

CARACTERIZAÇÃO DA RUGOSIDADE DO COMPOST BARN POR EQUIPAMENTO ÓPTICO

**BIANCA, B. BARRETO¹, FERNANDO, R. PUJAICO², ELISÂNGELA RIBEIRO³,
GEOVANI M. LAURINDO⁴, ROBERTO A. BRAGA JR⁵**

¹ Pós-Doutoranda, Embrapa Instrumentação, babarreto89@gmail.com

² Doutor, Universidade Federal de Lavras, fernando.pujaico.rivera@gmail.com

³ Doutora, Universidade Federal de Lavras, elismar1952@hotmail.com

⁴ Doutorando, Universidade Federal de Lavras, geovanimarques@outlook.com

⁵ Professor, Universidade Federal de Lavras, robbraga@gmail.com

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Adotado recentemente, o *Compost Barn* é um sistema de confinamento alternativo com cama sobreposta para vacas leiteiras, em que os animais ficam soltos e podem caminhar livremente dentro do galpão, que visa a melhoria, o conforto e bem-estar animal e, conseqüentemente, os índices de produtividade do rebanho. Esta cama sobreposta pode sofrer fermentação, e para manter sua função, é necessário o monitoramento e revolvimento de maneira adequada. O conhecimento da condição da rugosidade superficial constitui em uma importante informação para o manejo racional da atividade de revolvimento. A determinação desta condição pode ser feita por métodos de contato e métodos sem contato. Assim, o objetivo deste foi utilizar um equipamento óptico de baixo custo, robusto e portátil para caracterizar a rugosidade da superfície do composto e comparar os resultados com a técnica já existente do rugosímetro de varetas. A rugosidade média foi calculada pela diferença da altura entre um ponto e seus vizinhos e a presença de crosta pelo semivariograma. Os resultados mostraram que o equipamento óptico mostrou-se válido e com resultados confiáveis e obteve uma sensibilidade maior que o rugosímetro de varetas.

PALAVRAS-CHAVE: Equipamento óptico, rugosidade superficial, rugosímetro de varetas.

CHARACTERIZATION OF COMPOST BARN ROUGHNESS BY OPTICAL EQUIPMENT

ABSTRACT: Recently adopted, the *Compost Barn* is an alternative containment system with superimposed bedding for dairy cows, in which the animals are free and can walk freely inside the shed, which aims to improve, comfort and animal welfare and, consequently, the herd productivity indices. This bedding can be fermentation, and to maintain its function, it is necessary to monitor and turn over properly. The knowledge of the surface roughness condition constitutes an important information for the rational management of the turning agricultural activity. The determination of this condition can be done by contact methods and non-contact methods. Thus, the objective of this study was to use a low-cost, robust and portable optical equipment to characterize the surface roughness of the composite and to compare the results with the existing technique of the pin method. The average roughness was calculated by the difference in height between a point and its neighbours and the presence of

crust by the semivariogram. The results showed that the optical equipment proved to be valid and with reliable results and obtained a higher sensitivity than the pin method.

KEYWORDS: Optical Equipment, Surface roughness, *compost barn*, pin method.

INTRODUÇÃO:

O *Compost Barn* é um sistema de confinamento alternativo para vacas leiteiras, em que os animais ficam soltos e podem caminhar livremente dentro do galpão, visando a melhorar o conforto e bem-estar animal e, conseqüentemente, os índices de produtividade do rebanho (DAMASCENO, 2012). O manejo da cama é o ponto-chave para o sucesso do *Compost Barn*. O intuito do sistema é a compostagem da cama, preservando um ambiente seco e macio para as vacas. Nesse sistema, a cama normalmente é de maravalha, permanece no galpão em torno de um ano e, posteriormente, pode ser utilizada como adubo para agricultura. As vacas compactam a cama ao caminhar e deitar e, dessa forma, reduzem a quantidade de espaço de ar livre para penetrar no material. Por essa razão, a revirada frequente é necessária e indispensável para que se tenha um bom processo e compostagem. Além disso, a revirada é importante para manter a superfície limpa (KADER et al., 2007).

Ressalta-se que para um bom manejo da cama sobreposta, é necessário, a caracterização da sua superfície. Uma vez identificada sua rugosidade e presença de crosta, elas podem auxiliar no entendimento do processo de secagem do composto e, conseqüentemente, na escolha dos implementos adequados para o revolvimento da cama, deixando-a em condições desejáveis de compostagem.

Assim, o trabalho teve o objetivo de utilizar um equipamento óptico para caracterizar as condições da rugosidade do *compost barn* e comparar os resultados com a técnica já existente de rugosímetro de varetas.

MATERIAL E MÉTODOS:

O equipamento óptico foi desenvolvido e calibrado, com objetos de dimensões conhecidas, em laboratório para posterior aplicação em campo. A configuração experimental foi composta por um laser de linha LASERLine modelo LGE20/532/c conectado a uma fonte de energia LASERLine A.C. de 90/240v, uma webcam Microsoft LifeCam HD conectada a um computador para armazenamento das imagens, como ilustrado pela Figura 1(a).

