

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

CYNTHIA GRAZIELY TORRES CAVALCANTI FORTES

**RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE GÁS
METANO**

SERRA TALHADA

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

CYNTHIA GRAZIELY TORRES CAVALCANTI FORTES

**RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE GÁS
METANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito à obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Pesca, da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientador: Prof. Dr. Mário Henrique Bento Gonçalves e Oliveira

SERRA TALHADA-PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F738r Fortes, Cynthia Graziely Torres Cavalcanti
RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE GÁS METANO / Cynthia Graziely
Torres Cavalcanti Fortes. - 2022.
29 f. : il.

Orientador: Mario Henrique Bento Goncalves e Oliveira.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2022.

1. Biogás. 2. Reciclagem. 3. Resíduos. I. Oliveira, Mario Henrique Bento Goncalves e, orient. II. Título

CDD 639

CYNTHIA GRAZIELY TORRES CAVALCANTI FORTES

**RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE GÁS
METANO**

Esta Monografia foi apresentada em 29 de setembro de 2022 como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca. A candidata foi analisada pela Banca Examinadora abaixo assinada. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. MÁRIO HENRIQUE BENTO GONÇALVES E OLIVEIRA

Prof. Orientador/UAST/UFRPE

PROF. DR. UGO LIMA SILVA

Prof. Avaliador/UAST/UFRPE

PROF. DR. LUIZ CARLOS DA SILVA JÚNIOR

Prof. Avaliador/UAST/UFRPE

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus pelo dom da vida, me proporcionando momentos de alegria nos dias mais difíceis para seguir firme na minha jornada.

À minha querida mãe, Sônia Torres, por me apoiar e me incentivar a ir sempre mais longe, e ao meu amado sobrinho, José Luiz, pelas brincadeiras e por todo o amor e a minha irmã Gabriella por simplesmente existir na minha vida e pelo sobrinho lindo que me destes.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e à Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), pelo oferecimento do curso e inúmeras oportunidades, e a todos os professores.

Ao meu orientador, professor Mário Henrique Bento pela excelente orientação, por todo o auxílio no experimento e paciência durante a realização deste trabalho.

Aos meus avaliadores e professores, Ugo Lima e Luiz Carlos, por fazerem parte da apresentação desse trabalho, por me avaliar e pelos ensinamentos passados a mim.

Às minhas amigas, Geovanna, Gabi, Mayane e Magna, pela amizade e por tornar os dias mais divertidos, pois, devido a labuta diária, sem essa amizade os dias teriam sido mais exaustivos.

A todos os envolvidos que mesmo indiretamente me impulsionaram a nunca desistir.

Muito obrigada!

RESUMO

Com o crescimento populacional as ações antrópicas contribuíram para o acúmulo de resíduos, e o surgimento de novas tecnologias foi necessário para solucionar essa questão. Nesse trabalho objetivou-se a busca por processos produtivos autossustentáveis, como reaproveitar a matéria orgânica provenientes de pisciculturas na produção de gás metano e diminuir impactos no meio ambiente. O resíduo orgânico ao se decompor, produz misturas gasosas de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) capazes de gerar combustão, atribuindo-se o nome biogás ou gás biológico, por fazer parte de um processo produtivo de origem animal. Para esse experimento, a matéria orgânica foi coletada no tanque de PVC (caixa d'água) com criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*), com o auxílio de garrafas Polietileno Tereftalato (PET) entre 237 mL e 1000 mL. O tempo de decomposição da matéria orgânica foi de 60 dias. Na mensuração do gás metano foi utilizado o sensor MQ-4, conectado à placa Arduino Uno, fios jumper, resistor e protoboard. Os resultados foram obtidos através de regressão linear, no Microsoft Excel (2019). A concentração da coleta 1 resultou em um coeficiente $R^2 = 0,9684$, e da coleta 2 em $R^2 = 0,805$. Foi possível verificar através do desempenho do sensor MQ-4, a viabilidade da produção de biogás provenientes da piscicultura, porém, em criação intensiva em alta escala, já que necessita de uma quantidade bastante superior da qual foi coletada para se produzir o gás biológico. O conhecimento propagado sobre processo de produção do gás metano estimula os produtores rurais a dar início a ideias que geram economia e ao mesmo tempo, sustentabilidade, tendo em vista que o biogás é uma opção energética renovável de ótimo rendimento, proporcionando energia limpa e descarte adequado dos efluentes gerados. Além disso, a descoberta do biogás no Brasil é ainda recente no que diz respeito ao método de produção, por isso há falta de mão de obra especializada nesse assunto para orientar o produtor, de apoio financeiro e de tecnologias mais acessíveis.

Palavras-Chave: Biogás. Reciclagem. Resíduos.

