UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA

A UTILIZAÇÃO DE UM MICROBIODIGESTOR COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA

TATIANE DE OLIVEIRA PEREIRA

Dourados, MS
Novembro 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA

A UTILIZAÇÃO DE UM MICROBIODIGESTOR COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA

TATIANE DE OLIVEIRA PEREIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Graduação à Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, para a conclusão do curso de Química.

Orientação: Prof. Me. Ademir de Souza Pereira

Dourados, MS

Novembro 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P436u Pereira, Tatiane de Oliveira.
A utilização de um microbiodigestor como recurso didático no ensino de química. / Tatiane de Oliveira Pereira. – Dourados, MS : UFGD, 2015.
60f.

Orientador: Prof. Me. Ademir de Souza Pereira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Biodigestor. 2. Recurso didático. 3. Contextualização. I. Título.

CDD – 540.7

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA

Aos 13 dias do mês de Novembro do ano de 2015, no horário das 10:00h às 12:00h horas, na sala de reuniões da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FACET) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), foi realizada a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso da aluna TATIANE DE OLIVEIRA PEREIRA, intitulado A UTILIZAÇÃO DE UM MICROBIODIGESTOR COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA. A Banca Examinadora, composta pelos professores, Prof. Me. Ademir de Souza Pereira (orientador/presidente), Profa. Ma. Adriana Marques de Oliveira e Prof. Fernando Fernandes Rodrigues, após avaliação e deliberação, considerou o trabalho: [X] aprovado; [ ] reprovado.

Eu, presidente da banca, lavrei a presente ata que segue assinada por mim e demais membros:

Prof. Me. Ademir de Souza Pereira – UFGD - Orientador/Presidente

Adriana Marques de Oliveira

Profa. Ma. Adriana Marques de Oliveira - UFGD

Fernando Fernandes Rodrigues

Prof. Fernando Fernandes Rodrigues – SED/MS

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Maria e Antonio, a minha irmã Tatiele e ao meu namorado Augusto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a vida, por sempre me dar forças a acordar todos os dias e lutar para não desistir dos meus sonhos. Agradeço a Nossa Senhora por ter me guiado e intercedido por mim para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço também a minha família, em especial aos meus pais por terem lutado e trabalhado incansavelmente todos os dias, não permitindo que eu desistisse dos estudos mesmo diante de todas as dificuldades. Não há palavras que possam descrever o quanto sou grata a vocês por tudo.

Agradeço também a alguém que foi muito importante e que foi uma das pessoas que mais me apoiaram e não me deixou desanimar, Augusto Silva Sampaio obrigada pelo carinho, amor e paciência. Aos meus amigos que também depositaram em mim apoio e admiração.

E agradeço ao meu orientador pelo incentivo, paciência e orientação, pois seu apoio e conhecimento foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa desenvolvida com alunos de segundo ano do ensino médio de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, com o objetivo de utilizar um microbiodigestor como recurso didático no ensino de química e verificar se o mesmo possui potencial para mediar a aprendizagem. A sequência didática foi desenvolvida com a participação de 106 alunos do segundo ano do ensino médio do período matutino e noturno em uma escola da rede estadual de ensino e foi permeada pela perspectiva CTS. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram um questionário, observação dos alunos e produção dos microbiodigestores realizado pelos alunos, e para análise dos dados foi utilizado o método de análise textual discursiva. Os alunos demonstram compreensão de que a produção de biogás poderia contribuir para preservação do meio ambiente, além da importância de utilizar recursos alternativos para produção de energia e que o substrato (biomassa) também pode ter uma aplicação efetiva nos solos como biofertlizante. Foi evidenciado que o microbiodigestor apresenta grande potencial para ser um recurso didático em que conteúdos de química podem ser abordados contextualizando-os ao dia-a-dia dos alunos.

Palavras-chave: Biodigestor; recurso didático; contextualização.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 7

2. OBJETIVOS 10

2.1. OBJETIVO GERAL 10

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10

3. ASPECTOS TEÓRICOS DA PESQUISA 11

3.1. REFERENCIAL TEÓRICO 13

3.1.1 Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade 13

3.1.2 Tomada de Decisão 14

3.2. REVISÃO DA LITERATURA 16

3.2.1. Biodigestor 16

3.2.2. Microbiodigestor Aplicado ao Ensino 17

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS 23

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 23

4.2. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA 23

4.3. ATIVIDADES 24

4.3.1. Aula Temática 24

4.3.2. Análise e Construção de um microbiodigestor 25

4.3.3. Análise Textual Discursiva 26

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 27

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 27

5.2. ANÁLISE DOS GRÁFICOS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS 27

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 44

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

Apêndice A 50

Apêndice B 53

Apêndice C 59

1. INTRODUÇÃO

"As fontes de energias renováveis, como a biomassa, têm papel fundamental no contexto energético, ambiental e socioeconômico" Demirbas (2008 apud GUEDES et al., 2010, p. 781).

Logo, a necessidade de novos meios para a produção de energia limpa é cada vez mais explorada. E atualmente, para que melhor a sociedade se conscientize desta preocupação, uma alternativa é inserir como tema em contexto educacional as energias renováveis nas disciplinas do ensino médio como a química. Pode-se articular os conceitos químicos com os problemas ambientais e possíveis soluções para estes problemas. A produção de um microbiodigestor, pode alavancar ideias, conceitos, opiniões que ajudem os alunos a se preocuparem com o meio ambiente e o futuro energético do país.

Em 1850, a biomassa era responsável por 85% do consumo da energia mundial e antes disso, era praticamente a única forma de energia utilizada pelo homem, além da força dos ventos (para a navegação), animais domesticados (na agricultura) e pequenas quantidades de carvão para aquecimento residencial (GOLDEMBERG, 2009, p. 582). E a pouco mais de 100 anos a biomassa começou a perder lugar para a produção de energia através do carvão, em seguida, com o crescimento contínuo do petróleo e do gás natural, a utilização da biomassa foi se reduzindo cada vez mais, apenas para uso domiciliar em regiões agrícolas (CORTEZ; LORA; GÓMEZ, 2008, p. 15).

Porém, nos dias atuais, de modo geral, a maioria dos países, sejam desenvolvidos ou não, estão desenvolvendo ações para que as energias renováveis tenham significativa participação em suas matrizes energéticas. Pois há a necessidade de redução do uso de derivados do petróleo e, consequentemente, a dependência energética desses países em relação aos países exportadores de petróleo. Além disso, a redução no consumo dos derivados do petróleo também diminui a emissão de gases promotores do efeito estufa (CORTEZ; LORA; GÓMEZ, 2008, p. 15).

Segundo Vichi (2009, p. 764) "os biocombustíveis são combustíveis renováveis derivados de matéria-prima biológica e incluem o bioetanol, ou simplesmente etanol, o biodiesel, o biogás (metano)". O biodigestor anaeróbico é um

processo microbiológico onde vários microorganismos na ausência de oxigênio, atuam na transformação da matéria orgânica, passando de moléculas mais complexas para aquelas com estruturas mais simples. O resultado da biodigestão anaeróbica destes elementos, têm-se a produção de biogás (SILVA, et al., 2012, p. 35). E ainda Segundo Goldemberg (2009, p. 584) “essa forma de energia de biomassa não só substitui a combustão de combustíveis fósseis, mas reduz as emissões de metano, um gás de efeito-estufa mais potente do que o dióxido de carbono”.

Para tentar abranger essa situação que direta ou indiretamente atinge a sociedade, há pesquisadores em busca de utilizar o biodigestor como uma ferramenta importante no aprendizado. No projeto desenvolvido por Reis (2009), a proposta didático-metodológica se baseou no desenvolvimento e estudo de um Digestor Anaeróbico (DA) desenvolvendo conceitos relativos ao estudo dos gases. Neste caso o desenvolvimento do DA e o estudo dos fenômenos nele envolvidos podem permitir desenvolver nos alunos a capacidade de refletir de forma crítica e imaginativa, tornando as aulas mais dinâmicas e assim articular o processo de ensino/aprendizagem.

A queima dos gases que escapam da válvula é utilizada com indicativo da produção de gás, formado basicamente de metano e gás carbônico. A altura inicial de RC foi marcada no início do experimento, e o seu deslocamento vertical, devido a expansão volumétrica causada pelo aumento da massa de gás foi acompanhado diariamente durante oito dias.

É observável que o professor de Química tem dificuldades em contextualizar os conteúdos da disciplina e ainda, de utilizar recursos alternativos para a explicação de conceitos químicos sendo apenas citados exemplos do cotidiano sem uma articulação entre conceitos químicos e cotidiano. Como é descrito a seguir:

> Uma prática pedagógica baseada na utilização de fatos do dia-a-dia para ensinar conteúdos científicos pode caracterizar o cotidiano em um papel secundário, ou seja, este servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos químicos (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 85).

Atualmente os problemas ambientais, os problemas políticos, econômicos e sociais são refletidos no dia-a-dia de cada cidadão, logo, em sala de aula há a necessidade de conciliar conteúdos didáticos com situações-problemas vividos em

meio a sociedade. Percebe-se aí, as dificuldades encontradas principalmente nos professores de química, como abordar em sala de aula problemas do cotidiano com os conceitos químicos.

Inserir um conteúdo em sala de aula de modo que a realidade dos alunos e os processos do seu cotidiano estejam presentes durante o desenvolvimento de atividades e ainda, verificar que através da contextualização pode haver aprendizagem e formação de cidadãos atentos e críticos aos fatos, é um modo de extinguir com o ensino metódico em que se restringe somente ao livro, ao giz e ao quadro. Logo, o que se busca neste trabalho é a utilização do tema biodigestor para contextualizar conceitos químicos, contribuições para a sociedade e como o material didático utilizado influenciou no aprendizado dos alunos quanto ao tema abordado.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Investigar a potencialidade de um biodigestor como ferramenta mediadora da aprendizagem.
- Trabalhar a temática (biodigestor) em sala de aula, de forma a ser utilizado como uma ferramenta mediadora da aprendizagem.

2.2. Objetivos específicos

- Utilizar um microbiodigestor, no contexto educacional como proposta de ensino de conceitos químicos e relacionar ao contexto ambiental.
- Verificar se a utilização do material didático (microbiodigestor), poderá auxiliar na construção da formação de opiniões.

3. ASPECTOS TEÓRICOS DA PESQUISA

Como aspecto teórico da pesquisa foi utilizada a contextualização envolvendo os conceitos químicos relacionados ao funcionamento do biodigestor e que benefícios este pode trazer a sociedade.

A ideia de contextualização surgiu com a reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB-9.394/97) que orienta a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano (ALMEIDA, 2008). Ainda segundo os autores sobre a ideia de contextualização: “Originou-se nas diretrizes que estão definidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os quais visam um ensino de química centrado na interface entre informação cientifica e contexto social” (ALMEIDA et al., 2008, p. 2).

A contextualização de conteúdo nas aulas com os alunos de acordo com os PCNEM, significa primeiramente assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. A contextualização é apresentada como recurso em que se busca dar um novo significado ao conhecimento escolar (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 86).

Ou seja, os alunos têm a oportunidade de sair da condição de espectadores passivos em que o professor fala e eles apenas recebem a informação sem ocorrer a interação, e além disso, associam a aprendizagem significativa com experiências do cotidiano.

A contextualização não deve ser usada somente como uma frase ao término da explicação de um conteúdo e simplesmente ser só mencionada para se dizer que utilizou a contextualização. Deve ser usada como um recurso a fim de contribuir para a aquisição de conhecimentos, de modo que os alunos possam aprender o conteúdo aplicado a contextualização.

Santos e Mortimer (1999) realizaram um dos primeiros trabalhos sobre a contextualização no ensino de química segundo Wartha, Silva e Bejarano (2013). Em que os autores analisaram as concepções de um grupo de professores de química sobre o conceito contextualização no ensino de química e verificaram três entendimentos sobre isto, como é mostrado a seguir:

> Identificaram três diferentes entendimentos: i) contextualização como estratégia para facilitar a aprendizagem; ii) como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno; e iii) como desenvolvimento de

> atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico. Os autores apontaram que grande parte dos professores pesquisados entende a contextualização como uma descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 87).