Para a aplicação em campo foram analisadas 18 regiões diferentes dentro da área de *compost barn* antes da atividade do implemento e 5 depois da atividade do implemento agrícola, especificamente demarcadas. Para minimizar a intensidade dos raios solares, foi utilizado um sombrite, no qual o equipamento esteve disposto na sua sombra. Foram adquiridas 40 imagens por cada área, espaçadas de 1 cm cada. As imagens foram pré-processadas no programa ImageJ passando pelo processo de corte, decomposição em RGB e binarização. As próximas etapas foram realizadas no Octave.

Primeiramente foi identificado as coordenadas x, y e z de cada ponto da linha que representava a superfície analisada. A caracterização da rugosidade calcula a distância entre um determinado ponto e o plano de melhor ajuste computado e seus vizinhos mais próximos dentro de um cilindro de raio r a ser determinado (GIARDEU, 2019).

A caracterização da crosta foi realizada pela ferramenta semivariograma, como demonstra a Equação 1

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \frac{1}{N(h)} \sum_{N(h)} [z(x+h) - z(x)]^2 \quad (1)$$

Em que,

N (h): número total de pares de amostras a uma distância (h)

Z (x): valor vertical na posição horizontal (x)

Z (z + h): valor vertical na posição horizontal (x + h)

Para comparação dos resultados, nas mesmas regiões delimitadas anteriormente, foi utilizado um rugosímetro de varetas composto por 36 varetas espaçadas de 3 cm uma da outra. A base do rugosímetro foi composta por um trilho com 21 furos espaçados de 3 cm, de forma que o equipamento pudesse realizar a leitura de cada perfil ao longo do seu deslocamento na superfície analisada. Para auxiliar a leitura das alturas das varetas, foi utilizada uma câmera digital Olympus VG-160 de 14 megapixels localizada em cima de um tripé de 54 cm de altura e a um metro de distância do rugosímetro. Os dados foram processados no programa ImageJ. A Figura 2 observa-se a aplicação do rugosímetro de varetas na mesma área analisada pelo equipamento óptico.

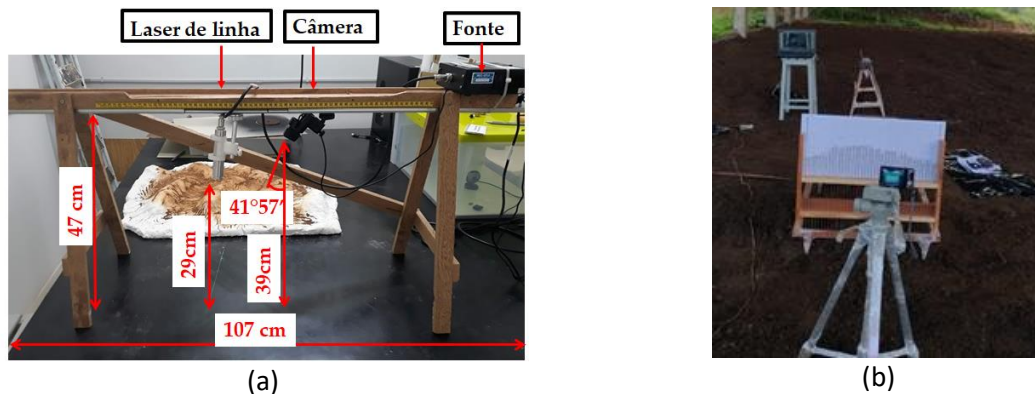


Figura 1 (a) Configuração experimental e (b) Aplicação do rugosímetro e varetas e equipamento óptico para área de compost barn.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os gráficos ilustrados pela Figura 3 mostram os resultados para antes da atividade do implemento, em (a) ilustra a variabilidade dos dados, no qual o eixo “x” representa os dados da semivariância o eixo “y” os dados da rugosidade média. Os resultados do equipamento óptico para rugosidade média e semivariância apresentaram um comportamento mais uniforme, próximo a uma linearidade. Uma área amostrada apresentou o valor extraído da semivariância fora do padrão dos demais resultados, caracterizada por grandes torres, cuja superfície gera uma descontinuidade dos pontos. Já em (b), o gráfico representa no eixo “x” representa os valores de rugosidade média provenientes do rugosímetro de varetas e o eixo “y” os do equipamento óptico. Nele observa-se que o rugosímetro de varetas cria dois centros de massa diferentes, um aproximadamente de 0,9 a 1,3 e outro de 1,5 a 1,7, enquanto o equipamento desenvolvido não cria essa diferença. Ao analisar visualmente as superfícies das áreas amostradas, foi possível verificar que essa divisão entre os dois centros de massa não existe. Visualmente, as áreas amostradas possuíam variações de rugosidade classificadas como baixa, intermediária e alta, e não apenas classificada em dois grupos, como sugere os resultados provenientes do rugosímetro de varetas.

