

## **DETERMINAÇÃO DO DESLOCAMENTO VERTICAL DO BIODIGESTOR ANAERÓBIO DE BANCADA POR ANÁLISE DE REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**THALYTA DE OLIVEIRA INOCÊNCIO<sup>1</sup>, FREDERICO ALAN DE OLIVEIRA CRUZ<sup>2</sup>, JULIANA LOBO PAES<sup>3</sup>, MYRNA MARTINS SANTOS MOREIRA<sup>4</sup>, LUCAS FIRMINO ALVES<sup>4</sup>, VIVIANNE ALVES DA SILVA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Física, Instituto de Ciências Exatas, UFRRJ, Seropédica-RJ, (21)998738614, thalyta.96@hotmail.com

<sup>2</sup> Física, Prof. Dr. Associado, Depto. de Física, UFRRJ, Seropédica-RJ

<sup>3</sup> Engenharia Agrícola e Ambiental, Profa. Dra. Associada, Depto. de Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto. de Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

Apresentado no  
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021  
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

**RESUMO:** O biodigestor anaeróbio de bancada, permite o estudo da ampla diversidade de biomassa, em conjunto com parâmetros que influenciam no potencial de produção de biogás. Para determinação, com exatidão, do volume de biogás produzido, é imprescindível que o instrumento ou técnica de medida, forneça valores de comprimento com a maior precisão possível. Em consequência disto, objetivou-se com este trabalho, avaliar a utilização de um método digital, para determinação do deslocamento vertical do biodigestor anaeróbio de bancada, modelo indiano. Esse método baseou-se na análise de registros fotográficos, através do software livre Tracker®, que permitiu medir, com maior precisão, o comprimento final atingido pelo gasômetro, em consequência do volume de biogás produzido em seu interior. Através do método digital foi possível observar a minimização do erro de paralaxe, presente no método analógico de leitura, que se utiliza de régua graduada. O método também forneceu valores mais confiáveis, do deslocamento vertical do gasômetro, em casos onde o mesmo, sofre inclinações devido o sistema flutuante adotado pelo modelo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestor anaeróbio; Análise de imagem; Tracker

## **DETERMINATION OF THE VERTICAL DISPLACEMENT OF THE BENCH TOP ANAEROBIC DIGESTER BY PHOTOGRAPHIC RECORD ANALYSIS**

**ABSTRACT:** The bench top anaerobic digester, allows the study of the wide diversity of biomass, together with parameters that influence the potential biogas production. To accurately determine the volume of biogas produced, it is essential that the measuring instrument or technique provides length values as accurately as possible. Consequently, the objective of this study was to evaluate the use of a digital method for determining the vertical displacement of the bench top anaerobic biodigester, Indian model. This method was based on the analysis of photographic records, through the free software Tracker®, which allowed for the measurement, with greater precision, of the final length reached by the gasometer, as a consequence of the volume of biogas produced inside. Through the digital method it was possible to observe the minimization of parallax error, present in the analog method of reading, which uses a graduated ruler. The method also provided more reliable values of the vertical displacement of the gasometer, in cases where it suffers inclinations due to the floating system adopted by the model.

**KEYWORDS:** Anaerobic Biodigester; image analysis; Tracker

**INTRODUÇÃO:** Cada tipo de modelo de biodigestor anaeróbio possui métodos de coleta de dados compatível com sua estrutura. Atendendo a necessidade do desenvolvimento tecnológico, a obtenção dos dados por sistema automatizado no processo deve ser pesquisada. Estudos realizados em laboratório voltados para o entendimento do processo em si e obtenção dos parâmetros pode ser realizada pelo desenvolvimento de sistemas eletrônicos inteligentes (FAKRA et al., 2020) ou com o uso de ferramentas simples (MATOS et al., 2017). A questão é que independente da metodologia, a obtenção de informações confiáveis torna-se indispensável para o entendimento de variáveis da digestão anaeróbia, como volume do biogás calculado a partir do descolamento do gasômetro. Nos processos de medida, existem erros que influenciam diretamente nos parâmetros analisados, sendo sistemático, associado a maneira como se utiliza o instrumento, e aleatório, que varia de acordo com a observação (ALMACINHA, 2016; SILVA NETO, 2015). Quando as medidas se baseiam apenas na visualização da posição de um ponto de interesse em relação a uma referência num sistema de medida, como é o caso da medida do comprimento de um objeto com o uso de uma régua, pode resultar em medida equivocada e implicar em análises incorretas. Esse tipo de erro denominado de paralaxe (ALMACINHA, 2016), pode ser minimizado com a utilização de ferramentas que produzam precisão maior na medida e, conseqüentemente, não resulte na diminuição da diferença entre o valor medido e valor real. Dentro dessa ideia, objetivou-se neste trabalho apresentar uma metodologia de medida de deslocamento do gasômetro com o registro fotográfico e análise com o uso de um *software* adequado para este processo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Utilizou-se biodigestor anaeróbio de bancada modelo indiano, composto por três recipientes cilíndricos de raio ( $r$ ) distinto ( $r_a > r_b > r_c$ ), cada um com uma das extremidades fechadas (figura 1.a). O cilindro  $r_a$  foi utilizado como câmara de contenção de “selo d’água”, enquanto  $r_c$  como câmara de digestão anaeróbia de 50% dejetos bovinos (DB) e 50% água (A). O cilindro  $r_b$  foi utilizado como gasômetro para contenção do biogás produzido ao longo do período de digestão anaeróbia, sendo  $r_b = 7,5$  cm, sendo posicionado entre as câmaras de contenção e digestão (Figura 1.b).