ABSTRACT

With population growth, human actions contributed to the accumulation of waste, and the emergence of new technologies was necessary to solve this issue. This work aimed to search for self-sustainable production processes, such as reusing organic matter from fish farms in the production of methane gas and reducing impacts on the environment. When organic waste decomposes, it produces gaseous mixtures of methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂) capable of generating combustion, giving the name biogas or biological gas, as it is part of a production process of animal origin. For this experiment, organic matter was collected in a PVC tank (water tank) with tilapia (*Oreochromis niloticus*) rearing, with the aid of Polyethylene Terephthalate (PET) bottles between 237 ml and 1000 ml. The decomposition time of organic matter was 60 days. In the measurement of methane gas, the MQ-4 sensor was used, connected to the Arduino Uno board, jumper wires, resistor and breadboard. The results were obtained through linear regression, in Microsoft Excel (2019). The concentration of collection 1 resulted in a coefficient $R^2 = 0.9684$, and of collection 2 in $R^2 = 0.805$. It was possible to verify, through the performance of the MQ-4 sensor, the viability of producing biogas from fish farming, however, in high-scale intensive farming, since it requires a much higher amount of which was collected to produce biological gas. The spread of knowledge about the methane gas production process encourages rural producers to start ideas that generate savings and, at the same time, sustainability, given that biogas is a renewable energy option with great performance, providing clean energy and adequate disposal. of the generated effluents. In addition, the discovery of biogas in Brazil is still recent with regard to the production method, so there is a lack of skilled labor in this matter to guide the producer, financial support and more accessible technologies.

Keywords: Biogas. Recycling. Residues.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Esquema simplificado do biodigestor.....	11
FIGURA 2 – Matéria orgânica coletada em garrafas pet entre 500 mL e 1000 mL (coleta 1)	14
FIGURA 3 – Matéria orgânica coletada em garrafas pet entre 237 mL e 500 mL (coleta 2)	14
FIGURA 4 - Sensor MQ-4 medindo a concentração de metano contida na garrafa pet.....	15
FIGURA 5 – Sensor MQ4, placa Arduino, cabo USB, protoboard, fios jumpers, resistores.....	16
FIGURA 6 – Imagem do sensor MQ-4.....	16
FIGURA 7 – Imagem do protoboard.....	17
FIGURA 8 – Imagem dos fios jumper.....	17
FIGURA 9 – Imagem dos resistores.....	18
FIGURA 10 – Gráfico da primeira regressão linear.....	20
FIGURA 11 – Gráfico da segunda regressão linear.....	21

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Valores de cada componente para mensuração do gás metano.....	18
TABELA 2 – Dados simplificado da mensuração do metano.....	19
TABELA 3 – Dados simplificado da segunda mensuração do metano.....	20

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1.1 Revisão de Literatura	12
1.2 Justificativa	15
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Geral	17
1.3.2 Específico.....	17
2. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4. CONCLUSÕES	25
5. REFERÊNCIAS	26

INTRODUÇÃO

1.1 Revisão de Literatura

Os avanços da tecnologia provocaram grande impacto na sociedade, por exemplo, os avanços na área de telecomunicações, permitiram a troca de informações com mais agilidade, essas trocas mais ágeis contribuiram para um maior acúmulo de conhecimento em um tempo relativamente curto (FREIRE et al., 2016), outro exemplo são os aplicativos móveis, com eles é possível realizar tarefas que antes exigiam a presença física da pessoa, por exemplo, pode-se acessar as contas bancárias e realizar transferências por meio do aplicativo do banco (ANDRADE, 2019). Whatsapp também é um dos aplicativos mais utilizados na atualidade, empresas utilizam esse aplicativo como ferramenta de comunicação, ele também pode atuar em marcação de consultas, realizar chamada de vídeo, fazer apresentações, dentre outros (SOUZA et al., 2015).

O avanço da tecnologia também acarretou no aumento da produção de resíduos. Após a revolução industrial no século 18, observou-se que junto com o aumento da produtividade advinda do processo de industrialização ocorreu também o aumento da temperatura média do planeta, ou seja, a ação do homem para aumentar a produtividade interferiu diretamente no meio ambiente, essa interferência passou a se chamar de ações antrópicas, termo que ganhou destaque quando a humanidade percebeu a necessidade de discutir sobre as mudanças provocadas pelo homem no meio ambiente e sobre seus resultados negativos (NEVES et al., 2016).

A fauna e a flora são de grande importância para manter o planeta saudável, dentro desses existem vários ecossistemas interligados e correlacionados, ou seja, um ecossistema depende do bom funcionamento do outro, isso se chama simbiose (SANTOS, 2021). Porém as ações humanas vêm prejudicando vários desses sistemas que são intimamente integrados. Com isso, um dos temas que vem se tornando cada vez mais importante no cenário atual é a questão dos impactos ambientais provocados pelo crescimento populacional, e particularmente a problemática do uso demasiado dos combustíveis fósseis. Esses são fontes de energia que não se renovam e são altamente poluidoras (DI MASI, 2004).

A produção do gás metano é uma atividade rural e de interesse ambiental, econômico e social, por trazer benefícios significativos à população e ao planeta, no que diz respeito ao efeito estufa. Atualmente, com a tecnologia crescendo cada vez mais, remanesce adaptar-se aos novos

padrões e inserir métodos que impulsionem a favor da sustentabilidade e a ciclagem dos recursos naturais. Este trabalho foi desenvolvido, demonstrando a viabilidade de uso do gás metano. A produção do gás metano por meio da matéria orgânica é algo desconhecido para a maioria das pessoas.

O Biogás consta basicamente de: GÁS METANO (CH₄) em torno de 50 a 60%; GÁS CARBÔNICO (CO₂) em torno de 35 a 40%; HIDROGÊNIO (H₂) em torno de 1 a 3%; OXIGÊNIO (O₂) em torno de 0.5 a 1%; GASES DIVERSOS em torno de 1 a 5%. Sendo o gás carbônico incombustível, com sua eliminação através da dissolução em água, é possível a obtenção de um Biogás com cerca de 95% de metano de poder calorífico de cerca de 8500 Kcal/m³ (ARRUDA et al. 2002, p. 2).

