí decorrentes (pontos de fusão e de ebulição, solubilidade, condutividade térmica, condutividade elétrica, aparência, etc.) e as suas propriedades químicas, com todos os detalhamentos aí implicados: mecanismos, energia, velocidade, condições de equilíbrio, etc.) – estes seriam, pois, os objetos da química. (LEAL, 2009)

Ainda segundo Leal (2009), sob a ótica da Química, materiais incluem substâncias e misturas de substâncias.

Na natureza, os materiais se encontram normalmente misturados, e isso explica a importância que têm para a Química os processos de separação de componentes de misturas, bem como as ideias e instrumentos que permitem distinguir as propriedades das substâncias e das misturas.

As fontes alternativas de energia são opções energéticas abundantes, renováveis e que causam impacto negativo ao meio ambiente. Essas fontes energéticas representam uma alternativa às fontes convencionais (petróleo, carvão, gás natural), que provocam inúmeros problemas ambientais como o agravamento do efeito estufa.

De acordo o Balanço Energético Nacional (BEN) publicado em 2018 pelo Ministério de Minas e Energia (MME), o uso de fontes de energia renováveis no Brasil, tendo como ano base 2017, verificou-se um avanço na oferta de energia em relação a 2016. Devido às condições hidrológicas desfavoráveis, houve redução de 3,4% da energia hidráulica disponibilizada em relação ao ano anterior. Apesar da menor oferta hídrica, a participação de renováveis na matriz energética atingiu 80,4% em 2017, fato explicado pelo avanço da geração eólica, com expansão de 21,3%.

São exemplos de fontes alternativas de energia: energia solar, energia eólica, biocombustíveis, energia dos oceanos e energia geotérmica.

Ao realizar um trabalho de pesquisa com os alunos, pode-se trabalhar inicialmente aplicando um questionário objetivando conhecer o que o aluno já sabe e analisar as ideias que possua sobre o assunto. Pode-se solicitar uma pesquisa individual ou em dupla em sites da Internet, artigos científicos, livros, jornais, entre outros, referentes ao tema em estudo. E ainda, solicitar que os alunos (em grupos) com muita criatividade, confeccionem maquetes em que haja uso de energia renovável. Palestra sobre fontes que podem ser consideradas energias renováveis e como ocorrem esses processos de produção de energia. Discussão, reflexão e análise de diferentes textos sobre as fontes de energia como forma de desenvolver e estimular o senso crítico e a construção do conhecimento.

Por fim, o professor poderá permitir que o aluno avalie a aceitabilidade da metodologia empregada, momentos marcantes, situações de aprendizagens, sugestões e contribuições que contemplaram o desenvolvimento da pesquisa.

Essas atividades valorizam a busca de informações sobre o tema em sites de pesquisa, avaliam a capacidade dos alunos para desenvolver ambientes de aprendizagem colaborativa, além de constatar se houve a compreensão dos conceitos estudados.

1.1 Biogás como fonte renovável de energia, uma reeducação energética

De acordo com Bley Jr. (2015) ao sinalizar que dias críticos nos esperam, não é difícil compreender que seremos forçados a rever nossos conceitos sobre o consumo de energia e que se esgota rapidamente o tempo necessário para a humanidade reverter o quadro.

> “Não há como esperar um desenvolvimento infinito em um planeta finito”, alertou Fritjof Capra, físico austríaco e escritor que desenvolve a promoção da educação ecológica. Em uma recente conferência no Brasil, Capra reforçou sua crença na importância do pensamento sistêmico, para que o homem ajuste o desenvolvimento à sustentabilidade. (BLEY JR., 2015, p.93)

Ainda segundo o autor, o biogás é uma fonte de energia, produzida com resíduos e efluentes orgânicos, sistematicamente jogada fora, mesmo quando criado em serviços ambientais tecnicamente corretos, mas que desprezam a sua importância energética.

Para Karlsson *et al.* (2014), com o surgimento da crise do petróleo em 1973, as consequências foram imediatas na economia de muitos países em longo prazo. O setor energético deles teve que buscar ampliar suas fontes de alternativas

energéticas, além de desenvolver tecnologias e adaptar seus padrões de consumo para a nova realidade imposta pela crise.

Segundo Karlsson *et al.* (2014), nesse contexto de crise, o Brasil mostrava-se extremamente dependente, pois 80% do óleo bruto então consumido no país eram de fonte externa. Por isso, foi necessário estabelecer estratégias para contornar a crise.

Dentre o leque de novas opções de energia, o biogás surgiu como uma maneira interessante de contribuir com a superação da crise de biomassa por meio de seu rebanho de bovinos e suínos, que estão entre os maiores do mundo.

CAPÍTULO 2

2 RELEVÂNCIA DA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Este capítulo apresenta o aporte teórico que fundamentou esta pesquisa, e ainda apresenta um breve panorama no que diz respeito ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o papel da experimentação no ensino de química, uma contextualização sobre biodigestor, biogás, biofertilizante e fossa séptica biodigestora.

A tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade trabalhada na área de Ciências da Natureza elucida de forma evidente que as transformações e avanços próprios das Ciências são frutos das próprias necessidades da sociedade.

Para Leal (2009), o movimento CTS – "Ciência, Tecnologia e Sociedade" – tem suas origens

> nas preocupações e questionamentos relativos aos impactos ambientais e às implicações sociais e éticas da Ciência e da Tecnologia (C&T), marcadamente significativos a partir dos anos 60 do século passado. A partir dos anos 80, cresce a produção de reflexões curriculares e didáticas inspiradas no enfoque CTS (AULER e BAZZO 2001; INVERNIZZI e FRAGA, 2007; MARCONDES et. al., 2007; MARTINS, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2000, 2001 e 2009; SANTOS e SCHNETZLER, 1996, 1997 e 1998; SILVA, 2000; VÁZQUEZ-ALONSO et. al., 2008). (LEAL, 2009, p. 46)

Segundo Fazenda (2000), temas muito pouco explorados também provocam dificuldades.

Fazenda ainda salienta,

> Ao proceder à revisão bibliográfica do tema escolhido, muitas vezes o pesquisador pode defrontar-se com um grande número de obras sobre ele. Isto poderá suscitar-lhe o sentimento de que sua contribuição poderá ser redundante ou inoportuna. Considero que muitas vezes um tema muito pesquisado pode ser relevante para a Educação. A abertura a novas formas de investigação poderá revelar aspectos ainda não desvelados, mas importantes. (FAZENDA, 2000, p.17.)

Para o direcionamento das práticas e ações na escola, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio da Bahia (2015) e a BNCC (2017) são documentos oficiais importantes e imprescindíveis ao planejamento pedagógico, constituem, portanto, propostas que apresentam eixos importantes aos componentes das diversas áreas de ensino da educação básica, sendo aqui abordada na Área de Ciências da Natureza.

Uma escola que busca a formação humana e integral dos(as) estudantes, contando com o apoio dos documentos oficiais, dos artigos científicos de Química Nova na Escola, da infinidade de artigos acadêmicos e das Orientações Curriculares será possível estabelecer sintonia com os interesses, anseios e projetos de vida dos(as) estudantes e apoiá-los no alcance dos seus objetivos (BAHIA, 2015, p. 28).

> O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com as suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e dos seus filhos. Para isso ele, assessorado pela escola, deve investir na construção de um conhecimento crítico e consistente, voltado ao aprimoramento do bem-estar da sociedade. (BAZZO, 2017, p.30)

Segundo Santos e Auler (2011), apesar das pressões para substituir os estudos CTS por outros campos, não se pode desconsiderar as relevantes contribuições que o movimento CTS tem trazido para o ensino de Ciências.

Ainda de acordo com os autores, as pesquisas apontam resultados positivos em termos de evidenciar a relevância social do conhecimento científico estudado, de melhorar a aprendizagem de conceitos científicos, de contribuir para os alunos desenvolverem a capacidade de tomada de decisão, de orientar os professores para uma educação voltada para a cidadania (Santos e Auler, 2011, p.28).

Segundo Leal (2009), questionar e dialogar com os conteúdos veiculados pelos meios de comunicação social seria também marcado de uma postura educacional CTS.

2.1 O papel da experimentação no ensino de química

O conceito de aprendizagem experimental foi proposto pelo educador americano John Dewey, o qual defendia que a ideia de que muitos alunos fixavam melhor os ensinamentos quando realizava tarefas associadas ao conteúdo que fora ensinado.

Atendendo a Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias ENEM INEP/MEC (2019), onde aparece como competência de área 5: entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos. Esta mesma competência, apresenta como habilidade 19: avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

A LDB 9.394/96 (Art. 35) aponta como uma das finalidades “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.”

Para Carvalho (2019), não basta o professor *saber* que aprender é também apoderar-se de um novo gênero discursivo,

> o gênero científico escolar, ele também precisa *saber fazer* com que seus alunos aprendam a argumentar, isto é, que eles sejam capazes de reconhecer as afirmações contraditórias, as evidências que dão ou não suporte às afirmações, além da capacidade de integração de méritos de uma afirmação. Eles precisam saber criar um ambiente propício para que os alunos passem a refletir sobre seus pensamentos, aprendendo a reformulá-los por meio das contribuições dos colegas, mediando conflitos pelo diálogo e tomando decisões coletivas. (CARVALHO, 2019, p. 9.)

A autora ainda enfatiza que,

> É preciso também que os professores *saibam* construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, em seus conceitos, habilidade e atitudes, mas é preciso também que eles *saibam dirigir os trabalhos dos alunos* para que estes realmente alcancem os objetivos propostos. O *saber fazer* nesses casos é, muitas vezes, bem mais difícil do que o *fazer* (planejar a atividade) e merece todo um trabalho de assistência e de análise crítica dessas aulas (CARVALHO, 1996 apud CARVALHO, 2019).

Leal (2009) abordando a presença de atividades experimentais no ensino diz que para o estudo e ensino da Química devem, necessariamente, buscar a permanente articulação dos aspectos fenomenológicos, teórico e representacional, que devem comparecer de modo cooperativo na abordagem dos diversos temas químicos.

Ainda segundo Leal (2009):

> A experimentação constitui uma situação muito especial para esse processo de articulação. Além de operar como recurso cotidianamente presentes nas atividades de grupos de pesquisa e em laboratórios industriais (pesquisa, produção e controle de qualidade), a atividade experimental tanto participa dos avanços e novas descobertas em Química, como contribui decisivamente para que uma correta compreensão do sentido da Química e de seus vários temas seja alcançada pelos estudantes. (LEAL, 2009 p. 27).

Percebe-se que o autor considera o ensino de química ainda inconsistente, pois as abordagens curriculares, muitas vezes, não centram nas situações cotidianas.

De acordo com este mesmo autor,

> Vista como recurso metodológico para o ensino, a experimentação permite uma maior mobilização dos estudantes a partir da manipulação de materiais, do uso de equipamentos (ainda que muito simples) e da observação de objetos e transformações, associando habilidades motoras, avaliação visual e reflexão conceitual. Na perspectiva mais explorada anteriormente, a experimentação constitui uma situação favorável para a articulação de aspectos empíricos, teóricos e representacionais, tanto para o aprofundamento de laços quanto para a produção de conflitos e rupturas. (LEAL, 2009, p.78).

2.2 Contextualização: biodigestor, biogás, biofertilizante

Este trabalho contempla a contribuição de uma sequência didática elaborada pelo professor-pesquisador para a melhoria do ensino de química a partir de uma abordagem CTS partindo de um material alternativo construído na escola.

Segundo Karlsson *et al.* (2014), o gás natural é considerado um combustível fóssil, porque resulta da decomposição anaeróbia matéria orgânica, composta por plantas e animais mortos, contidas por milhões de anos no fundo de lagos e mares. Na camada de sedimentos das rochas houve a influência de alta temperatura e pressão, o que deslocou a matéria orgânica para uma camada inferior rochosa, afetando a formação do gás natural por causa da alta pressão e temperatura.

Ainda de acordo Karlsson *et al.* (2014), serão abordados aqui alguns conceitos e situações do contexto sobre o biogás, biodigestor e biofertilizante:

> Uma alternativa para substituir o gás natural é o biogás. O biogás e o gás natural têm o mesmo processo de formação, por meio da decomposição anaeróbia da matéria orgânica. A diferença entre eles é que o gás natural não é formado pela circulação do material orgânica presente na superfície terrestre. Com a queima do gás natural, o carbono retorna para seu ciclo na atmosfera, e quando o material é convertido em biogás, não há liberação adicional de dióxido de carbono, e sim, o aproveitamento do potencial de energia que está armazenado na matéria orgânica. (KARLSSON, *et al*., 2014, p. 7)

O biogás do lixo é gerado em aterros sanitários a partir de processos físicos e bioquímicos em ambiente anaeróbio. A quantidade total de gás produzido depende fundamentalmente das características do lixo, especialmente sua composição no que diz respeito à presença de compostos orgânicos biodegradáveis, às condições de anaerobiose no interior do aterro, ao pH predominante, a ocorrência de substâncias tóxicas e à forma construtiva do aterro.

Historicamente, segundo Karlsson *et al.* (2014, p. 8), a China e a Índia foram os primeiros países a produzir o biogás e a utilizá-lo como fonte de energia. A matéria prima era oriunda de restos de comidas e dejetos em geral, sendo o biogás produzido utilizado para a iluminação e cocção. Na segunda metade da década de 1900, esses países começaram a aproveitar o processo de digestão anaeróbica para a geração de biogás com foco nos lodos de esgoto.

Inicialmente, o objetivo era reduzir a quantidade de lodo de esgoto, e não utilizar o biogás gerado. A crise do petróleo nos anos 70 fez com que o preço da energia subisse. Com isso surgiu necessidade de aproveitar o biogás produzido. Com esse propósito, começou-se a realizar mais pesquisas, a fim de otimizar o processo de digestão anaeróbica da matéria orgânica.

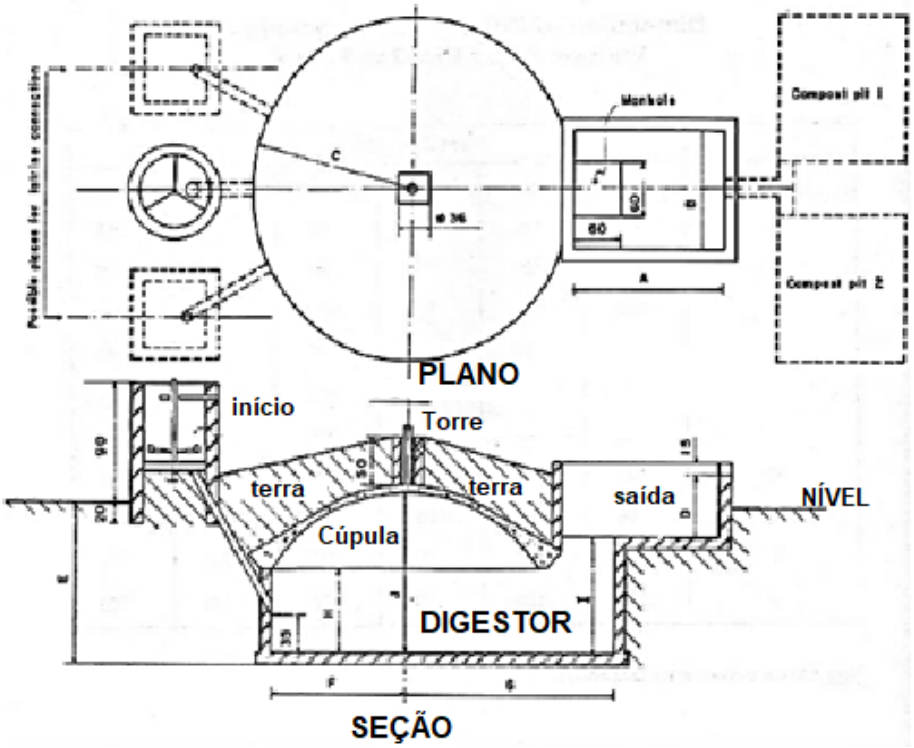
Uma das alternativas para substituir o gás natural é o biogás. O biogás e o gás natural têm o mesmo processo de formação. Por meio da decomposição anaeróbia da matéria orgânica. A diferença entre eles é que o gás natural não é formado pela circulação do material orgânico presente na superfície terrestre.

As etapas a seguir apresentam os conceitos e significados de biodigestor, biogás, biofertilizante e fossa séptica biodigestora, além dos detalhes da estrutura do biodigestor, indicando as partes e seu funcionamento.

Biodigestor é um equipamento utilizado para o processamento de matéria orgânica, como por exemplo, esterco e sobras da suinocultura e/ou bovinocultura, restos de alimentos. O biodigestor proporciona as condições necessárias para que as bactérias atuem sobre a biomassa para a produção de biogás e biofertilizante. Consiste em um tratamento biológico de resíduos por ação de digestão fermentativa. MATTOS e FARIAS JÚNIOR, 2011).

Na Figura 1 é possível observar a vista superior e frontal (corte transversal) de uma planta de biodigestor que pode ser feita em terreno com espaço suficiente para sua construção.

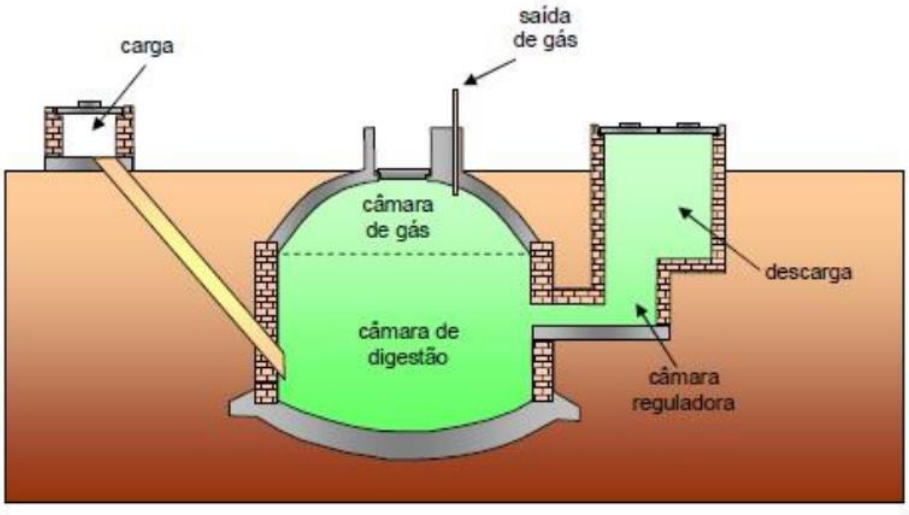
Figura 1. Vista superior e frontal de uma planta geral de biogás



Fonte: Lahlou, 2017 (Adaptado pelo autor, 2020)

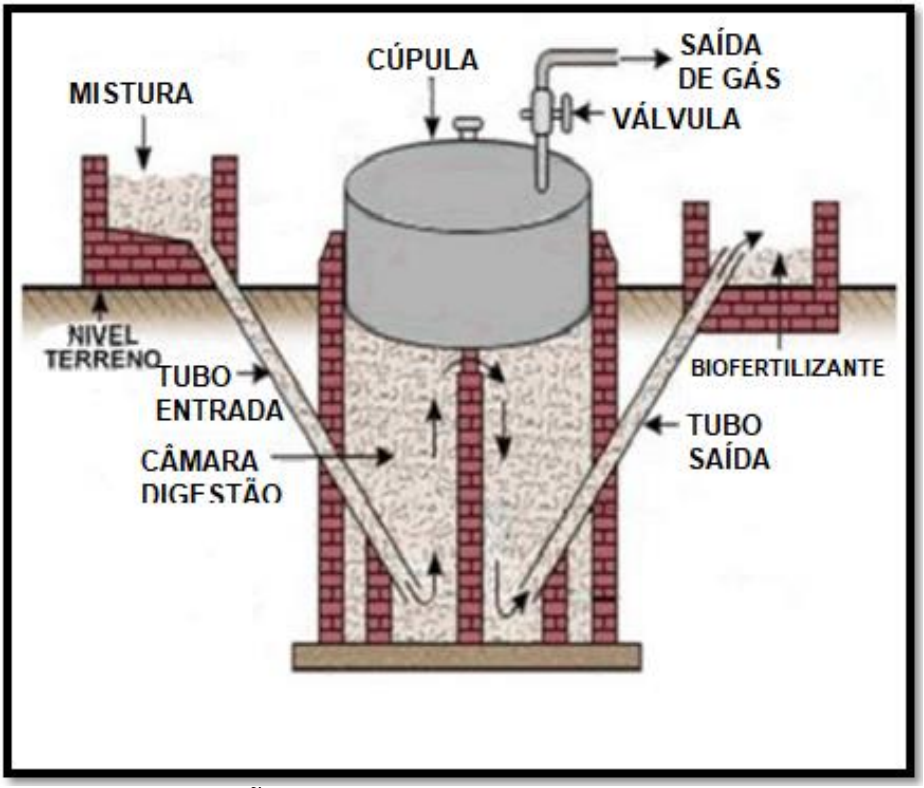
A seguir a representação de outras plantas de biodigestores encontra-se nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

Figura 2. Vista frontal de um biodigestor, Modelo Chinês.



Fonte: CASTAÑON, 2002

Figura 3. Vista frontal de um biodigestor, Modelo Indiano



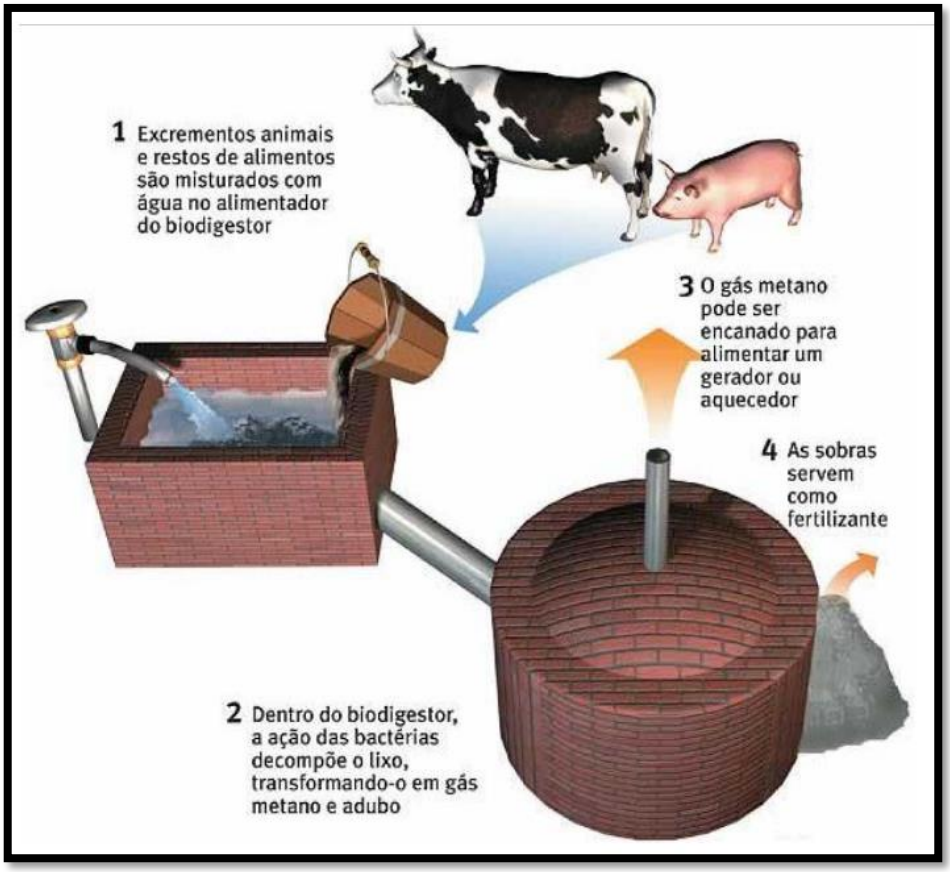
Fonte: CASTAÑON, 2002 (Adaptado pelo autor, 2020)

Para Nardi (2001), não foi fácil para a Ciência incorporar em seus conhecimentos a explicação de como se dava a decomposição da matéria orgânica (apodrecimento e fermentação).

Na figura 4 pode-se perceber que os excrementos de animais bovinos, suínos ou de aves e restos de alimentos (sobras) são lançados no alimentador do biodigestor (parte em que recebe a carga) e misturados com água. Em seguida, este material

desce para o interior do biodigestor e inicia-se o processo de decomposição deste material pela ação das bactérias anaeróbicas, que transformam em biogás e adubo (biofertilizante). O gás metano por não ser pressurizado pode ser canalizado por tubos ou mangueiras para queima no gás de cozinha, e o resíduo que fica no biodigestor serve como fertilizante para as plantas.

Figura 4. Ilustração representando o funcionamento do biodigestor.



Fonte: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Biodigestor.JPG**. Acesso em 25/07/2019**

Biogás: é um composto gasoso, constituído em média por 59% de gás metano (CH_4), 40% de gás carbônico (CO_2) e 1% de gases-traço, entre eles o gás sulfídrico (H_2S). [...] Cabe ressaltar que a produção de biogás é mais intensa sob condições tropicais de temperatura e biodiversidade. (JÚNIOR, 2014, p. 142)

De acordo com Brondani (2010), em estudos realizados, o poder calorífico do biogás, que varia de 5000 a 7000 Kcal/m^3 é devido a porcentagem do metano. observou-se que 1 m^3 de biogás (metano) comparados a outros combustíveis, equivale a:

0,613 litros de gasolina;

0,579 litros de querosene;

0,553 litros de óleo diesel;

0,454 litros de gás de cozinha;

1,536 Kg de lenha;

0,790 litros de álcool hidratado;

1,428 KW de eletricidade.

Portanto, segundo Mesquita (2009) *apud* Brondani (2010), para produzir $1m^3$ de gás metano, é necessário, por exemplo:

25 Kg de esterco de gado ou

5 Kg de esterco de galinha ou

25 Kg de plantas ou cascas de cereais ou

20 Kg de lixo (aproximadamente) ou

12 Kg de esterco de suínos.

Deve-se considerar que os dejetos suínos na realidade, compõe-se de esterco mais a água utilizada no tratamento e bebedouros.