É interessante a realização da prática sendo ela mais contextualizada, conforme é dito por Almeida et al. (2008, p. 2):

> Se faz necessário a prática de um ensino mais contextualizado, onde se pretende relacionar os conteúdos de química com o cotidiano dos meninos e das meninas, respeitando as diversidades de cada um, visando a formação do cidadão e o exercício de seu senso crítico.

Dessa forma, é possível tornar o ambiente de aprendizagem um meio no qual o aluno possa perceber que o conteúdo de química está relacionado com o seu cotidiano.

3.1. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1.1 Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade

Desde a década de 70, tem se manifestado um movimento nominado pela sigla CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que surgiu pela necessidade de envolver as escolas em discussões, questionamentos e críticas com relação ao desenvolvimento científico-tecnológico. "[...] Tem sido base para construir currículos em vários países, em especial os de ciências, dando prioridade a uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social" (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 74).

Roberts (1991) apud Santos e Mortimer (2002) traz em seu trabalho aspectos referentes ao enfoque CTS, o que é dito pelo autor:

> Refere-se as ênfases curriculares "Ciência no contexto social" e "CTS" como aquelas que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (ROBERTS, 1991 apud SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 3).

Logo, o CTS surge para abranger em sala de aula assuntos do mundo científico-tecnológico de modo a desenvolver nos estudantes pensamentos e atitudes críticas para que estes sendo cidadãos, sejam capazes de argumentar e atuar diante uma problemática científica e tecnológica, sendo assuntos que podem ser prejudiciais a sociedade.

Como é ressaltado por Pinheiro; Silveira e Bazzo (2007):

> Desde que se iniciou, há mais de trinta anos, um dos principais campos de investigação e ação social do movimento CTS tem sido o educativo. Nesse campo de investigação, que comumente chamamos de "enfoque CTS no contexto educativo", percebemos que ele traz a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar ciência e tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social (PINHEIRO; SILVEIRA e BAZZO, 2007, p. 74).

O professor é chamado a atuar diferente em sala de aula, ou seja, desafiar o ensino metódico e tradicionalista em que ele é o transmissor do conhecimento científico e o aluno recebe as informações mas este não é capaz de questionar e de expressar sua opinião sobre determinado assunto. Ao se planejar as aulas com enfoque em CTS, o professor estará dando e recendo a oportunidade de um aprendizado relevante.

Segundo Medina e Sanmartín (1990) apud Pinheiro; Silveira e Bazzo (2007)

para incluir o enfoque CTS no contexto educacional é importante seguir alguns objetivos que são apontados como:

> 1) Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade. 2) Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático – assim como sua distribuição social entre "os que pensam" e "os que executam" – que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral da vocacional. 3) Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação. 4) Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica. (MEDINA e SANMARTÍN 1990, apud PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p.74)

O ensino com enfoque CTS oferece condições para desenvolver estratégias de ensino estruturadas e organizadas a fim de promover habilidades nos alunos utilizando da contextualização de temas sociais. Segundo Pinheiro; Silveira e Bazzo (2007, p. 80):

> As propostas para o ensino do cidadão precisam levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, o que pode ser feito mediante a contextualização dos temas sociais, na qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema que o tema apresenta, mesmo antes de ser discutido do ponto de vista do conhecimento (Matemática, Física, Química, Biologia etc). Trabalhar com os alunos nesse sentido não se restringe a uma simples adequação de fatos descontextualizados da realidade, mas implica a redefinição de temas sociais próprios ao contexto nacional, local, ou adaptados a problemática brasileira.

Como é descrito pelos autores, é necessário levar em consideração durante a problemática proposta, o que os alunos já sabem a respeito do tema proposto para que a partir daí o professor seja o intermediário das discussões em aula e a partir das discussões sobre o tema possa trabalhar os conceitos químicos relacionados ao tema.

3.1.2 Tomada de Decisão

O processo de tomada de decisão é o caminho que cada pessoa faz para escolher algo. Conforme Kortland apud Santos e Mortimer (2001, p. 98) afirma que "tomada de decisão pode ser compreendida como a maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas a questões pessoais ou públicas) os quais requerem um julgamento em termos de seus valores".

Pérez e Carvalho (2012) descrevem que a tomada de decisão abrange em relação ao ensino de ciências:

> A tomada de decisão no ensino de ciências abrange o desenvolvimento de habilidades dos estudantes para realizarem suas próprias escolhas e a consideração da cultura dos estudantes, que influencia a forma como eles tomam suas próprias decisões (PÉREZ; CARVALHO, 2012, p. 730).

O que influencia o processo de tomada de decisão em sala de aula é a instauração de QSCs (Questões Sócio-Científicas) em que questões problemáticas em meio a sociedade causam discussões, críticas e opiniões divergentes a seu respeito. Como é colocado segundo ABD-EL-KHALIK apud Pérez e Carvalho (2012, p. 730) sobre as QSCs e tomada de decisão, em que:

> As controvérsias envolvidas nas discussões públicas sobre QSCs exigem a formação de cidadãos dotados de conhecimentos e capacidades para avaliar responsavelmente problemas científicos e tecnológicos na sociedade atual [...].

Neste sentido, os alunos devem ter argumentos suficientes para discutir uma QSC e assim fazer sua tomada de decisão.

Ainda como discute Santos e Schnetzler (1996) sobre a tomada de decisão envolvendo o posicionamento dos alunos diante um tema abrangente, em que os autores mencionam a importância de trabalhar no ensino de química a tomada de decisão:

> Os temas químicos permitem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas a cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 30).

Como visto, é necessário haver mudanças na prática pedagógica, para que o professor consiga inserir um tema com aspecto social e o relacione com fundamentação durante a aula, deixando de lado o ensino tradicional em que o mais importante é que o aluno aprenda a Química e não a ser um cidadão. Expondo situações-problemas para os alunos, estará colocando-os a refletir sobre suas ações e terão que se posicionar diante isso, e ainda, mostrando a eles a relevância dos conceitos químicos no processo envolvido.

3.2. REVISÃO DA LITERATURA

3.2.1. Biodigestor

Biodigestor é uma câmara fechada em que é depositado o material orgânico e ocorre o processo de digestão anaeróbia. Em solução aquosa o material orgânico se decompõe gerando o biogás (NISHIMURA, 2009, p. 17).

A produção de biogás ocorre através da ação de bactérias, como é dito por alguns autores: "O biogás é gerado por meio da mistura gasosa, resultante da fermentação anaeróbia da matéria orgânica, proporcionada por certas bactérias anaeróbias, denominadas de bactérias metanogênicas" (ZANANDRÉA, 2010 apud BARBOSA; LANGER, 2011, p. 90-91).

O biodigestor apresenta diversas aplicações, principalmente no âmbito rural, oferecendo melhor qualidade de vida e aumentando o emprego no campo com criação de novas possibilidades (NEVES, 2010). O biogás produzido pode ter aplicação como gerador de energia elétrica ou térmica, para funcionamento de motores movidos a combustão, entre outras utilidades, além de haver aplicação do biofertilizante produzido para uso em lavouras como adubo.

Há impactos relevantes na sociedade pelo uso do biodigestor, como é dito por Barbosa e Langer (2011, p. 87):

> O uso de energias renováveis é uma alternativa tecnológica capaz de gerar ótimos resultados, melhorando a gestão dos recursos econômicos da propriedade, reduzindo problemas ambientais pelos resíduos orgânicos e evitando problemas a saúde humana em razão da contaminação do meio ambiente, além de contribuir para a estabilização dos níveis de consumo dos recursos naturais e solucionar o problema de abastecimento energético mundial.

Ainda como descreve Barbosa e Langer (2011, p. 91): "A composição do biogás varia de acordo com o tipo e a quantidade da biomassa que é colocada dentro do biodigestor, os fatores climáticos e o tamanho deste". Logo, diversos fatores influenciam para maior ou menor quantidade de biogás dependendo da matéria orgânica que tenha nutrientes favoráveis para a alimentação e ação das bactérias anaeróbicas, além da temperatura que o biodigestor estará atuando em que o ideal é de 20 e 45°C (BARBOSA e LANGER, 2011, p. 91).

Existe uma outra forma de aproveitamento do biogás, pois com a queima de gás metano há a possibilidade de conversão de dióxido de carbono (CO_2) em créditos de carbono. Segundo Barbieri (2004, apud NEVES, 2010, p. 51) "essa

queima gera o direito de certificados de reduções de emissões (RCEs), e é um título negociável no mercado de carbono mundial". Logo, os produtores rurais que investem em biodigestores para diminuírem resíduos orgânicos (principalmente usando dejetos dos animais), ainda têm a ganhar com os créditos de carbono.

3.2.2. Microbiodigestor Aplicado ao Ensino

O microbiodigestor é um modelo de protótipo do biodigestor, ou seja, um biodigestor construído em menor escala que pode ser utilizado para pequena produção de biogás que pode ser utilizado para uso didático. O microbiodigestor pode ser construído com diversos materiais inclusive com materiais de menor custo e de fácil acesso, tornando o microbiodigestor um recurso didático alternativo atrativo e interessante quanto ao contexto que pode ser inserido em sala de aula.

Autores como Souza e Miranda (2012); e Souza e Martins (2011) trabalharam com microbiodigestores em sala de aula, mostrando que é possível utilizar este como recurso didático de forma positiva para a aprendizagem.

Souza e Miranda (2012) trabalharam com 22 alunos de 5° e 9° ano de uma escola municipal no distrito de Duque de Caxias. Antes de irem para a sala de aula testaram vários modelos de protótipos de biodigestores, ao avaliarem quais teriam baixo custo, fácil confecção e manuseio, que não apresentasse perigo aos alunos e que pudessem ser usados em sala de aula. Além disso, optaram por materiais transparentes para que fosse possível a observação da matéria orgânica (que seria utilizada como biomassa) e de fenômenos que ocorreriam durante o processo de biodigestão anaeróbica.

Os autores descrevem que o modelo escolhido foi feito com garrafas PET de 3 L e com os seguintes materiais: cola de silicone, fita adesiva larga, válvulas de aço de ¾'' e tubo de PVC de ¾'' com 29 cm e 50 cm conduite de ¾''. O protótipo foi abastecido com aproximadamente 1,5 kg de biomassa que foram descritas como itens alimentares: casca de abóbora, folhas de alface, arroz e pequenos pedaços de carne, além de 1,3 litros de água. Para o teste de produção de biogás os autores mencionam a utilização de um dreno que foi feito através de um tubo ou mangueira em que uma extremidade é ligada ao protótipo e a outra extremidade é mergulhada em uma outra garrafa com água. Verificando que após a abertura da válvula do protótipo o gás borbulhou dentro da garrafa que continha apenas água, sugerindo a

presença do biogás.

O motivo pelo qual os autores escolheram alunos do 5° e 9° ano foi a hipótese de que esses alunos têm pouco domínio sobre a temática ambiental, mencionam que os alunos são influenciados principalmente, pelos meios de comunicação e através das aulas de Ciências e Geografia, além disso, o que foi relevante para a escolha a estrutura do ensino fundamental. Como é dito pelos autores:

> O 5° ano de escolaridade é a última fase do primeiro segmento do Ensino Fundamental e as disciplinas são ministradas por apenas um professor. Já os alunos do 9° ano, tem um professor para cada disciplina e cursam o último ano do segundo segmento do Ensino Fundamental. (SOUZA; MIRANDA, 2012, p. 55)

Os alunos receberam um questionário com cinco questões abertas, que tinha como objetivo identificar se era familiar para eles os seguintes conceitos: biodigestores, biofertilizantes, aquecimento global, sustentabilidade e biogás (SOUZA; MIRANDA, 2012, p. 55-56). Foram identificados pelos autores dificuldades dos alunos do 5° ano, pois apresentaram pouco domínio na leitura e os alunos do 9° ano apresentaram também desconhecimento conceitual. Após a análise do questionário, realizaram um segundo encontro para discussão dos significados (conceitos) das palavras com os alunos. Em um terceiro encontro foi discutido sobre a construção de um biodigestor, seu funcionamento e utilização, além de um debate sobre a importância dos biodigestores para o tratamento de resíduos orgânicos e o aproveitamento do biogás no aterro sanitário de Gramacho.