Ainda de acordo com Arruda et al. (2002), o biogás só se torna combustível se o teor de metano for maior que o dióxido de carbono. O metano é um gás facilmente inflamável e que produz chamas pequenas, pouco evidentes. Em casos de vazamentos, o biogás tende a escapar para cima por ser menos denso que o ar (ARRUDA et al. 2002). Nesse contexto, foram utilizadas maneiras de como diminuir impactos causados pela produção de peixes, no que tange à produção de resíduos.

Tendo em vista o problema de fontes não renováveis de energia, a busca por processos produtivos autossustentáveis passou a ter relevância em diversos campos: no campo empresarial, acadêmico e científico, entre outros. Essa busca é o resultado por uma otimização na relação custo benefício da produção e uma procura por alternativas que venham diminuir a poluição atmosférica, que é provocada pelos processos tradicionais. Esse processo autossustentável é importante, pois não envolve apenas uma preocupação ambiental, mas também é uma fonte de geração de empregos. Esses processos produtivos tem se mostrado uma alternativa para solucionar o uso exagerado de combustíveis fósseis, e para essa finalidade novas tecnologias estão sendo empregadas (BATOMÉ, 2017).

Existem alguns estudos sobre o aproveitamento da matéria orgânica acumulada no fundo dos tanques de peixes na produção de biogás, por exemplo, “Geração de Biogás com Dejetos Provenientes da Piscicultura” de Machado et al., (2013). De acordo com Manjabosco et al., (2021), o resíduo acumulado como restos de ração utilizada na piscicultura, excreção e demais materiais, causam riscos de contaminação no meio aquático e precisam ser retirados periodicamente com a finalidade de manter a água do tanque saudável e o bem estar dos organismos aquáticos. Dessa forma, a instalação dos biodigestores para o reaproveitamento desses resíduos é uma alternativa sustentável e ecológica.

O processo de digestão anaeróbia pode ser influenciado por diversos fatores, como: nitrogênio, pH, substrato, temperatura, tempo de retenção, tipo de reator químico, umidade, etc.

O fator mais importante é a temperatura, que deve ser mantida constante (sem alterações) e próxima a 35°C. Esse sendo o valor ideal para o processo de digestão anaeróbia. Além do fato que as bactérias também produzem calor necessário para sua manutenção (EMBRAPA, 2018).

De acordo com Pereira (2011), a implantação do biodigestor, equipamento que funciona no tratamento de dejetos totalmente decompostos; sendo de origem vegetal ou animal, dispõe como resultado final, o biogás, sendo assim chamado por devido às misturas gasosas presentes na sua composição, tais como o metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), principalmente, além de nitrogênio (N₂), oxigênio (O₂) e gás sulfídrico (H₂S). Essas misturas são capazes de gerar combustão. O gás biológico é obtido durante a fermentação por bactérias anaeróbicas denominadas metanogênicas, dentro do próprio biodigestor (Figura 1).

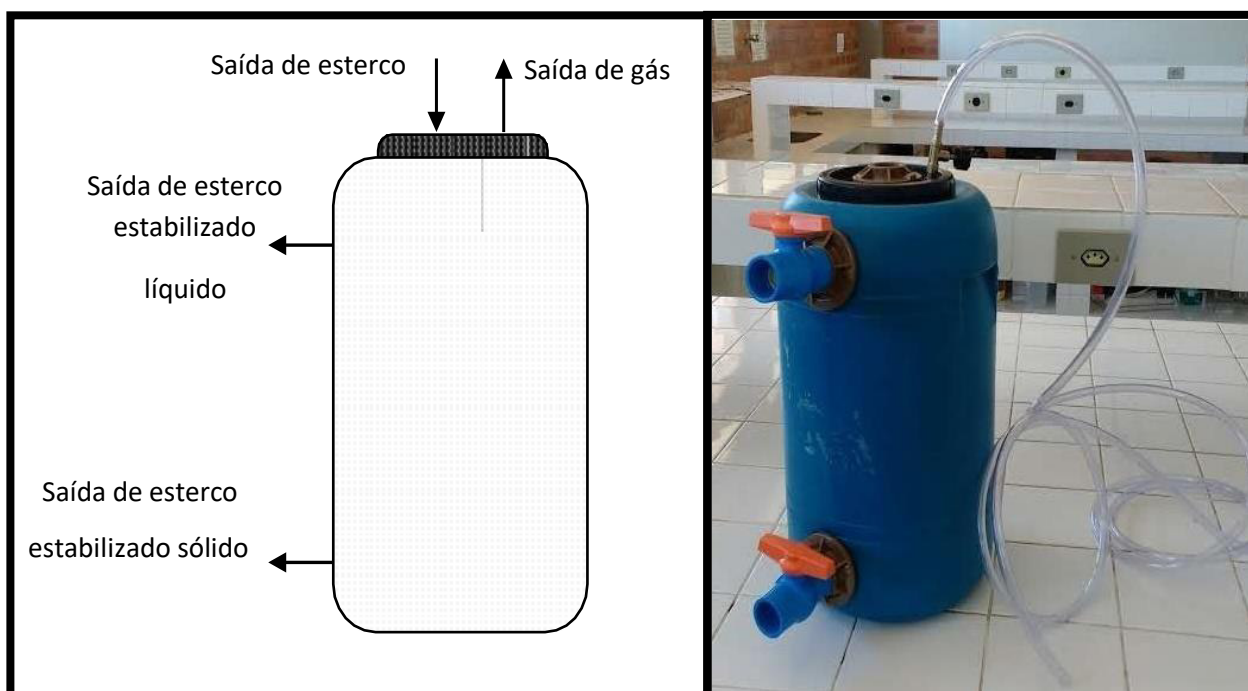


Figura 1 - Esquema simplificado do biodigestor. Fonte: Lima et al. (2020).