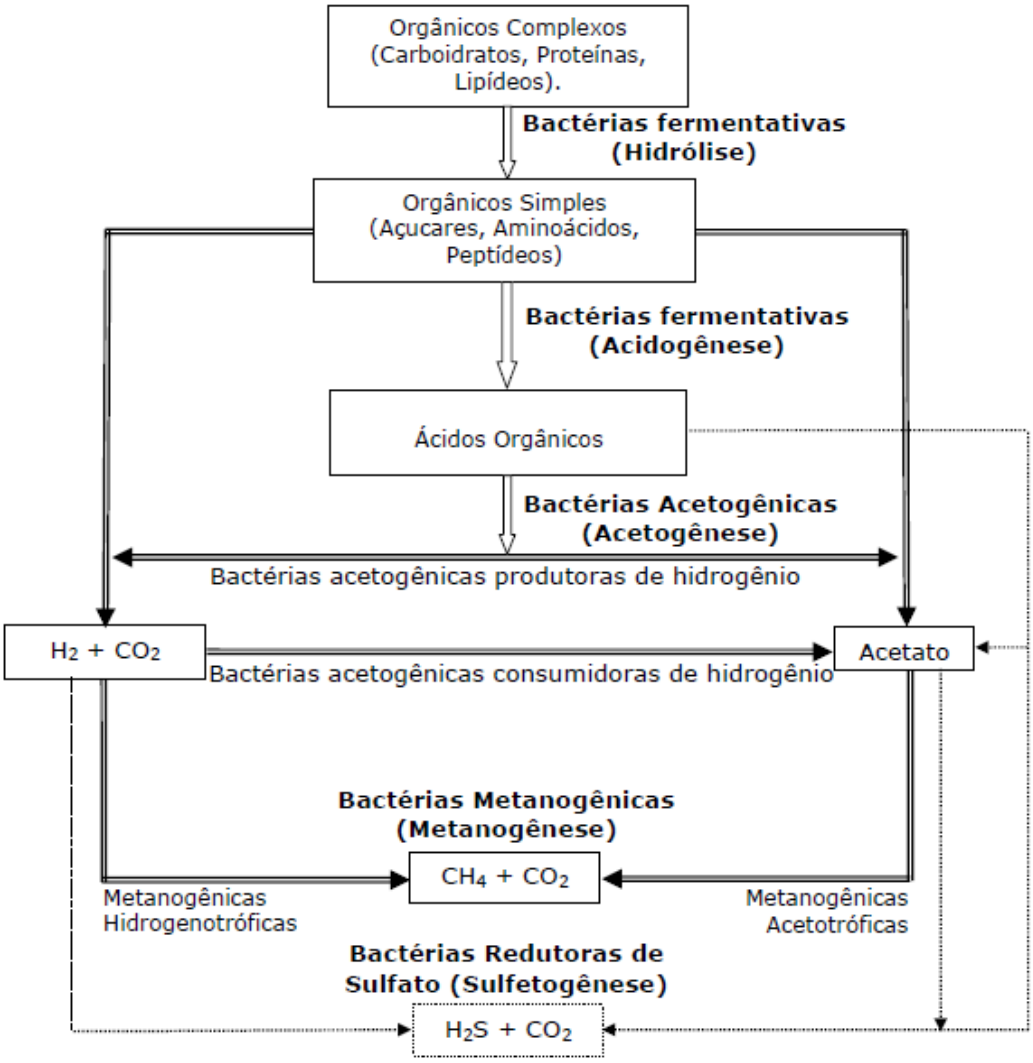
Segundo Karlsson *et al.* (2014, p. 9), o biogás se forma a partir de lama de lagos e pântanos e, também, no rúmen de ruminantes. Quanto melhor for a digestão por parte das bactérias produtoras de metano, melhor será a qualidade do biogás produzido.

O biogás produzido pela conversão da matéria orgânica contida no ciclo natural da terra, deve ser decomposto de modo que não emita gases que contribuam para o aumento do efeito estuda. O melhor a se fazer é decompor o material em um biodigestor, para que o biogás possa ser aproveitado. (KARLSSON *et al*., 2014, p.13)

Ainda segundo Karlsson *et al.* (2014), [...] o metano é 22 vezes mais impactante do que o dióxido de carbono em se tratando de aquecimento global. Se o biogás é aproveitado de modo que o metano seja utilizado como combustível em substituição aos combustíveis fósseis, ter-se-á a emissão de dióxido de carbono, o qual já pertence ao seu ciclo natural.

Na Figura 5, localizada na página seguinte, tem-se uma representação esquemática das etapas do processo de biodigestão anaeróbica.

Figura 5. Sequências metabólicas e grupos microbianos envolvidos na digestão anaeróbica.



Fonte: SILVA (2009) Adaptado de GUIMARÃES e NOUR (2001).

De acordo com Karlsson *et al.* (2014), a digestão anaeróbica divide-se em quatro etapas, sendo a primeira delas a hidrólise, conforme Figura 5. Esta etapa é muito importante para uma instalação de biogás, pois o material orgânico submetido ao processo de digestão deve ser quebrado em pequenas moléculas para que os microrganismos consigam se alimentar delas. As bactérias disponíveis segregam enzimas que rompem as moléculas de proteína e as transformam em aminoácidos, hidratos de carbono em açucares simples e álcoois e graxas em ácidos graxos. A quebra das moléculas do material orgânico faz com que os microrganismos absorvam as pequenas partes do material orgânico e tirem proveito que nelas estão contidas. A rapidez do processo depende do tipo de material e de como este é estruturado.

Segundo Karlsson *et al.* (2014), a segunda etapa do processo de digestão é a fermentação. A maioria dos microrganismos que estava ativa na etapa de hidrólise também estará ativa nesta etapa. Os componentes menores derivados da ruptura de moléculas grandes na hidrólise continuam as ser quebrados em moléculas menores.

Nesta etapa, ácidos são formados por meio das reações (acidogênese) e dividem-se em ácidos orgânicos, álcoois e amoníaco, além de hidrogênio e dióxido de carbono. Exemplos de ácidos orgânicos são o acético, butírico e láctico. Os produtos formados dependem dos microrganismos disponíveis e de fatores ambientais. Os ácidos graxos formados durante a hidrólise não são quebrados durante a fase de fermentação, e sim, na etapa de oxidação anaeróbica, a terceira etapa da digestão.

De acordo com o mesmo autor, a oxidação anaeróbica é etapa que antecede a formação de gás metano. Nesta etapa, as moléculas que foram anteriormente rompidas durante as fases de hidrólise e fermentação, continuam a romperem-se em moléculas ainda menores pela oxidação anaeróbia, sendo necessário que haja boa interação entre os microrganismos produtores de metano.

Esta etapa também é conhecida como acetogênese. As bactérias acetogênicas convertem o material degradado nas etapas anteriores em ácido acético, hidrogênio e dióxido de carbono. Entretanto, essas bactérias não são resistentes a grandes quantidades de hidrogênio e, por esse motivo, faz-se necessário que as bactérias metanogênicas consumam o hidrogênio. (KARLSSON *et al.*, 2014)

Na última etapa, também conhecida como metanogênese, tem-se a fase de formação de metano, sendo ele o produto da reação que mais nos interessa. O metano formado pelos microrganismos metanogênicos necessitam, para sua formação, de ácido acético e CO_2 e de mais alguns produtos de menor importância. São subprodutos das três etapas anteriores, sendo na fase metanogênica também formada dióxido de carbono e água. [...] As bactérias metanogênicas não são resistentes às perturbações de alterações no pH e substâncias tóxicas, as quais podem ser alteradas ao longo do processo. (KARLSSON *et al.*, 2014, p. 12)

Biofertilizante: é a matéria orgânica rica em elementos minerais, possuindo grande capacidade de recuperação de solos degradados.

A composição do biofertilizante pode variar de acordo com a biomassa. Na Tabela 1 de Sganzerla (1983, apud Stachissini, 2014), estão dispostos os valores sumarizados das análises para os parâmetros de: pH; matéria orgânica e substâncias químicas (nitrogênio, fósforo e potássio), presentes na composição do biofertilizante.

Tabela 1. Composição do biofertilizante.

Parâmetro	Valor
pH	7,5
Matéria orgânica	85%
Nitrogênio	1,8%
Fósforo	1,6%
Potássio	1,0%

Fonte: SGANZERLA (1983) apud STACHISSINI, (2014)

2.3 Fossa séptica biodigestora

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2014), a maior contribuição do sistema de Fossa Séptica Biodigestora é a viabilização do tratamento de esgoto doméstico e, consequentemente, a produção de resíduos com baixa incidência de coliformes termotolerantes, por ação de digestão fermentativa, utilizando-se de esterco bovino como inoculante neste processo.

A utilização do sistema de fossa séptica biodigestora proporciona um instrumento para o processo fermentativo de esgoto sanitário, em condições de anaerobiose.

O dimensionamento do sistema permite que o material depositado nas caixas fermente por aproximadamente 20 dias, período suficiente para uma eficiente biodigestão anaeróbica, permitindo que o efluente possa ser utilizado como um fertilizante em canteiros com plantações, com um custo próximo de zero.

A Fossa Séptica Biodigestora, apresentada na Figura 6, é um biorreator, cuja configuração básica é composta por três caixas d'água de fibra de vidro, ou fibrocimento de 1000 litros cada, que podem ser encontradas no comércio local. As duas primeiras caixas correspondem aos tanques de fermentação, onde efetivamente ocorre o processo de descontaminação. A terceira caixa de 1000 litros serve para coleta do efluente tratado.

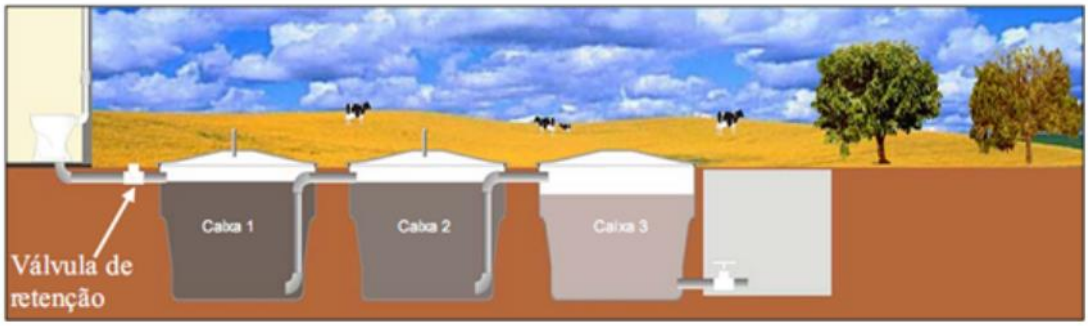
O sistema trata somente o esgoto do vaso sanitário (águas negras), que contém grande quantidade de coliformes termotolerantes e alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O restante do esgoto gerado na residência rural (lavanderia, cozinha, banho, etc.) não tem o mesmo potencial patogênico das águas negras e além disso,

sabões ou detergentes têm propriedades antibióticas que inibem que inibem o processo de biodigestão.

Para que o sistema funcione adequadamente, este é inoculado mensalmente com esterco bovino fresco. Este material, facilmente encontrado na área rural, é rico em bactérias anaeróbias celulolíticas, hemicelulolíticas, hidrolíticas, entre outras, que tornam a Fossa Séptica Biodigestora mais eficiente na remoção de sólidos, principalmente composto por materiais fibrosos e proteicos.

O efluente de esgoto tratado (EET) pela Fossa Séptica Biodigestora precisa passar por um processo de depuração. O solo possui esta capacidade, sendo esta propriedade bastante conhecida e relatada. Uma forma de dispor o EET no solo é como fonte de adubação controlada, cuja composição química melhora a fertilidade do solo, sem do esta comparada com o efeito de adubação química inorgânica do tipo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio).

Figura 6. Esquema do sistema de fossa séptica biodigestora



Fonte: EMBRAPA

Segundo dados do IBGE (2018) divulgados em 2019: pouco mais de um terço dos brasileiros vivem em domicílios sem coleta de esgoto sanitário. O quadro, que se mantém praticamente inalterado nos últimos anos, é pior nas regiões Norte e Nordeste. São 74,156 milhões de brasileiros, ou 35,7% da população total, vivendo nessas condições, mostra a Síntese de Indicadores Sociais (SIS), com dados de 2018, divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O levantamento do IBGE (2018) acrescenta ainda que, do total de pessoas vivendo em casas sem esgoto, 63%, ou 46,526 milhões de pessoas moram no Norte ou no Nordeste. No Norte, 79,3% dos habitantes moram em domicílios sem esgoto sanitário. No Nordeste, a proporção da população local vivendo nessas condições é de 57,1%, também acima da média nacional.

No comparativo realizado pelo Instituto, o quadro mudou pouco nos últimos anos porque a proporção de pessoas em casa sem coleta de esgoto em 2016 era de 36,3%.

O fato curioso exposto através do site é que mesmo tendo 35,7% dos brasileiros vivendo sem esgoto, 79,9% já tem acesso à internet. Observa-se que apesar de possuírem acesso à internet, ainda assim, não possuem condições adequadas de saneamento básico como esgotamento sanitário.

Outro dado relevante é o levantamento salientado pela Revista Brasileira de Bioenergia (2012), segundo ela, o Brasil não possui dados sobre o volume de resíduos rurais. Em termos de dejetos de animais estima-se que apenas os rebanhos confinados de bovinos, aves e suínos produzam mais de 400 milhões de toneladas por ano. Entre estrume e urina, esta biomassa tem um grande potencial energético e grande quantidade de gás metano.

2.4 Combustão do metano

Segundo BRONDANI (2010), quando um hidrocarboneto queima em oxigênio, a reação gerará dióxido de carbono, monóxido de carbono, água e vários outros compostos, como óxidos de nitrogênio. Também há a liberação de átomos de carbono sob a forma de fuligem.

O conhecimento geral da literatura da química orgânica, a equação da combustão ideal de um hidrocarboneto é sempre a seguinte:

Combustível + Oxigênio = Dióxido de carbono + Água = Calor

A combustão é sempre uma reação de uma substância (combustível) com o oxigênio (O_2) (comburente) presente no ar, com liberação de energia.

Para o caso específico do gás metano, a combustão completa será:

$$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(v) \qquad \Delta H = -802\ KJ/mol\ (energia\ liberada).$$

Os compostos liberados na queima completa de combustíveis como gasolina, etanol e óleo *diesel* não são considerados poluentes (apesar de o $CO_2(g)$ estar relacionado ao efeito estufa e, portanto, ao aquecimento global). O problema é que a queima desses combustíveis geralmente não é completa e lança na atmosfera diversos gases tóxicos.

Se a presença de oxigênio for insuficiente, a queima do combustível pode liberar fuligem, C(s), e monóxido de carbono, CO(g). No caso da queima do metano em quantidades progressivamente menores de oxigênio.

$1\ CH_4(g) + 2\ O_2(g) \longrightarrow 1\ CO_2(g) + 2\ H_2O(v)$

$1\ CH_4(g) + 3/2\ O_2(g) \longrightarrow 1\ CO(g) + 2\ H_2O(v)$

$1\ CH_4(g) + 1\ O_2(g) \longrightarrow 1\ C(g) + 2\ H_2O(v)$

2.5 O ensino de química a partir do tema biogás

Os conteúdos abaixo elencados, alguns já haviam sido aplicados no ensino desta turma anteriormente, e os demais foram desenvolvidos e estudados durante o percurso.

Estas abordagens a seguir podem ser elencadas em qualquer momento do desenvolvimento da sequência didática:

- Cinética química;
- Estudo do Metano e Hidrocarbonetos: ligação química, geometria molecular, polaridade das moléculas, forças intermoleculares, entalpia de formação;
- Cálculo da porcentagem dos gases na atmosfera;
- Construção de tabelas e gráficos;
- Estudo do efeito estufa nos solos (secas);
- Alteração das paisagens tropicais;
- Relações entre o desmatamento, as queimadas e o efeito estufa;
- Descongelamento dos icebergs e seus efeitos no mar;
- Protocolo de Kyoto;
- Estudos sobre reciclagem, matéria orgânica, tempo de degradação e decomposição de certos materiais pela natureza, etc.

Dentre os conteúdos, foram abordados no período do desenvolvimento da Sequência Didática: o estudo dos gases de efeito estufa (GEE); estudo das propriedades do metano e de hidrocarbonetos; reciclagem e tempo de degradação e decomposição de materiais pela natureza; leitura de gráficos e interpretação de tabelas.

Ao estudar sobre o metano convém lembrar que muitas questões de ENEM e questões de alguns Vestibulares ou outros concursos abordam temáticas que

envolvem o biogás, o metano, biofertilizante, como esta questão 88 do ENEM 2011 apresentada na Figura 7.

Figura 7. ENEM 2011. Questão 88 – Caderno Branco (Adaptada)

ENEM 2011. QUESTÃO 88 – CADERNO BRANCO

De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (Livestock’s Long Shadow), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.
A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

a) metano durante o processo de digestão.
b) óxido nitroso durante o processo de ruminação.
c) clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
d) óxido nitroso durante o processo respiratório.
e) dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

Fonte: BRASIL, 2011.

A escola constitui o espaço privilegiado para a concretização da ação educativa, é um dos principais espaços facilitadores da busca pelo conhecimento, mas não é o único espaço para busca da aprendizagem.

As propostas apresentadas pelas Diretrizes Curriculares Nacional do Ensino Médio - DCNEM (2013) priorizam o ensino contextualizado de modo a concretizar o conteúdo estudado, relacionando teoria e prática, bem como, suas aplicações no âmbito social desenvolvendo além do conhecimento científico o senso crítico comum dos alunos, formando assim, cidadãos para a vida. (BRASIL, 2013).

Algumas dificuldades encontradas pelos professores de química do ensino médio, muitas vezes, delicadas e desafiadoras, levam à busca por estratégias

didáticas e propostas através de trabalhos e projetos investigativos. Estas eventuais dificuldades ocasionais são proporcionadas e apresentadas pelos alunos no processo ensino-aprendizagem no percurso educacional. O desinteresse e a desmotivação dos alunos do ensino médio pelos conhecimentos científicos têm se mostrado preocupante e relevante.

Para Pozzo (2012),

> o principal problema enfrentado por muitos professores dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio é a falta de motivação dos alunos pelas ciências. Eles não estão interessados nisso, não querem esforçar-se nem estudar e, por conseguinte, fracassam, uma vez que aprender ciências é um trabalho intelectual complexo e exigente. Não há dúvida de que esse é um diagnóstico certeiro, já que a motivação é um dos problemas mais graves do aprendizado em quase todas as áreas – e não apenas em ciências. (POZZO, 2012, p. 7)

Cada escola constitui o espaço privilegiado para a concretização da ação educativa, é um dos principais espaços facilitadores da busca pelo conhecimento, atividades realizadas em grupo e o acompanhamento pedagógico oferecem condições para tal, portanto, necessita ainda de condições materiais, equipamentos adequados e suficientes para o desenvolvimento de todas as atividades pedagógicas propostas no seu projeto educacional.

Atualmente as propostas curriculares para o ensino de Química no Ensino Médio têm pautado numa abordagem de conteúdos que tratam da CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Neste sentido, Chassot (2003) reitera o quanto nós educadoras e educadores, professoras e professores somos capazes de envolver os alunos nas discussões dos problemas que lhes são mais próximos. Observa-se a preocupação do autor ao se trabalhar conteúdos pertinentes com a realidade dos alunos. O autor continua, estes são suficientemente relevantes para se transformar nossas alunas e nossos alunos em mulheres e homens críticos, que serão os responsáveis pela construção de uma sociedade com menos desigualdades.

Segundo Bazzo (2017), quando se estabelecem as reflexões sobre o professor de hoje, que perdeu o seu lugar de motivador e enunciador de determinados conhecimentos, em função da alta disponibilidade de recursos didáticos.

> [...] quer se motivar cada vez mais uma busca incessante da formulação de projetos pedagógicos que reúnam professores e alunos na concepção de novos conhecimentos contextualizados, capitaneados por uma formação mais consistente do corpo docente. (BAZZO, 2017, p.240)

Para Demo (2000, p.112), aprender significa reconstruir criticamente a realidade que nos cerca, do ponto de vista do sujeito capaz de história própria.

Nessa perspectiva, foi desenvolvida uma proposta para abordar o tema: “Estudo das propriedades do metano a partir do biodigestor: ferramenta mediadora desenvolvida nas aulas de química” com alunos do 3º ano do ensino médio, sendo contempladas diferentes situações de aprendizagem, com o intuito de promover a compreensão de vários conceitos químicos relacionados às situações pertinentes.

De acordo Sasseron e Machado (2017), para que ocorram investigações em aulas de Ciências é necessário também o engajamento dos alunos. Isso significa dizer que os alunos precisam estar motivados na resolução do problema, de tal modo que possam desenhar seus próprios planos de ações.

Carvalho (2013) argumenta que, apesar de tais aspectos estarem bem próximos aos adotados pelos cientistas em suas práticas, o que se propõe no ensino por investigação é proporcionar um ambiente investigativo nas aulas de Ciências, a fim de proporcionar aos estudantes a construção do conhecimento, interagindo com as culturas científicas.

MORAN (2015, p. 37), considera um conceito-chave para a educação, hoje.

O autor discute sobre as inúmeras formas de aprender e ensinar em uma sociedade predominantemente heterogênea, que tem, à sua disposição, uma ampla oferta de recursos e, apesar disso, se depara com a dificuldade em conseguir que todos os atores desse processo desenvolvam todo o seu potencial.

Em Educação Híbrida, Moran (2015) expõe:

> Híbrido significa misturado, mesclado, *blended*. A educação sempre foi misturada, híbrida, sempre combinou vários espaços, tempos, atividades, metodologias, públicos. Esse processo, agora, com a mobilidade e a conectividade, é muito mais perceptível, amplo e profundo: é um ecossistema mais aberto e criativo. Podemos ensinar e aprender de inúmeras formas, em todos os momentos, em múltiplos espaços. Híbrido é um conceito rico, apropriado e complicado. Tudo pode ser misturado, combinado, e podemos, com os mesmos ingredientes, preparar diversos “pratos”, com sabores muito diferentes. (MORAN, 2015, p.27)

Continua ainda Moran,

> Agora, com as tecnologias móveis, os modelos de problemas e projetos são mais híbridos. Uma parte das atividades é realizada no ambiente virtual e outra de modo presencial. O modelo híbrido é muito importante para aqueles que trabalham com problemas e com projetos. Instituições como a Unisal, em Lorena, desenvolvem metodologias ativas como a aprendizagem por pares (*Peer instruction*), por times e outros. Trata-se de uma das metodologias inovadoras aplicadas por professores nos diversos cursos. Outros métodos utilizados são o PBL – *Project Based Learning* (aprendizagem baseada em projetos ou em problemas); o TBL – *Team Based Learning* (aprendizagem por times); o WAC – Writing Across the Curriculum (escrita por meio das disciplinas); e o *Study Case* (estudo de caso). (MORAN, 2015, p.28)

CAPÍTULO 3

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Este capítulo visa todo o percurso metodológico da pesquisa. Inicialmente são apresentadas as características metodológicas da pesquisa, bem como o seu contexto e participantes. É descrita também a sequência didática - SD realizada e as ferramentas utilizadas na coleta dos dados que foram analisados nesta pesquisa.

3.1 Características da Pesquisa

A presente pesquisa desenvolveu e avaliou uma sequência didática sobre o estudo das propriedades do metano a partir do biodigestor: ferramenta mediadora desenvolvida nas aulas de química, em uma turma do 3º ano do turno matutino.

A sequência didática procurou abordar os conteúdos químicos de forma contextualizada, de modo a envolver o conhecimento prévio dos alunos.

O método de pesquisa adotado foi qualitativo (BOGDAN; BIKLEN, 1994), tendo a análise de conteúdo (BARDIN, 2000) como estratégia para tratamento dos dados.

Para Bardin (2011, apud Camara 2013, p.182), a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais, conforme Figura 8: *pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados – a inferência e a interpretação.*

Figura 8. Três fases da Análise de Conteúdo

Fonte: Camara (2013) adaptado de Bardin (2011)

Segundo Bardin (2011, apud Camara 2013, p. 183), a *primeira fase*, a *pré-análise*, pode ser identificada como uma fase de organização. Nela estabelece-se um esquema de trabalho que deve ser preciso, com procedimentos bem definidos, embora flexíveis. [grifo da autora]

> [...] Para tanto é preciso estabelecer às regras de *exaustividade* (deve-se esgotar a totalidade da comunicação, não omitir nada); *representatividade* (a amostra deve representar o universo); *homogeneidade* (os dados devem referir-se ao mesmo tema, serem obtidos por técnicas iguais e colhidos por indivíduos semelhantes); *pertinência* (os documentos precisam adaptar-se ao conteúdo e objetivo deve ser classificado em mais de uma categoria). [grifo do autor ou da autora] (BARDIN, 2011 apud CAMARA 2013)

A exploração do material pode ser feita de acordo critérios estabelecidos anteriormente, frequência, assiduidade, intensidade, dentre outros. A terceira fase, é o tratamento dos resultados obtidos, interpretação e a constatação que o desenvolvimento da pesquisa promoveu mudanças de atitude.

Sobre a pesquisa educacional Frigotto (2000) salienta que

> [...] quando iniciamos uma pesquisa não nos situamos num patamar "zero" de conhecimento; pelo contrário, partimos de condições já dadas, existentes, e de uma prática anterior, nossa e de outros, que gerou a necessidade da pesquisa ao problematizar-se. Na definição da problemática deve, pois, aparecer de imediato a postura, o inventário (provisório) do investigador. Essa postura delineia as questões básicas – a problematização, os objetivos, em suma, a direção da investigação. Neste âmbito já se coloca a contraposição, as rupturas, da concepção do investigador em relação ao que está posto. O processo de ir à raiz dos problemas, ou seja, ao desvendamento das "leis" que os produzem. Não só o recorte ou a problemática específica a ser investigada necessita ser apreendida com a totalidade de que faz parte, como é importante ter presente a que sujeitos históricos reais a pesquisa se refere. (FRIGOTTO, 2000, p.87. *In:* FAZENDA, I. C. A.)

3.2 Contexto da Pesquisa

O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu no Colégio Estadual Professora Almerinda Meira do Carmo CEPAM, situado em Manoel Vitorino-Ba. O referido colégio atende um total de 310 estudantes e funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno. Essa pesquisa foi realizada também na propriedade rural, denominada Fazenda Paraíso, onde estava sendo construído um biodigestor com tijolos, argamassa de cimento, caixa d'água de fibra e barras de ferro, Figura 30. Esta pequena viagem de campo trouxe uma gama de significados para os alunos presentes. Alguns deles são residentes na zona rural em fazendas ou sítios e muitos deles residem na cidade e possuem parentes que moram, trabalham ou possui uma destas propriedades na zona rural. O proprietário da fazenda, com nome conhecido neste trabalho por JF (para preservar o seu nome), demonstrou simpatia pela turma, sendo amigável e bem hospitaleiro, convidando a turma para adentrar a sua casa, conversou com os estudantes e logo então dialogou sobre a fase de construção, orçamento e o funcionamento do biodigestor.

3.3 Os Sujeitos da Pesquisa

Os participantes da pesquisa foram os alunos de uma turma do turno matutino. A turma escolhida foi composta por 31 estudantes, com idades de 15 a 19 anos e foi escolhida por representarem estudantes que têm maior número de integrantes que possuem algum vínculo na zona rural, pois possuem parentes próximos ou como no caso de dois estudantes que residiam numa fazenda e estudavam o ensino médio na sede do município.

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu durante a II unidade do ano letivo de 2019, entre junho e setembro, com 02 aulas semanais (segundas-feiras e sextas-feiras) das 9h:15min às 10h:00min horas, totalizando 14 aulas. Os conteúdos da disciplina de química eram aplicados sem que fossem afetados durante o período da pesquisa. Antes da aplicação da pesquisa foi solicitada a autorização dos estudantes por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento – TCLE, (em Anexo).

3.4 Construção do biodigestor

O material utilizado de dejetos gerados por animais (bovinos e sobras de alimentos) em fazendas e sítios foram destinados ao abastecimento do biodigestor anaeróbio. O biofertilizante e os compostos gerados foram utilizados na adubação em cultivos de plantas.

Sem a intenção ocasional de reproduzir na escola o rigor científico de um estudo acadêmico, os estudantes também foram inseridos na resolução de um problema científico. Assim, eles tiveram condições favoráveis para planejar, elaborar hipóteses, executar o experimento e formular suas próprias conclusões.