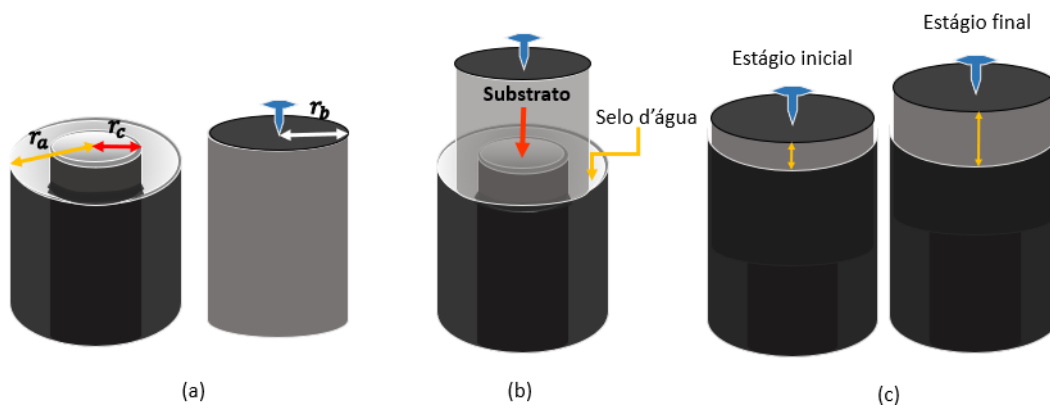


FIGURA 1. (a) Características dos componentes do biodigestor anaeróbio de bancada, (b) disposição do substrato e selo d’água, (c) deslocamento produzido pelo biogás

No cilindro  $r_a$  foi fixado o  $r_c$ , sendo entre este preenchido por água com a finalidade de isolamento térmico, suporte para o  $r_b$  flutuar, proporcionar condições anaeróbias e evitar perda de biogás armazenado no gasômetro. A determinação do deslocamento do gasômetro, devido a produção de biogás, foi realizada por dois métodos distintos, o analógico e o digital. O método analógico, consiste no uso de uma régua graduada, de 30,0 cm de comprimento, fixada em sua lateral externa do gasômetro, em posição vertical (Matos et al., 2017), enquanto o método digital utilizou-se o *software* gratuito Tracker<sup>®</sup>, que realiza análise de imagem

(BROWN, 2018). Por meio do software criou-se relações de comprimento entre os *pixels* da imagem com o uso do comando “fita de calibração”, para fornecer uma medida de referência, que serve como base para determinação do deslocamento vertical do gasômetro. O valor de referência fornecido ao software foi estabelecido pelo comprimento da borda da câmara de contenção, sendo este correspondente a 2,4 cm. Em sequência, determinou o deslocamento vertical do gasômetro pelo comando de “bastão de medição” (Figura 2).

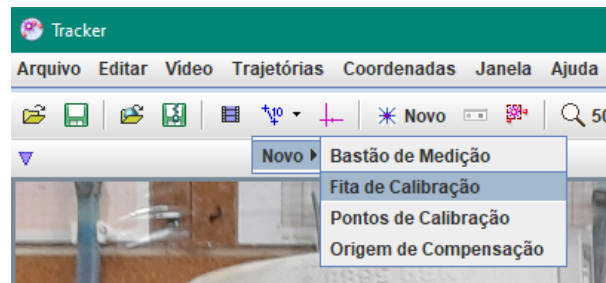


FIGURA 2. Menu de ferramentas para medição do comprimento de um objeto.

Com o comando bastão de medição, posicionou-se um segmento de reta sobre os pontos que seriam realizadas as medidas, onde as extremidades da reta foram posicionadas na borda da câmara de contenção e no topo do gasômetro. O processo de fixação do bastão de medição foi auxiliado com o recurso dos eixos coordenados, para permitir um melhor alinhamento do bastão com a direção vertical (FIGURA 3).