Considerando os benefícios em termos ambientais e econômicos sua instalação oferece baixo consumo de energia elétrica, baixo custo de implantação, baixos custos operacionais, eficiência na remoção de poluentes, redução na produção de lodo, dentre outros (PEREIRA, 2011). Nesse contexto, foi analisada a alternativa da produção de biogás como combustível através do acúmulo residual de pisciculturas. Para Araújo (2017), a matéria orgânica é de fácil acesso para o processo de produção.

Considera-se também a flexibilidade de operar com geração constante ou variável no abastecimento de energia no país, de forma complementar aos meios tradicionais: energia hidroelétrica e termoelétrica. O material orgânico fermentado em reatores anaeróbicos possui baixa emissão de gases poluentes. Por ser uma fonte de energia limpa, reduz a taxa de contaminação no ciclo reprodutivo, assim se promove a geração do gás biológico, posteriormente utilizado como fonte de energia elétrica, térmica e mecânica (FARIA, 2012). Dessa forma, o biogás poderá substituir o combustível usado em tratores movidos a óleo diesel, substituir os gases de origem mineral, como o gás liquefeito de petróleo (GLP) usado como gás de cozinha, gás natural usado em equipamentos domésticos e o gás natural veicular.

Os Sensores Arduino são dispositivos eletrônicos de montagem simples e de baixo custo, que se programa para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos ligados a ele (GALANTE, 2014). Através desse protótipo é possível coletar diversas informações ou detectar estímulos, sejam eles, cheiros, luzes, movimentos, dentre outros (SILVA et al., 2017).

1.2 Justificativa

Como a produção científica tem como objetivo apropriar-se da realidade para melhor analisá-la e, posteriormente, produzir transformações, discutindo sobre os impactos ambientais, um estudo no sentido do desenvolvimento sustentável, em especial no consumo racional de recursos, além de aspecto prático muito relevante, reveste-se de importância para o meio acadêmico.

Para o curso de Engenharia de Pesca, que é uma área de conhecimento com envolvimento de incentivos privados e públicos, a propagação de informações sobre o assunto pode estimular a população a criar em si um senso crítico a respeito de incentivo ao biogás. Com isso, a sociedade pode saber da importância do biogás e querer cobrar das autoridades acerca de atitudes, que beneficiem a produção dessas Fontes Alternativas. O autoconhecimento promove a propagação dessas ideias, e a disponibilidade de pesquisas e trabalhos são cada vez mais necessários e propícios a essas informações.

O uso de biogás irá contribuir para a redução da poluição hídrica, odores desagradáveis, aumento da produção de combustível de boa qualidade e principalmente para o aumento das oportunidades de mercado de trabalho, geração de renda e para o aperfeiçoamento de pesquisas

científicas. Como forma de agregar valor à essa matéria prima, utilizando-a para diversos fins, e refletir sobre ações que melhoram o aproveitamento e desenvolvimento de produtos biologicamente ativos, tornasse de grande transcendência e valia no que diz respeito ao meio ambiente, especialmente, em termos econômicos.

Nesse contexto, a maior produção de estudos e conteúdos sobre biogás como forma de reaproveitamento na vida socioeconômica e ecológica do ser humano, provenientes da piscicultura ou quaisquer meios de cultivo de organismos aquáticos pode ser o início de um processo de transformação, que começa na academia e estende seus reflexos para a realidade social.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Utilizar resíduos provenientes da piscicultura, na produção de gás metano, com o mínimo de impacto ao meio ambiente.

1.3.2 Específico

Analisar os níveis de gás metano através do sensor MQ-4;

Análise estatística, estimando a diminuição dos resíduos na criação de tilápias em cativeiro;

Estimar a viabilidade da produção de biogás.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No município de Serra Talhada-PE, no dia 12 de março de 2022 foi realizada a coleta da matéria orgânica em um tanque de PVC com criação de tilápias, utilizando garrafa pet (politereftalato de etileno) entre 500 ml e 1000 ml (Figura 2). Com o material orgânico devidamente coletado, foi reservado em um local com temperatura ambiente durante 60 dias para que ocorresse a sua decomposição final de forma natural. A segunda coleta ocorreu logo depois na mesma piscicultura. Utilizou-se garrafas pet com volumes entre 237 ml e 500 ml (Figura 3). Em seguida, realizou-se o mesmo procedimento da primeira coleta: Reservou e aguardou o material se decompor por 60 dias.



Figura 2 – Matéria orgânica coletada em garrafas pet entre 500 ml e 1000 ml (coleta 1).



Figura 3 – Matéria orgânica coletada em garrafas pet entre 237 ml e 500 ml (coleta 2).

Assim, pôde-se fazer a mensuração da concentração de CH_4 (Figura 4). Para isso, utilizou-se os seguintes itens: Placa Arduino Uno, cabo USB, fios Jumper, sensor MQ-4, protoboard e resistores e por fim, montou o equipamento. É necessário baixar o Software do Arduíno e depois instalar o programa para lançá-lo à placa Arduino. A princípio, fez-se necessário realizar as ligações do sensor na placa Arduino: Cabo USB ligado na saída USB do Arduino e na entrada USB do computador (notebook).