Os autores consideram que “o protótipo do biodigestor surge como um experimento para questionamentos que não exigem respostas prontas, mas ganha significado com a participação da Educação Ambiental inserida nas disciplinas e no cotidiano das relações sociais que se estabelecem na escola [...]” (SOUZA; MIRANDA, 2012, p. 58). Assim, em seu trabalho concluem que:

> A aplicação do questionário causou indagações sobre a ausência da interdisciplinaridade no processo ensino-aprendizagem [...] o processo de apresentação do protótipo do biodigestor foi fundamental para divulgar um experimento científico capaz de despertar a curiosidade acerca de temas ambientais ausentes da escola e da sociedade (SOUZA; MIRANDA, 2012, p. 58).

Outros autores também realizaram trabalhos utilizando o biodigestor em sala de aula como é o caso de Souza e Martins (2011). Os autores relatam o desenvolvimento de uma investigação utilizando o tema “biogás como fonte alternativa de energia” com alunos de 2° ano do ensino médio. O objetivo do

trabalho foi “levar os alunos a investigarem o uso de fontes alternativas de energia e a refletirem sobre questões ambientais de maneira crítica e atuante” (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 20).

Sobre a ação dos estudantes, os autores descrevem como:

> Os estudantes foram engajados na resolução de um problema científico, propuseram hipóteses, planejaram e executaram experimentos sob a supervisão de um pesquisador mais experiente, analisaram dados e elaboraram suas próprias conclusões, as quais foram comunicadas a comunidade escolar por meio de painéis e exposição oral. (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 20).

Os autores alegam terem escolhido alunos do 2° ano do ensino médio para desenvolverem o projeto por causa dos assuntos que compõem o currículo desta série da escola e que se relacionam ao tema. Assuntos como fermentação, medidas de pH, poder calorífico de diferentes combustíveis e a influência da temperatura na velocidade das reações químicas.

A turma foi dividida em dois grupos, mas os autores mencionam que para o artigo, considerou-se apenas um relato da ação desenvolvida, que foi com o segundo grupo. Os alunos “pesquisaram o funcionamento de um biodigestor simples, a possibilidade de reproduzi-lo em escala de laboratório e sua viabilidade como forma de produção de energia a baixos custos econômicos e ambiental” (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 21). Segundo os autores, o projeto contou ainda com a colaboração de dois pesquisadores do Grupo de Pesquisa em Educação Química da Universidade de São Paulo (GEPEQ) em que durante seis semanas foram desenvolvidas atividades de caráter formativo com os alunos.

Neste projeto apresentado foram montados dois microbiodigestores que funcionavam em bateladas, em garrafas plásticas de 5 L. a alimentação do microbiodigestor 1 e do microbiodigestor 2 é descrita pelos autores:

> O Biodigestor 1 foi alimentado com esterco bovino – coletado por um dos pesquisadores do GEPEQ em uma pequena propriedade rural na região metropolitana de São Paulo – e restos de frutas – trazidos pelos próprios estudantes – na proporção de 1:3. O Biodigestor 2 foi alimentado na proporção de 3:1. O gás produzido nos biodigestores foi coletado em garrafas PET de 2 L, previamente graduadas pelos estudantes. Em cada biodigestor, havia dois sistemas de coleta de gás, sendo que em um deles o gás era coletado sob água de cal, solução saturada de hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_2$, e no outro apenas em água (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 21).

Segundo os autores, a coleta do gás em água de cal tinha como objetivo obter um biogás com um teor maior de metano, pois se esperava que parte do

“dióxido de carbono formado no processo de fermentação interagisse com a solução, ocorrendo a formação de carbonato de cálcio”. (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 22).

Como é descrito por eles a ação dos estudantes para acompanhamento do processo:

> Cada grupo dos estudantes se dividiu em duplas para se revezarem no acompanhamento do processo de produção do biogás nos dois biodigestores, fazendo medições de pH do inóculo, temperatura e volume do gás produzido sob diferentes condições experimentais (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 22).

Os autores citam que os dados foram registrados em planilhas elaboradas pelos pesquisadores e que foram discutidos nos encontros semanais. Os resultados obtidos ao término do projeto, segundo eles, foram apresentados a comunidade escolar na Feira de Ciências da escola.

De forma conclusiva, os autores descrevem o projeto, conforme a seguir:

> Como proposta de ensino, esse projeto possibilitou aos estudantes vivenciarem uma atividade de investigação científica em todas as suas etapas, o que os levou tanto a reconhecer o papel da experimentação na construção de conhecimentos tecnológicos e científicos, quanto a atribuir maior valor as atividades experimentais como estratégia didática (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 24).

Observa-se que os dois trabalhos realizados sejam com alunos do ensino fundamental ou seja com alunos do ensino médio, mostram (mesmo que de métodos diferentes) que é possível o professor de química utilizar o biodigestor como instrumento didático para a construção do aprendizado.

Autores como Reis (2009) têm elaborado projetos afim de auxiliar o professor de química a facilitar a assimilação dos alunos quanto aos assuntos abordados sobre o meio ambiente.

Os materiais utilizados para a confecção do DA foram adquiridos em lojas de materiais de construção e lojas de variedades domésticas: Cimento cola tipo epóxi, Cano e tampa de 150, 100 e 75 mm, Regador de ferro, Válvula de fecho rápido, Fita veda rosca e Cola de cano.

O material para fermentação (biomassa), utilizou-se fezes de animais e água. O autor descreve a montagem do DA:

> Uma das extremidades de cada cano foi vedada com sua respectiva tampa, utilizando-se cola de cano. O cano de 75 mm foi utilizado como recipiente de biomassa (RB), ou seja, recipiente onde ocorre fermentação e produção de gás. O cano de 100 mm foi utilizado para vedar a extremidade aberta do RB. Ele tem por função coletar os gases liberados pela fermentação. Adaptar o recipiente de coleta (RC). Sobre RB não é suficiente para vedar e

> impedir que os gases produzidos escapem para o ambiente (REIS, 2009, p. 265-266).

Então, ainda como é descrito sobre o funcionamento do DA:

> A vedação adequada é conseguida mergulhando-se o conjunto em um recipiente de vedação (RV) formado com o cano de 150 mm contendo água para selagem das saídas de gás de RC. Observa-se que com a montagem realizada, RC pode se deslocar facilmente para cima, aumentando o volume de coleta, a medida que o acúmulo de gás fizer a pressão interna aumentar. Esse deslocamento é utilizado para indicar a quantidade de gás produzida no experimento. Também RB é preenchido com biomassa até que o seu peso contrabalanceie o empuxo causado pelo deslocamento da água de selagem. Uma válvula de fecho rápido foi adaptada a tampa de RC para permitir a saída dos gases produzidos (REIS, 2009, p. 266).

O autor apresentou o resultado das medições realizadas durante o período de observação do DA, verificando-se que os deslocamentos de RC são adequados para o nível de produção de gás. Todo o procedimento executado pelo autor juntamente com os alunos, buscou-se contextualizar o assunto através da apresentação do instrumento e do seu funcionamento a fim de complementar o conteúdo teórico “Estudo dos Gases” já visto em sala de aula.

Abaixo são apresentadas imagens e uma ilustração referentes as partes de um microbiodigestor:

Figura 01: Vista do microbiodigestor.

Figura 02: Microbiodigestor pronto para uso.

Figura 03: vista interna superior do microbiodigestor.

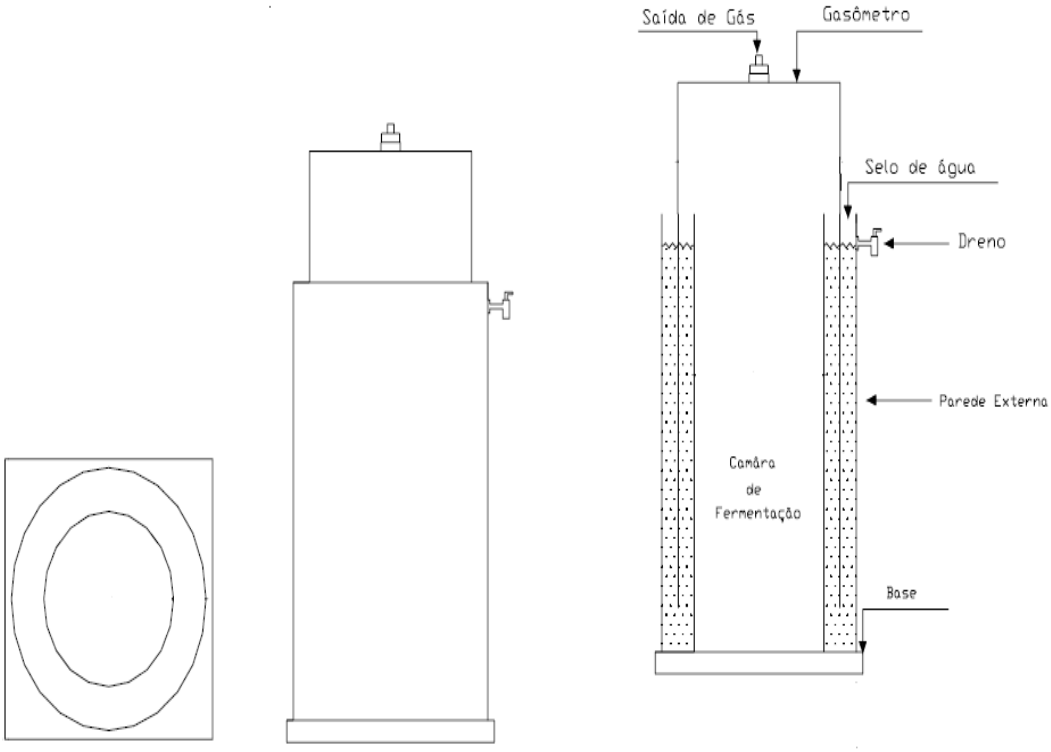


Figura 04: Desenho explicativo das partes do microbiodigestor.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O trabalho foi realizado com os alunos da escola Menodora Fialho de Figueiredo, da rede estadual de ensino de Dourados-MS que cursavam o segundo ano do ensino médio da escola. O tempo de realização da atividade foi de duas aulas de 50 minutos para cada turma, em que foi realizada uma aula temática que teve o objetivo de trabalhar conceitos químicos envolvidos no funcionamento do biodigestor e sua importância para a sociedade. Em seguida foi apresentada a proposta de análise de um microbiodigestor de PVC, também a construção de um gráfico referente a análise realizada e posteriormente a proposta de execução dos seus próprios microbiodigestores no prazo de duas semanas, por fim como fechamento da atividade foi aplicado um questionário referente a toda atividade efetuada. O trabalho foi desenvolvido num total de 6 turmas do período matutino e noturno.

A faixa etária dos estudantes era de 16 a 18 anos. Sendo a escola de região central, havia estudantes de diversas regiões da cidade mas principalmente de bairros próximos a escola. Já no início das atividades os alunos de ambos períodos se mostraram curiosos mas também receosos por se tratar de um recurso que utiliza restos de comida e dejetos de animais (resíduos orgânicos) porém, ao decorrer das atividades os alunos se comportaram de modo a demonstrar interesse em participar com exceção de alguns que por já estarem aprovados na disciplina não se mostraram muito interessados. Foi observado durante e após a produção dos microbiodigestores que os alunos de modo geral se empenharam e pensaram como construí-los e o que fazer para funcionarem. Ainda foi observado que os alunos do período noturno corresponderam satisfatoriamente tanto quanto os alunos do período matutino em todas as etapas de atividades, uma vez que é reconhecido que esses alunos em sua maioria são trabalhadores e possuem pouco tempo para dedicação das atividades escolares.

