

## SISTEMA DE MEDIÇÃO ELETRÔNICA DA TEMPERATURA NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM APLICADO AO ENSINO DA ENGENHARIA

ANAÍS OLIVEIRA<sup>1</sup>; DANIELI CARDOSO<sup>2</sup>; MATHEUS DA PAZ<sup>3</sup>; MARCELO ROSSI<sup>4</sup>; LUCIARA BILHALVA CORRÊA<sup>5</sup>; ÉRICO CORRÊA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [anais.franca@uol.com.br](mailto:anais.franca@uol.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [danielisc\\_94@hotmail.com](mailto:danielisc_94@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [matheusfdapaz@hotmail.com](mailto:matheusfdapaz@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [marcelo.rossi@ufpel.edu.br](mailto:marcelo.rossi@ufpel.edu.br)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [luciarabc@gmail.com](mailto:luciarabc@gmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ericokundecorrea@yahoo.com.br](mailto:ericokundecorrea@yahoo.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

A geração total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2014 foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,9% de um ano para outro, ou seja, 387,63 kg/hab/ano de geração de RSU, índice superior à taxa de crescimento populacional no país no período (ABRELPE, 2014). Esta geração é originária de indústrias, domicílios, comércios, manutenção urbana entre outros. Apenas uma pequena parcela desta geração é destinada corretamente, logo a segregação, tratamento, reutilização, e reciclagem tem um índice menor ainda.

A implantação da Lei 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2012- 2ª edição), propondo gestão integrada e gerenciamento adequado dos RSU deu um grande avanço no cenário brasileiro, visando a eco eficiência e compatibilização orçamentária. Tendo em vista que a matéria orgânica constitui 52% do total de resíduos gerados no Brasil (ABRELPE, 2013), há diferentes formas de tratamento, como aterros sanitários, incineração, drenagem dos gases, compostagem com o método natural e acelerado.

Em contrapartida, a economia mundial não possui infraestrutura adequada para a gestão relacionadas à geração de resíduos sólidos, e em países em desenvolvimento, em particular o Brasil, na comparação com os serviços municipais, como energia e água, uma fração relativamente pequena do orçamento é destinado para gestão de resíduos sólidos. Para agravar o problema, o custo recuperação de serviços de gestão de resíduos previstos é mínimo porque os cidadãos muitas vezes são incapazes de pagar as taxas (HERAT, 2015).

Uma alternativa para este cenário é a compostagem domiciliar, processo biológico que consiste na transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas (WANGEN, 2010) deve-se apresentar teores de carbono orgânico, nitrogênio total e umidade, relação C/N e pH dentro dos limites estabelecidos pela legislação. Além de que a compostagem domiciliar apresenta menor gasto energético e de recursos quando comparado com os demais métodos, uma vez que no mesmo local onde é gerado o resíduo, é realizada a reciclagem da matéria prima e também o uso do composto maturado (ANDERSEN *et al*, 2011).

Para isto, o conhecimento acerca do processo de compostagem deve ser de conhecimento geral, diante do exposto, o objetivo deste trabalho consistiu no desenvolvimento um sistema que pudesse servir como monitoramento das grandezas mensuráveis que são necessárias do processo de compostagem, em parceria dos cursos de Engenharias Eletrônica, Controle e Automação, Ambiental e Sanitária, como ferramenta de ensino para estes cursos de graduação

## 2. METODOLOGIA

O sistema de monitoramento consiste em um cérebro e uma cadeia de 4 sensores ligados em anel. O cérebro é o responsável por solicitar as informações de cada sensor em cada dispositivo, os comandos que o cérebro pode passar para os dispositivos são: o número de reconhecimento aos dispositivos (número de IP), a confirmação de número de dispositivo (número de IP), uma solicitação de leitura de dados nos sensores com escala de 0 a 250, e controlar led 1, 2, 3 e 4.

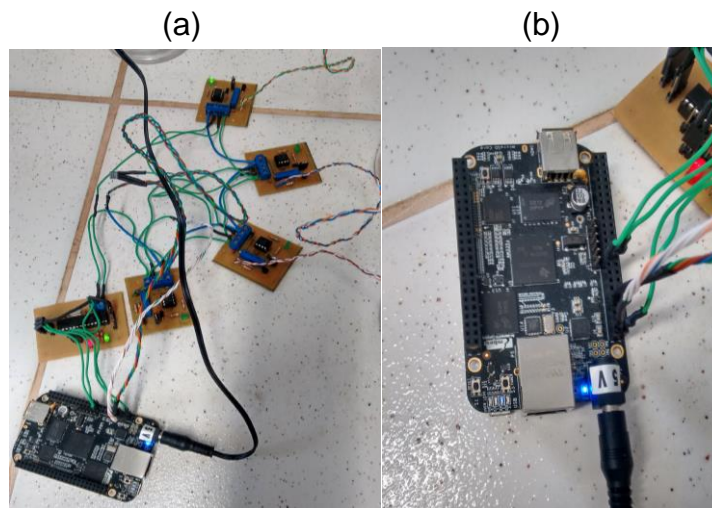


Figura 1- (a) Placa mãe (b) Cérebro e cadeia de quatro sensores

O teste do sistema foi realizado em 3 amostras de casca de arroz contidas em 3 beakers distintos identificados, cada amostra foi medida 7 vezes em intervalos de 15 minutos, neste momento todos as cascas estavam sujeitas à mesma temperatura para dar margem aos resultados que viriam posteriormente. Acompanhada da medição eletrônica do sistema, houve medição analógica com auxílio do termômetro de mercúrio. O sensor 1 estava medindo a temperatura ambiente, o sensor 2 contido no becker C(resfriado), sensor 3 no becker B(temperatura ambiente) e o sensor 4 no becker A(aquecido).