Como a produção de conhecimentos na ciência e no ensino de ciências tem suas limitações e particularidades, o resultado de todo trabalho desenvolvido pelos estudantes foi conduzido sob a minha supervisão e posteriormente, após a sua conclusão, foi exposto pelos estudantes por meio de exposição oral e painel tipo banner.

Foram feitas atividades de uma pesquisa com questões sobre atitudes ambientalmente corretas e observações com o intuito de analisar a aula e o desempenho dos alunos, bem como a aprendizagem dos mesmos (através da coleta

de dados pelos alunos e o acompanhamento da produção de biogás) em outras aulas desenvolvidas de forma contextualizada e experimentalmente, onde serviu de tratamento de informação para um olhar mais criterioso e investigativo da consciência ecológica de um grupo de indivíduos.

Uma das alternativas, a depender de cada caso, seria o tratamento ecoeficiente dos resíduos provenientes das residências através da fossa séptica biodigestora.

3.4.1 Materiais

Como material de construção do equipamento, foi utilizado os seguintes componentes apresentados na Tabela 2, assim como os valores de construção de um biodigestor.

Tabela 2 – Materiais utilizados na construção do biodigestor

Discriminação	Unid.	Custo R$
Cola epóxi 16 g	un	13,50
Regulador de pressão gás (registro)	un	23,00
Tubo soldável 40mm marrom	pedaço	5,00
Cap soldável 40mm Krona marrom	03	7,50
Abraçadeira de metal regulável (rosca)	un	2,80
Mangueira de gás 3/8x3	1m	5,50
TOTAL (em R$)		57,30

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

O vasilhame de água mineral foi utilizado sem custo algum, pois foi possível conseguir um que estava com prazo de validade vencido. Contudo, poderia ser ainda menor, caso utilizasse um material mais barato, como exemplo uma mangueira e registro mais simples.

Para a construção de um modelo didático de biodigestor construído na escola ou em outro espaço serão necessários: utilizar um arco de serra com serra, uma furadeira elétrica, lixas, aproximadamente 1,20 metro de tubo tipo PVC soldável 40mm marrom, um registro da mesma medida da conexão escolhida (opcional, pode-se utilizar um dos Cap), 03 (três) Cap soldável 40mm marrom que funcionará como tampa para fechamento das extremidades dos tubos, resinas para fazer a vedação (durepoxi ou outro), um registro de gás ou outro similar, uma abraçadeira de metal regulável.

3.4.2 Como montar o biodigestor

Separe um vasilhame de água mineral de 20 litros, faça uma abertura maior na parte superior, até a possibilidade de introdução do tubo, perfure na parte superior lateral distante 10cm da abertura principal do vasilhame, fazendo uma abertura que seja possível a introdução do tubo de 40mm marrom (mesmo diâmetro do tubo a ser utilizado). É nesse local que após a fixação e colagem do tubo serão introduzidos os restos de alimentos ou esterco.

Faça uma abertura na lateral do vasilhame com mesmo diâmetro do tubo e com 20 cm ou 25 cm acima da base do vasilhame. Esta abertura servirá para escoamento do biofertilizante após um período em que se obtenha gás (aproximadamente 40 dias ou mais, a depender das condições anaeróbicas).

Após a preparação do vasilhame, corte o tubo em três pedaços com tamanhos aproximados de 30 cm, 35 cm e 55 cm. Introduza o tubo maior no interior do vasilhame na abertura superior principal deixando-o até aproximadamente 10 cm acima da base, colar e vedar com a cola específica (epóxi ou similar). Deixe em repouso para a secagem completa.

Faça o mesmo procedimento com os demais tubos. Aguarde um tempo até a secagem final. Caso utilize o registro na extremidade do tubo lateral, o mesmo deve ser colado na extremidade do tubo, caso contrário, deve-se utilizar um Cap, mas não deve ser colado, apenas fixado firmemente.

Faça um orifício em um dos Caps (tampa) de PVC marrom. Introduza a mangueira a ser utilizada no experimento para a saída do gás, colar e vedar com a cola utilizada anteriormente. Em seguida, colar o Cap na extremidade do tubo fixado na parte central superior do vasilhame. Posteriormente, fixar o registro na outra extremidade da mangueira (a depender do registro, será necessário colocar uma abraçadeira para vedação).

Coloque a matéria orgânica escolhida numa vasilha ou balde, acrescente uma quantidade de água não superior à da matéria orgânica. Mexa com um pedaço de madeira por alguns minutos e logo em seguida despeje no interior do biodigestor. Tampe as extremidades dos tubos, evitando assim a entrada de oxigênio e a saída de gás após a decomposição da matéria orgânica.

É importante que todo material esteja fixo e seguro para que não ocorra vazamentos de gás e perda a coleta ou a realização promissora do experimento.

3.5 A Sequência didática – SD aplicada

Os planos de aula que compõem a Sequência didática – SD abordam temas de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacional do Ensino Médio. O tema abordado girou em torno dos conhecimentos em Química e suas contribuições para a melhoria do ensino de química a partir de uma abordagem CTS partindo de atividades desenvolvidas na nossa escola e, posteriormente, realizando uma pequena viagem a uma propriedade rural na qual os estudantes terão a oportunidade de conhecer não somente a construção, mas também, o funcionamento de um biodigestor.

Segundo Gadotti (2000, p.9), a escola está desafiada a mudar a lógica da construção do conhecimento, pois a aprendizagem agora ocupa toda a nossa vida.

A preocupação com a melhoria no aprendizado dos alunos, é um dos principais motivos de estudos na área educacional. Assim, o desenvolvimento de uma sequência didática é algo possível e eficaz, demanda tempo e paciência para desenvolvê-la, entretanto os resultados são muito mais promissores.

A sequência didática constitui tanto uma atividade de pesquisa e intervenção como um material rico que pode ser utilizado com outras turmas de estudantes.

Para Mehéut e Psillos (2004) as sequências didáticas,

> "incluem atividades de ensino e aprendizagem bem pesquisadas, empiricamente adaptadas ao raciocínio dos estudantes. Algumas vezes, as diretrizes de ensino que cobrem as reações esperadas dos estudantes também estão incluídas". (MEHÉUT; PSILLOS, 2004, p.516).

O acompanhamento da SD foi realizado por meio de metodologias diversificadas, utilizando fontes de dados para que o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem fosse analisado nesta pesquisa. Para tanto, os alunos responderem a questionários abertos.

No primeiro momento (etapa inicial) construímos uma sequência didática para servir de instrumento de coleta de dados – sondagem CTS, aulas de vídeo, apreciação e discussão de textos científicos, questionários, atividades, construção de biodigestor, relatos da aula de campo, etc – que foram descritos durante a discussão dos dados coletados.

A primeira coleta de dados buscava resultados da visão que esses estudantes tinham sobre o ensino de Química, principalmente sua relação com o mundo e sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Nesta aplicação da sondagem inicial (Apêndice D – Atividade de Sondagem), serviu para observar a opinião ou visão do estudante sobre duas afirmações relacionadas com a disciplina de Química e a outra sobre sua relação com a CTS – Ciências Tecnologia e Sociedade. Em cada uma das afirmações foram utilizadas 12 escalas, estando associadas a cada uma delas a um par diferente de adjetivos opostos. Para responder, bastaria marcar com um (X) na posição que melhor definiria a opinião do estudante relativamente à afirmação colocada. Esta atividade foi adaptada a partir de um trabalho de autor desconhecido.

Na continuidade da sequência didática, a aplicação da segunda atividade (Ap E), foi solicitado aos estudantes que escrevessem os números apropriados nos espaços em branco (lacunas) para balancear a equação química, e desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

As demais etapas buscavam o entendimento que os estudantes alcançavam à medida em que estudavam os conteúdos correlacionados numa abordagem voltada para o estudo do metano (biogás) e do biodigestor como ferramenta de relevância econômica, social e mediadora de ensino de química.

O professor-pesquisador e estudantes colaboradores tiveram disponibilidade no currículo escolar 2 (duas) vezes por semana, com duração de 50 min cada aula.

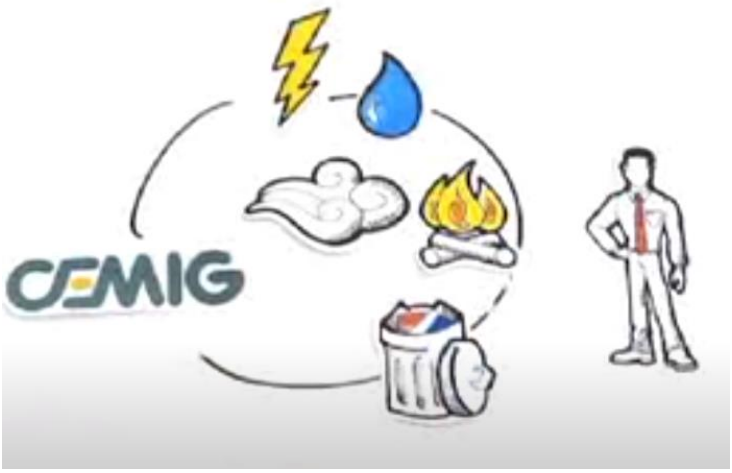
No primeiro dia de aula audiovisual estavam presentes todos os 31 alunos.

Antes da reprodução do vídeo, foi feito um questionamento aos estudantes sobre conhecer ou não um biodigestor, então eles deveriam responder esta primeira pergunta em uma das duas lacunas da atividade escrita, respectivamente em ( ) sim ou ( ) não. Em seguida, foi exibido o vídeo documentário com duração de 6min:45s, da CIBiogás-ER – Companhia Internacional de Energias Renováveis – Biogás para que os estudantes pudessem responder as demais perguntas da atividade do dia. Eles ficaram muito empolgados, pois sentiram-se envolvidos num processo dinâmico. Percebi a euforia dos alunos a partir de muitos comentários no decorrer desta e de outras aulas:

VÍDEO 1: “Lixo Gerando Energia” da CEMIG – Companhia de Eletricidade do Estado de Minas Gerais. Duração (4’:43”) (Figura 9)

VÍDEO 2: “Biogás a energia que vem do campo.” CIBiogás Energias Renováveis. Duração (6’:46”) (Figura 10)

Figura 9. Imagem inicial do vídeo: Lixo gerando energia (CEMIG)



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=uchYeRfjMJ4. Acesso em 05/02/2019

Figura 10. Imagem inicial do vídeo: Biogás a energia que vem do campo (CIBIogás)

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=b_N0Esj8TLw. Acesso em 05/02/2019

Textos explorados no desenvolvimento (Sequência Didática):

Exploração de textos científicos QNESC e do Balanço Energético Nacional - BEN 2018:

“Ciência e tecnologia na escola: desenvolvendo cidadania por meio do projeto ‘Biogás – Energia renovável para o futuro’.” (SOUZA e MARTINS, 2011)

“Ensinando a Química do Efeito Estufa no Ensino Médio: Possibilidades e Limites.” (SILVA *et al.* 2009).

Balanço Energético Nacional - BEN – 2018 (Anexo 2).

A abordagem deste tema/assunto sobre produção de biogás é parte integrante do projeto de pesquisa através da sequência didática que as diferentes fases e atividades que compõem um projeto ajudam os estudantes a desenvolver a

consciência sobre o próprio processo de aprendizagem, porém todo projeto precisa estar relacionado aos conteúdos estudados para não perder o foco.

3.6 A Coleta de dados

Os dados dessa pesquisa foram obtidos por meio de questionários respondidos pelos sujeitos da pesquisa enquanto os demais dados foram obtidos através dos vídeos, diálogos e entrevista.

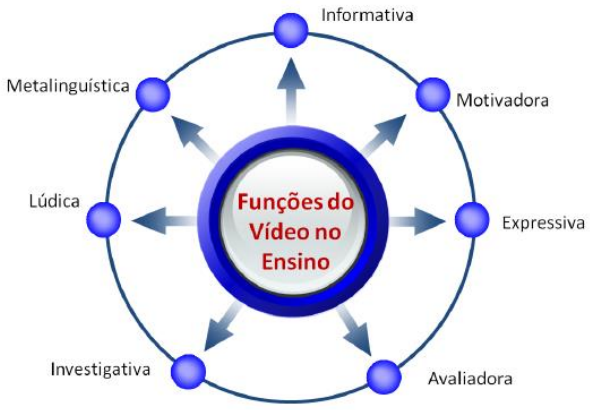
A construção do biodigestor e suas possibilidades como ferramenta didático-pedagógica, desenvolvido por alunos da turma da 3ª série do ensino médio, com suporte e auxílio do professor-pesquisador, serviu de incentivo. Contudo, durante as aulas foram administrados conteúdos imprescindíveis ao pleno desenvolvimento da proposta que, no final, foi conduzida a uma apresentação com exposição do material produzido e exibição dos resultados alcançados.

No decorrer das aulas foram aplicados os questionários sobre estudo do metano e o uso do biodigestor na aula de Química e a análise pelos alunos do benefício por ele proporcionado.

Alguns assuntos relacionados ao tema, como fermentação, poder calorífico de diferentes combustíveis, a influência da temperatura na velocidade das reações químicas, já foram estudados em anos anteriores (1ª e 2ª séries do ensino médio). Outros conteúdos correlacionados, propriedades do metano e dos hidrocarbonetos: forças intermoleculares, temperatura de ebulição, formação da molécula, geometria molecular, reações do metano, metano na Terra, principais fontes do gás metano, materiais fósseis e seus usos, etc. foram estudados no decorrer do projeto e/ou antes de sua aplicação.

Foram utilizados vídeos nas aulas durante as atividades na SD, pois Segundo Ferrés (1996 apud Giordan, 2012), a ênfase no uso do vídeo no ensino deve estar nas formas de expressão e não na tecnologia em si. Esta ferramenta deve ser compreendida “como um diferencial no processamento de informações. Somente com uma adequada concepção do vídeo, pela adoção de critérios de uso coerentes, poder-se-á aproveitar todo seu potencial educativo” (FERRÉS, 1996, p. 6, apud GIORDAN, 2012 p. 101). Na Figura 11, Giordan apresenta em seu trabalho um esquema das funções do vídeo no ensino apresentadas por FERRÉS (1996).

Figura 11. Representação das funções de utilização do vídeo em sala de aula.



Fonte: GIORDAN, 2012.

Segundo Giordan (2012), o círculo que une as funções do uso do vídeo representa a possibilidade de interação dessas diversas funções nas aulas. Assim, esta Interação de Funções, conforme nomenclatura de Ferrés (1996, apud Giordan, 2012), está presente nas formas de uso do vídeo na sala de aula e pode apresentar-se como aliado do professor para se alcançar os objetivos de ensino.

Durante o planejamento escolar é importante usar o vídeo complementado com material na forma textual, com comentários, conceituações e exercícios/atividades, com uma dinâmica e tempo da aula devidamente bem planejado.

A aula de campo foi realizada no dia 16/11/2019, às 10h:00min na Fazenda Paraíso, localizada a 13,8 Km do Colégio Estadual Profa. Almerinda M. do Carmo – CEPAMC.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo é dedicado a apresentar e discutir os resultados obtidos por meio da análise dos dados referentes às atividades que foram realizadas ao longo da aplicação da Sequência Didática. Os estudantes responderam questionários abertos nos quais expuseram suas concepções sobre o conteúdo trabalhado. Por meio dessa análise foram avaliados a aprendizagem dos conceitos com o intuito de verificar a efetividade da SD e, consequentemente de nossa pesquisa.

Após o desenvolvimento da sequência didática, foi realizado o levantamento e análise dos dados das atividades aplicadas, onde apresenta-se nesta seção, os resultados desta análise, acompanhados de discussões acerca das atividades que foram aplicadas em diferentes momentos.

Os resultados aqui elencados das atividades e questões correlacionados serão descritos com a abreviação a partir de um código alfanumérico, como exemplo: Atividade 1 – Questão 3 (A1Q3), Atividade 2 – Questão 2 (A2Q2), etc. Assim também, serão descritos com código alfanumérico para indicar o estudante e o resultado de sua produção ou fala, como exemplo: Estudante 1 (E1), Estudante 8 (E8), Estudante 25 (E25) e assim com todos que forem citados. Assim também, quando designar uma Questão: Questão 1 (Q1), Questão 3 (Q3), Questão 4 (Q4). A análise foi feita com base na análise de conteúdo de Bardin (2011).

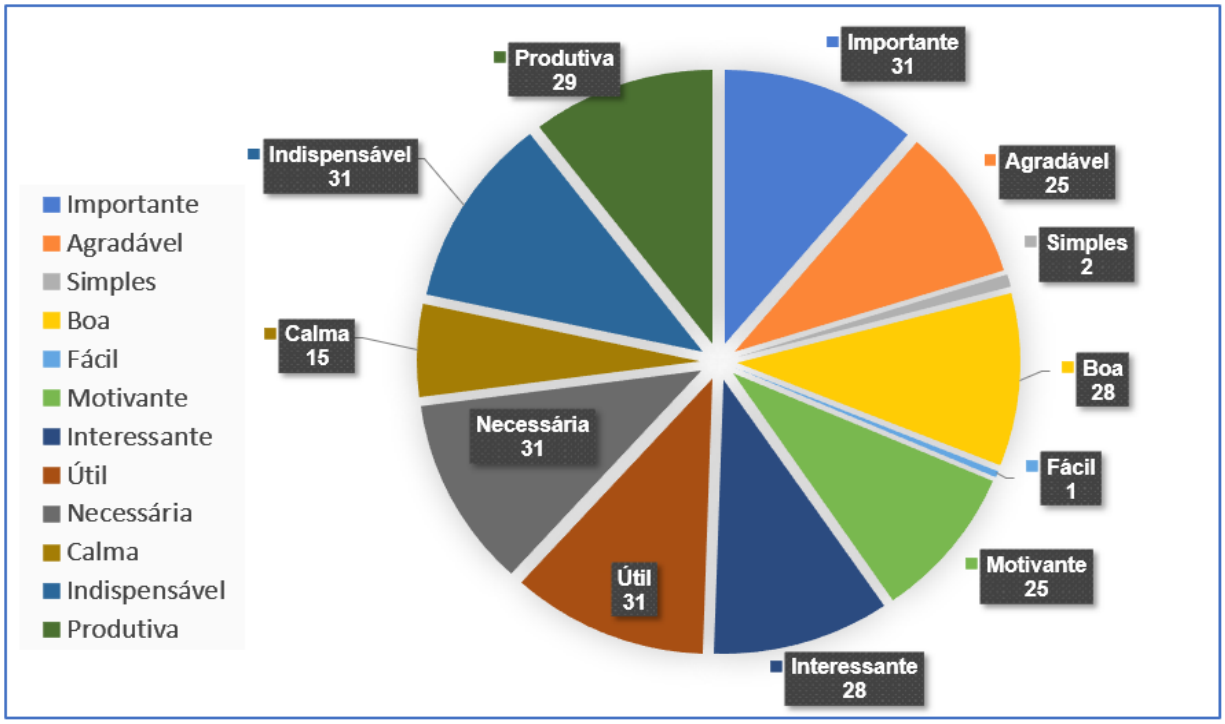
A análise de conteúdo de Bardin é um conjunto de técnicas de análises das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Os resultados sobre as duas afirmações da atividade 1 encontram-se a seguir nos Gráficos 1 e 2, atividade (Apêndice D).

Ao analisar os resultados dos dados coletados da aplicação desta atividade, verifica-se que todos os 31 estudantes foram unânimes **(100%)** ao qualificar a disciplina de Química na questão (Q1) como sendo: **útil, importante, indispensável, necessária**. Para as demais qualificações: **agradável (80,6%), motivante (80,6%),**

interessante (90,3%), boa (90,3%) e produtiva (93,5%). Consideraram **calma (48,3%)**. Entretanto, para os demais adjetivos atribuídos: somente 1 estudante a considerou, **fácil (3,2%)** e 2 estudantes a consideram **simples (6,4%)** (isso numa escala muito próxima da intermediária entre fácil-difícil e simples-complicada).

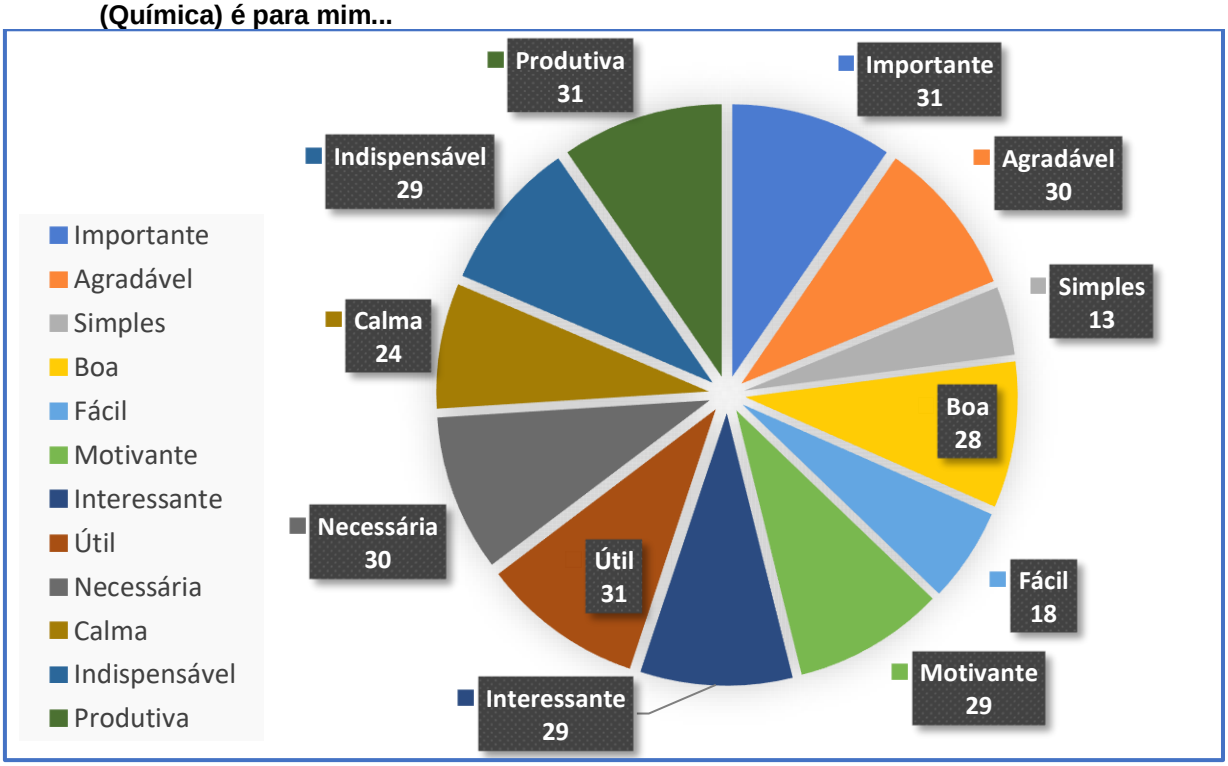
Gráfico 1. A disciplina de Química é para mim...



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Para a Q2 (Apêndice D), resultados apresentados no Gráfico 2, as respostas foram muito parecidas com as da Q1, representadas no gráfico 1. Ao qualificar a CTS na disciplina de Ciências da Natureza (Química), obteve o seguinte resultado: **útil (100%)**, **importante (100%)**, **produtiva (100%)**, os estudantes foram unânimes ao responder. Para as demais qualificações: **calma (48,4%), boa (90,3%), indispensável (93,5%), necessária (96,7%), interessante (93,5%), agradável (96,7%), motivante (93,5%)**. Consideram **calma (77,4%)**. Do total, 13 estudantes **(42%)** consideraram **simples**, enquanto 28 estudantes **(90,3%)** consideraram **boa**.

Gráfico 2. A CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) na disciplina de Ciências da Natureza (Química) é para mim...



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Este resultado inicial foi importante para o desenvolvimento dos trabalhos, pois reforçaram a necessidade que se tem de mudanças constantes para a melhoria da qualidade de ensino.

Os estudantes que consideraram a química como sendo útil, necessária, indispensável, ao serem questionados, relataram em outro momento de aula, que pelo fato de fornecer informações que fazem compreender o funcionamento dos organismos e do mundo em que vive, além sua grande importância, pois em tudo a química está presente, todos os produtos que são utilizados, os compostos orgânicos e inorgânicos são objetos de estudo da química.

Segundo os estudantes, as informações que a química aborda contribuem para exercer efetivamente a cidadania e a ter consciência de suas escolhas, pois será capaz de avaliar o impacto dessas escolhas tanto no meio ambiente quanto na saúde humana.

O professor-pesquisador complementou os discursos dos estudantes ao dizer que existe uma vasta utilização da Química em inúmeras atividades, na agricultura, na medicina, em casa, enfim em todo o cotidiano.

Os estudantes que atribuíram respostas como sendo difícil e complicada, citaram os cálculos complexos da físico-química, estudada na 2ª série do ensino

médio, mesmo apesar da sua importância, mas que sentiram dificuldades na realização dos cálculos quando estudaram.

É perceptível também que, muitas vezes, a incapacidade de assimilação e compreensão do conteúdo, ocorre quando a deficiência da aprendizagem se encontra no desconhecimento de meras operações básicas de matemática e interpretação de texto.

Na segunda atividade da sequência didática em que apresentava uma reação química não balanceada em que os alunos foram solicitados a fazer o balanceamento ao escrever os números apropriados nos espaços em branco (lacunas) para balancear a equação química e em seguida, no espaço abaixo do enunciado da atividade para desenhar diagramas que representavam o que o estudante considerava como poderia ser caso fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química descrita acima.

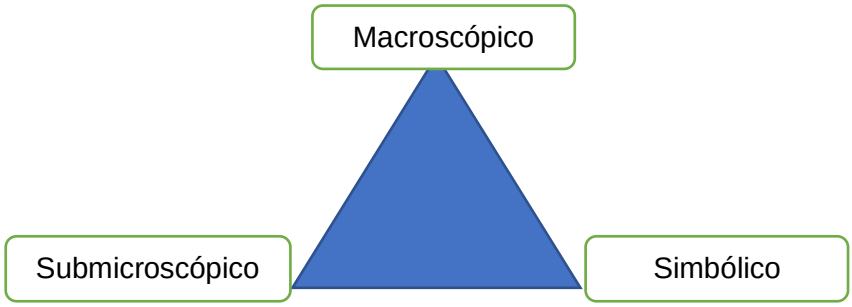
Os estudantes foram alertados para desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

Após esta atividade, ficou clara a percepção de que a proposição de modelos representativos da estrutura interna dos materiais auxilia na compreensão de suas propriedades, ou seja, os modelos de constituição e de interação das partículas são construções poderosas na promoção de um maior entendimento dos materiais e de suas transformações.

Dos três níveis, o nível de partículas é o mais problemático para os estudantes entenderem (Hinton e Nakhleh, 1999; Nelson, 2002; Chittleborough e Treagust, 2007; apud KERN, *et al.* 2010), já que este nível de representação não pode ser visto, tornando esse nível difícil compreender. Segundo Kern *et al*. 2010, processos químicos no nível macroscópico são mais fáceis de entender, já que muitas vezes resultam em alguns fenômenos geralmente observáveis.

Segundo Johnstone (1993), existe uma tendência dos alunos para explicarem os fenômenos químicos no plano macroscópico, pois dificilmente possuem competências ou de recursos simbólicos, no plano mental, para compreensão das transformações químicas num nível que requer uma maior capacidade de abstração como é o caso do nível submicroscópico. De acordo o modelo de Johnstone, Figura 12, uma transformação química pode ser explicada em cada um dos três níveis.