4.2. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

“A pesquisa qualitativa costuma ser direcionada, ao longo de seu desenvolvimento; além disso, não busca enumerar ou medir os eventos e, geralmente, não emprega instrumental estatístico para análise dos dados” (NEVES,

1996, p. 1). Os objetivos da pesquisa qualitativa envolvem a observação, a descrição, a compreensão e o significado.

Godoy (1995, p. 62) descreve um conjunto de características essenciais que identificam uma pesquisa qualitativa, sendo:

1) O ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental;
2) A pesquisa qualitativa é de caráter descritivo;
3) O significado que as pessoas dão as coisas e a sua vida são a preocupação do investigador;
4) Utilização do enfoque indutivo para análise dos dados.

4.3. ATIVIDADES

4.3.1. Aula Temática

Na aula expositiva foi realizada uma explicação sobre biodigestores, sua importância ambiental, social e econômica e ao final foi realizado uma proposta de atividade aos alunos. Neste proposta, foram apresentados alguns modelos de microbiodigestores e a partir disso deveriam proporem seus protótipos.

Os conteúdos químicos abordados, na aula temática, foram os conceitos de reações de combustão, reação de decomposição, entalpia e gases, que contextualizou os conceitos químicos e o biodigestor, com a finalidade de verificar se o biodigestor (como recurso didático).

Esta atividade ocorreu no horário de aula dos alunos do período matutino e noturno. A atividade teve por objetivo explicar aos alunos o que é biodigestor, apresentar em slides suas funções e contextualizar o tema com os conceitos químicos propostos.

Os tópicos abordados serão:

- O que é bioenergia e exemplos
- O que é um biodigestor?
- O que é o biogás
- Produção de biogás e o crédito de carbono
- Processo do biodigestor (hidrólise, acidogênese e metanogênese)
- Utilizações do biodigestor e seus principais benefícios

- Conceitos químicos relacionados ao biodigestor (reação de decomposição, reação de combustão, entalpia e gases)
- Fatores que afetam a produção de biogás
- Substratos utilizados como biomassa e locais propícios para a construção de biodigestor
- Proposta da construção de um micro biodigestor.

Buscou-se neste trabalho proporcionar aos alunos a explicação de conceitos químicos relacionados ao biodigestor, de modo a verificar se este é um material didático com potencial para a contextualização dos referidos conceitos químicos para a aprendizagem dos alunos.

4.3.2. Análise e Construção de um microbiodigestor

Foi proposto aos alunos no mesmo dia da aula temática, que analisassem, em um período de quinze a vinte dias, um microbiodigestor de PVC Este microbiodigesor foi cedido pelo professor José Evaristo Gonçalves, da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, foi colocado em funcionamento com o substrato (restos de comida) da escola.

Nesta análise, os alunos tiveram que preencher uma ficha com as datas de análise e quantos centímetros foi registrado (figura 05). Em seguida, tiveram de fazer um gráfico que relacionava os centímetros marcados com os dias de análise. Além disso, após a construção do gráfico foi realizada uma nova proposta em que os alunos deveriam construir os seus próprios microbiodigestores. Para fechamento da atividade tiveram de responder questões relacionadas ao gráfico produzido e a importância do biodigestor para a sociedade (apêndice A).

Para que a pesquisadora pudesse acompanhar a construção dos microbiodigestores, foram agendados horários em contra turno para que os alunos pudessem apresentar suas propostas e esclarecer dúvidas sobre os modelos de microbiodigestores pesquisados. Após um período de duas semanas os alunos tiveram que levar para a escola os microbiodigestores e colocá-los em funcionamento (apêndice B).

Foi realizada uma aula de revisão dos conceitos básicos relacionados ao tema biodigestor através de slides e em seguida foi aplicado aos alunos questões para se averiguar se os alunos obtiveram uma aprendizagem com a

contextualização proposta.

4.3.3. Análise Textual Discursiva

A análise textual trabalha com textos ou amostras de discursos, materiais submetidos a análise que podem ter muitas e diferentes origens: entrevistas, registros de observações, depoimentos feitos por escrito por participantes, gravações de aulas, de discussões de grupos, de diálogos de diferentes interlocutores etc (MORAES, 2003). Este tipo de análise "transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso" (MORAES; Galiazzi, 2006, p. 118).

Qualquer que seja a origem, os materiais são transformados em documentos escritos para então serem submetidos à análise. De acordo com Moraes (2003) o conjunto de textos submetidos à análise costuma ser denominado de *corpus* no qual o autor expõe:

> O corpus da análise textual, sua matéria-prima, é constituído essencialmente de produções textuais. Os textos são entendidos como produções linguísticas, referentes a determinado fenômeno e originadas em um determinado tempo. São vistos como produtos que expressam discursos sobre fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos. (MORAES, 2003, p. 194).

Todo o processo de análise discursiva envolve identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos à análise, categorizar esses enunciados e produzir textos, integrando neles, descrição e interpretação, e utilizando como base de sua elaboração o sistema de categorias construído (MORAES, 2003).

Ainda segundo Moraes (2003), a análise textual é permeada por quatro focos básicos que permite a análise, sendo que os três primeiros compõem um ciclo, no qual se constituem como elementos principais: 1. Desmontagem dos textos; 2. Estabelecimento de relações; 3. Captando o novo emergente; 4. Um processo auto-organizado.

Mais do que um conjunto de procedimentos definidos, a análise textual discursiva constitui metodologia aberta, caminho para um pensamento investigativo, processo de colocar-se no movimento das verdades, participando de sua reconstrução (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Como o ponto de partida da análise foi um questionário, foi necessário agrupar as questões com conceitos relacionados para exprimir algumas conclusões.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A atividade contou com a participação de 106 alunos de seis turmas do segundo ano 2° ano do ensino médio da Escola Estadual Menodora Fialho de Figueiredo na cidade de Dourados – MS. O supervisor da atividade foi o professor Carlos Manoel dos Santos Hortelan, Licenciado em Química e responsável pelas turmas.

Com o objetivo de analisar a quantidade de biogás, o microbiodigestor de PVC foi colocado em funcionamento na presença dos alunos, que possuíam um quadro para anotar as medições (apêndice C), para que pudessem verificar o volume de gás produzido em cada dia.

5.2. ANÁLISE DOS GRÁFICOS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS

As respostas dos alunos foram analisadas através dos argumentos que utilizaram para responder as questões apresentadas durante a atividade.

As turmas se revezaram para realizar e anotar as medições em cada dia da semana em horários determinados. Os alunos realizaram as anotações em uma única tabela, para que quando chegasse ao término do período de análise, todos os tivessem acesso as informações anotadas. As figuras 04 e 05 apresentam respectivamente, o microbiodigestor em funcionamento e o quadro de anotações.

Houve necessidade de zerar o gasômetro do microbiodigestor, pois em alguns períodos a temperatura do ambiente influenciou no aumento da produção de de biogás. Conforme era zerada a contagem do gasômetro, as medições prosseguiam somando-se os novos valores com os anteriores.

Figura 04: Microbiodigestor em funcionamento.

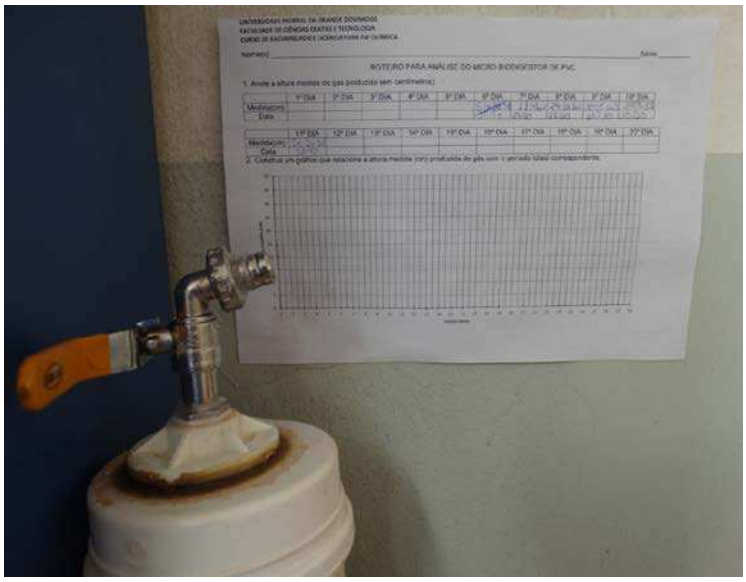


Figura 05: Anotações no quadro de medições de volume de gás produzido.

A figura 06 apresenta o gráfico com resultado das medições que as turmas realizaram em conjunto. A partir do gráfico, os alunos responderam ao questionário aplicado em que a primeira questão foi: "*Em qual período houve uma maior quantidade de biogás?*" (1ª questão). O círculo no gráfico indica o período em que houve maior produção de gás.

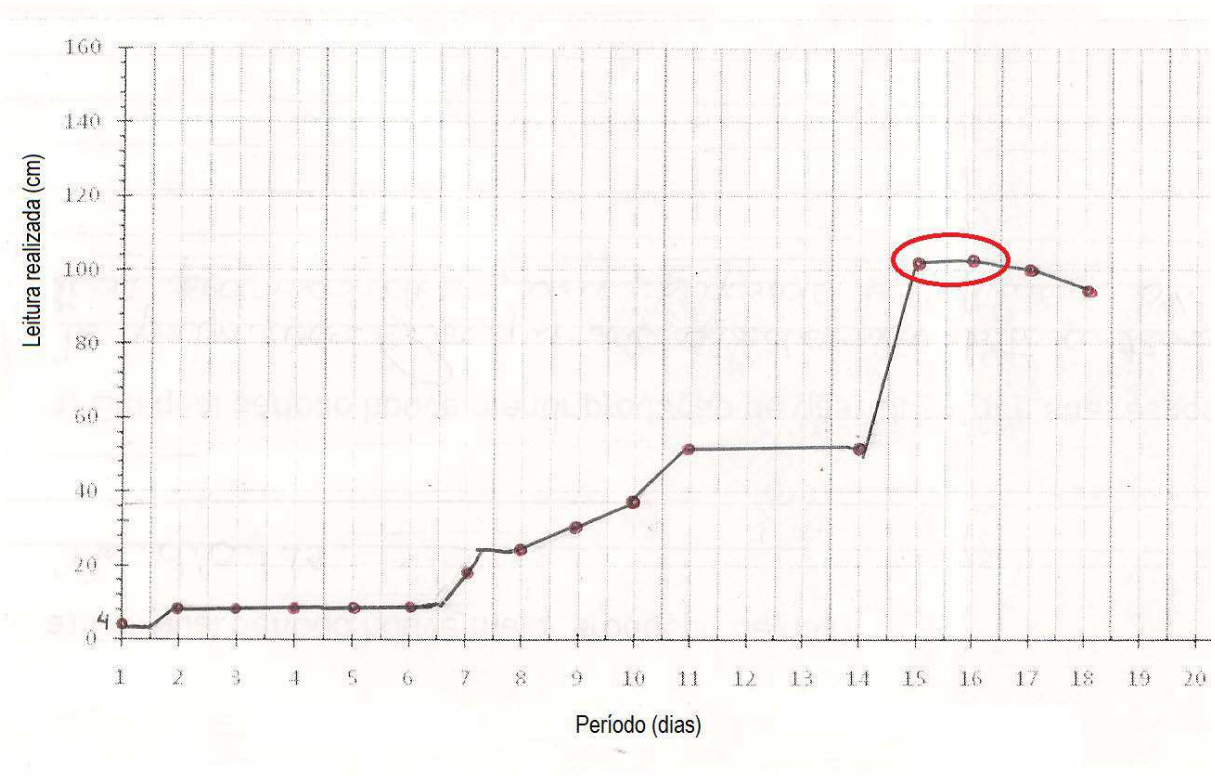


Figura 06: gráfico produzido, o período que deveria ser observado de maior produção do biogás.

