

CALIBRAÇÃO DO SENSOR YL - 69 PARA FINS DE MONITORAMENTO DA UMIDADE DE COMPOSTEIRAS

Raiane Silva da Cruz ¹
Ana Luísa Santos de Carvalho ²
Leonilton Cajy Silva ³
Rafael Magalhães Pereira ⁴
Fabrício Berton Zanchi ⁵

RESUMO

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, compreende-se a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o reaproveitamento energético ou outras destinações consideradas pelos órgãos nacionais competentes. A compostagem é apontada juntamente da digestão anaeróbica e do tratamento biológico mecânico, como os três principais processos de biotratamento que são utilizados atualmente para os resíduos orgânicos. Este trabalho teve por objetivo realizar a calibração do sensor de umidade (YL-69) do solo para utilização em monitoramento de composteiras. O sensor de umidade foi calibrado de acordo com as especificações fornecidas pelo fabricante, sendo que o tipo de solo e suas características de porosidade e grau de saturação influenciam diretamente na calibração do mesmo. O sensor YL-69 demonstrou ser uma ferramenta útil quando utilizado para o monitoramento da umidade do solo, conforme os resultados da calibração realizada para o seu funcionamento, foi verificado que o solo Argissolo Vermelho – Amarelo (figura 2) possui um maior coeficiente de representatividade $r^2= 0,9393$ do que o solo Arenoso $r^2= 0,8719$. Os resultados evidenciaram que o sensor de umidade YL-69 devidamente calibrado é uma opção de mercado de baixo custo que possibilita o monitoramento de composteiras, sendo preciso e de fácil manipulação.

Palavras-chave: Material Orgânico, Sensores, Compostagem.

INTRODUÇÃO

A geração dos resíduos sólidos, com o aumento e diversificação da demanda na fase pós-industrial do capitalismo, se configura como um problema ambiental de alto impacto na medida em que, dentre outros efeitos, contribui na poluição dos solos e do ar (LIMA, 2015). Por conta disso, o local de disposição final dos resíduos deve ser um motivo de preocupação,

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, raianehenriques1@gmail.com;

² Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais da Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, analuisascarvalho@gmail.com;

³ Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais da Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB, leocajy@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências da Universidade Federal - UFSB, rafa.bahia55@email.com;

⁵ Professor Doutor da Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB *campus* Sosígenes Costas fabricao.berton@csc.ufsb.edu.br.

Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela concessão das bolsas

dado que alguns ambientes são considerados inadequados para tal finalidade, em decorrência da sua possibilidade de contribuir contaminando o meio ambiente (PINHEIRO; FRANSCISCHETTO, 2016).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, compreende-se a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o reaproveitamento energético ou outras destinações consideradas pelos órgãos nacionais competentes (BRASIL, 2010).

Segundo o SNIS (2017), além da destinação final de resíduos em aterros e da elaboração de planos municipais, alguns serviços complementares contribuem para o aperfeiçoamento do manejo de resíduos, como a implantação de coleta e tratamento de resíduos dos serviços de saúde, coleta e destinação de resíduos eletrônicos e atuação no processo de compostagem.

A compostagem é apontada pela, juntamente da digestão anaeróbica e do tratamento biológico mecânico, como os três principais processos de biotratamento que são utilizados atualmente para os resíduos orgânicos (MMA, 2010). Tais processos são constituídos por 3 fases: a etapa de fitotoxicidade/composto cru, a etapa de bioestabilização/semi-cura, atingindo em última etapa a humificação da matéria orgânica, necessitando de 90 a 120 dias para completar um ciclo após mistura da matéria orgânica (KIEHL, 1998).

Os resíduos orgânicos sofrem transformações metabólicas desde que fornecidas às condições de umidade, aeração e microrganismos como bactérias e fungos, ocorrendo assim à liberação de nutrientes como o nitrogênio, potássio, fósforo e magnésio formando nutrientes minerais (AQUINO, 2005).

A água é fundamental para a vida microbiana, assim a umidade torna-se um fator importante que afeta diretamente no processo de compostagem, no geral o teor ótimo de umidade situa-se entre 50 e 60%, podendo ser ajustado através da adição de água (FERNANDES; SILVA, 1999). Baixos teores (menor que 30%), comprometem atividade microbiológica, conseqüentemente aumentando o período da compostagem, já valores elevados (maiores que 60%) bloqueiam a porosidade, causando anaerobiose, acarretando assim na produção de chorume, e atração de vetores (PEREIRA; LELIS, 1999).