Figura 4 – Sensor MQ-4 medindo a concentração de metano contida na garrafa pet.

A Porta A0 do Sensor ligada na porta analógica A2 do Arduino usando fios Jumper Macho/Fêmea. Uma das pontas do mesmo resistor (vermelho, vermelho, marrom, 330 Ohms), através do protoboard ligado na porta analógica A0 do Arduino usando fios Jumper Macho/Macho. Uma das pontas do mesmo resistor, através da protoboard é ligada na ponta maior do LED Vermelho. A ponta menor do LED Vermelho ligada na porta GND (Terra) do Arduino usando fios Jumper Macho/Macho. A porta GND do Sensor ligada na porta GND do Arduino usando fios Jumper Macho/Fêmea. A porta VCC (Fonte de Tensão) do Sensor ligada na porta 5V do Arduino usando fios Jumper Macho/Fêmea. (Figura 5).

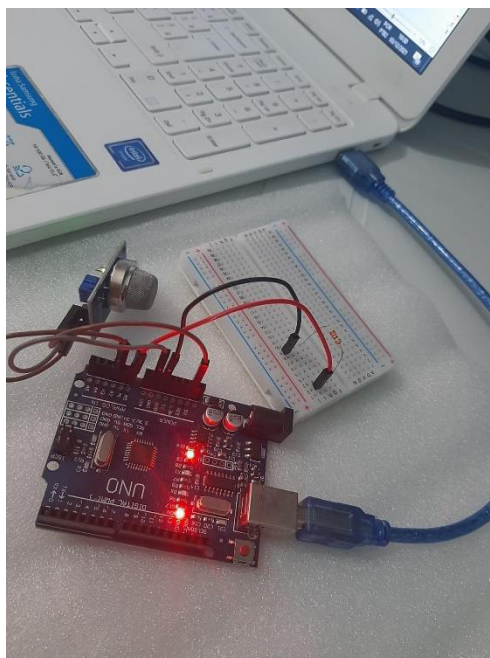


Figura 5 – Sensor MQ4, placa Arduino, cabo USB, protoboard, fios jumpers, resistores.

O sensor MQ-4 (Figura 6) trata-se de um equipamento com a funcionalidade de detectar gases inflamáveis como metano, propano e butano. Especificamente, esse equipamento foi construído para detectar o metano, fazendo uma alta detecção com alta velocidade. O seu valor custa em média, 18,00 reais (MACEDO, 2022).



Figura 6 – Imagem do sensor MQ-4. Fonte: FilipeFlop (2022).

A placa Arduino Uno é utilizada para o desenvolvimento de protótipos e pode ter inúmeras funcionalidades: adicionar sensores e módulos, assim como desenvolver um software e inseri-lo na placa. Alguns dos projetos já desenvolvidos com o sensor Arduino são: acender e apagar lâmpadas, sistema de alarme, detector de vazamento de gases, etc. (NOLETO, 2021).

Seu preço pode variar dependendo da imitação ou se for original, entre R\$ 100,00 a R\$ 200,00, quando acompanhado com o cabo USB.

Os fios jumpers (Figura 7a) são fios de resistência baixa, utilizada nas placas para ativar o seu funcionamento com diversos recursos. O seu valor custa em média, 13,00 reais. O protoboard é uma placa com furos de conexões condutoras para montagem de circuitos eletrônicos experimentais (protótipos) (Figura 7b). O seu valor fica em torno de R\$ 20,00. Na figura 5 mostra os fios jumpers e o resistor conectados ao protoboard. O resistor é o componente elétrico ligado ao protoboard. A sua função é limitar o fluxo da carga elétrica no circuito (ZANETTI, 2017) (Figura 9). Geralmente são vendidos em kits por se tratar de um componente bastante pequeno, custando em média, apenas R\$ 15,00 (kit).

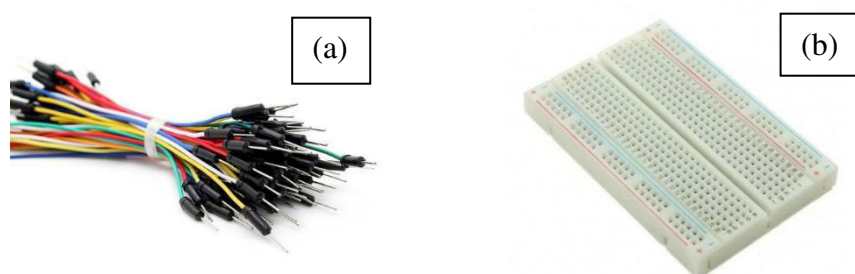


Figura 7 – Imagem dos fios jumper (a). Fonte: FilipeFlop (2022); Imagem do protoboard (b).

Fonte: Eletrogate (2022).



Figura 9 – Imagem dos resistores. Fonte: Kayobrussy Guedes (2022).

O preço total para construção do sensor MQ-4 comparado com um detector de gases é relativamente significativo, pois enquanto que para a montagem de um sensor à base do Arduino custa em média R\$ 200,00 (Tabela 1), o preço médio de um aparelho calibrado para detectar gases como o CH₄ é de R\$ 3.337,00 (AKSO, 2015).