As respostas de cada questão foram analisadas e classificadas conforme indica a tabela 01:

Tabela 01- Classificação das respostas referente ao período em que houve maior quantidade de biogás.

CATEGORIA	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
Satisfatório	22	91,66 %
Insatisfatório	2	8,33 %

Para responder a primeira questão, esperava-se que os alunos se atentassem ao período em que houve maior quantidade de biogás, como está indicado na figura 06.

O período em que houve maior quantidade de biogás, compreende o 15° e 16° dia, ou seja, em um período de dois dias foi observado um aumento de 102 cm do gasômetro indicando grande quantidade de biogás nesses dias.

Os alunos responderam em qual período apresentar a maior quantidade de biogás. Nesse sentido, refere-se como satisfatórios as respostas nas quais os alunos conseguiram interpretar o gráfico corretamente indicando que a faixa entre dois dias é o período indicado. As respostas classificadas como insatisfatórias, são aquelas em que não houve interpretação dos dados no gráfico.

Conforme observado, 91,66 % dos alunos apontaram corretamente o período que apresentou maior quantidade de biogás produzido. Ainda houve grupos que responderam que o período foi entre o 11° e o 15° dia, essas respostas foram consideradas como satisfatórias porque foi observado que os alunos interpretaram que o aumento da quantidade de biogás ocorre desde o momento em que se inicia essa maior produção (por isso colocaram entre o 11° e 15° dia) demonstrando compreensão e interpretação dos dados analisados nas medições. Além disso, 8,33 % dos alunos responderam insatisfatoriamente.

Através da análise dos gráficos produzidos foi possível verificar que os alunos não apresentaram dificuldades em plotar o gráfico. No entanto, ao utilizar o gráfico para responderem as questões, houve dificuldade em interpretar algumas informações. Tais dificuldades estavam relacionadas na identificação do “período de dias” e até mesmo de desenvolverem argumentos para justificar respostas.

Um dos aspectos que podem levar a não interpretação correta dos dados, conforme Petroni (2008), é a falta de domínio de recursos que possibilitem o aluno de identificar pontos essenciais para poder analisar. Dessa maneira, interpretar a questão, analisar um gráfico e identificando os pontos de maior quantidade de biogás pode estar relacionado a aspectos cognitivos da aprendizagem.

O que pode ter levado os alunos a terem interpretado o gráfico de modo incorreto, é o fato de não terem base matemática adequada para poderem identificar os pontos que indicam maior quantidade de biogás.

> A atividade de interpretação de gráficos não se constitui na apreensão automática das informações expressas pelos mesmos. Ao contrário, esta

> atividade envolve tanto processos cognitivos diretamente relacionados a conhecimentos matemáticos, como as experiências prévias das pessoas (CARRAHER, SCHLIEMANN & NEMIROVSKY, 1995, p. 15).

Logo, para interpretar um gráfico é necessário ter os conhecimentos cognitivos relacionados a matemática mas também conhecer o contexto ao qual ele está inserido para assim assimilar de forma correta.

É perceptível que além de dificuldades em interpretar dados, os alunos apresentam dificuldades em argumentar suas respostas muitas das vezes escritas de forma curta e sem justificativas.

Segundo Osborne apud Orofino e Trivelato (2010, p. 5), “a argumentação é importante não só para os contextos científicos, mas para todos os contextos da vida do aluno”. Contudo, para que os alunos tenham argumentos plausíveis para justificar uma questão, é necessário que o professor dê uma base de conceitos e pontos que levem os alunos a desenvolver um raciocínio crítico e dessa forma poder ter os argumentos necessários para desenvolver a escrita.

Na segunda questão “Qual período apresenta menor quantidade de biogás? Justifique sua resposta”. As respostas dos alunos foram categorizadas por semelhança de conceitos que emergiram após a análise como é descrito pela análise textual discursiva (ATD). Foi realizada leitura dos argumentos apresentados pelos alunos e a partir desta leitura os conceitos (palavras-chave) utilizados por eles chamados de unidades foram agrupados por semelhanças e então criadas as categorias. Após a releitura dos argumentos, foram elaborados os meta textos, dando um novo sentido aos argumentos apresentados.

A tabela 02 apresenta o resultado dessa análise.

Tabela 02 - Categorização que representa as respostas a pergunta “Qual período apresenta menor quantidade de biogás? Justifique sua resposta”.

Categorias	Unidades	Grupos																								
		2° A					2°B					2°C			2°D					2°E			2°F			%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Análise do gráfico	Satisfatório	X	X	X	X	X	X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X		X		40 %
	Insatisfatório							X				X	X	X									X		X	13,3 %
Condições ideais do meio	Temperatura			X		X			X						X	X			X	X		X				17,7%
	Clima																X				X					4,4 %
	Ambiente																				X					2,2 %
	Hora de medição																			X						2,2%
Condições químicas insuficientes	Reações						X																			2,2 %
	Fermentação	X							X	X	X							X						X		13,3%
	Choque de moléculas														X											2,2 %
	Quebra de moléculas																		X							2,2 %

A organização dos dados foi realizada por meio da análise textual discursiva, na qual foi possível emergir as seguintes categorias: “Análise do gráfico”, “condições ideais do meio”, “condições químicas insuficientes” e também as seguintes unidades de respostas: “satisfatório e insatisfatório”, “temperatura, clima e ambiente”, “reações, fermentação, choque de moléculas e quebra de moléculas”.

Morais (2003, p. 192) diz que:

> A análise textual qualitativa pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do *corpus*, a *unitarização*; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada.

Na primeira categoria *Análise dos dados*, que está dividida em *Satisfatório* e *Insatisfatório*, sendo que satisfatório são os grupos que conseguiram analisar pelo gráfico o período de menor quantidade do biogás e Insatisfatório está relacionado aos grupos que não conseguiram apontar o período correto em que houve menor quantidade de biogás. O período de menor quantidade de biogás é apresentado Figura 07.

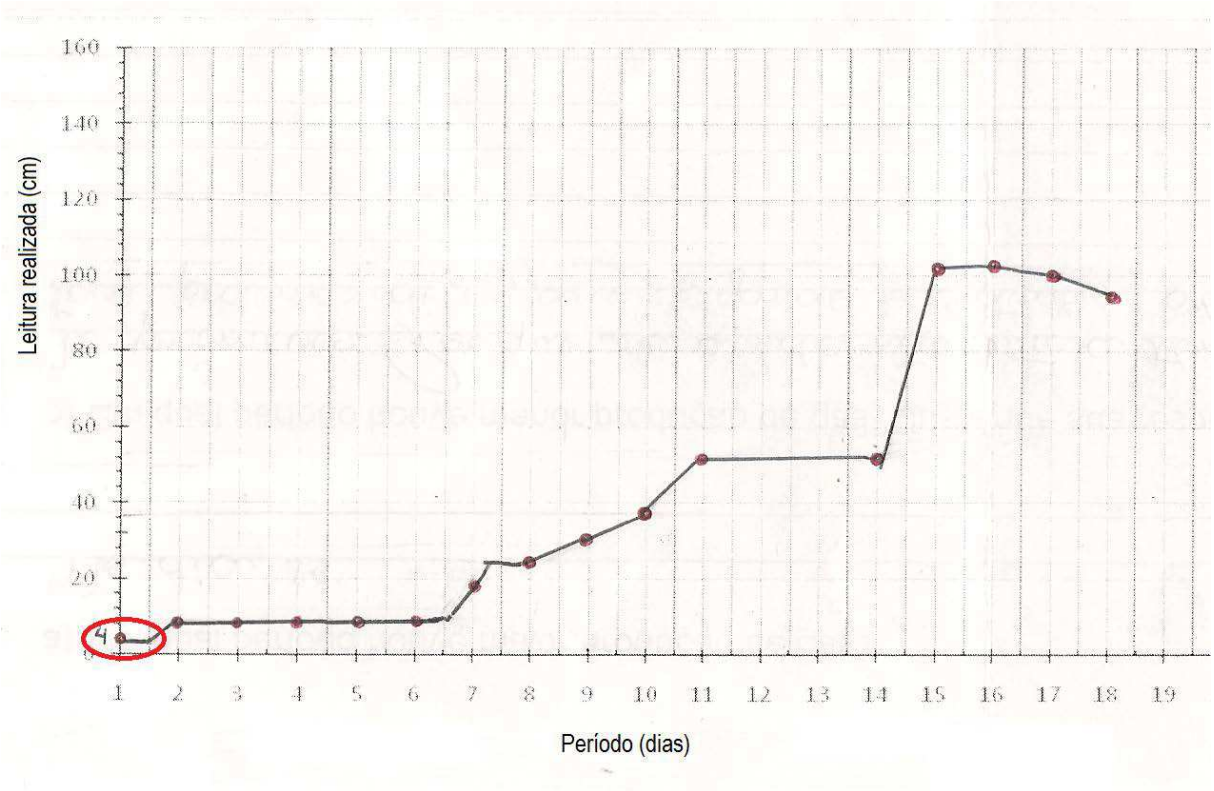


Figura 07: Imagem do gráfico produzido por um dos grupos de alunos e indicação (nossa) do período que deveria ser observado pelos alunos como sendo o período de menor produção do biogás.

Em seguida, foram analisados conceitos utilizados pelos grupos, para justificar a pouca quantidade de biogás. Alguns trechos citados pelos alunos são descritos a seguir:

> *Grupo 19: "Do 1º ao 3º dia, pois ainda estava começando o processo e depende também da temperatura do dia e a hora que foi medido".*
>
> *Grupo 18: "O período em que houve uma menor produção de gás foi o 1º dia, foi o dia em que a temperatura estava baixa, se não há calor (temperatura elevada) há reação só que a quebra de moléculas é menor".*
>
> *Grupo 17: "No 1º dia, porque é quando está no começo da produção de gás, foi quando começou a fermentação dos produtos colocados no biodigestor".*
>
> *Grupo 08: "No 1° dia porque havia feito o biodigestor recentemente e ainda não tinha tempo suficiente para que os produtos que havia dentro do biodigestor fermentar e produzir muito gás. E a temperatura também ajuda na produção dos gases".*

A partir das respostas dos alunos, foi possível perceber que, para justificar o motivo do período apresentar menor quantidade de biogás, relacionaram com conceitos que foram apresentados a eles no dia da análise do microbiodigestor. Tais conceitos estão relacionados as categorias criadas: condições ideais do meio e condições químicas insuficientes.

Condições ideais do meio se refere a conceitos relacionados as condições que podem ter prejudicado a quantidade de biogás. Foram 17,7% dos alunos que mencionaram a temperatura, 4,4% mencionaram clima da região, 2,2% justificaram com sendo o ambiente em que se encontra o microbiodigestor e 2,2% disseram que foi a hora de medição.

Para este argumento expresso por alguns grupos de alunos, autores como Pinto (1999) trazem em seus trabalhos que a temperatura e outros fatores são influenciáveis para uma maior ou menor quantidade de biogás:

> As várias experiências já realizadas indicam uma correlação entre a

> produtividade do processo de digestão anaeróbia e a faixa de temperatura de operação. Os microrganismos devem ser adaptados a faixa de temperatura de trabalho, o que permite classifica-los também com relação a este parâmetro. As bactérias operando numa faixa inferior a 20°C são chamadas psicrofílicas; outras operando entre 20 a 45°C são chamadas mesofílicas; acima de 45°C operam as bactérias termofílicas. Abaixo de 10°C o processo é em geral, imterrompido, sendo que a produção de gás aumenta com a elevação da temperatura (PINTO, 1999, p. 85).

A baixa quantidade de biogás descrita nas respostas dos alunos se refere a dias em que a temperatura exterior (do ambiente) estava baixa, observaram que o gasômetro do microbiodigestor de PVC quase não indicava deslocamento, além disso, a hora de medição também influenciou pois como característica de nossa região, há horários do dia em que a temperatura está mais baixa ou mais alta.