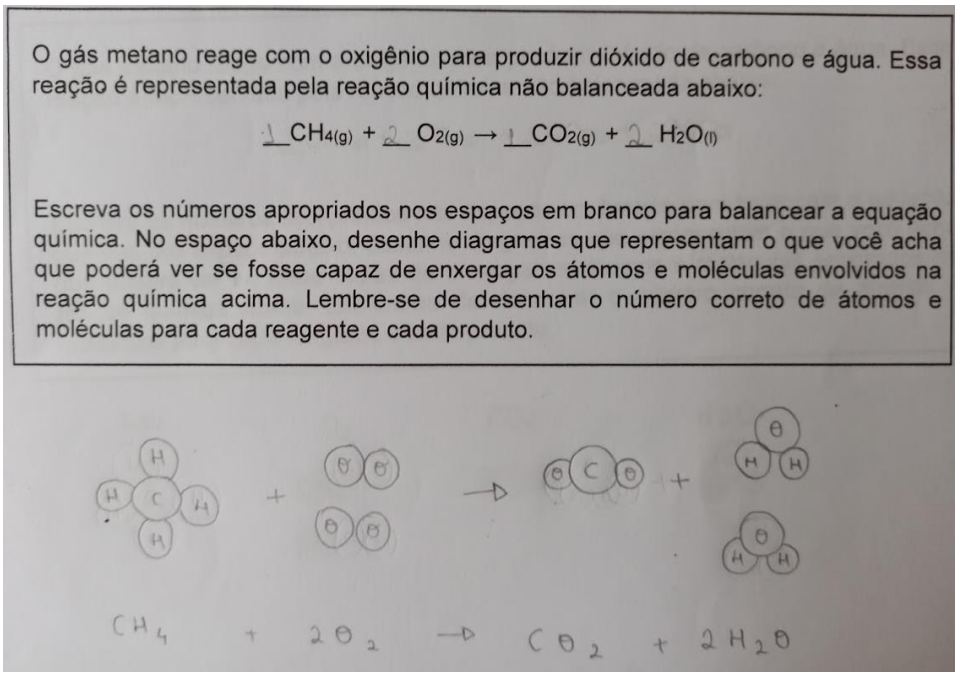
Figura 12. Os três componentes básicos de Johnstone, 1993. (Adaptado pelo autor)



Fonte: Adaptado próprio autor, 2020.

Assim, **32,2%** dos estudantes (ou 10 estudantes), conseguiram fazer o balanceamento da reação de metano e a representação (desenho) corretamente (sendo mais coerentes). Dentre as quais as mais relevantes encontram-se nas (Figuras 13, 14, 15, 16, 17 e 18).

Figura 13. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E26


O gás metano reage com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Essa reação é representada pela reação química não balanceada abaixo:

$$1\ CH_{4(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow 1\ CO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(l)}$$

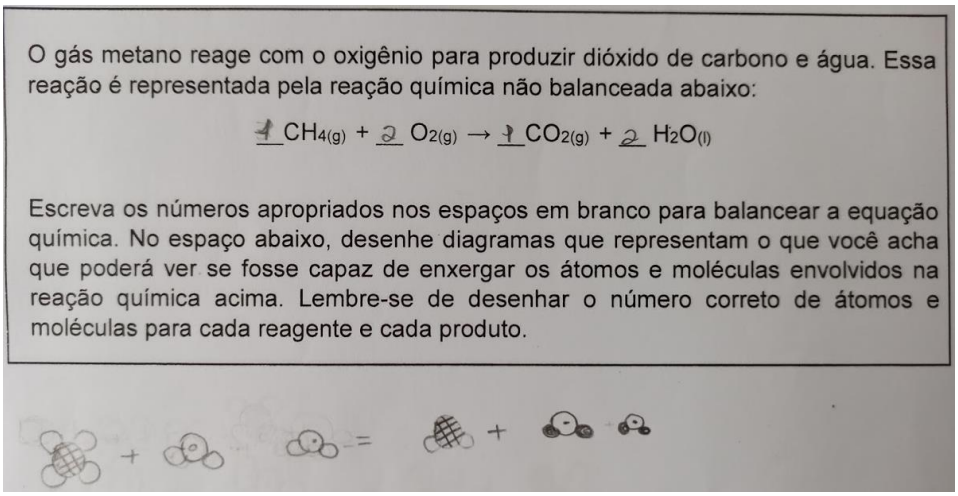
Escreva os números apropriados nos espaços em branco para balancear a equação química. No espaço abaixo, desenhe diagramas que representam o que você acha que poderá ver se fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química acima. Lembre-se de desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Ao analisar as representações através de desenhos dos estudantes do ensino médio sobre a natureza da matéria envolvida numa reação química, fica possível fornecer uma compreensão mais completa das várias maneiras pelas quais eles representam átomos e/ou moléculas, entre outros, em uma reação química. Acredita-se que tal entendimento será valioso na identificação de áreas específicas de dificuldade para as quais intervenções instrucionais poderiam ser planejadas.

As Figuras 14 e 15 representam resultados muito satisfatórios de balanceamento e das representações fornecidas pelos estudantes.

Figura 14. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E20

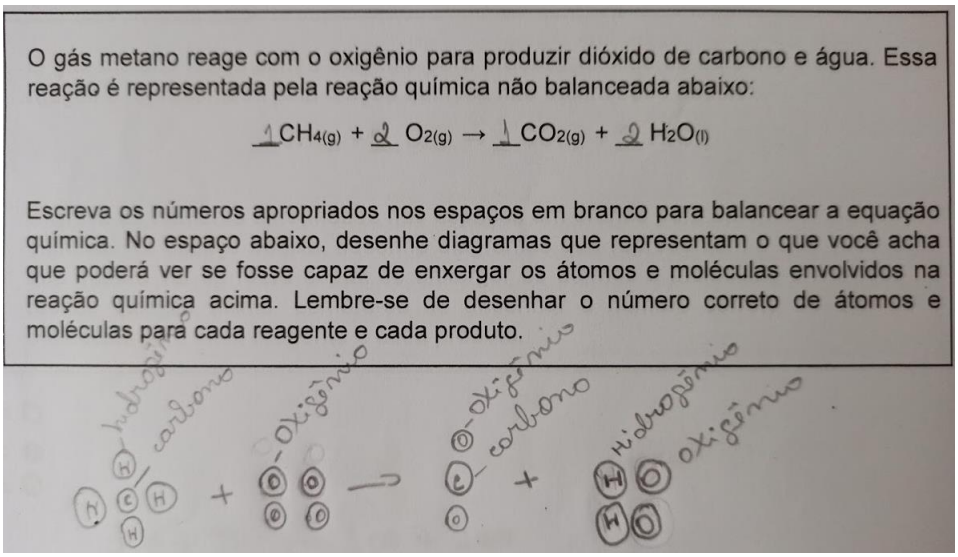

O gás metano reage com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Essa reação é representada pela reação química não balanceada abaixo:

$$1\ CH_{4(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow 1\ CO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(l)}$$

Escreva os números apropriados nos espaços em branco para balancear a equação química. No espaço abaixo, desenhe diagramas que representam o que você acha que poderá ver se fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química acima. Lembre-se de desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Figura 15. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E5

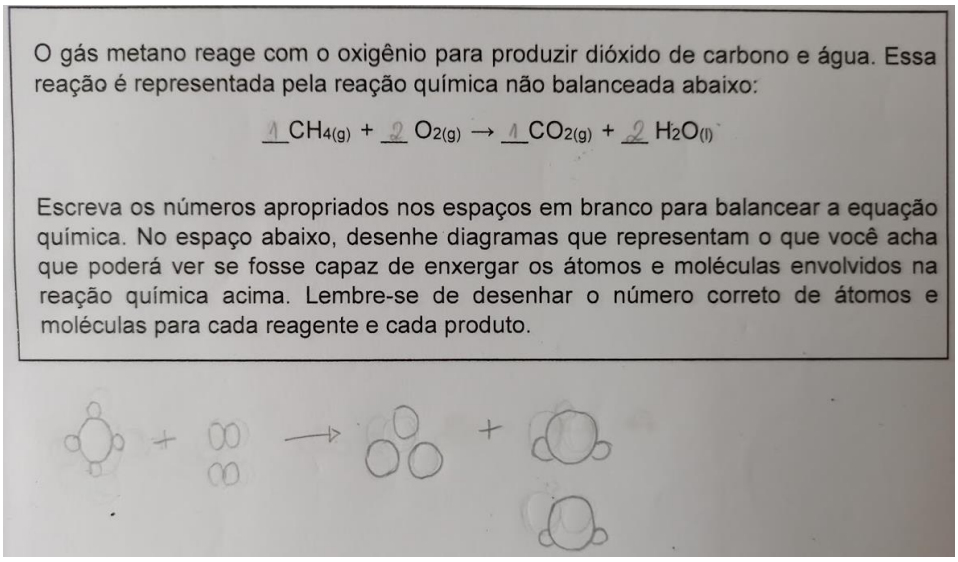


Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Estes estudantes conseguiram balancear corretamente e também representar da forma mais coerente entendendo a natureza da reação química em questão.

O conjunto de dados obtidos podem conter informações que possam ser usadas para confirmar ou refutar concepções dos estudantes, embora isso possa ser um caminho para estudos e mudanças didático-pedagógicas, se for o caso.

Figura 16. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E8

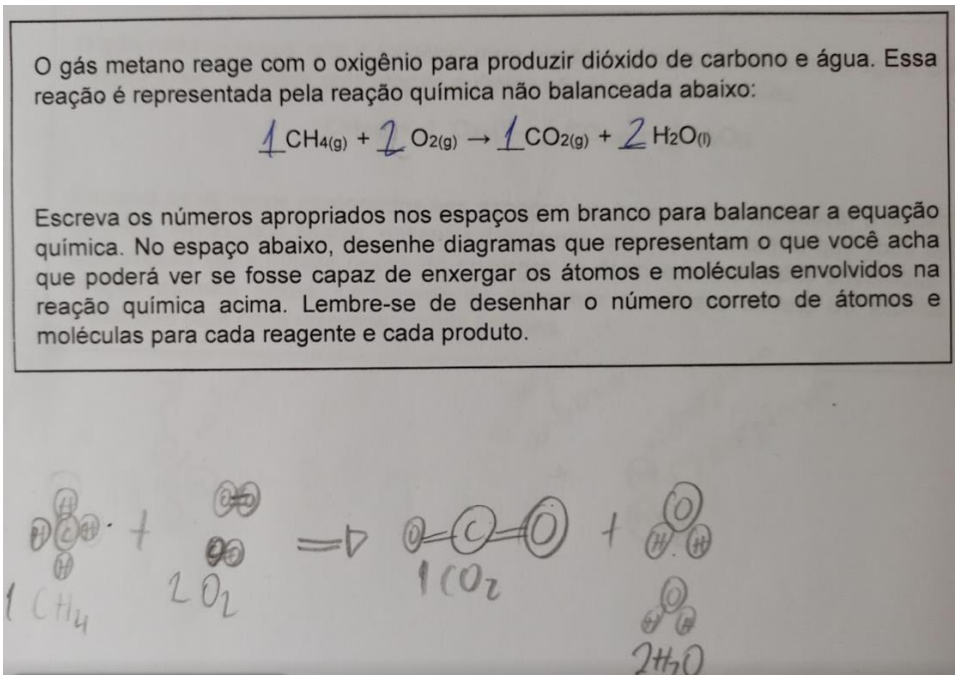

O gás metano reage com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Essa reação é representada pela reação química não balanceada abaixo:

$$_1_ CH_{4(g)} + _2_ O_{2(g)} \rightarrow _1_ CO_{2(g)} + _2_ H_2O_{(l)}$$

Escreva os números apropriados nos espaços em branco para balancear a equação química. No espaço abaixo, desenhe diagramas que representam o que você acha que poderá ver se fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química acima. Lembre-se de desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

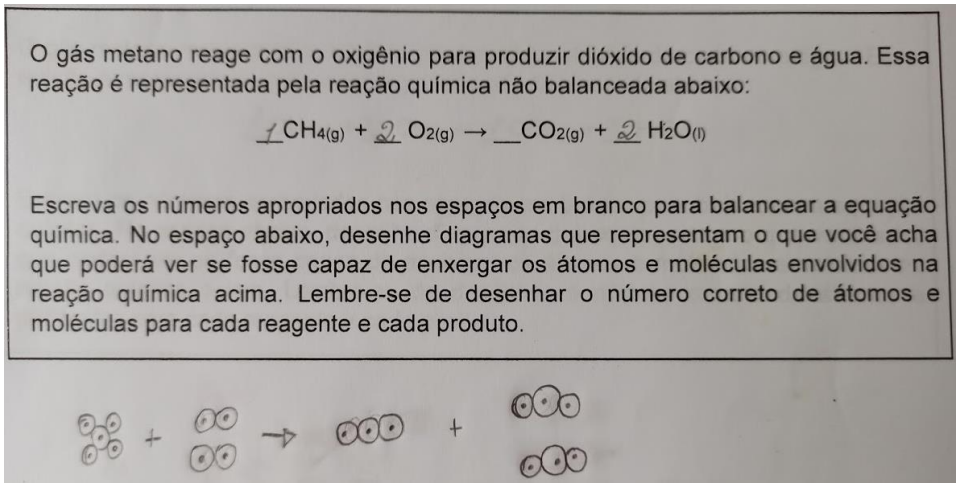
Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Figura 17. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) E30



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Figura 18. Resultado da atividade 2 (Apêndice E) – E27


O gás metano reage com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Essa reação é representada pela reação química não balanceada abaixo:

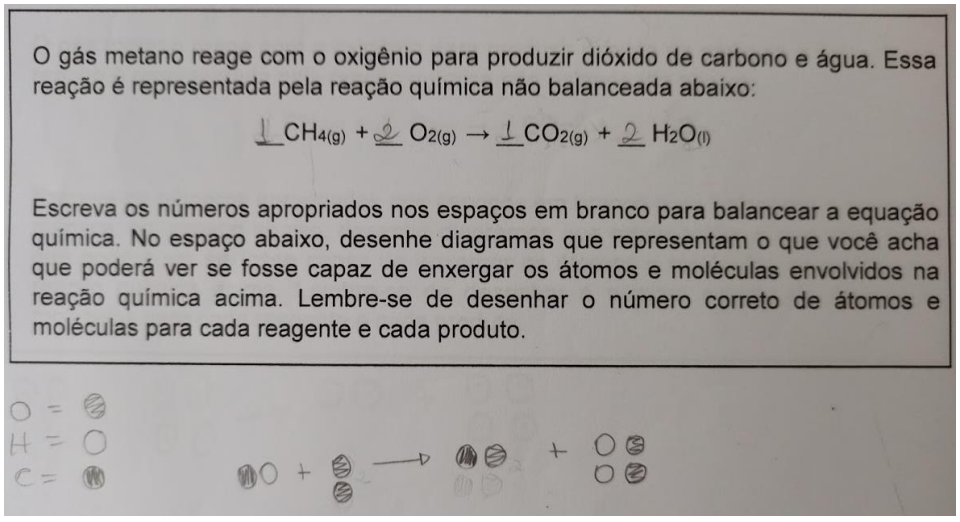
$_1_ CH_{4(g)} + _2_ O_{2(g)} \rightarrow __ CO_{2(g)} + _2_ H_2O_{(l)}$

Escreva os números apropriados nos espaços em branco para balancear a equação química. No espaço abaixo, desenhe diagramas que representam o que você acha que poderá ver se fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química acima. Lembre-se de desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Desta forma 20 estudantes (**64%)** fizeram o balanceamento corretamente da reação de metano, mas com representação (desenho) de forma pouco coerente ou inadequada, Figuras 19, 20 e 21. Mais da metade não conseguiu mostrar a representação correta, ou seja, a capacidade de representar uma reação química no nível simbólico, não garante a capacidade de representar a reação no nível de partículas. Esta situação leva-nos a uma observação, pois quanto mais explícito for nosso cuidado com a relação na representação e ente representado, mais rigorosa será nossa abordagem em sala de aula, pois desenhar em ciência e educação científica requer cuidados especiais (LEAL, 2009, p.15). Logo a seguir, uma representação na Figura 19.

Figura 19. Resultados da atividade 2 (Apêndice E) – E9


O gás metano reage com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Essa reação é representada pela reação química não balanceada abaixo:

$_1_ CH_{4(g)} + _2_ O_{2(g)} \rightarrow _1_ CO_{2(g)} + _2_ H_2O_{(l)}$

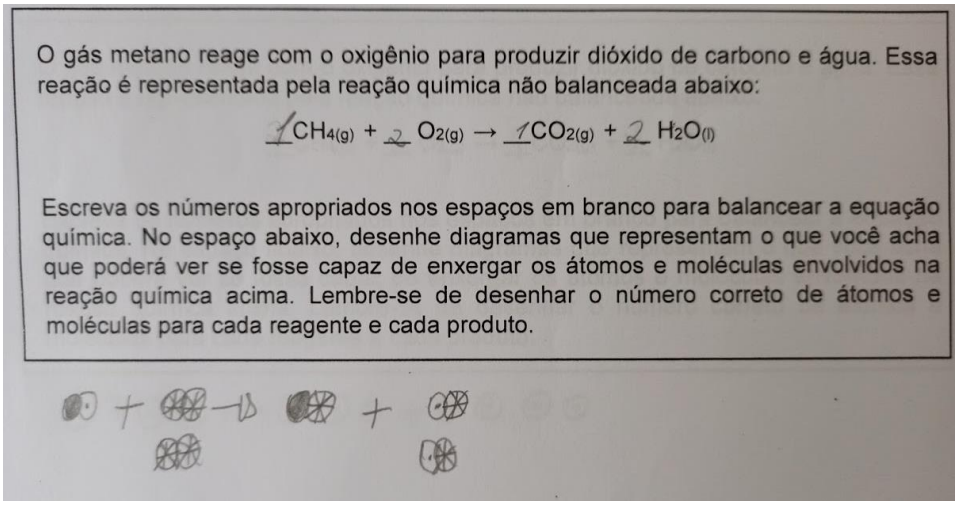
Escreva os números apropriados nos espaços em branco para balancear a equação química. No espaço abaixo, desenhe diagramas que representam o que você acha que poderá ver se fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química acima. Lembre-se de desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

O =
H =
C =

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Na Figura 20, é possível visualizar umas moléculas com átomos e representação próxima ao Modelo de ‘Dalton’, com elementos químicos diferentes (notadamente visível diferentes), entretanto, o número de átomos não aparece como o modo representacional no balanceamento da reação.

Figura 20. Resultados da atividade 2 (Apêndice E) – E11


O gás metano reage com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Essa reação é representada pela reação química não balanceada abaixo:

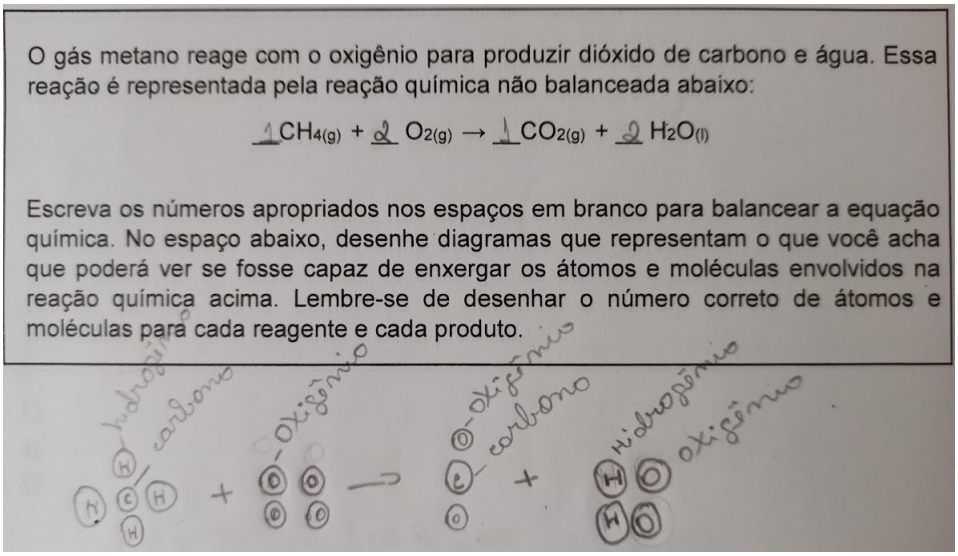
$$1\,CH_{4(g)} + 2\,O_{2(g)} \rightarrow 1\,CO_{2(g)} + 2\,H_2O_{(l)}$$

Escreva os números apropriados nos espaços em branco para balancear a equação química. No espaço abaixo, desenhe diagramas que representam o que você acha que poderá ver se fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química acima. Lembre-se de desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

O grande número de respostas fornece uma visão muito ampla da variação entre os modos dos alunos de representar a natureza particulada da matéria. (KERN, *et al*. 2010).

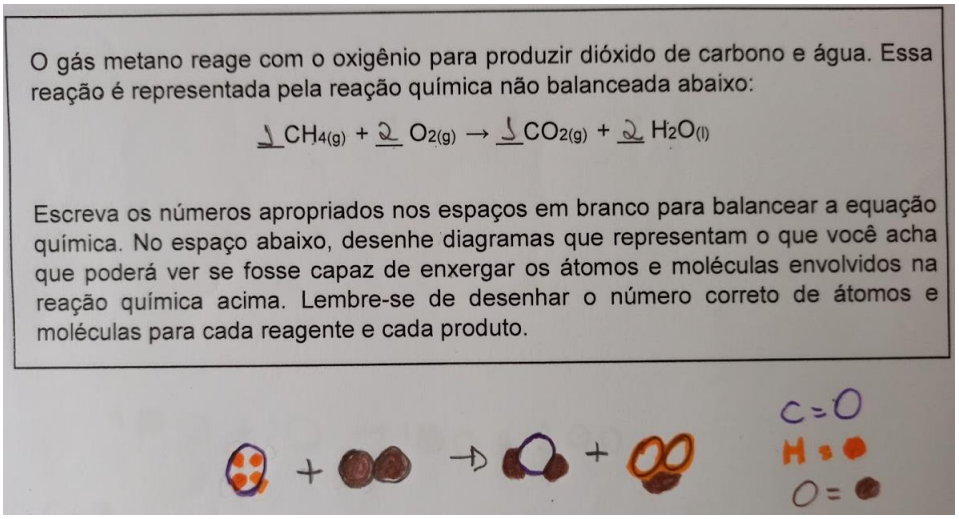
Figura 21. Resultados da atividade 2 (Apêndice E) – E16



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Pode-se perceber que conforme a Figura 22, o estudante E25 fez o balanceamento correto, mas a representação aparece com pouca incoerência, faltando um número de átomos equivalentes na molécula de O_2, mas aparece uma legenda que se apresenta muito significativa. Mesmo com o balanceamento correto, a representação aparece como se fosse 1 mol de cada substância, com a molécula de metano em destaque colorido seguida da molécula de oxigênio formada por dois átomos do elemento oxigênio reagindo e formando dióxido de carbono e água (também em destaque colorido) como produtos da reação. Provavelmente, o estudante E25 não tivesse a intenção de representar as mesmas quantidades balanceadas, mas somente representar as moléculas do seu jeito.

Figura 22. Resultados da atividade 2 (Apêndice E) – E25



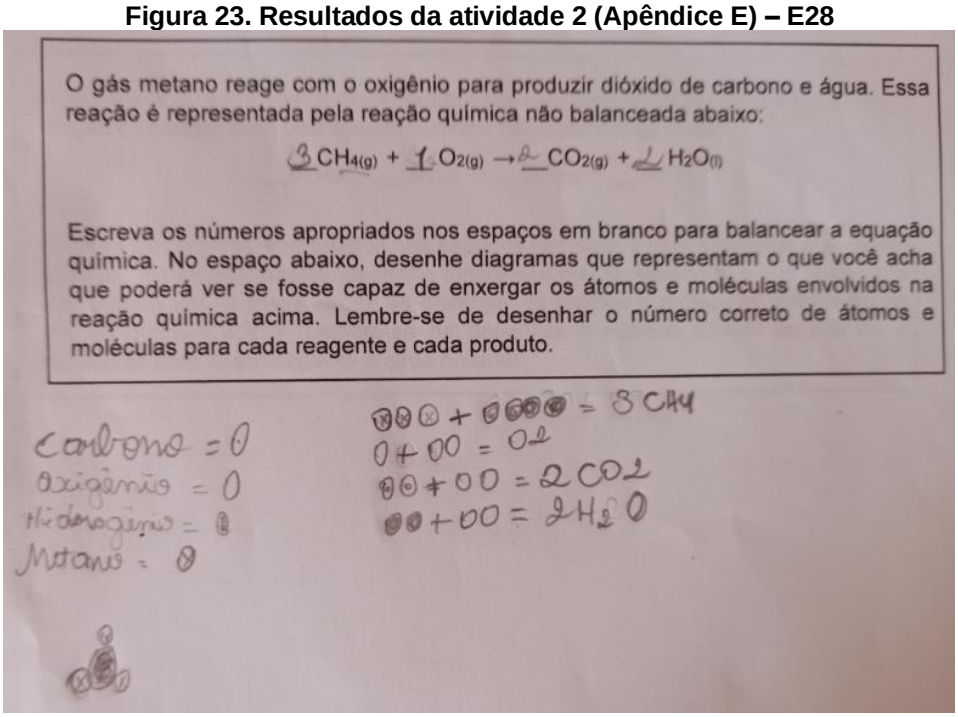
Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Observa-se que um estudante, representando 3,2% do total de estudantes, não conseguiu explicar de forma clara e satisfatória a ocorrência dos fenômenos na escala submicroscópica. Possivelmente porque trata-se de um conjunto organizado de informações precisas, indicando as substâncias envolvidas na reação, a quantidade e a organização dos átomos dos diferentes elementos químicos nas moléculas de cada substância e a quantidade relativa de mols de cada substância que é consumida ou produzida na reação. Portanto, uma equação balanceada poderia ser mais facilitada, ou depende do momento do ensino-aprendizagem que estivermos vivenciando com os alunos.

Do total dos estudantes da turma, **3,2%** não alcançou resultados satisfatórios, ou seja, 1 estudante não conseguiu balancear e nem representar a reação química de combustão do metano, apresentando representações inadequadas e balanceamento da reação de metano incoerentes incorretos. Um número menor de estudantes tem

uma certa dificuldade de aprendizagem no que diz respeito as representações simbólicas em química, provavelmente devido não conseguir associar os níveis da linguagem teórica aos níveis simbólico (representacional) e fenomenológico.

Figura 23. Resultados da atividade 2 (Apêndice E) – E28



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Esta atividade teve resultado muito parecido, com o de Kern, *et al.* (2010).

Comparando os trabalhos de Kern, *et al.* (2010), em que, das respostas dos alunos, 45% eram representações com átomos discretos (aqui, pouco mais da metade); entretanto, as representações não eram quimicamente apropriadas, exibindo conexões incorretas entre átomos dentro de moléculas individuais ou agrupamentos inapropriados de átomos em moléculas individuais.

Enquanto neste trabalho, **3,2%** não alcançou resultados satisfatórios, no trabalho de Kern, *et al.* (2010), expõe resultados que 5,9% das respostas dos alunos incluíram representações que exibiam alguma forma de partículas que não mostravam átomos distintos. 22,9% das respostas dos alunos foram codificadas como não particuladas. Os 5,5% restantes das respostas não representaram uma tentativa real de abordar a questão.