Atualmente o mercado dispõe de soluções tecnológicas que podem ser utilizadas para o monitoramento da umidade em composteiras. Entretanto, nem sempre apresentam um custo acessível para aquisição, o que dificulta a realização do acompanhamento do desenvolvimento

Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela concessão das bolsas

do processo, gerando odores, vetores e chorume, comprometendo assim a prática de compostagem na sociedade.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo realizar a calibração do sensor de umidade (YL-69) do solo para utilização em monitoramento de composteiras.

METODOLOGIA

Área do Estudo

O procedimento da calibração do sensor YL-69, foi realizado em fevereiro de 2019 no Laboratório Interdisciplinar - 3 da Universidade Federal do Sul da Bahia *Campus* Sosígenes Costa, com localização sob coordenadas entre 16°25'13.1"S 39°08'15.4"W e 16°25'34.2"S 39°08'09.1"W. Na região prevalece o clima tropical Af, conforme a tipologia climática de Köppen e Geiger, com temperaturas e precipitações médias no ano de aproximadamente 22°C e 1.624mm.

Montagem do Hardware

Para montagem do sistema de monitoramento foi escolhido como unidade controladora o Arduino Uno. Esta placa possui o microcontrolador ATmega328, com 14 portas digitais e 6 analógicas, memória Flash de 32 KB, SRAM de 2 KB, EEPROM 1 KB e velocidade do Clock de 16 MHz. A plataforma foi escolhida por ser popular e apresentar disponibilidade de bibliotecas para quase todos os sensores existentes no mercado, inclusive para o sensor YL-69.

Calibração do sensor YL-69

O sensor de umidade foi calibrado de acordo com as especificações fornecidas pelo fabricante, sendo que o tipo de solo e suas características de porosidade e grau de saturação influenciam diretamente na calibração do mesmo (KOLAPKAR; KHIRADE; SAYYAD, 2016). No caso desse trabalho, o sensor YL-69 foi conectado ao micro controlador Arduino Uno através das portas de alimentação de 5v, GND e porta analógica para leitura das respostas do sensor.

Com o conversor ADC do arduíno, a resposta analógica do sensor é relacionada com a voltagem de alimentação, sendo a resistência do solo inversamente proporcional à umidade contida no solo. Quanto mais úmido o solo se encontra, menor a resistência e, quanto menos

Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela concessão das bolsas

úmido, maior o valor da resistência. Fazendo a aplicação da regra do divisor de tensão, podemos encontrar a relação entre a resistência do solo e a tensão existente entre Rs.

$$V_{out} = R_s / (R_s) * 5$$

Onde V_{out} representa a queda de tensão em R_s , R_s é a resistência do solo e 5 é a fonte de alimentação em volts. Na calibração do sensor YL-69 foram utilizados solos de textura arenosa e argilosa, coletados no próprio Campus em profundidade entre 0-20 cm. Em um segundo momento, o solo coletado foi peneirado em malha de 4 mm e armazenado em béqueres descritos como amostras 1 e 2. Em seguida, no processo de secagem as amostras foram colocadas na estufa de secagem em temperatura de 105°C, durante um período de 24h. Após a secagem, foram preparadas amostras teste para cada solo em béqueres, assegurando uniformidade no processo de compactação. Em seguida, foram adicionadas pequenas quantidades de água em cada amostra de solo até se obter a saturação enquanto eram efetuadas leituras com o sensor. As leituras para determinação da umidade foram realizadas nas profundidades de 0-3 cm, 3-5 cm e 3-7 cm. Os tratamentos dos dados foram feitos através da regressão e determinação do coeficiente de representatividade do ajuste.

DESENVOLVIMENTO

Sensor YL-69

Para conhecer a umidade do solo, o sensor escolhido para ser utilizado foi o YL-69 (figura 1). Este sensor possui a parte eletrônica e a sonda formada por dois eletrodos sensíveis a umidade, ele é composto por um potenciômetro para ajustar a sensibilidade de modo que, caso o valor mensurado fique abaixo do valor calibrado, a saída digital envia um sinal (SHKURTI et al., 2017). Depois da corrente passar nos eletrodos por meio do solo, a resistência à corrente indica a umidade do solo, quando solo se encontra úmido a tensão no sensor diminui e, com o solo seco a tensão é elevada (PILAWJIAN; BALECH, 2018).