Tabela 1 – Valor de cada componente para mensuração do gás metano.

Valores (R\$)	Componentes
13,00	Fios jumpers
100,00 a 200,00	Placa Arduino Uno
20,00	Protoboard
15,00	Resistor (kit)
18,00	Sensor MQ-4

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na calibração do sensor Arduino, assumiu-se como a concentração de metano no ar: 1,875 partes por bilhão (ppb) (FERREIRA et al., 2011). Na sua leitura obteve-se o valor 87 (o Arduino assume o valor 1023 para 5 Volts, como referência). Também foram medidas a altura das garrafas e a sua altura preenchida com resíduos (Tabela 2). No que diz respeito a quantidade de resíduo dentro das garrafas, ou seja, o preenchimento total.

Na ordem, a leitura de cada material orgânico resultou em 320, 370 e 730. Tanto o volume como a leitura influenciaram no resultado da concentração. Para obter a concentração realizou-se o cálculo no Excel da seguinte forma: regra de três entre a leitura, concentração de metano no ar, leitura da concentração de metano do ar, por exemplo:

$$87 \text{ ————— } 1,875$$

$$320 \text{ ————— } x$$

$$87x = 600$$

$$x = 600/87$$

$$x = 6,89655$$

Volume da garrada (mL)	Leitura do Arduino	Altura da garrafa (cm)	Altura Preenchida da garrafa(cm)	Concentração de metano no ar (ppb)	Tempo de Coleta (dias)
0	87	0	0	1,875	0
500	320	22	17,5	6,89655	60
510	370	22,5	18,5	7,97414	60
1500	730	30,5	17,5	15,7328	60

Tabela 2 - Dados simplificado da mensuração do metano.

Após a mensuração do metano, realizou-se a regressão de forma linear para obter a concentração em porcentagem. Utilizando a equação $y = 10^{-9} x + 4^{-10}$, onde y representa a concentração e x o volume do recipiente. Resultou-se em um coeficiente $R^2 = 0,9684$. De acordo com o gráfico 10 (Figura 10), a concentração do metano mensurada mostrou-se dependente (linearmente) do volume do recipiente. Indica que o sensor detectou a presença do gás metano no material orgânico coletado. No artigo de Ferreira et al. (2011), explica que o valor da concentração do metano para conseguir que ele seja inflamável é necessário que se faça uma exposição correspondente a 8000 ppb.

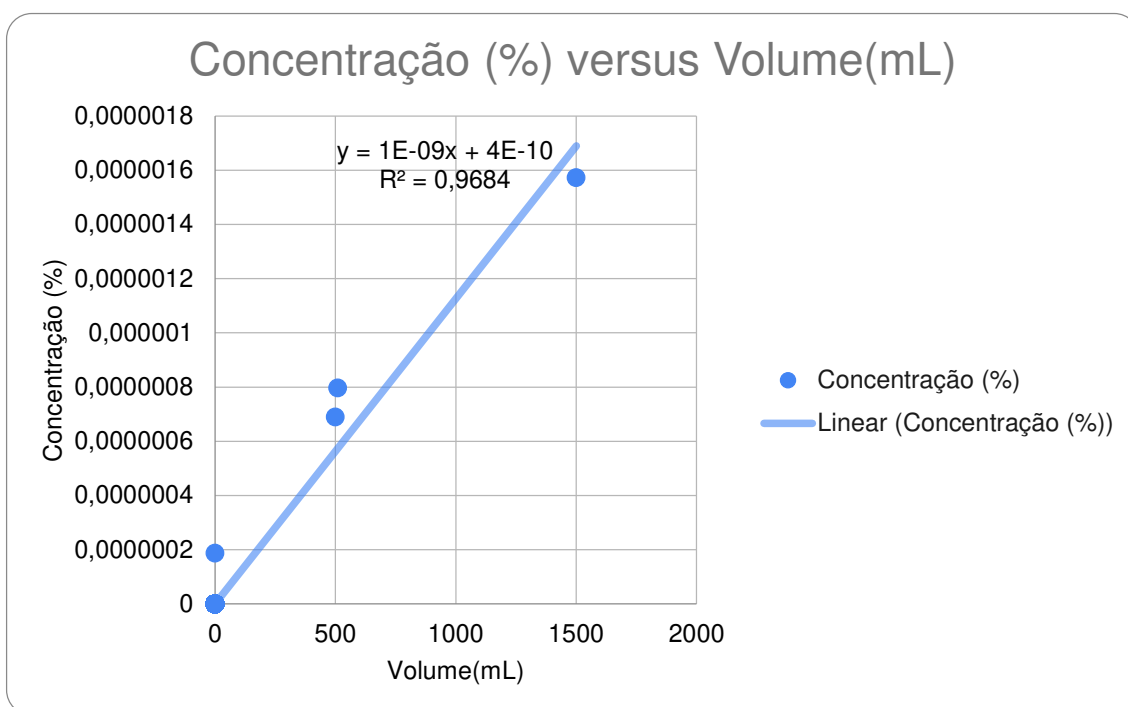


Figura 10 - Gráfico da primeira regressão linear.

A segunda coleta foi realizada em maio de 2022, e a sua mensuração com o sensor MQ-4 feita em julho 2022. Na tabela 3, os dados obtidos para cada mensuração resultaram em medidas de concentração (em ppb) um pouco menores que as medidas de concentração anteriores (Tabela 2). Pode-se observar que a altura preenchida (em cm) para cada recipiente foi relativamente baixa. Por exemplo, enquanto que um recipiente de 15 cm de altura suporta entre 237 e 250 ml, só foi possível preencher esse recipiente com matéria orgânica até 2,5 cm de altura.