Uma descoberta importante foi a pouca capacidade dos estudantes de química de fornecer uma representação particulada apropriada da reação química, enquanto todos conseguiam equilibrar a equação corretamente. Assim, parece que enquanto os estudantes podem resolver equações químicas seguindo um procedimento algorítmico, eles não podem fazer conexões apropriadas entre os significados dos

símbolos usados nas equações e os átomos e moléculas particulados que eles representam. Além disso, esses estudos anteriores sugerem que o nível de partículas é aquele com o qual os alunos mais sofrem. KERN, *et al.* (2010).

Logo em seguida, com a utilização da sala de mídia, foi exibida uma imagem para demonstrar as etapas de produção do biogás pela intensificação das bactérias anaeróbicas. Com isso, o estudante pode vislumbrar a importância das condições anaeróbicas como temperatura, pH, para aumentar a eficiência do projeto no contexto do biogás.

Após a exibição do vídeo, os estudantes foram questionados oralmente pelo professor-pesquisador, foram encorajados e estimulados a responder sobre os produtos resultantes do material depositado (dejetos) no biodigestor, no caso, o gás metano CH_4 que serve de energia e o biofertilizante utilizado na fertilização do solo, e principalmente, pelo fato do biogás ser um combustível proveniente de fontes alternativas e renováveis, e contribuir para a preservação do meio ambiente atuando como reciclador de dejetos e resíduos orgânicos tidos como poluentes.

É neste contexto, que a proposta de trabalhar conteúdos correlacionados com a realidade local, abordou os parâmetros necessários para a produção de biogás a partir de dejetos bovinos e restos de alimentos.

Um fato importante observado pelos estudantes após exibição do vídeo é que os produtores que instalaram os biodigestores obtiveram resultados concretos muito rapidamente satisfatórios, além de aproveitarem o gás metano no uso doméstico, melhoraram a fertilidade de suas terras e consequentemente, diminuíram parte da poluição causada pelos dejetos.

Dando continuidade ao segundo momento pedagógico (etapa 2) foram abordados conteúdos relevantes de um documentário sobre a temática Química da produção de biogás (metano) a partir do biodigestor do projeto CIBIogás no oeste do Paraná. Antes da exibição do documentário “Biogás: a energia que vem do campo” da CIBiogás, de duração 6min:43s, o professor-pesquisador solicitou aos estudantes que respondessem somente ao primeiro questionamento da atividade 5 (Etapa 2, Apêndice H) o qual trazia a seguinte pergunta: “Você sabe o que é um biodigestor?” e a possibilidade de responder marcando uma das lacunas em “sim” ou “não”. Após conferir se todos haviam respondido a primeira questão, o professor-pesquisador com auxílio de um projetor de multimídia, fez a exibição do vídeo descrito acima (Apêndice F).

Ao final da exibição do documentário, para dar uma ênfase maior, o professor-pesquisador respondeu alguns questionamentos dos estudantes a respeito do vídeo, em seguida, os estudantes solicitaram o compartilhamento do *link* do YouTube correspondente ao documentário, demonstrando interesse por ele. Logo após, debateram e questionaram sobre o tema exposto pelo vídeo.

Ensinar química pensando o cotidiano dos estudantes e suas relações com a Ciência e a Tecnologia, essa é uma forma de pensar a Educação Química que vai além da apreensão e utilização de sua linguagem.

Segundo Magalhães (2006), pode também

> "ajudar os alunos a compreender e responder a notícias sobre questões científico-tecnológicas, a avaliar as repercussões sociais da Ciência e da Tecnologia, a compreender a contribuição da Ciência e da Tecnologia para a criação e/ou resolução de problemas sociais e a resolver problemas e tomar decisões, de forma racional e informada, sobre aspectos relacionados com a Cincia, a Tecnologia, a Sociedade e as suas inter-relações." (MAGALHÃES, 2006, p.88)

A partir do momento em que os estudantes passaram a familiarizar-se com o conhecimento de existência do biodigestor, perceberam a sua utilidade:

> E1: "Não conhecia este tal de biodigestor, mas agora já sei o que é... Interessante mesmo!"
>
> E5: "Invocado. Como que ele consegue transformar a matéria orgânica em, em, éé... biogás."
>
> E3: "Não tinha ideia da importância do gás metano na vida das pessoas."
>
> E8: "Muito bom professor, essas atividades assim que mais me interessam, gosto de atividades assim, acho que a gente aprende mais, é mais interessante, eu acho."
>
> E6: "Este gás metano, nós estudamos no 1º ano, e naquela época, eu aprendi que ele era gás dos pântanos, e que também é letal, ou seja, mata até uma pessoa forte."
>
> E1: "Isso mesmo, lembro também, das ligações, da geometria tetraédrica... Que este gás é também chamado de gás de rua, que ele está concentrado em lugares como aterros de lixo, no fundo de poço seco (sem águas), abandonado."
>
> E5: "Algumas pessoas que entram em poços, do tipo cisterna, acabam morrendo, por causa deste gás. Já teve até casos de pessoas que morreram assim. Descia pela escada para limpar a cisterna e ficava lá no fundo, quando alguém o procurava não encontrava essa pessoa viva. Eu acho esse gás muito venenoso."

Artigos científicos, jornalístico ou de divulgação científica podem funcionar como elementos motivadores ou estruturadores da aula numa sequência didática, pois são desencadeadores de debates e contextos para a aquisição de novas práticas.

As atividades desenvolvidas em química a partir da construção do biodigestor possivelmente provocou nos educandos, uma nova visão sobre a temática em questão, visto que exigiu uma pesquisa profunda dos conhecimentos que englobam a mesma. A busca pelo equilíbrio das funções educativas bem como a transposição didática dos conhecimentos que foram abordados na temática, é o principal desafio que se enfrenta no processo de desenvolvimento do estudo do metano a partir do biodigestor.

Os resultados das questões 3, 4 e 5 estão descritas logo abaixo:

ATIVIDADE 5 (Apêndice H)

1º) Você sabe o que é um biodigestor?

2º) Em sua opinião, de que forma o uso de biodigestores pode contribuir para minimizar o impacto ambiental causado pela “geração de energia”?

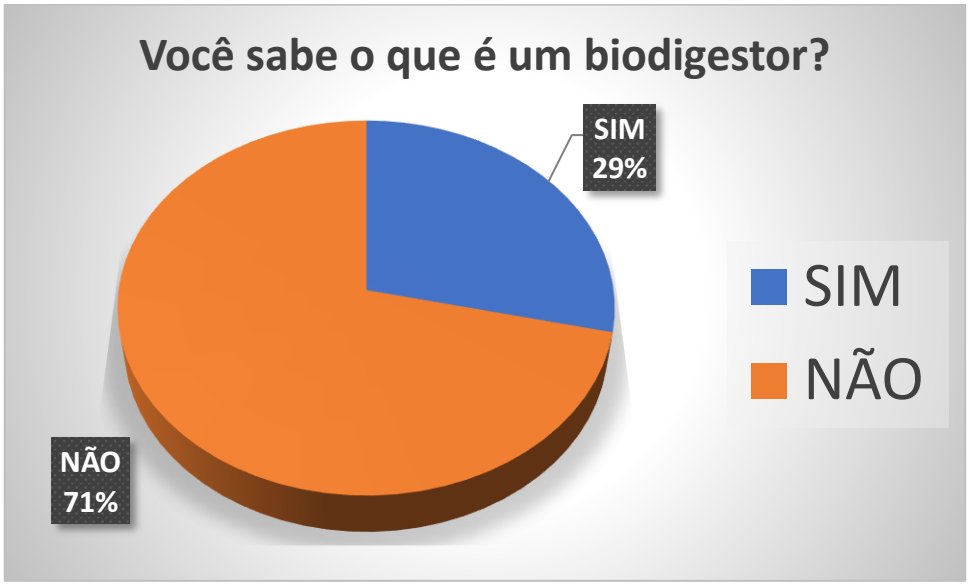
3º) Mencione usos que a energia obtida pelo processo de degradação da matéria orgânica pode ter no cotidiano.

4º) Observe o esquema ilustrado acima (Ver Apêndice H) e procure explicar por que se retira o gás metano pela parte superior do biodigestor.

Esta Sequência Didática proporcionou não somente conhecimento do biodigestor, mas também, enrriqueceu as aulas e favoreceu o entendimento da produção de biogás e biofertilizante em pequena e larga escala.

A escolha por esse método foi bastante proveitosa porque as atividades proporcionaram várias discussões e trocas de ideias entre os estudantes que, provavelmente, não ocorreriam em outro momento. A turma demonstrou entusiasmo e empenho na realização das tarefas, muitas vezes, assumindo comportamentos de pesquisador.

Figura 24. Percentual de respostas da pergunta Você sabe o que é um biodigestor?



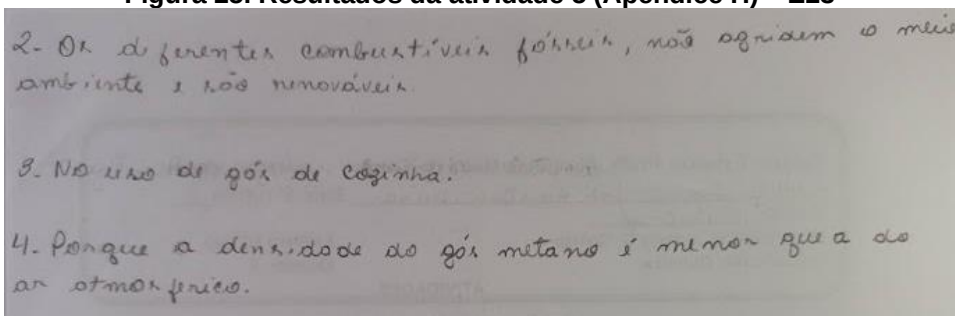
Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Com os dados das atividades, foi possível observar que 71% dos estudantes não conheciam, ou seja, não sabiam o que era um biodigestor. Somente 29% dos estudantes sabiam do que se tratava. Entretanto não conheciam com aprofundamento, segundo seus próprios relatos.

Observa-se que grande parte dos estudantes não conheciam ou tinham ouvido falar sobre um biodigestor.

Na Figura 25, observa-se que ao responder a pergunta sobre sua opinião, de que forma o uso de biodigestores pode contribuir para minimizar o impacto ambiental causado pela “geração de energia”, o estudante E23 respondeu que os diferentes combustíveis fósseis não agridem o meio ambiente e são renováveis (esqueceu-se do petróleo). Ao responder a terceira pergunta, para mencionar usos que a energia obtida pelo processo de degradação da matéria orgânica pode ter no cotidiano, o estudante responde: no uso de gás de cozinha. A última pergunta pede para explicar por que se retira o gás metano pela parte superior do biodigestor? O estudante responde que é devido a densidade do gás metano ser menor que a do ar atmosférico.

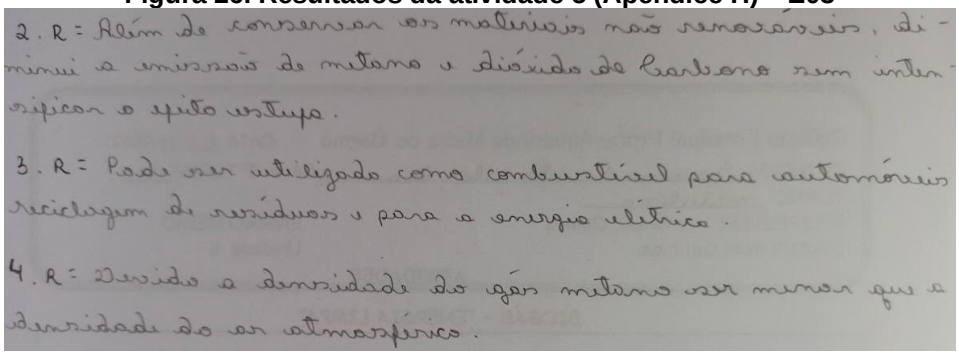
Figura 25. Resultados da atividade 5 (Apêndice H) – E23



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

O estudante E03, Figura 26, mencionou ao responder a segunda pergunta que o uso de biodigestores além de conservar os materiais, são renováveis (energia), diminui a emissão de metano e dióxido de carbono sem intensificar o efeito estufa. Observa-se que este estudante considerou o uso dos biodigestores eficientes na diminuição de gases do efeito estufa, além de proporcionar uma energia renovável (“limpa”), transformação em energia elétrica. Ao responder a terceira pergunta, para mencionar usos que a energia obtida pelo processo de degradação da matéria orgânica pode ter no cotidiano, o estudante escreveu que pode ser utilizado como combustível para automóveis, reciclagem de resíduos e para a energia elétrica. Na última pergunta, o estudante E03 Figura 26, responde como fez o anterior, Figura 25 E23, que é devido a densidade do gás metano ser menor que a do ar atmosférico.

Figura 26. Resultados da atividade 5 (Apêndice H) – E03



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

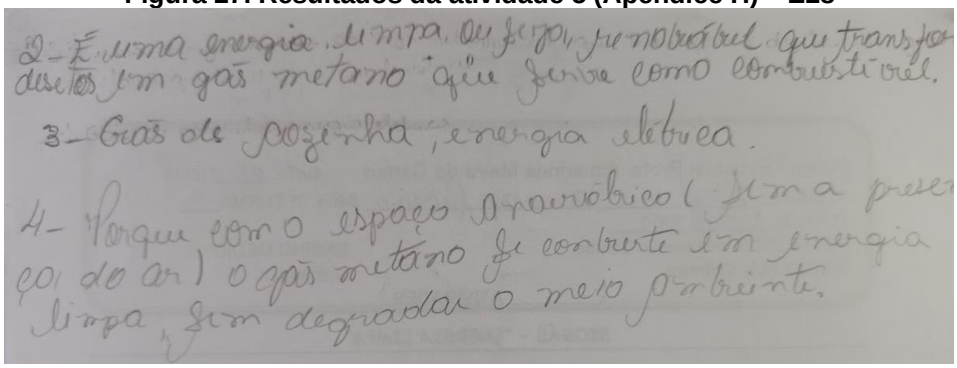
Observando estas respostas verifica-se que os estudantes se preocupam com o meio ambiente: surgem desta atividade relatos de agressão à natureza pelos combustíveis fósseis, e outras fontes de energia, intensificação do efeito estufa, poluentes, ‘combate ao calor’ e pensam em contribuir com a sustentabilidade e de alguma forma, utilizando energias alternativas, a exemplo do biodigestor, proporcionar uma mudança de atitude com o uso de uma fonte de energia renovável e economicamente viável.

Portanto, foram coerentes nas respostas, a maioria respondeu o uso do biogás nos processos endotérmicos, ou seja, que requeiram calor para a ocorrência. Muito proveitosas as respostas dos estudantes, muitos assuntos, temas e conteúdos foram abordados durante a socialização em algumas atividades.

Para responder a última questão, muitos relataram que a saída do biogás por cima do biodigestor devido a densidade do gás ser menor que a dos componentes do ar (uma resposta satisfatória), Figura 28.

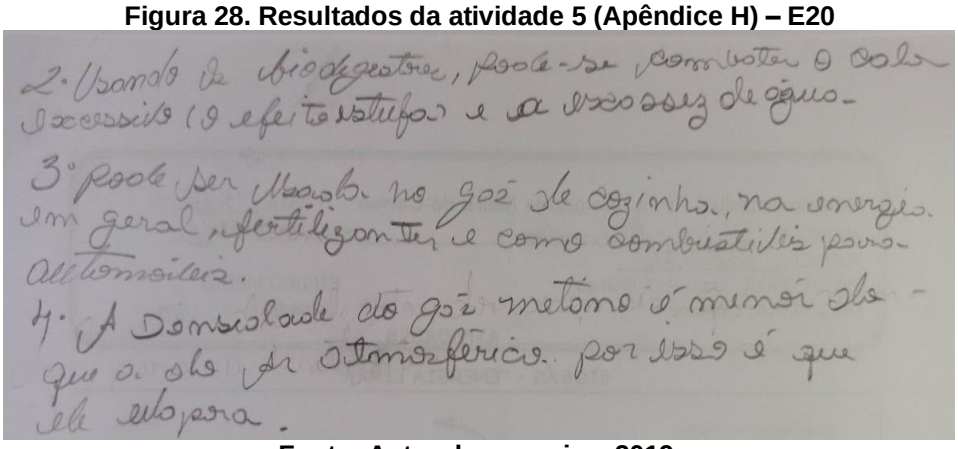
Após terem respondido as questões dessa atividade, observa-se a capacidade de expressão oral, domínio do assunto abordado durante essas atividades. Enfoque ambientais, econômicos, sociais e políticos puderam ser debatidos e analisados sob vários ponto de vista.

Figura 27. Resultados da atividade 5 (Apêndice H) – E28



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

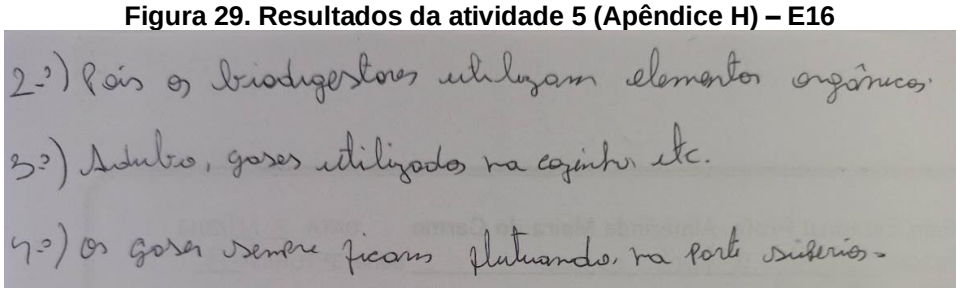
Figura 28. Resultados da atividade 5 (Apêndice H) – E20



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Na Figura 29, o estudante E16 expressa o biofertilizante como adubo e responde “flutuação” dos gases na parte superior, ao tentar expressar a densidade. Isso reflete a necessidade de conhecimento dos conceitos.

Figura 29. Resultados da atividade 5 (Apêndice H) – E16



Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Logo abaixo, encontram-se a transcrição de algumas respostas mais recorrentes fornecidas por alguns estudantes:

2º) Em sua opinião, de que forma o uso de biodigestores pode contribuir para minimizar o impacto ambiental causado pela “geração de energia”?

“Aproveitamento de esterco e restos de alimentos”

“Produção de biogás e biofertilizante”

“Diminuição de emissão de gás metano”

“Substitui as matérias-primas que implicam o uso de recursos naturais”

“Evita a poluição no solo e no ar”

“O biodigestor não agride o meio ambiente”

“O biodigestor usa matéria orgânica”

“O biodigestor diminui a concentração de gás metano e consequentemente diminui o efeito estufa”

“Os biodigestores *ajuda* na transformação de dejetos em energia, de uma forma que não prejudica o meio ambiente *trás* benefícios para os proprietários”

3º) Mencione usos que a energia obtida pelo processo de degradação da matéria orgânica pode ter no cotidiano.

“Gás de cozinha, na energia, no combustível, entre outros”

“A energia elétrica de nossas casas...”

“Carros movidos a biometano”

“Pode servir como adubo”

“A energia gerada diminui os gastos mensais da energia e diminui consideravelmente o entulho de estercos”

4º) Observe o esquema ilustrado acima e procure explicar por que se retira o gás metano pela parte superior do biodigestor.

“Porque o gás que sobra é jogado na atmosfera”

“Porque os gases sempre ficam flutuando na parte superior”

“Sai por cima do biodigestor por ser uma energia limpa e não afeta o meio ambiente”

“A densidade do gás metano é menor que a do ar atmosférico”

As atividades 4 e 5 seguintes foram de aulas de vídeo **(Apêndice G e Apêndice H)**

O percentual (%) de Acertos na Atividade 6 **(Apêndice I),** teve os seguintes resultados exposto na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Resultados percentuais de acertos das Questões da Atividade 6.

RESULTADO % ACERTOS			
Q1	Q2	Q3	Q4
100%	14%	100%	18%

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Essa experiência foi fundamental para formação inicial de todos os envolvidos na escola e na disciplina de química, na medida em que está proporcionando um exercício que é ao mesmo tempo interdisciplinar e desafiador.

Elegendo as ideias de Zeichner (1993) como norte da discussão atual sobre ensino, enquanto formador de estudantes da educação básica (ensino médio), este projeto se direcionou no sentido de preparar os estudantes desta etapa para facilitar a assimilação e compreensão para que sejam práticos reflexivos.

Ao comentar sobre metodologias ativas, Moran (2015, pg. 25), nos diz que:

> [...] Trabalhar com modelos flexíveis com desafios, com projetos reais, com jogos e com informação contextualizada, equilibrando colaboração com a personalização é o caminho mais significativo hoje, mas pode ser planejado e desenvolvido de várias formas e em contextos diferentes. Podemos ensinar por problemas e projetos num modelo disciplinar e em modelos sem disciplinas; com modelos mais abertos – de construção mais participativa e processual – e com modelos mais roteirizados, preparados previamente, mas executados com flexibilidade e forte ênfase no acompanhamento do ritmo de cada aluno e do seu envolvimento também em atividades em grupo. (MORAN, 2015, p. 25)

É fundamental trabalhar com conceitos químicos correlacionados com atividades experimentais e/ou investigativas partindo da construção de um material alternativo para a produção de gás, a exemplo do trabalho (Ciência e tecnologia na escola: desenvolvendo cidadania por meio do projeto "biogás – energia renovável para o futuro", SOUZA e MARTINS 2011), pois demonstra que é possível eliminar as barreiras imaginárias que existem entre as disciplinas e o conhecimento a fim de tornar o ensino mais amplo e significativo.

Após contemplar o biodigestor em fase de construção durante a visita na Fazenda e realizar a entrevista ao produtor rural e proprietário desta propriedade (ANEXO 3), alguns alunos dialogaram entre si e com o professor-pesquisador, em clima de indagações e surpresos pelo objeto de construção que futuramente proporcionará a obtenção de gás metano (biogás) e também de biofertilizante.

No momento da saída da propriedade, a estudante E10 indagou com euforia:

> "Que interessante, vou pedir ao meu pai para construir um também, até porque não é tão caro assim e os resultados são promissores, não gasta mais comprando botijões, basta utilizar os resíduos provenientes de esterco mesmo, do gado bovino. *Neh* não?"

Todos responderam:

> "Verdade!"

O estudante E6 comentou:

> "Vou até falar com o pessoal da minha região para conhecer o biodigestor, acredito que nenhum deles lá *sabe*, que assim como eu, que mesmo estudando não sabia, mas passei a conhecer e vejo que é algo muito bom e interessante e necessário numa fazenda ou qualquer propriedade rural, porque utiliza muita lenha e gás de cozinha.

Professor-pesquisador:

> "Realmente, isso mesmo. Vocês gostaram dessa pequena viagem?"

Muitos responderam:

> "Sim, gostamos!"

Mais um estudante comentou:

> "Era *prá* ter muitas aulas assim... Não é pessoal?"

Muitos responderam:

> "Era!"

Os comentários se estenderam durante o retorno, até que todos chegaram em suas residências no horário aproximado de 12h:30, conforme combinado.

Nem todos estavam presentes, participaram desta atividade 12 estudantes. Quanto aos demais, por motivos não revelados, alguns disseram na semana seguinte (em dia de aula) que estavam super atarefados(as) e que não puderam ir. Os que foram à aula de campo relataram para os demais o que viram e sobre a explanação feita pelo proprietário da fazenda.

Com a proposta das atividades e da sequência didática (SD) contemplada em etapas, pretendeu-se demonstrar que há alternativas para desenvolver temáticas locais de modo contextualizados, além de contribuir e promover, sem esta intenção, uma possibilidade de produção de biogás e biofertilizante como alternativas ecoeficientes para o tratamento de resíduos sólidos (esterco e sobras de alimentos) nas comunidades localizadas na zona rural, como também, da zona urbana, e possibilidades de acesso ao conhecimento sistematizado, consequentemente constituindo um auxílio às comunidades localizadas na zona rural e da cidade na busca por melhores alternativas para o uso de energia, no nosso caso, energia térmica.

Após finalizadas todas as etapas o professor-pesquisador questionou os estudantes:

“Respondam sobre a sua experiência em todas as etapas da sequência didática da qual fizemos parte...”

Obteve-se algumas respostas transcritas, algumas se encontram a seguir:

> E9: Eu gostei das aulas, pois através delas conseguimos obter conhecimento sobre como funciona o processo de “fabricação” de biogás, *tbm* tivemos aulas de campo e a oportunidade de montar um mini biodigestor.
>
> E3: As aulas e a montagem do mini biodigestor ficaram claras sobre , a importância do biogás. Introduzindo restos de alimentos e fezes de animais, dessa forma gerando gás metano e adubo.
>
> E10: Eu gostei, principalmente da montagem do mini biodigestor porque ajudou a entender melhor o funcionamento de um biodigestor.
>
> E27: Eu gostei, achei ótimo!!! Poderia voltar lá novamente?
>
> E29: A aula foi bastante produtiva, por que pudemos conhecer o funcionamento do biodigestor, e também a iniciativa do dono da fazenda, em meio ao mundo que a cada dia mais está contaminado o meio ambiente, construir um biodigestor, é uma atitude bastante significativa. Eu sei que aqui todo mundo tem seus compromissos, mas poderíamos ver um dia para que todos

> possam ir lá ver, como ficou o biodigestor e o funcionamento. Às aulas de campo também é bom, por que podemos ver na prática o processo!

> E26: As aulas sobre o estudo do biogás foram interessantes visto que acrescentaram muitos conhecimentos sobre o uso do biocombustível proveniente de materiais orgânicos e que é uma fonte de energia renovável e limpa, o qual poderia substituir o uso de combustíveis fósseis e, consequentemente, diminuir a poluição do meio ambiente. A montagem do biodigestor caseiro e a visita na propriedade rural com biodigestor foram fundamentais para a compreensão do funcionamento.

Observa-se a partir das respostas dos estudantes que as aulas teóricas e práticas a partir da montagem do biodigestor tornaram-se mais atrativas e foram mais proveitosas, pois ajudaram a entender melhor funcionamento do biodigestor, além de acrescentar muitos conhecimentos sobre a formação de biogás. Muitos estudantes tiveram interesses em retornar a propriedade rural novamente para observar o biodigestor em pleno funcionamento, com produção de biogás e biofertilizante.

A metodologia utilizada neste trabalho constou de uma ampla pesquisa bibliográfica sobre o estudo do metano e de hidrocarbonetos, seu potencial energético, estudo de energias alternativas, etc., das principais características dos tipos de biodigestores, como também do processo de obtenção do biogás. A busca contínua por uma pesquisa mais relevante e promissora tornou-se objeto imprescindível e essencial para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa. Assim pode-se concluir que este projeto, à luz da busca incessante e atual de formas inovadoras de energias renováveis, é de grande valia.

Diante de muitos questionamentos aos alunos é possível verificar que eles passam a se interessar mais pelos conhecimentos químicos quando estes são relacionados com os seus cotidianos e, principalmente, se explorados através de atividades experimentais e quando possível com uma aula de campo ou uma pequena viagem a qual professor e estudantes tenham a permissão dos seus responsáveis, como foi o caso deste trabalho.