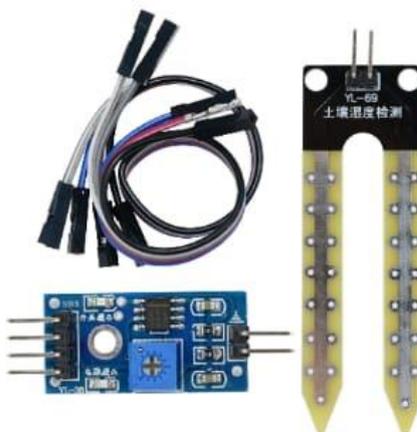


Figura 1. Sensor de temperatura do Solo YI-69 utilizado no equipamento

Fonte: <http://dcimecuador.com/producto/yl-69/>.

Quadro 1. Especificações do sensor YL-69

Item	Condição	Mínimo	Típico	Máximo	Unidade
Voltagem	-	3.3	/	5	V
Corrente	-	0	/	35	mA
Valor de Saída	Sensor em solo seco	0	~	300	/
	Sensor em umidade do solo	300	~	700	/
	Sensor em água	700	~	950	/

Fonte. (PILAWJIAN; BALECH, 2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sensor YL-69 demonstrou ser uma ferramenta útil quando utilizado para o monitoramento da umidade do solo, conforme os resultados da calibração realizada para o seu funcionamento. Após o ajuste de dados, verificou-se que o solo Argissolo Vermelho – Amarelo (figura 2) possui um maior coeficiente de representatividade $r^2 = 0,9393$ do que o solo Arenoso $r^2 = 0,8719$ (figura 3). Um valor próximo ao encontrado neste estudo foi identificado no trabalho realizado por JIMÉNEZ (2018) quando calculou-se o coeficiente de representatividade para o solo Argissolo Vermelho – Amarelo, sendo $r^2 = 0,94$.

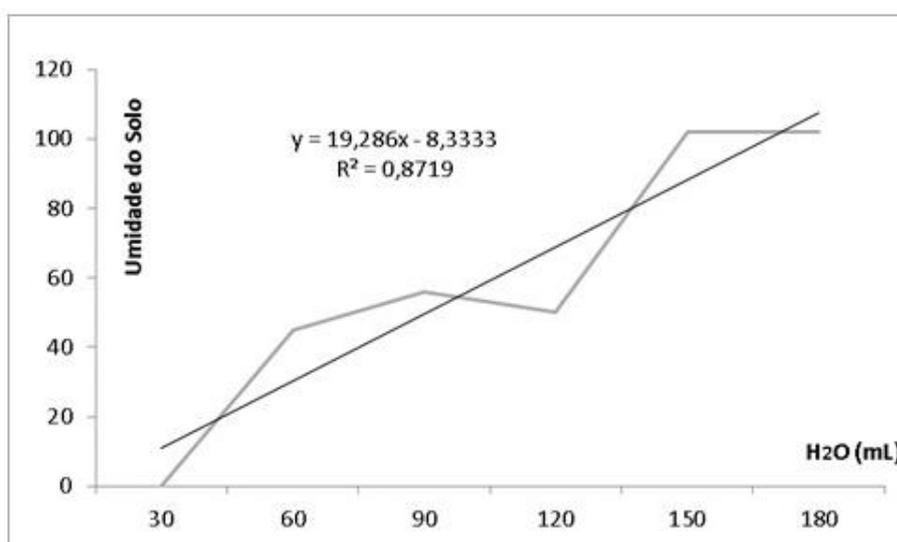


Figura 2. Resultado da calibração do sensor de umidades no solo arenoso

Os resultados da calibração no solo Argissolo Vermelho – Amarelo apontam que o sensor atingiu a maior porcentagem de umidade quando foram adicionados 330 mL de água, enquanto que, para o solo Arenoso o valor adicionado foi de 180 mL de água. O sensor YL-69 apresentou respostas positivas aos testes submetidos, permitindo a verificação da umidade do solo com boa precisão. Cabe ressaltar que o tipo de solo deve ser levado em consideração no momento de verificação da umidade, estudos semelhantes apresentaram em seus resultados variações ligadas diretamente ao solo que foi submetido, apresentando variância de valores entre 0,94 para solo de textura média e 0,91 para um solo de textura argilosa (JIMÉNEZ (2018)).