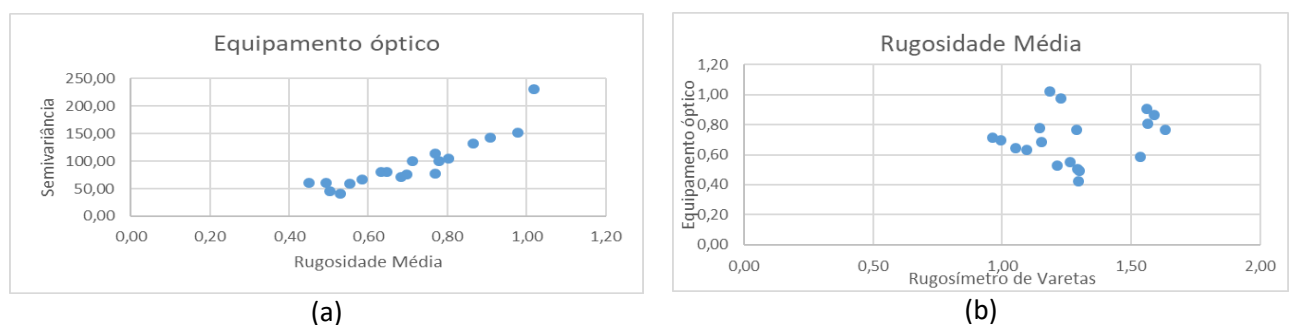


Figura 3 Resultados para antes da atividade do implemento (a) semivariância e rugosidade média pelo equipamento óptico e (b) comparação das técnicas equipamento óptico e rugosímetro de varetas.

Já os gráficos apresentados pela Figura 4 apresentam os resultados depois da atividade do implemento agrícola. Em (a) os resultados de semivariância e rugosidade média do equipamento óptico apresentaram um comportamento mais uniforme, próximo a linearidade. Fato esse explicado pela atividade do implemento que tem como objetivo uniformizar e descompactar toda a área do composto, deixando a superfície com menos variações e evitando a fermentação no seu interior. Já em (b), ao comparar as duas técnicas, foi possível verificar que as duas se diferem quanto ao resultado e para a validação, foi utilizado a técnica visual das amostras. Assim, foi possível observar que os resultados provenientes do equipamento desenvolvido, tanto para a amostra que apresentou a variação mínima quanto para a amostra de variação máxima, apresentaram uma sensibilidade maior para caracterizar a rugosidade do que o rugosímetro de varetas.

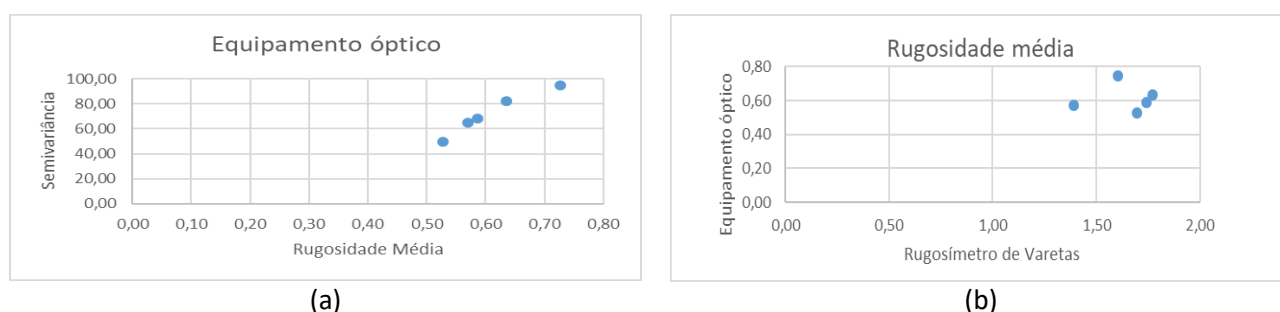


Figura 4 Resultados para depois da atividade do implemento agrícola (a) semivariância e rugosidade média pelo equipamento óptico e (b) comparação das técnicas equipamento óptico e rugosímetro de varetas.

CONCLUSÕES:

O equipamento óptico desenvolvido robusto, de baixo custo aplicável a campo para caracterizar a rugosidade superficial do solo e presença de crosta no solo mostrou-se válido e com resultados confiáveis. A técnica do rugosímetro de varetas mostrou-se com sensibilidade inferior quando comparada ao equipamento óptico.

AGRADECIMENTOS:

UFLA, FAPEMIG, CNPQ, CAPES, EMBRAPA.

REFERÊNCIAS:

- BARRETO et al. OPTICAL AND PORTABLE EQUIPMENT FOR CHARACTERIZING SOIL ROUGHNESS. *Smart Agricultural Technology*, 2022.
- DAMASCENO, F. A. Compost bedded pack barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model. p 391, 2012.
- GIARDEAU, D. M.; CloudCompare: Point cloud processing workshop. Stuttgart. Germany. 2019.
- KADER, N. A. E., ROBIN, P., PAILLAT, J. M., LETERME, P. Turning, compacting and the addition of water as factors affecting gaseous emissions in farm manure composting. *Bioresour Technol*, 2007.