Na tentativa de realizar uma avaliação final das etapas desenvolvidas nesta pesquisa com os estudantes, em relação a motivação de cada um no processo ensino aprendizagem, os estudantes foram questionados a responder sem a intenção de obrigatoriedade da resposta.

A **Tabela 4**, demonstra os resultados obtidos do enunciado da Questão Final. Os resultados obtidos foram 0% para a categoria ‘Discordo’. Na categoria em que os estudantes respondem individualmente ‘Concordo ou C’ obteve 64,5% de respostas sobre a motivação que tiveram para o processo ensino aprendizagem da sequência didática desenolvida com os estudantes. Na categoria ‘Concordo Totalmente ou CT’ obteve 12,9% das respostas, já na categoria ‘Concordo Parcialmente’ obteve 6,5% de respostas. Entre os neutros ou ausentes obteve um número de 16,1% dos estudantes, que não participaram deste questionamento, portanto, não responderam.

Questão Final – Questão de avaliação das etapas de estudo do metano a partir de uma contextualização do biodigestor numa abordagem CTS.

Tabela 4 – Resultado da Questão Final solicitada aos estudantes.

Enunciado da Questão Final			
O estudo do gás metano a partir do biodigestor como fonte de energia alternativa numa abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade CTS, permitiu motivar o processo de ensino aprendizagem?			
Escala Likert	**Concordo Totalmente – CT**	04	12,9%
	Concordo – C	20	64,5%
	Concordo Parcialmente – P	02	6,5%
	Discordo – D	--	0%
	Neutro/ Ausente	05	16,1%

Fonte: Autor da pesquisa, 2019.

Portanto, mesmo diante das dificuldades cotidianas, muitos alunos relatam que ao promover debates, e quando ocorre uma experimentação, as informações adquiridas, a apresentação e discussão de resultados coletados na escola ou em outras atividades pedagógicas de âmbito escolar, são onde comportamentos educacionais “ambientalmente corretos” são aprendidos na prática, e principalmente, entender que o ser humano faz parte do meio ambiente, como também, as relações sociais, econômicas e culturais fazem parte, sendo, portanto, objetos da área ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos da sequência didática aplicada em etapas permitiu constatar que as atividades diferenciadas e contextualizadas, muitas delas experimentais realizadas em sala, no laboratório ou até mesmo em espaços não-formais, quando assumem um caráter investigativo e questionador, sempre motivando o estudante a resolver uma situação-problema ou argumentar sobre uma determinada atividade, acaba por incentivá-lo ao encorajamento e formulação de hipóteses, sendo possível testá-las de maneiras diferentes e tentar modificá-las sempre que necessário, quando os resultados experimentais não estiverem em conformidade com a proposta.

Além disso, foi possível verificar que a inserção do tema biodigestor numa abordagem CTS em sala de aula despertou nos estudantes um maior interesse pela Química e, diferente do que ocorria nas aulas com poucas atividades experimentais e o desenvolvimento de sequências didáticas. Possibilitou ainda um ensino mais dialógico, potencializou a maneira de visualizar as transformações químicas ocorrendo em situações nunca vistas em um local e materiais de fácil aquisição.

Estas atividades permitiram ao professor-pesquisador perceber um maior comprometimento dos estudantes com a problemática socioambiental, verificando uma mudança atitudinal e consciente dos estudantes envolvidos e que podem tornar sustentáveis no cotidiano do estudante.

A elaboração do diagnóstico e conclusões pelos alunos a partir das respostas ao questionamento e demais discussões foram importantes, pois proporcionou um conhecimento a partir do diálogo e de instrumentos que possibilitam a apreensão da visão da realidade por quem mora nas comunidades, e por meio desse conhecimento, produzir a transformação da realidade local.

Os estudantes que não conheciam a região onde estava sendo construído o biodigestor passaram a saber quais culturas são destaques naquela região: palma forrageira, extrativismo do fruto do umbuzeiro (o umbu), milho, feijão, mandioca e capim.

Dessa forma, tornou-se possível a construção de uma proposta de adequação ao estudo sobre o metano e construção de um biodigestor, capaz de instituir uma nova lógica de pensar a educação dos estudantes envolvidos na sua relação com o ambiente e capaz de propor o diálogo entre o conhecimento científico e conhecimento prático numa perspectiva crítica da realidade.

Os estudantes demonstraram interesse no conhecimento sobre a importância da construção e do uso do biodigestor em um domicílio, numa fazenda ou sítio e o aproveitamento de resíduos ou lixo doméstico para obtenção de biogás (energia) a partir do biodigestor, para melhor economia e, principalmente, para o meio ambiente.

Considera-se, essa observação importante, pois isso certifica que os estudantes foram modificados ao pensamento crítico, e essas mudanças comportamentais do ser humano são notórias a partir dos seus atos, tornando-os capazes de tomar decisões responsáveis e favorecem a atitudes positivas o que potencializa os objetivos de contextualização das aulas de química.

A aplicação deste projeto favoreceu o aprendizado mais significativo, contemplou as questões da vida cotidiana do cidadão e tornou-se imprescindível para discutir a destinação da grande produção de lixo/resíduo, a busca por alternativas de energia mais baratas, e trata de algumas visões polêmicas sobre essa temática como também, da responsabilidade social para uma educação comprometida com a formação do cidadão.

Este trabalho propiciou aos alunos do 3º ano do ensino médio condições de aprendizagem sobre as propriedades do metano, além de criar condições de reproduzir posteriormente um material de fácil produção de biogás a partir de materiais alternativos e de fácil aquisição, sobretudo, trará possiblidades para refletir sobre os problemas locais e criar soluções possíveis para aprender e ensinar ciências.

Portanto, nesta proposta de ensino para o tópico sobre propriedades do metano a partir da produção de biogás, foi contemplado as novas tendências pedagógicas de CTS e até de interdisciplinaridade, além de se apresentar eficiente no que se refere ao grau de aprendizagem dos alunos sobre o tema trabalhado. Os resultados aqui apresentados indicaram que o trabalho proposto alcançou seus objetivos principais.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** (Trad. de Eva Nick *et al.*). Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRONDANI, J. C. **Biodigestores e biogás: balanço energético, possibilidades de utilização e mitigação do efeito estufa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Santa Maria, 2010.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2000.

BASTOS, F. História da Ciência e pesquisa em ensino de Ciências: breves considerações. *In*: NARDI, R. (Org.) **Questões atuais no ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 2001.

BAHIA. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Orientações Gerais Secretaria da Educação. Salvador, 2015.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade:** e o contexto da educação tecnológica. 5 ed. Florianópolis: UFSC, 2017.

BIZZO, Nélio. **Mais Ciência no Ensino Fundamental:** metodologia de ensino em foco. São Paulo: Editora do Brasil, 2009.

BLEY JR., Cícero. **Biogás a energia invisível.** 2 ed. São Paulo: CIBiogás, 2015.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Prot editora, 1994.

BRASIL, Lei de Diretrizes e B. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular** – ensino Fundamental. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 1999.

_____. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

_____. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica (Orientações Curriculares para o Ensino Médio; volume 2, 135 p. 2006.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. Ministério da Educação. Prova ENEM 2011. Brasília: INEP, 2011. Disponível em: <http://inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos> Acesso em: 15 fev 2019.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências. São Paulo: Cortez,** 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, F. **A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimentos.** In: CACHAPUZ, A. et al. (Org.). A necessária renovação do ensino das Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A. F.; CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. (Orgs.). **O ensino das ciências como compromisso científico e social:** os caminhos que percorremos. São Paulo: Cortez, 2012.

CAMARA, R. H. **Análise de Conteúdo:** da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, 6 (2), 2013.

CARVALHO, A. M. P (Org.). **Ensino de Ciências:** unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

CHASSOT, Attico Inácio. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** 3ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

CHASSOT, Attico Inácio. **Para que(m) é útil o ensino?** 2ed. Canoas: ULBRA, 2004, p. 41.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

DEMO, P. Educação pelo avesso: assistência como direito e como problema. São Paulo: Cortez, 2000. p. 112.

FIRMO, A.L.B. Estudo numérico e experimental da geração de biogás a partir da biodegradação de resíduos sólidos urbanos. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2013.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.2005.

FRIGOTTO, G. O enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional. *In:* FAZENDA, I. C. A. (et al.). **Metodologia da pesquisa educacional.** 6 ed. São Paulo: Cortez, 2000.

GADOTTI, M. **Perspectivas atuais em educação**. São Paulo. São Paulo em Perspectiva, 2000.

GEPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química. Interações e transformações: química para o segundo grau (livro do aluno). São Paulo: EDUSP, 1993.

GIORDAN, M.; **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, n.10, 1999.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F. Estudo Dirigido de Iniciação à Sequência Didática. Especialização em Ensino de Ciências, Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

INEP. **Matriz de referência para o ENEM 2009.** Brasília, 2009. Disponível em: download.inep.gov.br.pdf Acesso em: 20 de mai. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em https://www.saneamentobasico.com.br/ibge-brasileiros-vive-esgoto/.Acesso em: 20, mai. 2020.

JACOBI et al. **Temas Atuais em mudanças climáticas: para os Ensinos Fundamental e Médio.**1ed. São Paulo: IEE - USP, 2015.

JOHNSTONE, A.H. **The Development of chemistry teaching:** A changing response to changing demand. Journal of Chemical Education.1993. vol 9, nº 70, 701-704.

JÚNIOR, C. B. **Biogás, A Energia Invisível**. 2 ed. Revista e Ampliada, CBiogás. Resenha 2014-Perspectivas 2015.

KARLSSON, Tommy (et al). Manual Básico de Biogás. 1 ed. Lajeado: Ed. Da Univates, 2014.

KERN, Anne & Wood, NATHAN & ROEHRIG, Gillian & NYACHWAYA, James. (2010). **A qualitative report of the ways high school chemistry students attempt to represent a chemical reaction at the atomic/molecular level.** Chem. Educ. Res. Pract.. 11. 165-172. 10.1039/C005465H.
Disponível em: http://xlink.rsc.org/?DOI=c005465h. Acessado em: 10/04/2019.

LEAL, Murilo Cruz. **Didática da Química:** fundamentos e práticas para o ensino médio**.** Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

NARDI, R. (Org.) A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007.

MAGALHÃES, S. I. R. & TENREIRO-VIEIRA, C. **Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento Crítico.** Um programa de formação de professores. Revista Portuguesa. 19(2), p 85-110.

MATTOS, Luís Cláudio e FARIAS JÚNIOR, M. **Manual do biodigestor sertanejo.** Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2011.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. **Teaching–learning sequences: Aims and tools for science education research.** International Journal of Science Education. Vol. 26, n. 5, April 16, p. 515–535, 2004 Special Issue.

MORAN, J. M. Educação Híbrida: Um conceito chave para a educação, hoje. In: **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação [recurso eletrônico]** /

Organizadores, Lilian Bacich, Adolfo Tanzi Neto, Fernando de Mello Trevisani. – Porto Alegre: Penso, 2015. e-PUB.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **Química Nova** n. 32, 273-283.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **Mudanças climáticas: ensino fundamental e médio.** vol 13. Brasília: MEC,SEB; MCT; AEB, 2009.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A Falta de Motivação pelas Ciências. Revista Pátio. Ano IV. n.12, 2012. p.7

ROSA, M. I. F. P. S. & Schnetzler, R. P. **A investigação-ação na formação continuada de professores de ciências.** In: Ciência e Educação, v. 9, n. 1, 2003. p. 27-39.

RUBINGER, Mayura Marques Magalhães e BRAATHEN, P.C. **Ação e Reação: ideias para aulas especiais de Química. Belo** Horizonte: KHJ, 2012.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar física. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SCHNETZLER R. P. (2002). Concepções e Alertas sobre a Formação Continuada de Professores de Química. Química Nova na Escola. nº 16, p. 15-19. Disponível em: qnesc.sbq.org.br

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F.; TUNES, E. **Experimentar sem medo de Errar**. In: SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otavio Aloisio. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 231- 261.

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

TENREIRO-VIEIRA, C & VIEIRA, M. R. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: Impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. Ciência & Educação. 11(2), p. 191-211.

THIOLLENT, M. J. M.; PICHETH, S. F.; CASSANDRE, M. P. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. Educação. N. esp. (supl.), v.39. Porto Alegre: 2016. Disponível em: http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/download/24263/15415 Acesso: 28/05/2020.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa, v. 31, nº 3, 2005.

ZEICHNER, K. M. A formação reflexiva de professores: Ideias e Práticas. Lisboa: Educa, 1993.

APÊNDICES
APÊNDICE A –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Em conformidade com a Resolução CNS 466/12)

Prezado(a) Senhor(a)

Eu, Jeames Oliveira Gomes, discente pesquisador do Programa de Mestrado Profissional em Química, estou realizando, juntamente com o professor Dr. Marcelo Eça Rocha, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, o projeto de pesquisa intitulado: **"ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO METANO A PARTIR DO BIODIGESTOR: FERRAMENTA MEDIADORA DESENVOLVIDA NAS AULAS DE QUÍMICA"**.

O menor de idade pelo qual o(a) senhor(a) é responsável está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa citada acima. O objetivo da pesquisa é elaborar uma sequência didática, implementar e avaliar as implicações dessa proposta de ensino. Neste estudo pretendemos promover um estudo teórico-experimental a partir dos conhecimentos adquiridos no ensino de química e oferecer aos alunos a possibilidade de desenvolver uma atividade enriquecedora sobre o metano em uma perspectiva de ensino pela contextualização a partir do biodigestor e produção de biogás.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a necessidade de sensibilizar e estimular os alunos a buscarem o conhecimento científico em especial os conhecimentos da química numa abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e aplicá-los futuramente em atividades investigativas.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: aplicação de uma sequência didática tratando da geração de energia através de resíduos, fazendo uma relação da química e a produção de biogás e os conceitos e as propriedades químicas trabalhadas em sala de aula. O projeto será aplicado e quatro momentos diferentes, conforme descrito a seguir:

Primeira etapa: momento da problematização, o qual será executado na primeira semana, onde haverá a apresentação do projeto, aplicação de questionários da relevância e da importância da Química e a presença da CTS em suas vidas com qualidades atribuídas em níveis escolhidos pelos alunos participantes da pesquisa.

Segunda etapa: momento da exibição de vídeos e respostas a questionamentos relacionados ao tema; confecção de cartazes e outros.

Terceira etapa: aula de campo com visita a uma propriedade rural onde será construído um biodigestor para a produção de biogás (metano) para fins de uso residencial. Nesta etapa, os alunos farão uma entrevista ao produtor rural. É importante e necessário que o estudante utilize máscara para proteção individual. O biodigestor está em fase de construção, portanto, não há odores fortes, devido não possuir material fecal de animais ou restos de alimentos. O tempo exposto nesta atividade será limitado a poucos minutos (aproximadamente 20 minutos, ou no máximo, 30 minutos), devido algum desconforto do estudante.

Quarta etapa: da aplicação do conhecimento, momento em que os alunos serão provocados a fazer um orçamento do custo de produção de um biodigestor e posteriormente, confeccionar um mini biodigestor (com material alternativo) para produção de biogás a nível escolar com o objetivo de estudo.

Na qualidade de professor e pesquisador do projeto, gostaria de contar com a sua colaboração, autorizando a participação do (a) seu/sua filho (a) neste estudo, que consistirá em responder um roteiro de atividades e entrevista/questionário ao pesquisador do projeto, também acontecerá por meio de gravação em áudio e algumas fotografias das aulas, as quais serão transcritas e posteriormente analisadas. A pesquisa acontecerá em horário normal de aula do colégio, aplicado por mim, no momento mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, sob orientação do professor Dr. Marcelo Eça Rocha. O tempo de duração em cada atividade não ultrapassará 50 minutos. É através de pesquisas como esta que conseguimos produzir conhecimento sobre a qualidade da educação nas escolas e auxiliar no desenvolvimento profissional dos professores.

A participação dele/dela é voluntária e não obrigatória, ou seja, o seu filho ou filha, ou menor de sua responsabilidade tem o direito de não participar ou até desistir de participar da pesquisa em qualquer etapa, independente de qual etapa a pesquisa se encontre. Além disso, o estudante a quem o senhor ou a senhora é responsável terá todas as informações que queira, antes, durante e depois da pesquisa. Como toda pesquisa incorre em riscos que podem ser mínimos, moderados ou altos, portanto, saliento que esta pesquisa possui riscos mínimos e que conheço o fato de garantir a indenização (cobertura material) aos participantes, em reparação de dano imediato ou tardio que comprometa o(a) estudante ou a coletividade, sendo o dano de dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual, desta pesquisa ou dela decorrente. Os dados pessoais e imagens dos estudantes não serão divulgados sem o consentimento de seus responsáveis. Os resultados desta pesquisa serão utilizados na redação de dissertação de mestrado, publicação em congresso e/ou em revista científica de forma que nenhum participante

da pesquisa será identificado sem consentimento prévio, por escrito, a fim de evitar descontentamento ou risco moral ou profissional aos informantes.

Os Os dados obtidos serão arquivados pela equipe de pesquisadores na UESB por um período de 5 (cinco) anos, logo após serão destruídos, e não serão utilizados para outro fim senão o da pesquisa.

Caso o (a) senhor (a) responsável pelo estudante necessite de maiores informações sobre esta pesquisa, entre em contato com o professor Dr. Marcelo Eça Rocha, no endereço Departamento de Ciências e Tecnologia – DCT, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Av. José Moreira Sobrinho, S/Nº, Bairro Jequiezinho, Jequié, Bahia ou pelo telefone (73) 3528 9621 ou através do e-mail: marceloeca@gmail.com, ou então, caso preferir, pode se dirigir ou entrar em contato com o Comitê de Ética através do e-mail cepjq@uesb.edu.br ou do telefone (73) 3528 9727 o qual funciona no CAP, 1º andar, no endereço supracitado.

Nome do responsável pela pesquisa: Jeames Oliveira Gomes

E-mail: jeamesgomes@hotmail.com

Telefone: (73) 8118-7696

Eu, _____, responsável por _____fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e posso modificar a decisão do menor supracitado a participar se assim eu desejar. Declaro que concordo que o menor participe dessa pesquisa desenvolvida pelo mestrando Jeames Oliveira Gomes, sob a responsabilidade do professor Dr. Marcelo Eça Rocha. Recebi uma via deste Termo de Consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

....de.....de.....

.....
Assinatura do(a) responsável pelo(a) participante.

.....
Jeames Oliveira Gomes / Pesquisador responsável

APÊNDICE B – MODELO DE DOCUMENTO PARA AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

Eu, Dagmar Alves Oliveira, ocupante do cargo de diretor da Unidade Escolar Colégio Estadual Professora Almerinda Meira do Carmo, situado na Rua Hércules Alves Meira, S/N, Centro, na cidade de Manoel Vitorino-BA, lotada no 22º Núcleo Territorial de Educação (NTE 22), **AUTORIZO** a coleta de dados do projeto (**Estudo das Propriedades do metano a partir do biodigestor: ferramenta mediadora desenvolvida nas aulas de química**) de autoria dos pesquisadores (**Jeames Oliveira Gomes, mestrando do Mestrado Profissional em Química e Marcelo Eça Rocha, professor doutor do Departamento de Ciências Tecnológicas DCT, Jequié-BA**) após a aprovação do referido projeto pelo CEP/UESB.

_____, ____de _____de _____.

_____

ASSINATURA DO DIRETOR DA INSTITUIÇÃO/CARIMBO

APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Conforme Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde – CNS

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **"ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO METANO A PARTIR DO BIODIGESTOR: FERRAMENTA MEDIADORA DESENVOLVIDA NAS AULAS DE QUÍMICA".** Neste estudo pretendemos elaborar uma sequência didática, implementar e avaliar as implicações dessa proposta de ensino.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a promoção de um estudo teórico-experimental a partir dos conhecimentos adquiridos no ensino de química e oferecer aos alunos a possibilidade de desenvolver uma atividade enriquecedora sobre o metano em uma perspectiva de ensino pela contextualização a partir do biodigestor e produção de biogás.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: aplicação de uma sequência didática tratando da geração de energia através de resíduos, fazendo uma relação da química e a produção de biogás e os conceitos e as propriedades químicas trabalhadas em sala de aula.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s):

Primeira etapa: momento da problematização, o qual será executado na primeira semana, onde haverá a apresentação do projeto, aplicação de questionários da relevância e da importância da Química e a presença da CTS em suas vidas com qualidades atribuídas em níveis escolhidos pelos alunos participantes da pesquisa.

Segunda etapa: momento da exibição de vídeos e respostas a questionamentos relacionados ao tema; confecção de cartazes e outros.

Terceira etapa: aula de campo com visita a uma propriedade rural onde será construído um biodigestor para a produção de biogás (metano) para fins de uso residencial. Nesta etapa, os alunos farão uma entrevista ao produtor rural. É importante e necessário que o estudante utilize máscara para proteção individual. O biodigestor está em fase de construção, portanto, não há odores fortes, devido não possuir material fecal de animais ou restos de alimentos. O tempo exposto nesta atividade será limitado a poucos minutos (aproximadamente 20 minutos, ou no máximo, 30 minutos), devido algum desconforto do estudante.

Quarta etapa: da aplicação do conhecimento, momento em que os alunos serão provocados a fazer um orçamento do custo de produção de um biodigestor e posteriormente, confeccionar um mini biodigestor (com material alternativo) para produção de biogás a nível escolar com o objetivo de estudo.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em todas as formas que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não causará qualquer punição ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, conheço o fato de garantir a indenização (cobertura material) aos participantes, em reparação de dano imediato ou tardio que

comprometa o(a) estudante ou a coletividade, sendo o dano de dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual, desta pesquisa ou dela decorrente. Serão feitas imagens fotográficas das aulas e para tanto serão levadas em consideração o que dispõe o ECA (Estatuto da Criança e do Adolescente). Os dados pessoais e imagens dos estudantes não serão divulgados sem o consentimento de seus responsáveis. Os resultados desta pesquisa serão utilizados na redação de dissertação de mestrado, publicação em congresso e/ou em revista científica de forma que nenhum participante da pesquisa será identificado sem consentimento prévio, por escrito, a fim de evitar descontentamento ou risco moral ou profissional aos informantes.

Além disso, você tem assegurado o direito a compensação ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Os benefícios deste estudo são (busca da melhoria para uma aprendizagem mais significativa, pois ao estudar esse assunto, trará a necessidade de sensibilizar e estimular os alunos a buscarem o conhecimento científico em especial os conhecimentos da química numa abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e aplicá-los futuramente em atividades investigativas).

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizados. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este Termo de Assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma delas será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Jequié, ____ de _____ de _____.

_____

Assinatura do(a) menor

Impressão digital

_____

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisador(a) Responsável: Jeames Oliveira Gomes
Endereço: Rua Gabriel Dantas de Novais Nº 370
Fone: (73) 98118-7696 / E-mail: jeamesgomes@hotmail.com

CEP/UESB- Comitê de Ética em Pesquisa
Avenida José Moreira Sobrinho, s/n, UESB, 1º andar do Centro de Aperfeiçoamento Profissional Dalva de Oliveira Santos (CAP). Jequiezinho. Jequié-BA. CEP 45208-409.
Fone: (73) 3528-9727 / E-mail: cepjq@uesb.edu.br

APÊNDICE D – SEQUÊNCIA DIDÁTICA APLICADA (SONDAGEM)

Colégio Estadual Profa. Almerinda Meira do Carmo **DATA: ___ /__ /2019**
ALUNO(A) _____ Série: 3º TURMA____
TURNO:_____
PROFESSOR: Jeames O. Gomes **ENSINO MÉDIO**
DISCIPLINA: Química. **Unidade II**

ATIVIDADE SONDAGEM

METANO (CH_4) – BIOGÁS

Esta parte pretende averiguar a tua opinião sobre duas afirmações relacionadas com a disciplina de Química e a sua relação com a CTS – Ciências Tecnologia e Sociedade. Em cada uma das afirmações são utilizadas 12 escalas, estando associadas a cada uma delas um par diferente de adjetivos opostos.

Para responder, marque um (X) na posição que melhor define a sua opinião relativamente à afirmação colocada. Deve responder todas as escalas.

Por exemplo:

A disciplina de Química é...

Interessante			**X**					desinteressante

Ao responder deste modo, estaria afirmando que considera a **disciplina de Química uma disciplina** mais interessante do que desinteressante, embora não absolutamente interessante.

Observação: Esta atividade foi adaptada a partir de autor desconhecido.

1. A disciplina de Química é para mim...

Importante								Não importante
Agradável								Desagradável
Simples								Complicada
Boa								Má
Fácil								Difícil
Motivante								Desmotivante
Interessante								Desinteressante
Útil								Inútil
Necessária								Desnecessária
Calma								Enervante
Indispensável								Dispensável
Produtiva								Improdutiva

2. A presença da CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) na disciplina de Ciências da Natureza (Química) é para mim...

Importante								Não importante
Agradável								Desagradável
Simples								Complicada
Boa								Má
Fácil								Difícil
Motivante								Desmotivante
Interessante								Desinteressante
Útil								Inútil
Necessária								Desnecessária
Calma								Enervante
Indispensável								Dispensável
Produtiva								Improdutiva

OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!!!

APÊNDICE E – ATIVIDADE 2

Colégio Estadual Profa. Almerinda Meira do Carmo DATA: ___ /__ /2019

ALUNO(A) _____ Série: 3º TURMA____

TURNO:_____

PROFESSOR: Jeames O. Gomes ENSINO MÉDIO

DISCIPLINA: Química. Unidade II

ATIVIDADES

Metano (CH_4) – BIOGÁS

Adaptado da publicação:

KERN, A. W.; Wood, NATHAN & ROEHRIG, G.; NYACHWAYA, J. **A qualitative report of the ways high school chemistry students attempt to represent a chemical reaction at the atomic/molecular level.** Journal Chem. Educ. 2010 Disponível em: http://xlink.rsc.org/?DOI=c005465h. Acesso em: 10/04/2019

O gás metano reage com o oxigênio para produzir dióxido de carbono e água. Essa reação é representada pela reação química não balanceada abaixo:

$$__CH_{4(g)} + __ O_{2(g)} \rightarrow __CO_{2(g)} + __ H_2O_{(l)}$$

Escreva os números apropriados nos espaços em branco para balancear a equação química. No espaço abaixo, desenhe diagramas que representam o que você acha que poderá ver se fosse capaz de enxergar os átomos e moléculas envolvidos na reação química acima. Lembre-se de desenhar o número correto de átomos e moléculas para cada reagente e cada produto.

APÊNDICE F – LINKS DAS ATIVIDADES 3 E 4

Atividade 3 – “Lixo gerando energia” – da CEMIG (Companhia de Eletricidade do Estado de Minas Gerais

Atividade 4 – “A Energia que vem do campo” – da CIBiogás (Companhia Internacional de Energias Renováveis - Biogás

APÊNDICE G – ATIVIDADE 3 – (AULA DE VÍDEO)

LIXO (RESÍDUO) E APROVEITAMENTO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA – CEMIG

Com base na AULA DE VÍDEO, responda:

1º) Quais os itens abaixo constituem fontes de energia (ou seja, podem gerar energia) para uma população?

( ) ÁGUA ( ) VENTO ( ) FOGO
( ) TERRA ( ) AR ( ) LIXO/RESÍDUO

2º) Qual a quantidade de LIXO (em média) é produzida por uma pessoa durante 1 (um) dia?