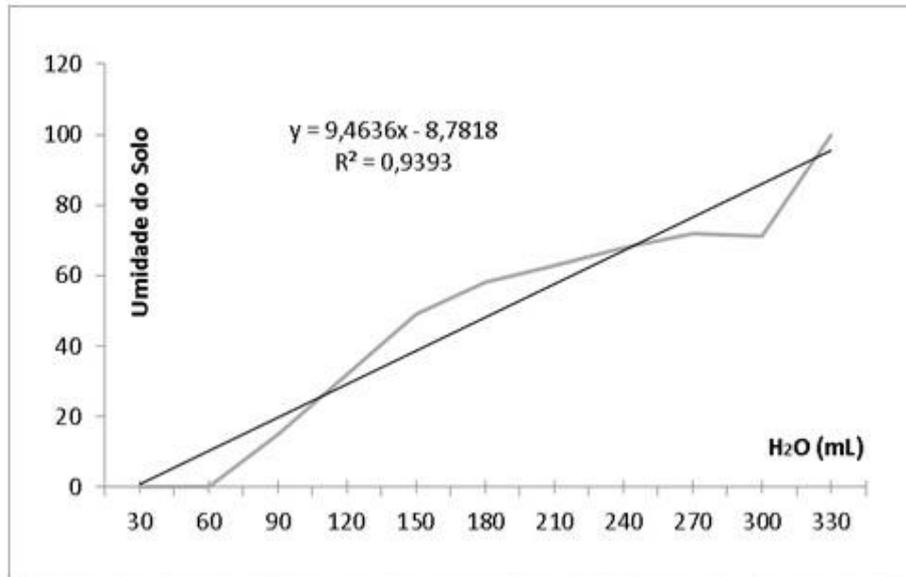


Figura 3. Resultados da calibração do sensor de umidade no solo Argissolo Vermelho – Amarelo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo a umidade um fator importante no processo da compostagem, o acesso a sensores de umidade de baixo custo irá contribuir para um produto final de qualidade, permitindo ao usuário uma manipulação e controle nas fases de processamento. Essa prática resulta na destinação adequada dos resíduos orgânicos, preservando o meio ambiente aplicando práticas sustentáveis.

Os resultados evidenciaram que o sensor de umidade YL-69 devidamente calibrado é uma opção de mercado de baixo custo que possibilita o monitoramento de composteiras, sendo preciso e de fácil manipulação. Cabe salientar que o mesmo apresenta tempo de vida útil curto quando comparado a outras opções de mercado, necessitando de determinação de durabilidade.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. M. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. **EMBRAPA**. Circular Técnica. n. 12. 2005.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Câmara - Legislação, Brasil, 2010. p. 1–72. Disponível em: <bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/.../politica_residuos_solidos_3ed.reimp.pdf?>

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de bio sólidos: lodo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

FRANCISCHETTO, G. P. P., PINHEIRO, P. T. A política nacional de resíduos sólidos como mecanismo de fortalecimento das associações de catadores de materiais recicláveis. **Derecho y Cambio Social**, 45 -13, 2016.

JIMÉNEZ, A. L. Á. C. Calibração do sensor de umidade do solo modelo YL-69 para manejo da irrigação. 2018. **Dissertação do Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, [s. l.], 2018.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba,:E. J. Kiehl, 1998.

KOLAPKAR, M. M.; KHIRADE, P. W.; SAYYAD, S. B. Design and Development of Embedded System for Measurement of Humidity , Soil Moisture and Temperature in Polyhouse using 89E516RD Microcontroller Design and Development of Embedded System for Measurement of Humidity , Soil Moisture and Temperature in Poly. **International Journal of Advanced Agricultural Sciences and Technology**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 96–110, 2016.

LIMA, R. O. Gestão de resíduos sólidos em aldeias indígenas: estudo de caso do distrito sanitário especial Indígena Ceará. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental). **Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará**, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília/DF, 2010.

PEREIRA, J. T. N.; LELIS, M. P. N. Importância da umidade da compostagem: uma contribuição ao estado da arte. **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 1999.

PILAWJIAN, Garo A.; BALECH, Patrick T. **Automated Irrigation System. Applied Mathematics & Information Sciences**, [s. l.], v. 949, n. 5, p. 945–949, 2018.

Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela concessão das bolsas

SHKURTI, Lamir et al. Development of ambient environmental monitoring system through wireless sensor network (WSN) using NodeMCU and “WSN monitoring”. **6th Mediterranean Conference on Embedded Computing**, [s. l.], p. 11–15, 2017.

SNIS, S. N. de I. sobre S. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2017. **Ministério do Desenvolvimento Regional - Secretaria Nacional de Saneamento**, p. 1–194, 2019.