Pinto (1999) apresenta ainda fatores como por exemplo pH, composição e concentração dos resíduos que podem influenciar na produção do biogás como é descrito a seguir:

> Os microrganismos são seres vivos que necessitam de um meio propício ao seu desenvolvimento; por isso, a acidez e alcalinidade são fatores importantes no processo de digestão anaeróbia. [...] A composição do resíduo a ser tratado afeta diretamente a produção de biogás na proporção direta quanto maior for o conteúdo de sólidos voláteis, os quais representam a quantidade de sólidos orgânicos presentes na amostra, e a disponibilidade de nitratos, fosfatos e sulfatos (PINTO, 1999, p. 86-87).

Condições químicas insuficientes se refere aos conceitos utilizados por alunos se referindo que não houve tempo para que reações químicas, fermentação dos resíduos químicos acontecessem, assim como não houve tempo suficiente, neste período, para que ocorressem choque entre moléculas e quebra de moléculas (para formação de novos produtos da reação). Foram apresentadas aos alunos durante a aula temática, as quatro fases reacionais importantes para a quantidade produzida de biogás que são: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese

Autores como Portes (2005) e Gaspar (2003) apud Berni (2011) descrevem em seus trabalhos as quatro fases de biodigestão e os produtos formados em cada fase para obter o gás metano no término do processo.

Sendo que:

> Na primeira fase, chamada de hidrólise, as bactérias liberam no meio enzimas extracelulares que tem a função de promover a hidrólise de partículas, sendo a quebra das partículas maiores em partículas menores [...]. Já a fase de acidogênese, é caracterizada pelas bactérias produtoras de ácidos, transformando moléculas de gorduras, proteínas e carboidratos em ácidos graxos voláteis (principal produto do organismo fermentativo), álcoois, ácido lático, gás carbônico, hidrogênio, amônia e sulfeto de hidrogênio. Na acetogênese, ocorre a oxidação dos produtos gerados na

> fase acidogênica em substrato apropriado para bactérias metanogênicas. As bactérias acetogênicas geram produtos que são o hidrogeno, acetato (somente esses dois podem ser usados diretamente pelas metanogênicas) e o dióxido de carbono. A fase final da digestão anaeróbia é a metanogênese, que os atuadores desse processo são as bactérias metanogênicas, atuando sobre o hidrogênio e o dióxido carbono, transformando-os em metano (CH_4) (PORTES (2005) e GASPAR (2003) apud BERNI 2011, p. 36-37).

Observa-se pelos relatos que 40% dos alunos, responderam que a baixa quantidade de biogás foi nos primeiros dias, além disso, é possível observar que os alunos que responderam satisfatoriamente se mostraram mais atentos aos dados obtidos pelo gráfico, pois interpretaram facilmente enquanto que 13,3% responderam insatisfatoriamente em relação ao período de menor quantidade de biogás. Insatisfatoriamente, pois, não conseguiram interpretar/ler o gráfico a fim de identificarem os primeiros dias com menor quantidade do biogás.

Os pesquisadores Jungkenn e Pino (2009, p.11) trabalharam com alunos no ensino fundamental sobre interpretação de gráficos e tabelas e relatam que: “um fator que pode ter contribuído com o baixo rendimento na resolução de atividades desta natureza é a pouca familiaridade dos entrevistados com informações apresentadas no formato de gráficos e tabelas”. Aqui os autores relacionam as dificuldades apresentadas dos alunos com a deficiência da prática de leitura e podemos utilizar deste fator para também relacionar as dificuldades apresentadas na análise do gráfico sobre a quantidade de biogás, ao afirmar que tais dificuldades podem estar relacionadas ao pouco hábito de leitura e fica visível a importância do professor (não só de matemática) trabalhar gráficos em sala de aula.

Percebe-se que os alunos ao analisarem o microbiodigestor todos os dias, verificaram e concluíram que condições favoráveis como a temperatura cooperam para ocorrer o processo de fermentação dos resíduos orgânicos para assim ocorrer a quebra das moléculas e formar o biogás (que foi associada aos processos de hidrólise, acidogênese e metanogênese).

Para análise da tabela 03, as unidades satisfatório e insatisfatório foram nomeadas pela categoria “análise do gráfico” em que satisfatório corresponde aos alunos que conseguiram interpretar no gráfico o período de estabilidade de produção do biogás, em que se esperava como análise do gráfico, que houve um período de estabilidade da quantidade produzida de biogás.

Tabela 03: Categorização que representa as respostas a pergunta "*Houve algum período em que foi estabilizada a quantidade de biogás?"*

Categorias	Unidades	2° A					2°B					2°C			2°D					2°E			2°F			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	%
Análise do gráfico	Satisfatório	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	87,5
	Insatisfatório		X		X												X									12,5

Enquanto insatisfatório corresponde aos alunos que não conseguiram interpretar no gráfico período de estabilidade na produção do biogás. Novamente é perceptível a dificuldade dos alunos de modo geral, em interpretar o gráfico e verificar os pontos que indicam o período de estabilidade na quantidade de biogás.

Para análise de respostas da questão descrita na tabela 04, considerou-se palavras/conceitos que cada grupo utilizou para justificar a resposta que foram chamadas de unidades e divididas pelas categorias: "setor energético", "utilidades do microbiodigestor" e "aspectos ambientais".

Alguns trechos citados pelos alunos são descritos a seguir:

> *Grupo 03: "A contribuição do biogás para a sociedade é enorme, pois não será liberado o gás metano no meio ambiente, que é dos gases que mais afetam o meio ambiente. E além disso pode ser usado para produção de energia ou aproveitar o gás produzido para ser queimado como gás de cozinha e inúmeras funções".*

> *Grupo 05: "É uma forma de energia limpa, por isso não polui o meio ambiente e ajuda a levar energia para lugares que tem esse material (resíduos orgânicos) em abundância" [grifo nosso].*

Observa-se pelos argumentos usados por alguns grupos, que surgiram temas em suas respostas que podem ser utilizados para se trabalhar na perspectiva CTS levando-se em consideração justamente o que os alunos descreveram em suas respostas.

Tabela 04: Categorização que representa as respostas a pergunta "*A partir dos dados observados, qual a contribuição da produção de biogás para a sociedade?*"

Categoria	Unidades	Grupos																								%
		2° A					2°B					2°C			2°D					2°E			2°F			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	
Setor energético	Geração de energia	X		X		X												X	X		X		X	X	X	20,4%
	Energia renovável														X											2,2%
Aplicação de produtos do biodigestor	Aproveitamento como gás de cozinha			X														X								4,5%
	Biofertilizante								X			X		X	X		X		X			X				15,9%
Aspectos ambientais	Evitar problemas no solo								X	X																4,5%
	Minimiza a poluição		X		X		X		X	X		X		X	X	X			X		X		X			27,2%
	Meio ambiente			X		X	X		X	X							X				X					15,9%
	Produção de metano			X																		X				4,5%
Processo que ocorre no biodigestor	Decomposição de matéria orgânica																			X		X				4,5%

Grupo 09: "Com a produção do biogás, o ambiente melhora. A contribuição para a sociedade é que com esse gás evita problemas com o solo, evita a emissão de gases para a superfície da terra e a sociedade não se prejudica" [grifo nosso].

Grupo 20: "Contribui como forma adequada para dispor do lixo, contribui como aproveitamento da energia do biogás gerado, reduz a emissão de gases intensificadores do efeito estufa, gera economia e não agride tanto a natureza".

A categoria "setor energético" nomeado assim, pois abrange unidades ditas por 20,4% que o microbiodigestor pode gerar energia ou como dito por outros alunos, sendo que 2,2% deles fizeram referência sobre a produção de energia renovável através do microbiodigestor. Observa-se aqui que os alunos tentam justificar que o microbiodigestor tem um importante papel na produção alternativa de energia seja ela elétrica ou térmica. Diante essas afirmações feitas pelos alunos, estudos apresentados como o de Brasil/MMA (2010) fazem afirmações sobre o uso do biogás para a produção de energia renovável como é descrito abaixo:

> Como recurso renovável, o uso do biogás colabora com a não dependência de fonte de energia fóssil; aumenta a oferta e possibilita a geração descentralizada de energia próxima aos centros de carga; promove economia no processo de tratamento de esgoto, aumentando a viabilidade da implantação de serviços de saneamento básico (BRASIL/MMA, 2010, p. 4).

Ainda há autores como Andrade (et al., 2013) que apresentam em seu artigo sobre a produção de energia através de diferentes combustíveis e biocombustíveis, inclusive sobre a produção de energia a partir da biomassa:

> A biomassa, seja de origem vegetal ou animal, tem surgido como modelo de matéria-prima para o suprimento da demanda energética mundial de modo sustentável, seja para a geração de calor e eletricidade, para a produção de combustíveis ou para a produção de precursores, solventes e outros insumos industriais. [...] é também crescente a constatação de que a migração para a era dos biocombustíveis é uma necessidade mundial e que a liderança tecnológica nesta área representa muito em relação ao futuro da geopolítica internacional (ANDRADE et al., 2013, p. 1545).

Na categoria "aplicação de produtos do biodigestor" os alunos utilizaram

conceitos referentes a diversas aplicações do biodigestor demonstrando a sua importância para a sociedade. Os conceitos (unidades) mencionadas pelos alunos enquadrados nesta categoria foram: “aproveitamento como gás de cozinha” em que 4,5% dos alunos mencionaram, isso porque o biogás produzido contendo metano pode ser isolado e utilizado como gás de cozinha, 15,9% dos alunos mencionaram “biofertilizante” que são os restos de biomassa que ficam no biodigestor após a produção do biogás e estes podem ser utilizados em lavouras como adubo.

A utilização do biogás como gás de cozinha segundo Santos (2009, p. 6) é que “Um metro cúbico (1 m^3) de biogás equivale energeticamente a 1,5 m^3 de gás de cozinha”.

Ainda autores como Barbosa e Langer (2011) descrevem a importância e eficiência do biofertilizante utilizado na agricultura:

> Os efluentes finais chamados de biofertilizantes, resultantes do processo de fermentação anaeróbia, são usados como adubos em cultivos de culturas e pastagens. O biofertilizante é um liquido rico em matéria orgânica e pode ser usado como adubo no solo, enriquecendo-o. Uma das principais vantagens do uso de bofertilizante na agricultura é o baixo custo. Estes não geram problemas quanto a acidez e degradação do solo, como ocorre com o uso de fertilizantes de origem química (BARBOSA; LANGER, 2011, p. 92).

A categoria “aspectos ambientais” abrange conceitos que se relacionam a diminuição de problemáticas ao ambiente. As unidades são: “evitar problemas no solo” mencionado por 4,5% dos alunos em que pode se referir aos dejetos orgânicos, 27,2% dos alunos mencionaram “minimizar a poluição” para esta unidade pode-se relacionar aos dejetos orgânicos e os gases que poluem, 15,9% dos alunos apontaram que no “meio ambiente” é que está diretamente relacionado como vítima das poluições causadas tanto pelos dejetos sólidos, líquidos e gasosos, e 4,5% dos alunos disseram sobre “produção de metano” que pode estar relacionada ao crédito de carbono, dando a este gás fins que causam menor agressão a natureza.

Autores como Neves (2010) apontam motivos que mostram a importância e necessidade de se utilizar biodigestores a fim de diminuir problemas ambientais:

> [...] existem diversos motivos para a elaboração de um projeto, para que com o uso de biodigestores, ocorra a redução da carga de matéria orgânica lançada no meio ambiente, como controlar a proliferação de moscas e emissão de odores ofensivos e desagradáveis, diminuir a emissão de dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4) na atmosfera através da queima, mostrar o melhor aproveitamento de restos de natureza orgânica e, principalmente, oferecer um melhor destino a esses materiais. Outros motivos, como conscientizar a comunidade sobre os impactos ambientais da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, seu possível

> agravante no aquecimento global, ressaltando a importância da prevenção de rios e afluentes, manutenção de níveis aceitáveis de saúde e de produção animal com cumprimento de regulamentos e leis da administração rural, também devem ser destacados (NEVES, 2010, p. 12-13)

Observa-se que o autor é condizente com o que os alunos afirmam em suas respostas quando apontam os aspectos ambientais, ressaltando a importância de se utilizar um recurso como o biodigestor para minimizar problemas ambientais e também sociais.