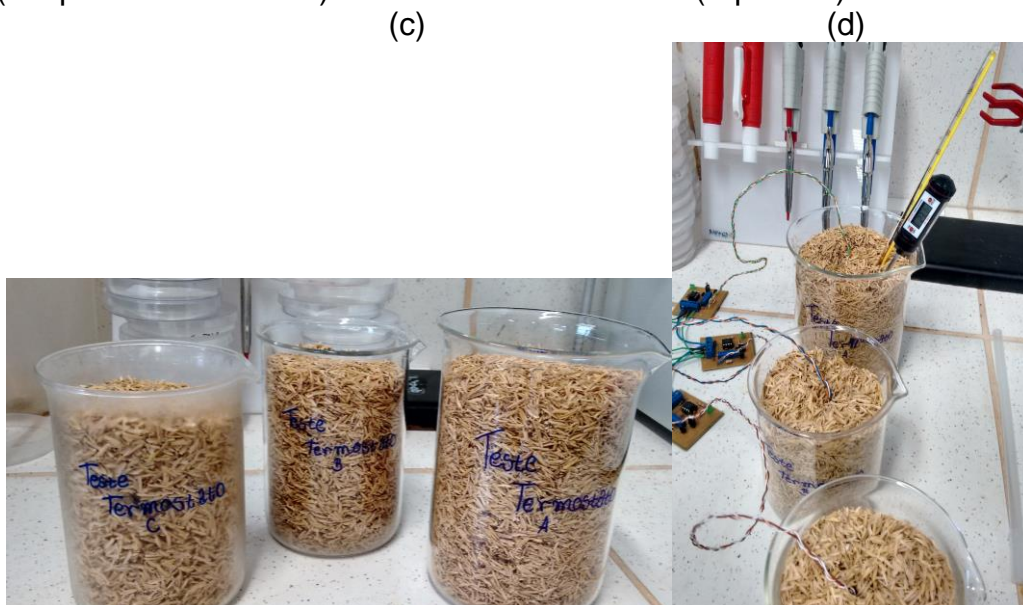


Figura 2 – (c) Amostras de casca de arroz (d) Medição das amostras

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de realizados testes no sistema de monitoramento de temperatura, pôde-se observar os diferentes comportamentos das distintas condições em que cada termostato se encontrava, e o comparativo da medição eletrônica que foi convertida para graus Celsius, visto que o sistema estava em uma escala de 0 a 250, e a analógica, levando em consideração a taxa de variação, em que por ser um procedimento manual pode estar sujeito a oscilações.

Becker A (aquecido)		15 min	30min	45min	60min	75min	90min	105min
Medição								
Eletrônica		42,8°C	31,6°C	24°C	21,2°C	19,2°C	19,2°C	18,8°C
Medição								
Analógica		40,5°C	32°C	26°C	20°C	19°C	18°C	19°C

Tabela 1 – comparação das leituras eletrônica e analógica da amostra aquecida

Becker B (ambiente)		15 min	30min	45min	60min	75min	90min	105min
Medição								
Eletrônica		20,4°C	19,6°C	19,2°C	20°C	18,8°C	19,2°C	19,2°C
Medição								
Analógica		24°C	22°C	20°C	19°C	18°C	18°C	18°C

Tabela 2 – comparação das leituras eletrônica e analógica da amostra em temperatura ambiente

Becker B (resfriado)		15 min	30min	45min	60min	75min	90min	105min
Medição								
Eletrônica		18°C	19,6°C	20,8°C	20°C	19,6°C	19,6°C	18°C
Medição								
Analógica		18°C	18°C	18°C	18°C	17,5°C	17,5°C	18°C

Tabela 2 – comparação das leituras eletrônica e analógica da amostra resfriada

### 4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o sistema de medição eletrônica da temperatura no processo de compostagem é útil no auxílio do desenvolver, visto que a medição analógica durante a compostagem necessita de total acompanhamento dos envolvidos, além da possibilidade de haver taxa de erro por ser medido manualmente. Logo, o objetivo inicial do monitoramento da temperatura dos compostos foi cumprido com o esperado, tornando-se uma ferramenta de aprendizado e unindo diferentes cursos, promovendo a integração do saber entre as engenharias participantes.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2014**. São Paulo, 2014. 28p.

ANDERSEN, j. K.; Boldrin, a.; Christensen, t. H.; Scheutz, c. 2011. Mass balances and life cycle inventory of home composting of organic waste. **Waste Manage.** 31, 1934-1942.

MANSOR, Maria Teresa C. **Cadernos de Educação Ambiental – Resíduos Sólidos**. São Paulo, 2010. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 31-47p.  
HERAT, Sunil. **Waste management training and capacity building for local authorities in developing countries**. Waste Management & Research 2015, Vol. 33(1) 1–2

WANGEN, Dalcimar Regina B. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 5(2): 81-88, 2010 Uberlândia/MG, Brasil.