( ) 100 g/dia ( ) 500 g/dia ( ) 1000 g/dia
( ) 200 g/dia ( ) 600 g/dia

3º) E qual a quantidade de LIXO (em média) é produzida pelos brasileiros durante 1 (uma) semana?

( ) 1 mil toneladas ( ) 70 mil toneladas ( ) 1 milhão de toneladas
( ) 7 mil toneladas ( ) 700 mil toneladas

4º) Qual Estado brasileiro produz 10% de todo LIXO brasileiro?

( ) BA ( ) RJ ( ) RS ( ) Outro
( ) SP ( ) MG ( ) ES

5º) Como aproveitar todos os RESÍDUOS (provenientes do LIXO) para gerar ENERGIA ?

_____

_____

_____

_____

_____

6º) Segundo exposto pelo vídeo, 1 tonelada de LIXO equivale a quantos m^3/dia de GÁS METANO produzidos? (*Obs:* 1 m^3 = 1000 litros)

7º) Sabendo que 1 m^3 de gás gera 6 KWh de ENERGIA, e que atualmente o valor do consumo ativo de energia (em KWh) é aproximadamente R$ 0,70 (setenta centavos), calcule o valor em R$ da economia para 1 TONELADA DE LIXO PRODUZINDO ENERGIA.

8º) Cite algumas VANTAGENS do aproveitamento do BIOGÁS (ATERRO SANITÁRIO) e através da INCINERAÇÃO.

_____

_____

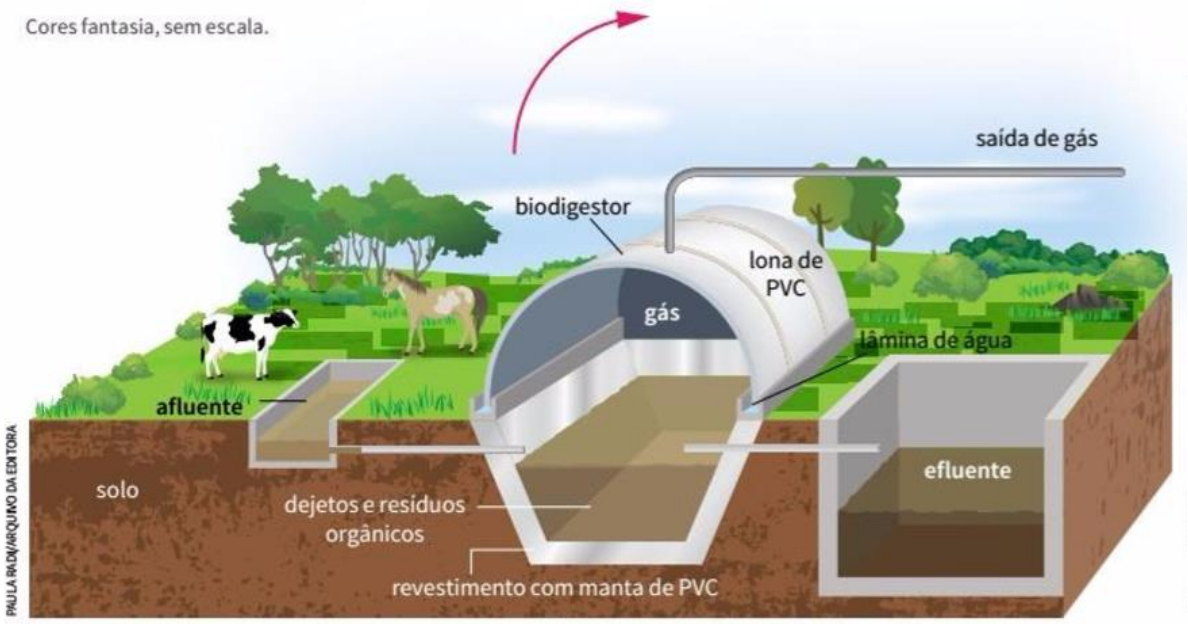
_____

_____

_____

APÊNDICE H – ATIVIDADE 5

Biogás – “ENERGIA LIMPA”



A termoquímica e o conhecimento químico, de maneira geral, podem contribuir para que se consiga produzir as chamadas energias “limpas”. Como? Por exemplo, apontando como substituir as matérias-primas que implicam consumo de recursos de que a natureza dispõe em quantidade finita (como o petróleo) pelos chamados recursos renováveis, que não se esgotam facilmente, podendo ser produzidos várias vezes (caso da cana-de-açúcar, obtida em plantações). A Termoqúímica também pode contribui para se chegar a uma produção energética que não agrave o efeito estufa. Um exemplo de aplicação da Termoquímica na produção de “energias limpas” é o **biogás.** Veja: a decomposição anaeróbica (que ocorre na ausência de ar) de lixo orgânico – restos de alimentos, cascas de frutas, pedaços de folhas, etc. – produz gases que causam impacto ambiental porque são ricos em gás metano (CH_4) , substância que tem o poder maior que o dióxido de carbono de intensificar o efeito estufa.

1º) Você sabe o que é um biodigestor? ( ) SIM ( ) Não

2º) Em sua opinião, de que forma o uso de biodigestores pode contribuir para minimizar o impacto ambiental causado pela “geração de energia”?

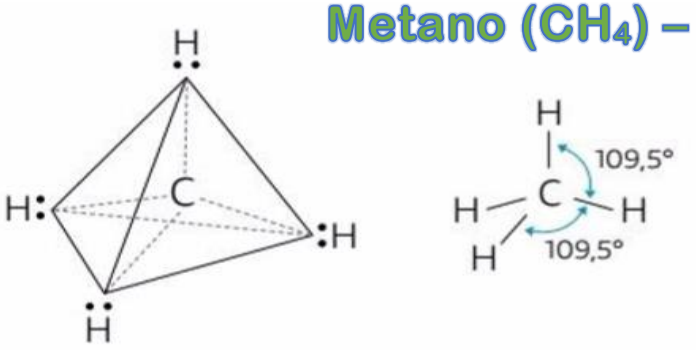
3º) Mencione usos que a energia obtida pelo processo de degradação da matéria orgânica pode ter no cotidiano.

4º) Observe o esquema ilustrado acima e procure explicar por que se retira o gás metano pela parte superior do biodigestor.

APÊNDICE I – ATIVIDADE 6

SUCESSOS!!!

Metano (CH_4) – Biogás



fórmula eletrônica fórmula estrutural

Fonte: VIVÁ: Química vol 3. NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de. Curitiba: Positivo, 2016. (Livro didático, arquivo da editora)

1º) Na molécula de metano (CH_4), as quatro ligações entre C – H estão dispostas na geometria em volta do átomo de carbono. Observando as representações da molécula de metano (CH_4) nas imagens acima, responda aos questionamentos abaixo:

a) Qual o elemento mais eletronegativo: Carbono (C) ou Hidrogênio (H)? _____

b) Qual o tipo de geometria da molécula? _____

c) A molécula é polar ou apolar? _____

2º) A análise do quadro abaixo permite verificar que, apesar de a massa molecular do metano (CH_4) ser praticamente igual à da água (H_2O), as temperaturas de ebulição dessas substâncias são bastantes diferentes. Explique esse fato.

_____

_____

_____

_____

Substância	Temperatura de ebulição (ºC)	Massa molecular
Água (H_2O)	100	18
Metano (CH_4)	–161,5	16

Questão do Livro didático (*Adaptado*)

3º) Observe as temperaturas de ebulição e fusão de algumas substâncias moleculares apolares e compare com o tamanho da molécula.

Substância	Massa molar (g/mol)	Temperatura de fusão (ºC)	Temperatura de ebulição (ºC)
CH_4 metano	16	–182,5	–161,5
CH_3CH_3 etano	30	–182,8	–88,6
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ pentano	72	–129,7	36,1
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ octano	114	–56,8	125,7

Livro didático (*Adaptado*)

Em comparação com os demais hidrocarbonetos apresentados acima, por que o metano (CH_4) possui baixíssima temperatura de ebulição (ºC)?

_____

_____

_____

4º) ENEM 2011. QUESTÃO 80

Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (*CH*4) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de *CO*2 das termelétricas.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais. Revista Ciência Hoje. V. 45, n° 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte

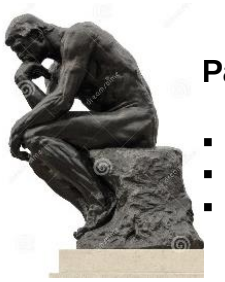
a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
b) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

ANEXO 1 – TEXTO 1

GASES DE EFEITO ESTUFA – GEE

O QUE É EFEITO ESTUFA

Atividade baseada no Livro VIVÁ, 2016, p.77.



Para reflexão:

- Por que existe uma preocupação tão grande com relação ao efeito estufa?
- O que pode ser feito para diminuir o efeito estufa?
- O que cada um de nós pode fazer?

➢ O que é efeito estufa?

Você já pensou por que o interior do carro com os vidros fechados se aquece tão rapidamente? O sol emite radiações em todos os comprimentos de onda, mas a maior parte está dentro da faixa da luz visível (de 380 a 750 nm), que passa pelo vidro para dentro do carro. Parte dessa energia é absorvida pelos materiais no interior do carro e parte é refletida de volta. Essa energia refletida é a radiação infravermelha (de 4 a 40 µm), que por ter um grande comprimento de onda não passa pelo vidro, ficando aprisionada. Sendo assim fica fácil deduzir que haverá um armazenamento de energia dentro do carro provocando um aumento na temperatura, pois nem toda a energia que entrou sairá. Esta pode ser considerada uma analogia para o efeito estufa global.

Gases como o gás carbônico (CO_2), o metano (CH_4) e o vapor d'água (H_2O) funcionam como uma cortina de gás que vai da superfície da Terra em direção ao espaço, impedindo que a energia do sol absorvida pela Terra durante o dia seja emitida de volta para o espaço. Sendo assim, parte do calor fica “aprisionado” próximo da Terra (onde o ar é mais denso), o que faz com que a temperatura média do nosso planeta seja em torno de 15 ºC. A esse fenômeno de aquecimento da Terra dá-se o nome de efeito estufa. Se não existisse o efeito estufa a temperatura média na Terra seria em torno de –15 ºC e não existiria água na forma líquida, nem vida.

Por que a preocupação com o efeito estufa?

Se o aquecimento da Terra pelos gases estufa permite que o nosso clima seja mais ameno, então por que nos preocupar com o efeito estufa? O grande problema é

que o efeito estufa está aumentando muito rapidamente neste último século, pois está havendo uma alta emissão de gases como gás carbônico, metano e óxido nitroso para a atmosfera. A principal fonte de gás carbônico é a queima de combustíveis fósseis (carvão, gasolina, diesel) e as queimadas das florestas. Nestes últimos 140 anos, a temperatura do nosso planeta aumentou em média 0,76 ºC. Pode parecer pouco, mas esse aumento já foi suficiente para abalar o clima do planeta.

Pesquisadores do Reino Unido observaram que o aumento da temperatura naquele país fez com que a atividade microbiana do solo aumentasse, aumentando assim a emissão de CO_2 que estava retido no solo.

O chamado IPCC, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernamental Panel on Climate Change), conta com a participação de cerca de 2500 cientistas e técnicos que tem como objetivo avaliar e relatar as variações climáticas e impactos ambientais de forma objetiva e compreensível. As avaliações do IPCC são utilizadas mundialmente pelos tomadores de decisões (no nível político) e cientistas. As projeções do órgão são dependentes de como todos os países e pessoas individualmente atuarão para minimizar as emissões de gás carbônico. Portanto, as projeções são variáveis, e o aumento de temperatura para o final do século XXI pode ser em média de 1,8 (na melhor das hipóteses) a 4,0 ºC (no pior cenário). O nível do mar pode subir de 18 a 59 cm. Além do aumento da temperatura global também foi registrado que o nível do mar subiu em média 17 cm no século XX, levando a grandes inundações de terra. Uma população inteira de uma Ilha do Pacífico checou a ser evacuada, fazendo com que seus habitantes perdessem seus lares e suas identidades culturais.

Quais são os principais gases de efeito estufa?

> O gás carbônico não é o único gás capaz de impedir que a radiação infravermelha emitida da Terra escape. Na verdade este contribui com cerca de 53 % do total dos gases estufa, sendo que outros gases produzidos pelas atividades humanas também contribuem para o efeito estufa: metano (17%); CFCs (12%), e óxido nitroso (6%), entre outros. Além de estar em maior porcentagem, a concentração do gás carbônico vem aumentando rapidamente nas últimas décadas.
>
> [...] nem todos os gases de efeito estufa absorvem igualmente o calor. [...] uma molécula de metano absorve com uma eficiência 23 vezes maior os raios infravermelhos que uma molécula de gás carbônico. Já uma molécula de CFC-12, gás que foi muito utilizado em geladeiras, tem um poder de aquecimento por molécula, 8.100 vezes maior

que o gás carbônico. A maior fonte de óxido nitroso está nos processos naturais devido às atividades biológicas no solo e nos oceanos, mas a manipulação do solo pelo homem, principalmente devido ao uso de fertilizantes vem aumentando a emissão desse gás para a atmosfera. [...]

EDUCAÇÃO ambiental e cidadania: o efeito estufa.
Disponível em: http://www.usp.br/qambiental/tefeitoestufa.htm.
Acesso em 15 mai. 2019

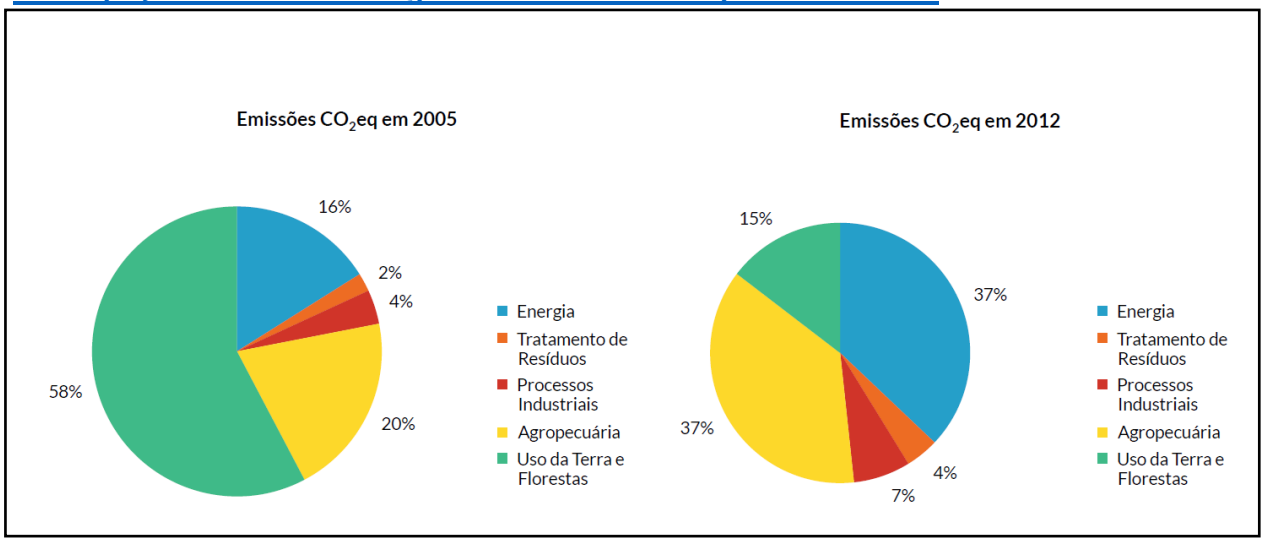
1. (Questão Adaptada) O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação elaborou, em conjunto com diversas instituições e revisores, um documento com as estimativas anuais de emissão de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil. Os gráficos e a tabela abaixo foram extraídos desse relatório. Observe-os e responda às questões a seguir.

a) Considerando os dados dos gráficos, quais são os dois setores que mais contribuíram para a emissão de GEE em 2005? E em 2012?

b) De acordo com a tabela, quais setores emitiram mais gás carbônico, metano e monóxido de dinitrogênio em 2012?

c) Observando o total de emissões de GEE, percebe-se que ocorreu uma diminuição significativa desses gases de 2011 para 2012. Quais setores contribuíram para essa redução?

Participação da emissão de gases de efeito estufa para cada setor



Fonte: BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. 2.ed.2014. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0228/228959.pdf. Acesso em: 15 mai. 2019.

Emissões de GEE por setores para os anos de 2011 e 2012

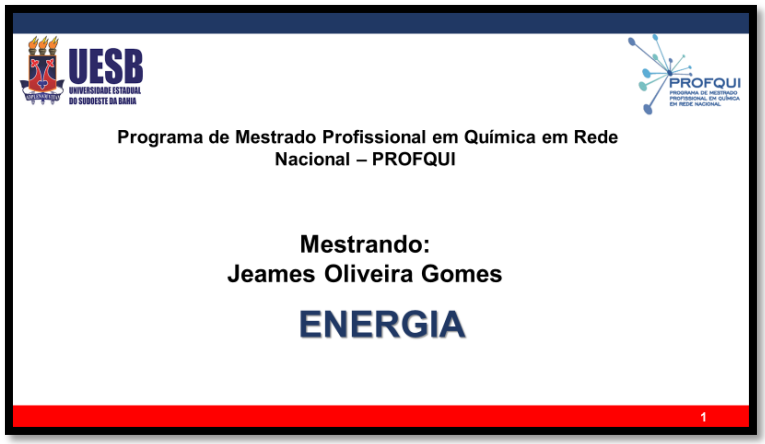
Setores	Gases	2011	2012
		Milhões de toneladas CO_2 eq*	
Energia	CO_2	393,2	431,5
	CH_4	9,8	9,9
	N_2O	4,5	4,7
Processos Industriais	CO_2	78,7	77,4
	CH_4	0,2	0,2
	N_2O	0,3	0,2
	Outros	6,9	7,5
Agropecuária	CH_4	281,4	278,7
	N_2O	168,5	167,8
Uso da Terra e Florestas	CO_2	286,5	158,2
	CH_4	21,8	15,9
	N_2O	2,2	1,6
Tratamento de Resíduos	CO_2	0,1	0,1
	CH_4	43,4	45
	N_2O	4,6	4,6
TOTAL		1.302,20	1.203,40

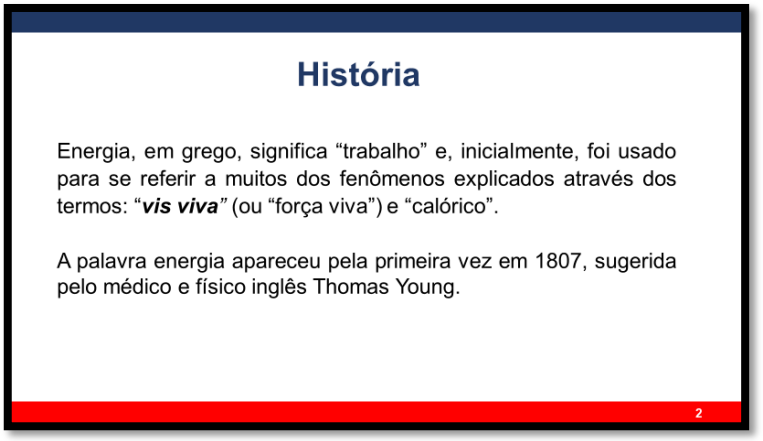
*Nota dos autores do livro VIVÁ: CO_2 eq = CO_2 equivalente. Isso significa que todos os valores já consideram as diferenças do potencial de aquecimento global dos diferentes gases (assumindo como unidade o potencial de aquecimento do CO_2).

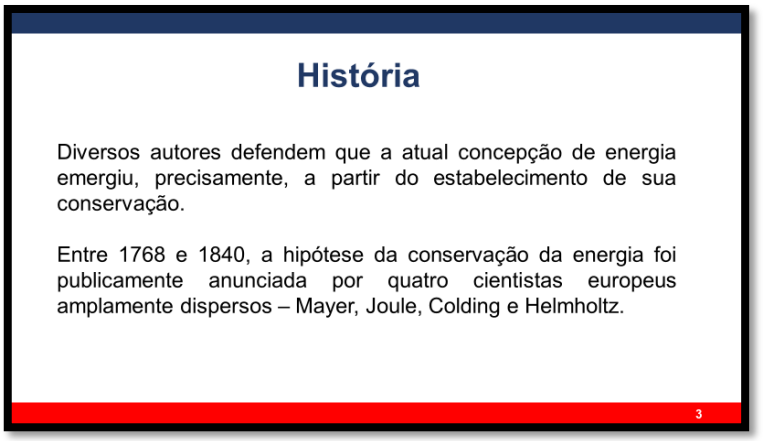
Quadro 1: Etapas, tempo e as especificações das atividades

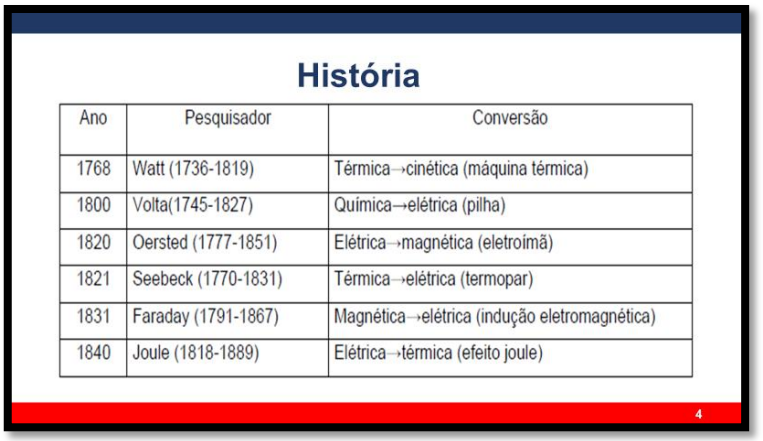
TÍTULO	**Estudo das propriedades do metano a partir do biodigestor.**	
PÚBLICO ALVO	**Alunos do 3º ano do Ensino Médio**	
DURAÇÃO	**(2º Unidade) 2019**	
CONTEÚDOS	**Metano e Hidrocarbonetos**	
ETAPAS	**TEMPO**	**ATIVIDADES**
1ª Etapa: Apresentação da Pesquisa e proposta de Trabalho.	2 aulas	Apresentação da proposta. Discussão e explanação dos métodos científicos para apropriação da proposta. Conteúdos curriculares da disciplina.
2ª Etapa: Ampliação do repertório da proposta de trabalho.	2 aulas	Assistir **vídeos** sobre: Lixo/resíduo gerando energia; proposta de construção de biodigestor para produção de biogás. Discussão em grupo.
3ª Etapa: Aula de Campo; Entrevista a um produtor rural; Início da montagem e construção do biodigestor.	- - aulas (contra turno)	Produção textual e discussão; Elaboração de entrevista; visita à uma propriedade de um produtor rural. Realização de Entrevista. Levantamento de custo inicial do material destinado a construção do biodigestor.
4ª Etapa: Aprofundamento do tema. Desenvolvendo o biodigestor.	2 aulas	Exploração de textos científicos; Alimentação do biodigestor (utilizando esterco bovino), restos de frutas e sobra/restos de alimentos, realizando as observações preliminares; Discussão em grupo.
5ª Etapa: Organização do Conhecimento.	2 aulas	Organização dos dados obtidos na visita e entrevista; relato dos resultados; Registro e análise dos dados; Debate; Conteúdos curriculares.
6ª Etapa: Observação de possível produção de gás no biodigestor.	2 aulas	Registro e análise dos dados (em planilhas); Conteúdos curriculares.
7ª Etapa: Levantamento de soluções e hipóteses.	2 aulas	Levantamento de hipóteses; Registro e análise dos dados. Discussão em grupo.
8ª Etapa: Produção Final: Possível coleta do gás produzido ou uso experimental com combustão.	2 aulas	Registro e análise dos dados (em planilhas); Discussão em grupo.
10ª Etapa: Avaliação	2 aulas	

ANEXO 2 – AULAS NA SALA DE MÍDIA









Definição

Conforme a primeira lei da Termodinâmica, a energia de um sistema não pode ser ganhada ou perdida, mas transferida de um sistema para outro, isto é….

...a energia não pode ser criada, nem destruída, mas conservada (transformada).

5

Tipos de Energia

A **cinética**, devido ao movimento;

A **potencial**, devido ao efeito das forças de interações;

E a energia devido à **massa**, dada pela equação de Einstein, $E = mc^2$.

Suas variáveis:

- energia elétrica
- energia eólica
- energia nuclear
- energia elástica
- energia química
- energia térmica

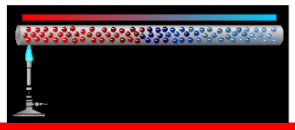
6

Tipos de Energia

Térmica

É uma forma de energia que está relacionada com as altas temperaturas e o **calor**.

É formada como consequência da **energia cinética** das moléculas e partículas de um determinado corpo.



7

Tipos de Energia

Térmica

O **calor** consiste justamente na transmissão da energia térmica de um corpo para outro. Este processo pode ser feito por meio de **radiação**, **condução** ou **convecção**.

8

Tipos de Energia

Térmica

Termoelétrica: é toda e qualquer energia produzida por uma central cujo funcionamento ocorre a partir da **geração de calor** resultante da queima de combustíveis.

A queima do combustível propicia o aquecimento de água armazenada no reservatório, o que forma um vapor, que, por sua vez, é direcionado para as turbinas do gerador responsável pela produção de eletricidade.

9

Tipos de Energia

Térmica

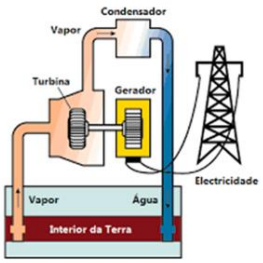
Geotérmica: obtenção de energia através do calor presente no núcleo da Terra.

Abaixo da crosta terrestre existe o magma, a **energia geotérmica** representa o aproveitamento desse calor como matéria fundamental para produção de eletricidade, para o aquecimento de edifícios, de estufas, etc.

10

Tipos de Energia

Térmica



11

Tipos de Energia

Nuclear

É a energia produzida a partir da **fissão** do núcleo de um átomo, que libera uma grande quantidade de **calor.**

O princípio de funcionamento das usinas e, por consequência, o que gera a **energia nuclear** é a utilização do **calor** para gerar **eletricidade**.

12

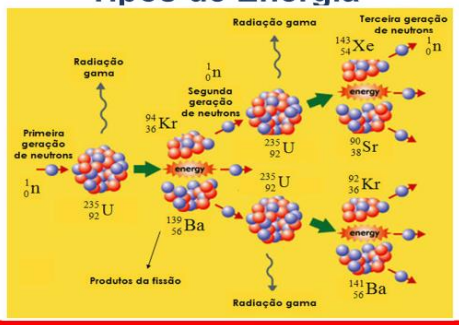
Tipos de Energia

Nuclear

13

Tipos de Energia

Nuclear



14

Tipos de Energia

Nuclear

Yellow cake (pó amarelo usado na produção de energia nuclear).

15

Tipos de Energia

Eólica

É a energia que **provém do vento**.

A energia eólica é utilizada desde a antiguidade para mover os barcos impulsionados por velas ou para fazer funcionar a engrenagem de moinhos, ao mover as suas pás.

Atualmente utiliza-se a energia eólica para mover **aerogeradores** transformando energia mecânica em elétrica.