Outros autores ainda relacionam a utilização do biogás para conversão de metano (CH_4) em dióxido de carbono (CO_2) para a venda de créditos de carbono, se enquadrando no conceito "produção de metano" apontado por 4,5% de alunos. O assunto sobre créditos de carbono foi abordado logo quando foi apresentado aos alunos o conceito biodigestor, dias antes das questões aplicadas, mostrando aos alunos uma outra forma de utilizar o biogás produzido. Autores como Marques, Parente e Silva (2007), apresentam em seu trabalho que o aumento da emissão de causadores do efeito estufa como CO_2 e CH_4 têm sido objetos de discussões quanto os problemas causados sobre o clima de todo o planeta. Esses autores descrevem sobre o Protocolo de Quioto que foi criado a fim de ajudar para a diminuição das emissões dos gases do efeito estufa, como se encontra a seguir:

> Com o objetivo de contribuir para a diminuição das emissões atmosféricas dos gases do efeito estufa (GEE) surgiu o Protocolo de Quioto, proposto em 1997 e em vigor desde fevereiro de 2005, o qual preconiza que os 39 países desenvolvidos, que são os maiores emissores, comprometem-se a reduzir em 5,2% as emissões de GEE, no período de 2008 a 2012, tomando-se como base os níveis globais registrados em 1990. Estes países poderão cumprir suas metas de redução através do chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Este instrumento, contido no artigo 12 do Protocolo de Quioto, permite aos países (mais industrializados). Alcançarem suas metas financiando e desenvolvendo projetos de redução de emissões que busquem o desenvolvimento sustentável nos países menos desenvolvidos (MARQUES; PARENTE; SILVA, 2007, p. 1-2, grifo nosso).

A última categoria criada foi "processo que ocorre no biodigestor" contendo a unidade "decomposição de matéria orgânica" mencionada por 4,5%, em que está relacionada a atividade das bactérias anaeróbias em decompor os resíduos orgânicos através de processos químicos transformando esses resíduos orgânicos em biogás e biomassa. Observa-se que os alunos relacionaram a sociedade com a decomposição de matéria orgânica, considerando a importância da decomposição não ocorrer em ambiente aberto podendo causar doenças tanto em seres humanos quanto em animais, além da dispersão dos gases produzidos neste processo para o

ambiente. Há autores que trazem em seus trabalhos vantagens da utilização do biodigestor para a decomposição de resíduos orgânicos.

Autores como Reis (2012) trazem em seus trabalhos afirmações sobre a ação de microorganismos no processo de digestão anaeróbia:

> A digestão anaeróbia (DA) pode ser definida como um processo bioquímico que ocorre na ausência de oxigênio molecular livre, no qual diversos grupos de microorganismos envolvidos no processo anaeróbio possuem alto grau de especificidade e cada grupo atua na conversão da matéria orgânica completa (carboidratos, proteínas e lipídios) em metano, compostos inorgânicos como o dióxido de carbono, nitrogênio, amônia livre, gás sulfídrico e traços de outros gases e ácidos orgânicos de baixo peso molecular. Os microorganismos envolvidos no processo anaeróbio possuem alto grau de especificidade e cada grupo atua em reações especificas. Foresti et al., (1999 apud REIS, 2012, p. 11).

Outros autores ainda em concordância com as colocações dos alunos, apresentam em seus trabalhos a importância de fazer um manejo adequado dos resíduos orgânicos que podem ser usados como material a ser decomposta dentro de biodigestores, como apresenta por exemplo, Gaspar (2003) que em seu trabalho fala sobre a utilização de biodigestores em propriedades rurais para diminuir a poluição ocorrida pelos dejetos suínos:

> É preciso evitar que uma massa tão grande de dejetos continue a ser lançada nos mananciais d'água destas regiões, pois comprometem a qualidade de vida das populações rurais e urbanas do país e a sobrevivência da fauna e da flora das regiões vizinhas a tais mananciais (GASPAR, 2003, p. 2).

É de se notar que os alunos conseguiram relacionar a contribuição da produção de biogás para a sociedade com conceitos utilizados durante as explicações e apresentação do biodigestor. Os conceitos utilizados por eles estão relacionados a conceitos expostos em slides dias antes das questões aplicadas, em que foram explicados os conceitos dentro de situações reais em que o biodigestor é utilizado e oferece contribuições significativas para a sociedade. Outro ponto a ser observado é que 26,7% dos alunos relacionaram a importância do biogás para a sociedade com a minimização da poluição e 20% dos alunos relacionaram com a importância do biogás com a geração de energia, temas estes abrangentes que visivelmente afetaram os argumentos utilizados pelos alunos para justificar suas respostas.

Vale ressaltar que os alunos produziram microbiodigestores e este foi um

momento importante para verificarem a quantidade de biogás em um aparato que construíram. No entanto, algum desses aparatos apresentaram problemas e ao serem questionados sobre o motivo eles argumentaram que: era preciso melhor vedação, ou em outros casos, faltava resíduos orgânicos para a atuação das bactérias e ainda nos casos de grande quantidade produzida de biogás, diziam que a temperatura e outras variáveis podem ter influenciado.

Foi observado que os alunos compreenderam a importância do processo de produção do biogás, sendo que alguns relataram a importância que tem a confecção de biodigestores para a obtenção alternativa de energia. Além da utilização do biogás, os alunos perceberam que o substrato (biomassa) restante do processo pode ser aplicado como biofertilizante na propriedade rural deixando o solo mais fértil, o que irá contribuir para a produtividade dos cultivos frente ao seu baixo curso de obtenção. Foi observado que o fator que mais chamou a atenção dos alunos durante a atividade foi o fato de que a produção do biogás poderá contribuir para a preservação do meio ambiente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação a temática realizada, foi possível perceber que o microbiodigestor pode ser utilizado como um recurso didático, pois apresenta um potencial didático que coloca os alunos em uma postura de reflexão sobre possíveis problemas que possam afetar o ambiente e também a sociedade. Inserido em sala de aula e relacionado com conceitos químicos, o material pode promover debates e dessa maneira possibilitar apontamentos sobre os impactos ambientais.

Para executar este tema em sala de aula é necessário que o professor faça o planejamento, pois uma dificuldade apresentada foi cumprir as atividades de acordo com o cronograma/currículo proposto. Durante a execução da atividade, houve dias de recesso devido a feriados e além disso o trabalho foi desenvolvido no último bimestre do ano letivo, fazendo com que alguns alunos se interessarem em fazer a atividade. Porém mesmo com as dificuldades apresentadas, foi possível concluir que as ações desenvolvidas foram satisfatórias, pois ao analisar as respostas dos alunos verificou-se que o microbiodigestor apresentou ser um material didático motivador para as aulas de química.

Diante disso, é sugerido que os conteúdos curriculares de química sejam trabalhados em aula relacionando CTS a partir do microbiodigestor como, reações químicas, termoquímica, gases, ligações químicas, dentre outros. Isso é possível pois, o professor pode explorar as reações que ocorrem para a formação do gás metano e outros produtos durante o processo; em termoquímica pode-se utilizar a entalpia para explicar reações endotérmicas e exotérmicas, além disso, no conteúdo de gases é possível explorar as variáveis de estado mostrando a influência da temperatura, pressão e do volume para o microbiodigestor.

O microbiodigestor é material em potencial para ser trabalhado em aulas de química, pois como apresentado neste trabalho, possibilitou a reflexão sobre diversos conceitos que tenderam ao enfoque CTS. A partir do tema proposto e das argumentações dos alunos, foi possível perceber que a utilização de um biodigestor no meio rural pode ser uma maneira prática e econômica que poderá ser utilizado com a finalidade de calefação e iluminação e também utilizado em pequenos motores de combustão interna. O protótipo microbiodigestor, serviu para que os alunos tivessem a noção de como funciona o processo de produção de biogás em

biodigestores quando aplicados em meios rurais.

Em relação a postura dos alunos enquanto sujeitos em fase de formação de opiniões é possível perceber que foram poucos os argumentos utilizados sobre a aplicação do biodigestor, que pudesse evidenciar seus posicionamentos e a tomada de decisão. Tais posicionamentos poderiam ter sido assimilados quando foram apresentados aos alunos os benefícios do biodigestor e os outros recursos para a produção alternativa de energia, para que ao término da atividade, decidissem o motivo de determinado recurso ser aplicado, considerando suas vantagens sociais, ambientais e tecnológicas.

É possível apontar que o objetivo de utilizar o microbiodigestor no contexto educacional e fazer a relação com o contexto ambiental foi atingido, pois durante toda a atividade foram discutidas as relações existentes entre o uso de um microbiodigestor e seus benefícios para evitar os impactos ambientais.

O microbiodigestor, quando utilizado como material didático, é um material em potencial para proporcionar um ambiente de discussão para a formação de opiniões, pois é vinculado a um tema abrangente, que está presente cotidiano das pessoas, por meio de situações que buscam investigar a soluções contra a poluição, gases de efeito estufa e os impactos ambientais em geral.

Colocando os alunos diante o problema exposto no qual eles deveriam montar um microbiodigestor a fim de degradar restos de comida da escola, restos de alimentos e dejetos de animais das suas casas, e ainda sendo apresentado a eles o funcionamento e aproveitamento do microbiodigestor, pode-se averiguar ainda, que a metodologia utilizada proporcionou aos alunos reflexão sobre o meio em que vivem para que possam articular possíveis propostas de ações diante problemas ambientais ocorridos na sociedade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Elba Cristina S. de; SILVA, Maria de Fátima Caetano da; LIMA, Janaina P. de; SILVA, Milca Limeira da; BRAGA, Claudia de F.; BRASILINO, Maria das Graças Azevedo. **Contextualização do Ensino de Química:** motivando alunos de ensino médio. X Encontro de Extensão: UFPB-PRAC, p. 2, 2008. Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area4/4CCENDQPEX01.pdf.Acesso em 06 de jan. 2015.

ANDRADE, Jailson Bittencourt de., et al. Química sem fronteiras: o desafio da energia. **Química Nova,** v. 36, n. 10, p.1540-1551, nov. 2013. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol36No10_1540_09-NE13552.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2015.

BARBOSA, George; LANGER, Marcelo. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa a sustentabilidade ambiental. **Unoesc&ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p.87-96, 2011. Disponível em: http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/view/864/pdf_154, Acesso em: 20 jan. 2015.

BERNI, Jéssica Violin. **Fermentação anaeróbica de dejetos bovinos em biodigestor canadense:** análise de macro e micronutrientes de biofertilizante. 2011. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2011. Disponível em: <http://fatecaracatuba.url.ph/fatec/suporte/upload/Biblioteca/BIO 1770710912016 - Autora Jessica Violin Berni.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável.** São Paulo, 2010.

Carraher, D., Schliemann, A. & Nemirovsky, R. (1995). Understanding Graphs Without Schooling. *Hands On!* TERC: Cambridgge, MA.
CORTEZ, Luís Augusto; LORA, Electo Eduardo Silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares. **Biomassa para energia**. Campinas: Unicamp, p. 15, 2008.

GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais, com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de toledo-pr. 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85585/224646.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.

GODOY, Arilda, S., Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista**

de Administração de Empresas, v. 35, n.2, Mar./Abr. 1995, p. 57-63. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2015.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. **Revista Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 582, 2009.

GUEDES, Carmen Luisa Barbosa; et al. Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para gasolina. **Revista Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 781, 2010.

JUNGKENN, Márcia Andréia Teloken; PINO, José Cláudio del. Analisando a capacidade de estudantes concluintes do ensino fundamental de interpretar informações de gráficos e tabelas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais.** Florianópolis: Anais, 2009. p. 1 - 12. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/745.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2015.