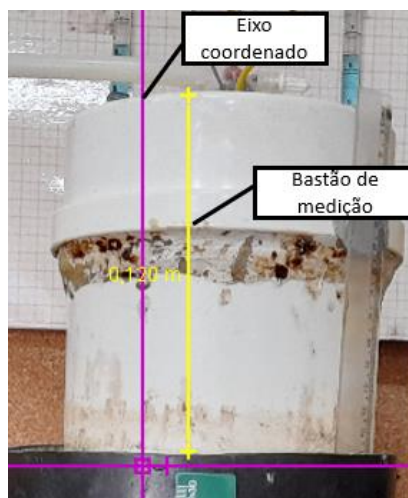
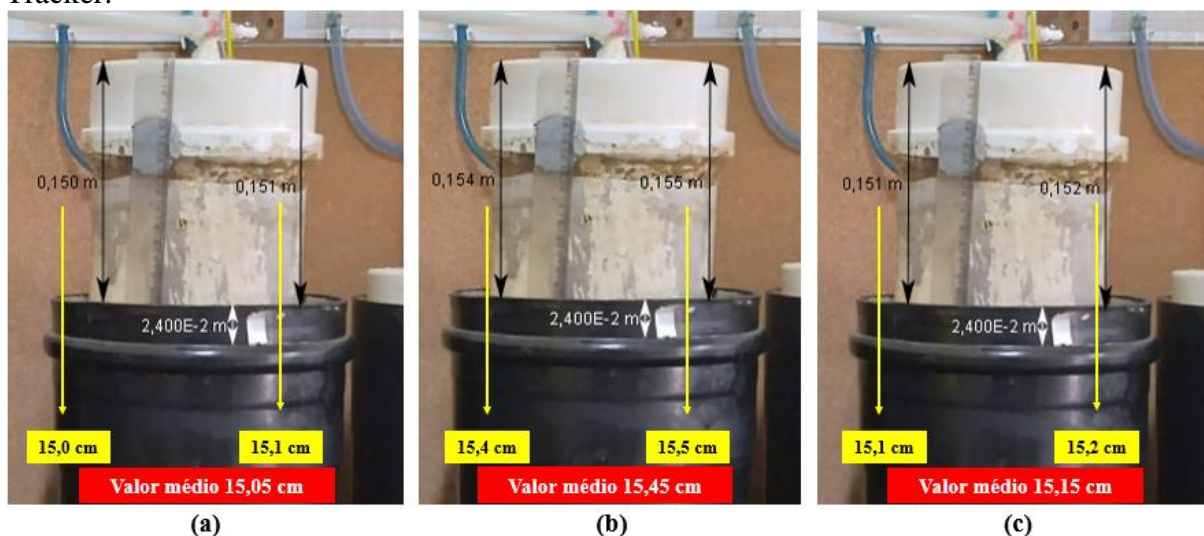


FIGURA 3. Posicionamento do bastão de medição e do eixo coordenado

Para obtenção da imagem analisada neste *software*, o sistema foi fotografado com auxílio de uma câmera com resolução de 13 MP, localizada em um tripé, a uma distância de 1,0 m da bancada de apoio do biodigestor anaeróbio. A medida do deslocamento do gasômetro pelo registro das imagens (método digital) foi realizada em triplicata. Um dos registros foi capturado frontalmente, enquanto os outros dois registros, foram realizados em ângulos ligeiramente distintos no plano horizontal, para minimizar os erros associados a paralaxe durante a coleta de dados. O valor médio do deslocamento do gasômetro medido pelos métodos digital e analógico foram expressos em erro padrão da média, tendo como valor esperado o resultado obtido pelo *software* Tracker<sup>®</sup> e como valor medido, o dado obtido pelo método analógico.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Observa-se na Figura 4, que o gasômetro apresentou inclinação lateral, decorrente do sistema flutuante adotado no biodigestor anaeróbio utilizado, embora haja aparatos no interior da câmara de contenção, para evitar tal ocorrência. Ao longo do processo de digestão anaeróbia verificou-se que a inclinação do gasômetro aumentou com seu deslocamento devido à produção de biogás e que isso provocou dificuldades na medição precisa de seu deslocamento pelo método analógico. No método digital foi utilizado o recurso do bastão de medição, que foram posicionados nas laterais para corrigir os efeitos da inclinação na medida. O bastão foi posicionado nas laterais, permitindo assim obter dados do comprimento de cada lado e partir deles avaliar o valor médio de deslocamento (figura 4).

FIGURA 4. Medida do deslocamento vertical de um biodigestor, através do software Tracker.