Volume da garrafa (ml)	Leitura do Arduino	Altura da garrafa (cm)	Altura da garrafa preenchida da garrafa (cm)	Concentração de metano no ar (ppb)	Tempo de coleta (dias)
0	87	0	0	1,875	0
500	205	22	11,5	4,4181	60
250	240	15	15	5,17241	60
237	215	15	2,5	4,63362	60

Tabela 3 – Dados simplificado da segunda mensuração do metano.

Ao inserir os dados da segunda mensuração do metano no gráfico da regressão linear, observou-se uma desproporcionalidade em relação a concentração e o volume. Ao utilizar a equação: $y = 10^{-9}x + 4^{-10}$, o coeficiente R^2 resultou em 0,805 (Figura 11). Não ficou tão próximo de 1 como na regressão anterior, mas o sensor também se mostrou bem regulado. Conseguiu-se medir a concentração de metano em cada recipiente, embora a quantidade em cada um desses fosse menor.

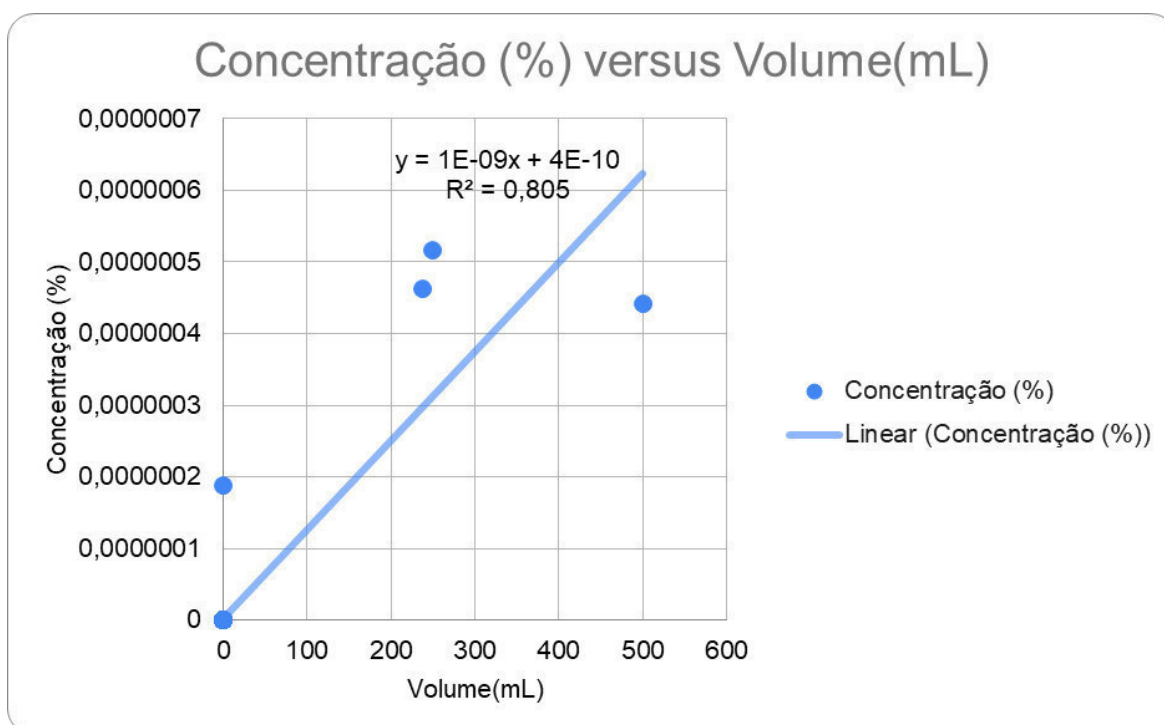


Figura 11 – Gráfico da segunda regressão linear.

4. CONCLUSÕES

Nesse trabalho descreveu-se a coleta de matéria orgânica em pisciculturas com a finalidade de gerar gás metano. Como proposto neste trabalho, pode-se observar que a produção do biogás com utilização de matéria orgânica, na forma de matéria-prima, depende totalmente de um processo anaeróbico, o qual requer condições específicas, por se tratar de um sistema microbiológico.

Conforme verificado nos estudos já realizados, a produção do biogás constitui um processo eficiente quando mantidas as condições operacionais otimizadas, ressaltando que esse processo ocorre dentro de um biodigestor. A quantidade e o tempo de armazenamento da matéria orgânica são os principais influenciadores para produzir esse gás, tornando-se viável quando coletados em maiores quantidades. Sendo assim, a sua produção pode durar meses ou até anos, além da construção de um biodigestor ajustado, como também manter a temperatura do mesmo elevada. Ou ainda, utilizar pouca água, dentre outros procedimentos.

De acordo com os resultados apresentados, foi possível verificar através do sensor MQ-4, que a produção do biogás provenientes da piscicultura, só se torna viável quando o cultivo de peixes é através de sistema intensivo e em alta escala. Apesar de que a mensuração do metano foi realizada em uma quantidade bastante baixa para se produzir o biogás, ainda assim, abrem-se grandes oportunidades para o mercado de trabalho, especificamente de piscicultura intensiva, gerando rendas extras e visando o tratamento dos dejetos de peixes. Além de possíveis novos empreendimentos na agricultura familiar. Considere, por exemplo, o biofertilizante como segundo subproduto da matéria orgânica, após serem inseridos os sólidos sedimentáveis no biodigestor.