MARQUES, Fernando Mario Rodrigues; PARENTE, Virgínia; SILVA, Carlos Cezar da. Perspectivas do Tratamento de Dejetos Suínos Através de Biodigestores em Projetos de Captura de Carbono no Brasil. 2007. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2007/Trabalhos/marquesperspectivas.pdf >. Acesso em: 25 abr. 2015.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação,** v. 12, n. 1, p.117-128, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: A compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p.191-211, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.

NEVES, Vera Lucia Vitorelli. **Construção de biodigestor para produção de biogás a partir da fermentação de esterco bovino.** 2010. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Araçatuba, 2010.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: Características, usos e possibilidades. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 1, n. 3, p.1-5, 2° sem. 1996. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/C03-art06.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2015.

NISHIMURA, R. **Análise De Balanço Energético De Sistema De Produção De Biogás Em Granja De Suínos: Implementação De Aplicativo Computacional**.f.84. Dissertação (mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009. Disponível em:

<http://repositorio.cbc.ufms.br:8080/jspui/handle/123456789/655>. Acesso em: 20 jan. 2015.

OROFINO, Renata de Paula; TRIVELATO, Silvia Luzia Frateschi. Argumentação em uma aula de Biologia. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 188., 2010, Ponta Grossa: UFTPR, 2010. p. 1 - 21. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2010/artigos/EB/188.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa,** v. 38, n. 3, p.727-741, jul./set. 2012. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ep/article/view/47905/51642>. Acesso em: 21 abr. 2015.

PETRONI, M. R. "Gêneros do discurso, leitura e escrita: experiências de sala de aula". In: PETRONI, M. R. (Org.). *Gêneros do discurso, leitura e escrita*: *experiências de sala de aula*. São Carlos: Pedro & João, 2008, p. 9-16.

PINTO, Cláudio Plaza; CORTEZ, Luíz Augusto Barbosa. **Tecnologia da Digestão Anaeróbia da Vinhaça e Desenvolvimento Sustentável.** 1999. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos, Departamento de Energia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/biogas/files/2014/01/pinto.pdf>. Acesso em: 14 maio 2015.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. Ciência & Educação, v. 13, n. 1, p.71-84, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2015.

REIS, André Luis Queiroga; et al. Uso de um digestor anaeróbico construído com materiais alternativos para contextualização do ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 265-266, 2009.

REIS, Alexsandro dos Santos. Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Biodigestor Anaeróbio. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pósgraduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2012. Disponível em:<https://www.ufpe.br/ppgecam/images/documentos/2013/dt1alexsandro.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.

ROCHA, Gisele Olímpio da; et al. Química sem fronteiras: o desafio da energia. **Química Nova,** v. 36, n. 10, p.1540-1551, 01 nov. 2013. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol36No10_1540_09-NE13552.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2015.

SANTOS, Andrei Feijó da Silva. **Estudo de viabilidade de aplicação do biogás no ambiente urbano.** 2009. FUNDACE. Disponível em:

<http://www.ambiente.sp.gov.br/biogas/files/2014/01/santos_afs.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências,** Minas Gerais, v. 2, n. 2, p.1-23, dez. 2002. Disponível em: <http://portalsme.prefeitura.sp.gov.br/Projetos/nucleo/Documentos/Santos, W. L. P., 2002.PDF>. Acesso em: 21 abr. 2015.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação,** v. 7, n. 1, p.95-111, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/07.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2015.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão?. **Química Nova na Escola,** n. 4, p.28-34, nov. 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2015.

SILVA, Wilson Tadeu Lopes da; et al. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbico para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. **Revista Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 35, 2012.

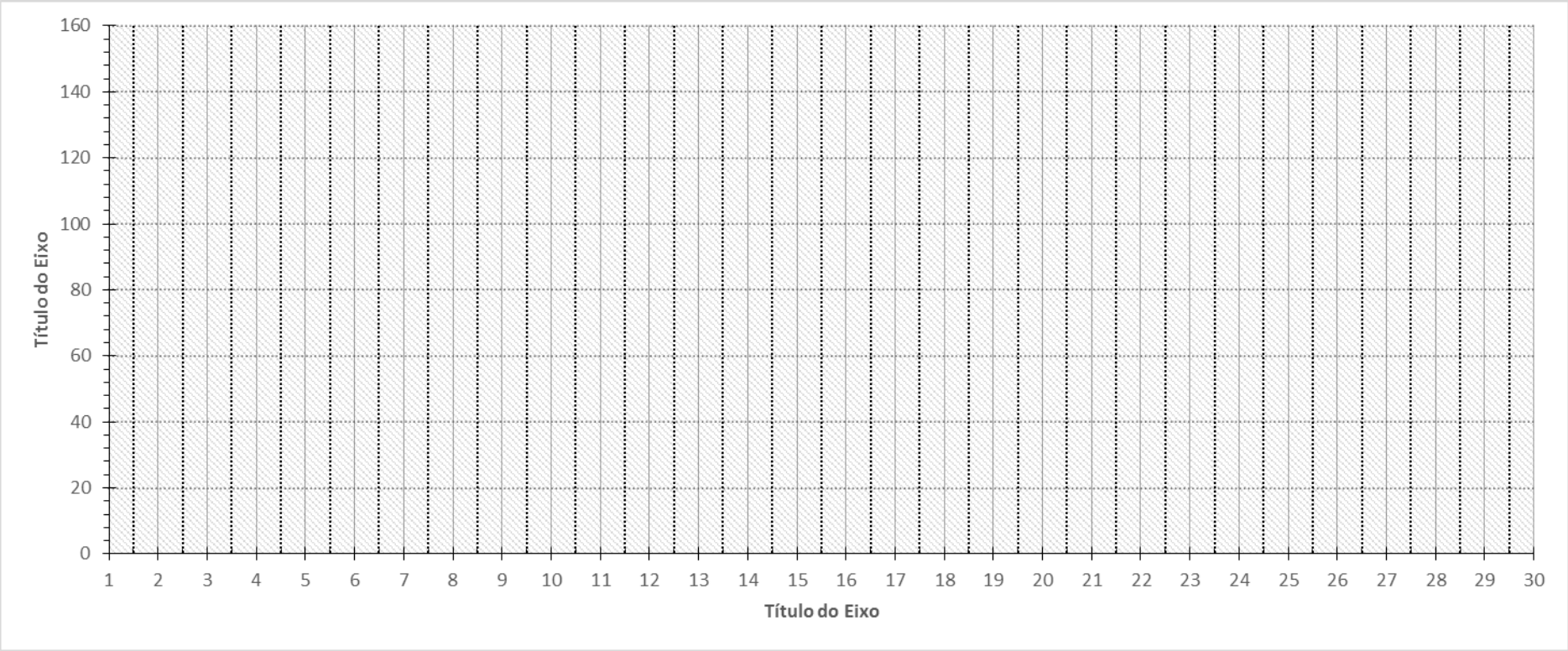
SOUZA, Marcia Regina do N. de; MIRANDA, Antonio Carlos de. Protótipo de biodigestor: inserção da temática ambiental na escola. **Periódico Eletrônico "fórum Ambiental da Alta Paulista"**, v. 8, n. 6, p.48-59, 2012. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/304, Acesso em: 20 jan. 2015.

SOUZA, Fabio Luiz de; MARTINS, Patrícia. Ciência e Tecnologia na Escola: Desenvolvendo Cidadania por meio do Projeto "Biogás - Energia Renovável para o Futuro".**Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p.19-24, fev. 2011. Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/03-RSA5309.pdf, Acesso em: 20 jan. 2015.
VICHI, Flavio Maron; MANSOR, Maria Teresa Castilho. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Revista Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 764, 2009.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola,** v. 35, n. 2, p.84-91, 2013.

Apêndice A

2. Construa um gráfico que relacione a altura medida (cm) produzida de gás com o período (dias) correspondente:



a) Em qual período houve maior produção de gás?

b) Em qual período houve menor produção de gás? Justifique sua resposta.

c) Houve algum período em que foi estabilizada a produção de gás?

d) A partir dos dados observados, qual a contribuição da produção de biogás para a sociedade?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

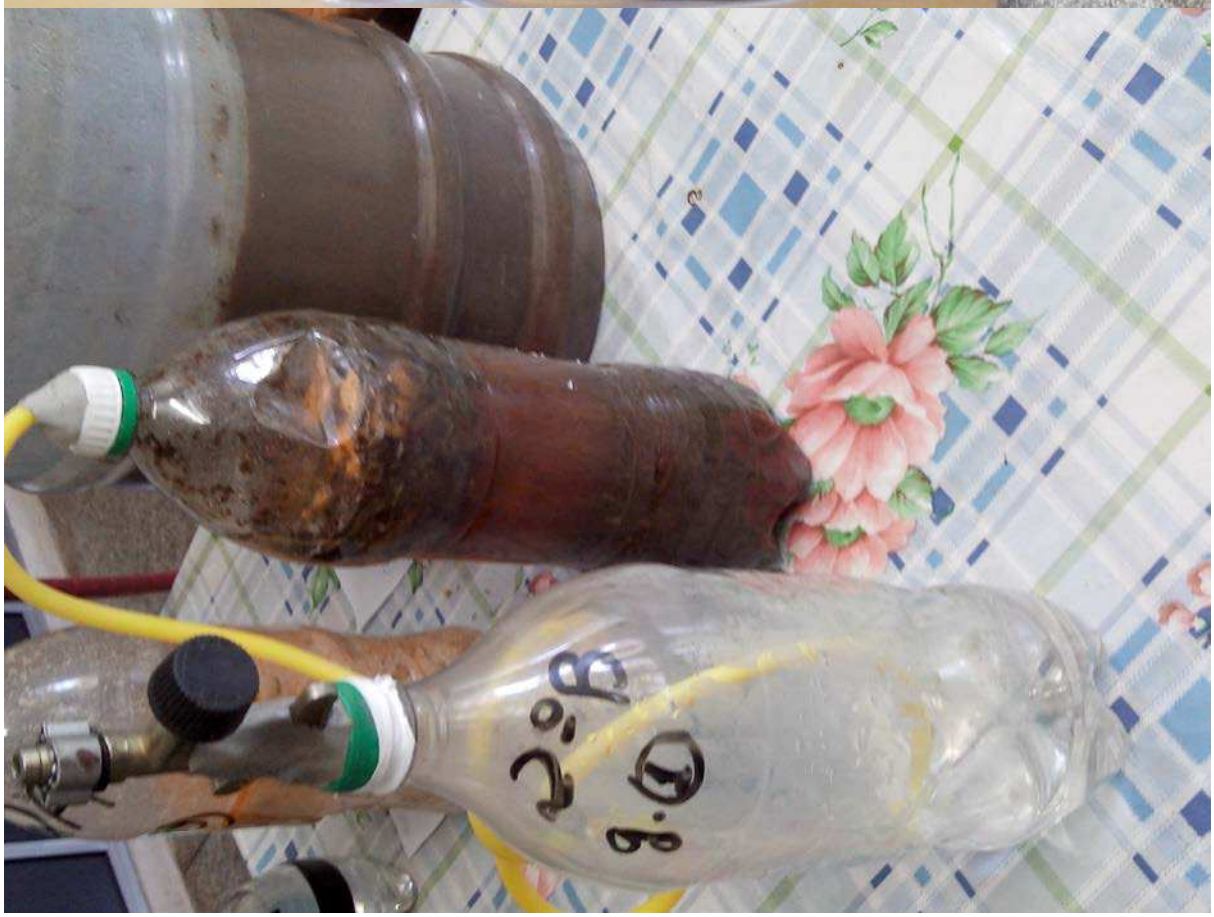
_____

_____

Apêndice B

F

G


D.8
2°B

2:B
8.2

2:B
8.5

Apêndice C

1. Anote a altura medida de gás produzido (em centímetros)

	1º DIA	2º DIA	3º DIA	4º DIA	5º DIA	6º DIA	7º DIA	8º DIA	9º DIA	10º DIA
Medida(cm)										
Data										

	11º DIA	12º DIA	13º DIA	14º DIA	15º DIA	16º DIA	17º DIA	18º DIA	19º DIA	20º DIA
Medida(cm)										
Data										