16

Tipos de Energia

Eólica

17

Tipos de Energia

Hidrelétrica

Obtenção de energia elétrica através da força e do movimento das águas (energia **potencial**).

Esta geração de energia só é possível por meio da construção de **usinas hidrelétricas** em rios que tenham um grande volume de água e que apresentem desníveis em seu curso.

18

Tipos de Energia

Hidrelétrica

Quando a água passa pelas tubulações da usina e das barragens, ocorre o processo de transformação da energia potencial (a energia da água) em **energia mecânica** (movimento das turbinas).

As turbinas em movimento são conectadas a um gerador responsável por transformar a **energia mecânica** em **energia elétrica**.

19

Tipos de Energia

Solar

É uma fonte de energia alternativa e renovável que vem do **sol**.

É captada sob a forma de luz visível de raios infravermelhos e de raios ultravioletas e transformados em **energia térmica** ou **elétrica** usando placas **fotovoltaicas** (geralmente feitas de silício).

20

Tipos de Energia

Solar

21

Tipos de Energia

Química

Tipo de energia que está armazenada em todas as matérias com **ligações químicas**, sendo liberada a partir da quebra dessas ligações.

A **energia química** também pode ser considerada uma **energia potencial**.

A libertação da **energia química** é essencial para a vida humana, pois ela é a responsável por garantir os batimentos cardíacos, manter o sistema respiratório ativo, entre outros movimentos.

22

Vantagens e Desvantagens

Fontes renováveis

Fonte de energia	Vantagem	Desvantagem
Eólica	É considerada uma fonte limpa por não emitir gases poluentes à atmosfera.	A instalação de aerogeradores eólicos provoca modificação na paisagem e prejudica a rota imigratória de aves.

23

Vantagens e Desvantagens

Fontes renováveis

Fonte de energia	Vantagem	Desvantagem
Solar	É uma fonte de energia limpa, abundante em diversas áreas e apresenta bom custo-benefício.	O aproveitamento desse tipo de energia ainda requer avanços tecnológicos que viabilizem economicamente seu uso.

24

Vantagens e Desvantagens

Fontes renováveis

Fonte de energia	Vantagem	Desvantagem
Hidrelétrica	É uma fonte de energia limpa, com baixo custo operacional e renovação a curto prazo.	Provoca danos ambientais, impactando a biodiversidade e a população residente no local de construção das usinas.

25

Vantagens e Desvantagens

Fontes renováveis

Fonte de energia	Vantagem	Desvantagem
Biomassa	É uma fonte de energia pouco poluente cujos recursos são renováveis a curto prazo.	Seu uso pode impactar os recursos hídricos em virtude da demanda de água utilizada. Pode provocar também aumento do desmatamento para destinação de áreas para agricultura.

26

Vantagens e Desvantagens

Fontes renováveis

Fonte de energia	Vantagem	Desvantagem
Marés	É considerada uma fonte de energia limpa por agredir minimamente o meio ambiente.	Para que seu uso seja viabilizado economicamente, requer avanços tecnológicos.

27

Vantagens e Desvantagens

Fontes não renováveis

Fonte de energia	Vantagem	Desvantagem
Combustíveis fósseis	Possuem alta eficiência energética: sua queima libera grandes quantidades de energia. Apresenta facilidade na localização de reservatórios, na extração e no processamento. Por isso, são mais baratos do que as fontes alternativas de energia.	O uso intenso desse tipo de fonte de energia tem provocado redução relevante dos reservatórios. A queima desses combustíveis libera gases poluentes à atmosfera, levando à danificação da camada de ozônio e à intensificação o aquecimento global.

28

Vantagens e Desvantagens

Fontes não renováveis

Fonte de energia	Vantagem	Desvantagem
Nuclear	O uso dessa fonte de energia não libera gases de efeito estufa e não depende de fatores climáticos para viabilizar seu uso.	É uma energia cara em relação às outras fontes energéticas. Seu uso apresenta alto potencial de risco de acidentes nucleares.

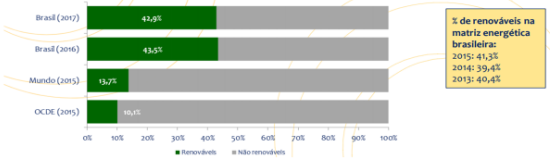
29

Balanço Energético Nacional

BEN 2018

Participação de renováveis na matriz energética

Em 2017, a participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo. O avanço do gás natural foi compensado principalmente pela eólica, lixívia e biodiesel .



Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

30

Balanço Energético Nacional

QUAL ENERGIA SE USA NO BRASIL?

31

Balanço Energético Nacional

BEN 2018

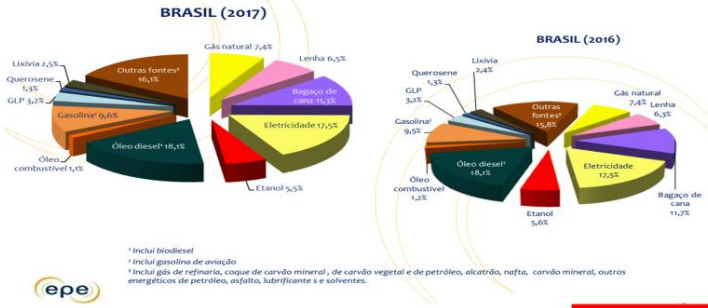
Repartição da oferta interna de energia - OIE

Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

32

Balanço Energético Nacional

Consumo final de energia por fonte



¹ Inclui biodiesel
² Inclui gasolina de aviação
³ Inclui gás de refinaria, coque de carvão mineral, de carvão vegetal e de petróleo, alcatrão, nafta, carvão mineral, outros energéticos de petróleo, asfalto, lubrificante s e solventes.

Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

Balanço Energético Nacional

QUEM USA/USOU A ENERGIA NO BRASIL?

Balanço Energético Nacional

A unidade básica adotada na composição do Balanço Energético Nacional - BEN é a "tonelada equivalente de petróleo - tep".

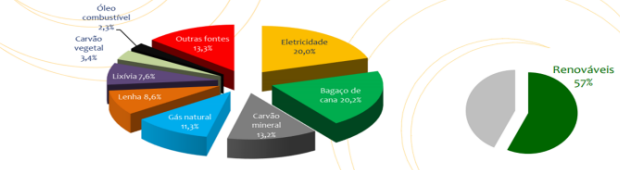
Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

Balanço Energético Nacional

Consumo de energia na indústria

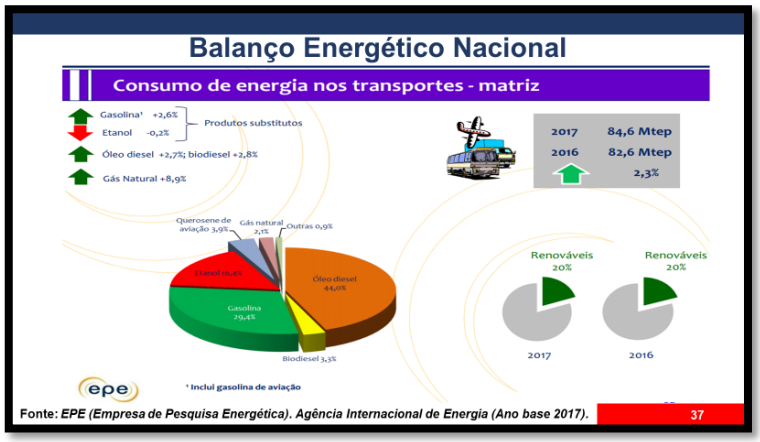
Carvão mineral +8,4% (aço de redução a coque de carvão mineral)
Lixívia +3,6% (Celulose)
Carvão vegetal -4,1% (aço de redução a coque carvão vegetal)
Bagaço de cana -2,0% (açúcar)

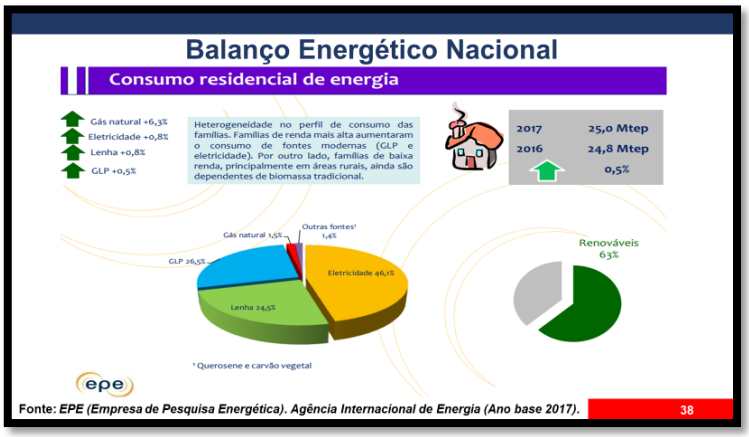
2017 85,1 Mtep
2016 84,3 Mtep
1,0%

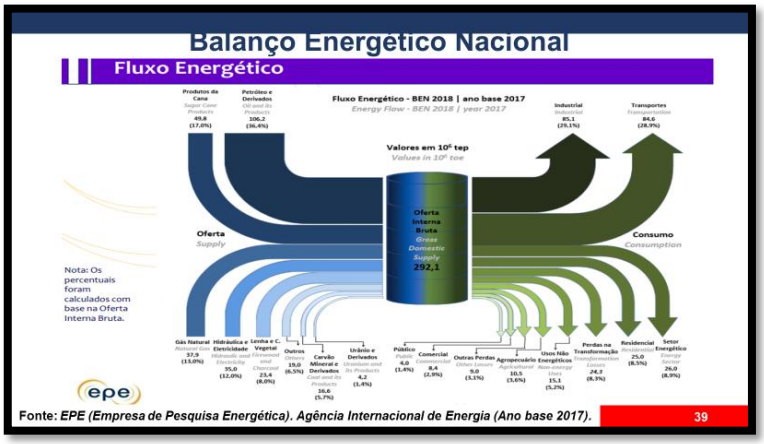


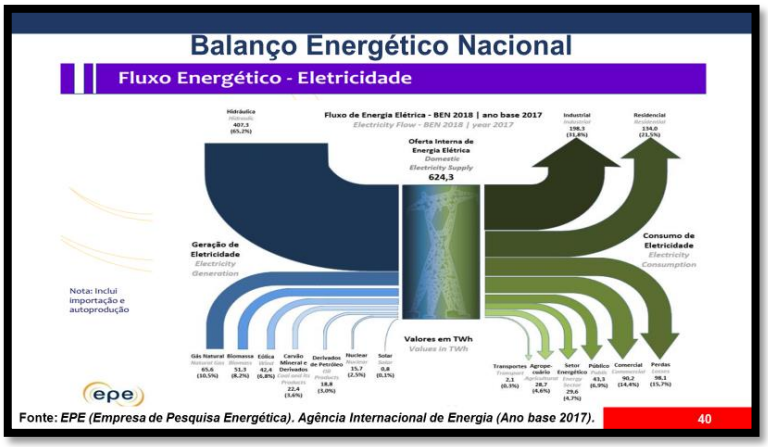
¹ Inclui óleo diesel, GLP, nafta, querosene, gás de coqueria, alcatrão, gás de refinaria, coque de petróleo, dentre outros renováveis e não renováveis.

Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*


Balanço Energético Nacional
Consumo de energia nos transportes - matriz
Gasolina¹ +2,6%
Etanol -0,2%
Produtos substitutos
Óleo diesel +2,7%; biodiesel +2,8%
Gás Natural +8,9%
2017 84,6 Mtep
2016 82,6 Mtep
2,3%
Querosene de aviação 3,9%
Gás natural 2,1%
Outras 0,9%
Etanol 16,4%
Óleo diesel 44,0%
Gasolina 29,4%
Biodiesel 3,3%
Renováveis 20%
Renováveis 20%
2017
2016
epe
¹ Inclui gasolina de aviação
Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).
37

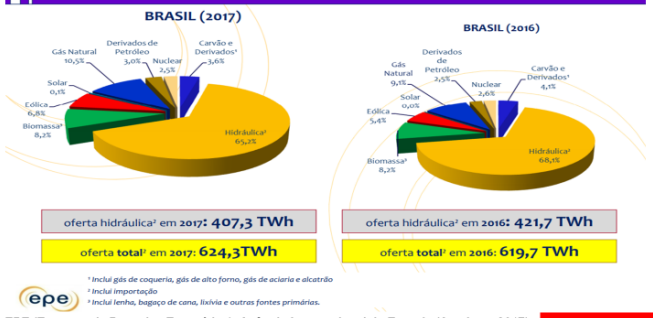

Balanço Energético Nacional
Consumo residencial de energia
Gás natural +6,3%
Eletricidade +0,8%
Lenha +0,8%
GLP +0,5%
Heterogeneidade no perfil de consumo das famílias. Famílias de renda mais alta aumentaram o consumo de fontes modernas (GLP e eletricidade). Por outro lado, famílias de baixa renda, principalmente em áreas rurais, ainda são dependentes de biomassa tradicional.
2017 25,0 Mtep
2016 24,8 Mtep
0,5%
Gás natural 1,5%
Outras fontes¹ 1,4%
GLP 26,5%
Eletricidade 46,1%
Lenha 24,5%
Renováveis 63%
¹ Querosene e carvão vegetal
epe
Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).
38


Balanço Energético Nacional
Fluxo Energético
Fluxo Energético - BEN 2018 | ano base 2017
Energy Flow - BEN 2018 | year 2017
Valores em 10⁶ tep
Values in 10⁶ toe
Oferta
Supply
Oferta Interna Bruta
Gross Domestic Supply
292,1
Consumo
Consumption
Nota: Os percentuais foram calculados com base na Oferta Interna Bruta.
epe
Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).
39


Balanço Energético Nacional
Fluxo Energético - Eletricidade
Fluxo de Energia Elétrica - BEN 2018 | ano base 2017
Electricity Flow - BEN 2018 | year 2017
Oferta Interna de Energia Elétrica
Domestic Electricity Supply
624,3
Geração de Eletricidade
Electricity Generation
Consumo de Eletricidade
Electricity Consumption
Nota: Inclui importação e autoprodução
Valores em TWh
Values in TWh
epe
Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).
40

Balanço Energético Nacional

Matriz Elétrica Brasileira



oferta hidráulica¹ em 2017: 407,3 TWh	oferta hidráulica² em 2016: 421,7 TWh
oferta total² em 2017: 624,3TWh	oferta total² em 2016: 619,7 TWh

¹ Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão
² Inclui importação
³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras fontes primárias.

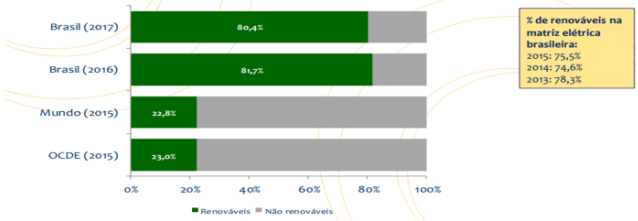
Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

41

Balanço Energético Nacional

Participação de renováveis na matriz elétrica

Recuo da participação de renováveis na matriz elétrica: apesar da queda da geração hidráulica, a energia eólica compensou o avanço da geração térmica a base de gás natural e derivados de petróleo.



% de renováveis na matriz elétrica brasileira:
2015: 75,5%
2014: 74,6%
2013: 78,3%

Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

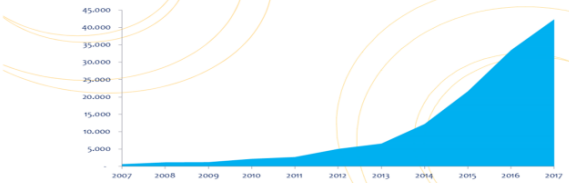
42

Balanço Energético Nacional

Evolução da geração eólica

em GWh

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ 17/16
663	1.183	1.238	2.177	2.705	5.050	6.578	12.210	21.625	33.489	42.373	26,5%



Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

43

Balanço Energético Nacional

Geração termelétrica

- Em 2017, aumento de 6% na geração termelétrica.
  - ➢ Participação no total da geração de energia elétrica¹:

2016	2017
28,4%	29,6%

  - ➢ Participação de cada fonte na geração termelétrica em 2017:

Biomassa²	29,5%
Gás Natural	37,7%
Nuclear	9,1%
Derivados de Petróleo	10,8%
Carvão e Derivados	12,9%

Notas:
¹ Não inclui importação (hidráulica) no total de geração de energia elétrica
² Inclui bagaço de cana-de-açúcar, lixívia, lenha, e outras fontes primárias

Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

44

Emissões na Produção e no uso da Energia no Brasil

Emissões de CO2

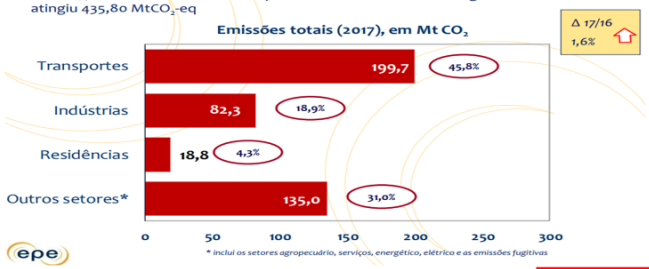
Em 2017, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 435,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Mt CO_2-eq), sendo a maior parte (199,7 Mt CO_2-eq) gerada no setor de transportes.

Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética)*. http://www.epe.gov.br/ 45

Emissões na Produção e no uso da Energia no Brasil

Emissões de CO_2

- Em 2017, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 435,80 MtCO_2-eq



Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).* 46

Emissões na Produção e no uso da Energia no Brasil

Em termos de emissões por habitante, cada brasileiro, produzindo e consumindo energia em 2017, emitiu em média 2,1 t CO_2-eq, ou seja, cerca de 7 vezes menos do que um americano e 3 vezes menos do que emite um europeu ou um chinês de acordo com os últimos dados divulgados pela Agencia Internacional de Energia (IEA em inglês) para o ano de 2015. A intensidade de carbono na economia foi de 0,15 kg CO_2/US$ ppp [2010][1].

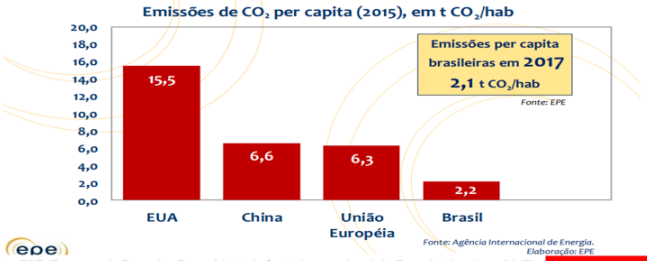
(1) No conceito de paridade do poder de compra

Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).* 47

Emissões na Produção e no uso da Energia no Brasil

Emissões de CO_2 per capita

- Produzindo e consumindo energia, cada brasileiro emite, em média, 7 vezes menos do que um americano e 3 vezes menos do que um europeu ou um chinês.



Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).* 48

Emissões na Produção e no uso da Energia no Brasil

A economia brasileira permanece sendo, em média, 17% menos intensa em carbono que a economia europeia, 50% menos do que a economia americana e 70% menos do que a economia chinesa com base ainda nos dados da IEA de 2015. O setor elétrico brasileiro emitiu, em média, apenas 104,4 kg CO2 para produzir 1 MWh, um índice muito baixo quando se estabelece comparações com países da União, EUA e China.

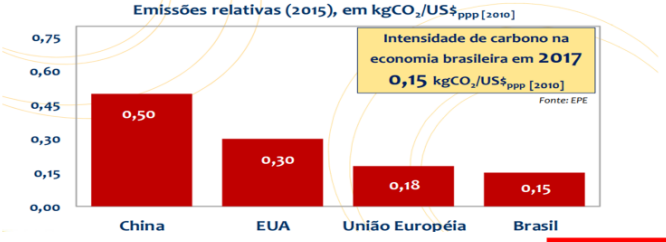
Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

49

Emissões na Produção e no uso da Energia no Brasil

Intensidade de carbono na economia

Para gerar uma unidade de produto, a economia brasileira emite, na produção e consumo de energia, 17% menos que a economia europeia, 50% menos que a economia americana e 70% menos que a economia chinesa.



Fonte: *EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Agência Internacional de Energia (Ano base 2017).*

50

REFERÊNCIAS

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA.
Balanço Energético Nacional – BEN. Rio de Janeiro, 2018.
Disponível em: www.epe.gov.br

Brasil Escola. **O que é energia?** Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-energia.htm>. Acesso em 14 de abril de 2019.

Brasil Escola. **Energia limpa.** Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/energia-limpa.htm>. Acesso em 14 de abril de 2019.

Brasil Escola. **Fontes não renováveis de energia**.
Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/fontes-nao-renovaveis-energia.htm>.
Acesso em 14 de abril de 2019.

Brasil Escola. **Principais riscos da geração de energia nuclear para o meio ambiente**." Disponível em:
<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/principais-riscos-geracao-energia-nuclear-para-meio-ambiente.htm>. Acesso em 14 de abril de 2019.

52

REFERÊNCIAS

Brasil Escola. **Energia Nuclear no Brasil**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/energia-nuclear-no-brasil.htm>. Acesso em 14 de abril de 2019.

Brasil Escola. **Como funciona uma usina nuclear?** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/como-funciona-uma-usina-nuclear.htm>. Acesso em 14 de abril de 2019.

Disponível em: http://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2016/06/brasil-exportara-uranio-enriquecido-pela-primeira-vez-diz-inb.html Acesso: 14 de abril de 2019.

53

UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA

PROFQUI
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

OBRIGADO !

51

ANEXO 3 – RESULTADO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA ELABORADA PELOS ESTUDANTES COM O OBJETIVO DE ENTREVISTAR O PROPRIETÁRIO PRODUTOR RURAL NA FAZENDA PARAÍSO.

1) Qual o valor aproximadamente para a sua construção?

R: R$: 1500,00

2) Quando tempo leva para construir um biodigestor como este?

R:Quatro dias, no 1 dia confeccionas as placas e o fundo, no segundo levanta, terceiro reboca e no quarto monta.

3) Quais as vantagens? Benefícios do uso do biodigestor?

R: O biodigestor tem várias vantagens/ benefícios, o primeiro o uso do gás, com o uso dessa tecnologia a atividade de cozinhar tornou-se mais fácil e econômica. Com o gás gerado pelo biodigestor se economiza todo o gás necessário para preparar os alimentos, o que significa uma economia mensal, já que não se compra mais um botijão.

Outra vantagem e para quem corta lenha porque não vai precisar fazer mais esse serviço. E consequentemente a diminuição do desmatamento para retirada da lenha. O uso desta tecnologia possibilita o aproveitamento das fezes dos animais, mantendo o curral limpo evitando a emissão do gás metano na atmosfera, minimizando o efeito estufa e contribuindo com a sanidade animal, já que um curral limpo diminui os riscos de contaminação com verminoses e moscas.

Outra vantagem é o BIOFERTILIZANTE: É um subproduto depois da decomposição das bactérias anaeróbica.

Após a digestão anaeróbica no interior do biodigestor, o material se transforma em biofertilizante, com alta qualidade para uso agrícola. Trata-se de um adubo orgânico, normalmente isento de agentes causadores de doenças e pragas às plantas, contribuindo com as características químicas, físicas e biológicas do solo e das plantas.

O biofertilizante contribui para estabelecer o teor de húmus no solo, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo. Auxilia no controle de agentes naturais nas culturas;

Produz resistência e estabilidade no solo dando diversidade ao agroecossistema e acrescentando eficiência biológica dando equilíbrio ao mesmo.

4) Existe alguma desvantagem?

R: Sim, mesmo sendo uma tecnologia social o custo de 1500,00 reais, para algumas famílias de agricultores esse custo e elevado.

5) Você incentiva outras pessoas socializando este conhecimento?

R: Sim, porque os benefícios são muitos.

ANEXO 4 – AULA DE CAMPO: VIAGEM A UMA PROPRIEDADE RURAL (PROFESSOR-PESQUISADOR, PROPRIETÁRIO RURAL E ESTUDANTES) – CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Fonte: Próprio Autor, 2019.

ANEXO 5 – RESULTADOS DA CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR NA FAZENDA E O MINIBIODIGESTOR NA ESCOLA

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Fonte: Próprio Autor, 2019.

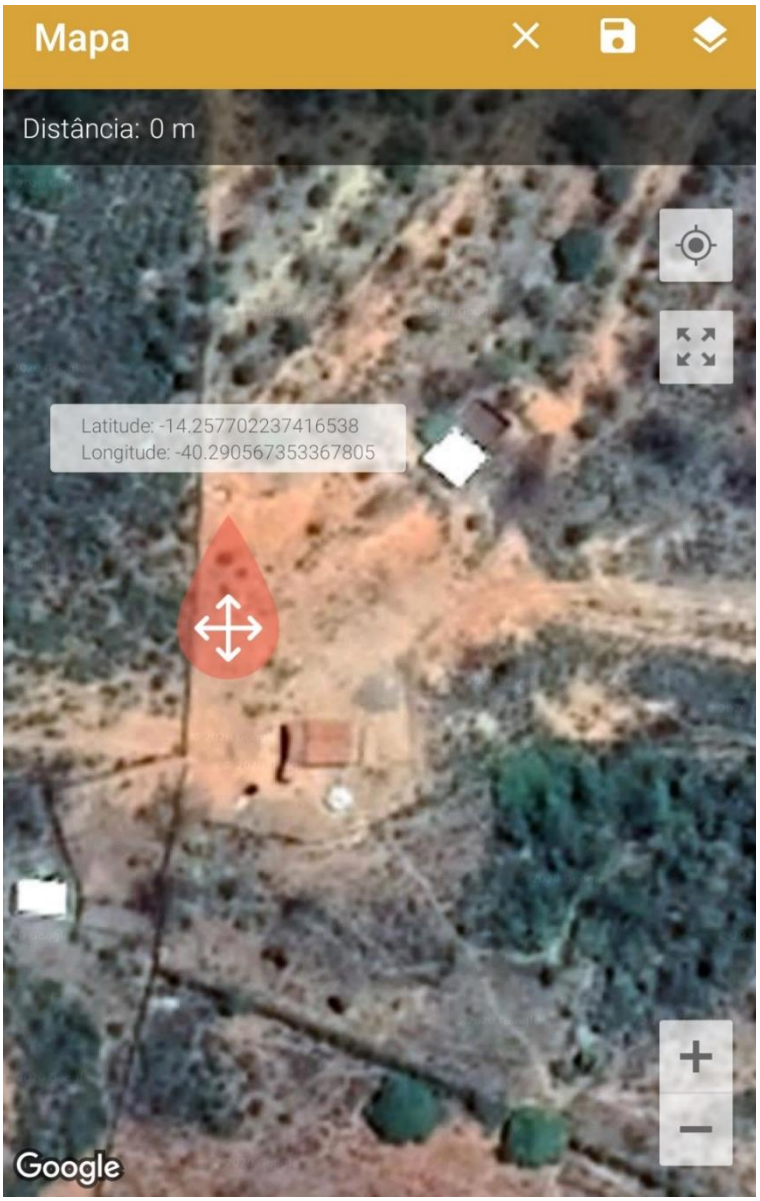
Fonte: Próprio Autor, 2019.

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Fonte: Próprio Autor, 2019.

ANEXO 6 – VISTA AÉREA DA PROPRIEDADE FAZENDA PARAÍSO

Figura 30. Local de construção do biodigestor de cimento.



Fonte: Google. (Aplicativo do smartphone *Fields Area Measure adfree*)