5. REFERÊNCIAS

AKSO. Detector de 4 gases. **AKSO loja virtual**, 2015. Disponível em: < https://loja.akso.com.br/produto/4-gas-easy-detector-de-4-gases-certificado-de-calibracao-rbc-836?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=shopping&dfw_tracker=27060-836&gclid=CjwKCAjwvvsqZBhAIEiwAqAHElXHf-r6h6UemINXEY6IZ7tAQ_3l3QatqaKcuP3IzeB-joGAAYJIQ6hoC1XcQAvD_BwE > Acesso em: 26 de set. de 2022.

ANDRADE, I. J. F. Avaliação de desempenho financeiro dos bancos digitais e dos bancos tradicionais. 2019. 37 f. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

ARAÚJO, Ana Paula Teixeira. Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico. Vol. 1, 42 p. (Tese de Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

ARRUDA, M. H. et al. Dimensionamento de biodigestor para geração de energia alternativa. Revista científica eletrônica de agronomia. Garça - SP, vol. 1, n-2, p. 1-8, dez. 2002.

BOTOMÉ, M. M. Indicadores para avaliação de ações ambientais: um estudo em santa catarina a partir da rota do meio ambiente. 2017. 222. Dissertação (Pós-Graduação em Administração) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

DI MASI, M. Limites do meio ambiente: A modernização. Revista Escola Superior de Guerra, (ESG), Rio de Janeiro, v. 20, n. 44, p. 273-384, jan./dez. 2004.

EMBRAPA. Fabricação de biofertilizantes. **EMBRAPA**, 2018 Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/804/fabricacao-de-biofertilizante> > Acesso em: 10 de Julho de 2018.

FARIA, R. A. P. Avaliação do potencial de geração de biogás e de produção de energia a partir da remoção da carga orgânica de uma estação de tratamento de esgoto-estudo de caso. 2012. 63 p. Dissertação (Pós-graduação em energia na agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR, 2012.

FERREIRA, Carla Miranda et al. Biodigestor para o gás do lixo orgânico. E-xacta, Belo Horizonte-MG, v. 4, n. 2, p. 5-17, out. 2011.

FREIRE, G. G. Os jogos na sociedade contemporânea: as influências dos avanços tecnológicos. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, Londrina v. 17, n. esp. Selitec 15/16, p. 463-469, 2016.

GALANTE, A. C., 2014, São Pedro-SP. Sistema de Aquisição de Dados de Sensores de Baixo Custo Baseado do Arduíno. São Pedro: ConBap, 2014. 6 p.

GUEDES, Kayobrussy. Resistores de potência: conheça suas funções e usos. **Topgadget**. Disponível em: < <https://www.topgadget.com.br/howto/electronica/resistores-de-potencia-conheca-suas-funcoes-e-usos.htm> >. Acesso em: 18 de ago. de 2022.

HACHOUCHE, Anwar. **Eletrogate**. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/protoboard-400-pontos> >. Acesso em 18 de ago. De 2022.

LIMA, Edcleyton José. Avaliação do funcionamento de um biodigestor de baixo custo. Diversitas Journal, Santana do Ipanema-AL, 20 out. 2020. Caderno, p. 3.

MACEDO, Filipe. **FilipeFlop**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-gas-mq-4-metano/>>. Acesso em: 11 de ago. de 2022.

MACHADO, S. T. et al., 2013, São Paulo. Geração de Biogás com Dejetos Provenientes da Piscicultura. São Paulo: Advances in Cleaner Production Network. 2013. 13 p.

MANJABOSCO, G. J. et al., 2021, Ijuí. Impacto ambiental causado pela atividade de piscicultura. Ijuí: SCUNIJUÍ, 2021. P. 5.

NEVES, Daniel. Revolução Industrial. **Mundo Educação**. 2016. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/revolucao-industrial-2.htm>>. Acesso em: 01 de set. 2022.

NOLETO, Cairo. Arduino: O que é, para que serve e como começar a usar. **Trybe**, 2021. Disponível em: < <https://blog.betrybe.com/tecnologia/arduino-tudo-sobre/>>. Acesso em: 11 de ago. de 2022.

PEREIRA, G. Viabilidade econômica da instalação de um biodigestor em propriedades rurais. Revista de Administração e Ciências Contábeis do Ideau, (RACI). Passo Fundo - RS, vol. 6, n-12, p. 1-13, jun. 2011.

SANTOS, J. S. A importância do inventário florestal para fauna e flora da região local. Brazilian Journal of Development, BJD, Curitiba, v. 7, n. 10, p. 101591-101601, out. 2021.

SILVA, G. A. Detectando vazão usando sensor ultrassônico HC-SR04. I Workshop de Ciências Exatas Aplicadas, Crato-CE, jun. 2017

SOUZA, J. L. A. Mídia social whatsapp: uma análise sobre as interações sociais. Revista Alterjor, São Paulo, v. 1, ano 6, ed. 2, jan.-jun. 2015.

ZANETTI, Carolina. Como utilizar uma protoboard. **RoboCore**, 2017. Disponível em: < <https://www.robocore.net/tutoriais/como-utilizar-uma-protoboard> >. Acesso em: 18 de ago. De 2022.