Observa-se na Tabela 1, que houve diferença no deslocamento medido por ambos os métodos. Ressalta-se que o comprimento inicial foi igual no método analógico e digital. O erro associado ao comprimento final entre os métodos analógico e digital se deve à referida inclinação observada no gasômetro. Para o método analógico foi necessário nivelar o gasômetro de maneira manual para a leitura do dado. Este procedimento adotado a cada medição do deslocamento, maximiza os erros de paralaxe, mesmo havendo repetições do procedimento. Apesar desse erro ainda ter possibilidade de ocorrência, a utilização do método digital minimizou a paralaxe, pois foram fornecidas as posições relativas dos pontos de interesse.

TABELA 1. Comparação dos valores do deslocamento do gasômetro, adquiridos por dois métodos distintos

Método	Comprimento inicial (cm)	Comprimento final médio (cm)	Deslocamento (cm)
Analógico	0,30	14,90 ±0,05	14,60 ±0,05
Digital	0,30	15,22 ±0,01	14,92 ±0,01
Erro Padrão (%)	-	2,15	2,19

A incerteza apresentada pelos dois métodos utilizados tem naturezas distintas, enquanto no método analógico, que utilizou a regra graduada, apresenta uma incerteza de 0,05 cm. O valor

apresentado corresponde à metade do menor valor lido pelo instrumento (TOGINHO FILHO, ANDRELLO, 2009) O método digital apresenta uma incerteza de 0,01 cm, padronizado para este tipo de medida (UC, 2010). Por apresentar uma incerteza menor, o valor obtido pelo método digital foi utilizado como o valor de referência para o cálculo do erro padrão da média, apresentado na tabela 1.

Para uma comparação de resultados mais confiável, foi calculado o desvio padrão dos dados obtidos pelo método digital e o valor obtido. O desvio padrão foi calculado com base nos dados do comprimento médio, apresentados na figura 4, resultando em um valor correspondente a 0,21 cm. Tomando o valor médio do método digital, apresentado na tabela 1, pode-se calcular o intervalo de variação desta medida, somando e subtraindo o valor do desvio padrão do valor médio apresentado, dessa forma foram obtidos os valores 15,01 cm, como limite inferior, e 15,43 cm como limite superior do intervalo. Analisando o método analógico, considerando a incerteza da medida, comprimento obtido foi de 14,95 cm, que não está contido no intervalo apresentado pelo modelo digital. Desta forma, mesmo que o erro padrão apresente um valor menor que 5%, o dado obtido pelo método analógico, não pode ser considerado uma flutuação do método digital. Além de apresentar um resultado com uma incerteza menor, o método digital se torna superior ao analógico, devido à falta de interferência humana no procedimento de medida.

Em casos onde a produção de biogás é ainda maior, a inclinação do gasômetro pode ser tal, que o nivelamento manual necessário no método analógico, comprometa completamente a medida. No método digital, os recursos utilizados são gratuitos e de fácil manuseio, que podem ser usados para impedir que elementos externos possam interferir na medida correta e assim, garantir uma padronização para as medidas.

**CONCLUSÕES:** A utilização do método digital na coleta de dados, possibilitou obtenção de valores mais confiáveis e precisos, reduzindo o erro de paralaxe presente no método analógico.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Comitê Guandu - AGEVAP Edital N° 016/2019 pelo financiamento da pesquisa, ao CNPq pelas bolsas de Iniciação científica e a UFRRJ pelo apoio.

## **REFERÊNCIAS:**

ALMACINHA, J. A. **Introdução à metrologia dimensional**. 10<sup>o</sup> ed. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.

BROWN, D. **Tracker: Video analysis and modeling tool**, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2MS7rqp>, Acesso em: 23 jun. 2021.

FAKRA, D. A. H., ANDRIATOAVINA, D. A. S., RAZAFINDRALAMBO, N. A. M. N., AMARILLIS, K. A., ANDRIAMAMPIANINA, J. M. M. A simple and low-cost integrative sensor system for methane and hydrogen measurement. **Sensors International**, v. 1, p. 1-14, 2020.

MATOS, C. F., PAES, J. L., PINHEIRO, E. F. M., CAMPOS, D. V. B. Produção de biogás a partir de dejetos de bovinos de leite, sob sistema orgânico e convencional de produção, **Revista Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 6., 2017.

SILVA NETO, J. C. Estudo do erro sistemático ou tendência e repetitividade de um instrumento de medição. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 8., 2015, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBM, 2015. p. 1-4.

TOGINHO FILHO, D. O., ANDRELLLO, A.C., Catálogo de Experimentos do Laboratório Integrado de Física Geral. Universidade Estadual de Londrina, 2009. Disponível em: <https://bitlybr.com/ASu9C>. Acesso em: 01 set. 2021.

UC - Universidade de Coimbra. Introdução a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Física. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010.