

Importância da automação e da estatística no processo de compostagem

Roger Nabeyama Michels
Janksyn Bertozzi
Elizabeth Mie Hashimoto

Ivan Taiatele Junior
Tatiane Cristina Dal Bosco

Resumo: No monitoramento da compostagem a temperatura é um importante indicador da evolução do processo e da qualidade do composto, sendo, portanto, fundamental para a tomada de decisões quanto ao manejo das leiras e reatores. Porém, a coleta dessa informação, na maioria dos casos, é realizada de forma manual, o que é oneroso e resulta na aquisição de poucos dados. O objetivo deste capítulo é relatar o desenvolvimento de um sistema automatizado de coleta de dados de temperatura e recomendar uma frequência para a coleta destes dados. O *datalogger* foi desenvolvido utilizando plataforma *open source* Arduino, *shields* de memória e tempo e sensores de temperatura DB18S20. O sistema coletou dados de temperatura com frequência de 1 minuto em 8 leiras de compostagem formadas por poda de árvore + resíduo orgânico domiciliar. Foram instalados quatro sensores em regiões distintas em cada leira. As temperaturas coletadas foram utilizadas como uma amostra piloto e assim, foi estimada a frequência ideal de coleta da temperatura para diferentes limites de erro de estimativa. Constatou-se que a automação da coleta de dados de temperatura é recomendada para maior confiabilidade das informações obtidas e representação do que está ocorrendo no processo, contribuindo para a tomada de decisões. Para tanto, é fundamental a definição da melhor frequência de coleta, conforme o erro de estimativa, para não ocorrer falta de informações nas análises e nem o excesso de dados.

Palavras-chave: Arduino. *Open source*. Temperatura.

1 Introdução

1.1 A temperatura no processo de compostagem

A temperatura é um dos mais importantes parâmetros de monitoramento do processo de compostagem, visto que indica a intensidade da atividade biológica de degradação da matéria orgânica. A temperatura influencia também na sucessão das populações microbianas nas fases de aquecimento, degradação ativa/termofílica e maturação/mesofílica, sendo, portanto, utilizada na indicação da evolução e qualidade do processo.

Além disso, dependendo das temperaturas alcançadas pelo processo na fase termofílica pode ocorrer a eliminação de microrganismos patogênicos presentes no resíduo. Vale ressaltar que a eficiência da sanitização depende do tempo de exposição do material a temperaturas mais elevadas, da sua uniformidade em toda a leira e do monitoramento cauteloso durante o processo de compostagem (HECK et al., 2013).

Deste modo, sendo a temperatura um fator de importância no processo de compostagem, o monitoramento contínuo, com vários dados coletados ao longo do dia e do processo, é relevante. No entanto, o que se observa nos trabalhos disponíveis na literatura é uma baixa frequência da coleta de dados de temperatura, como é o caso do estudo de COTTA et al. (2015) onde os autores monitoraram as temperaturas apenas aos 7, 14, 21 e 28 dias após o início do experimento e de MARIN et al. (2014) que coletaram os dados semanalmente, por sete semanas. Outros trabalhos monitoraram diariamente, porém com uma coleta de dados apenas. É o caso dos estudos de SUNADA et al. (2015) e FUJII et al. (2014) que utilizaram termômetros de mercúrio ou digital e fizeram a coleta dos dados de forma manual, fator que limita a possibilidade de coleta com frequência maiores.

1.2 Automatização no processo de compostagem

A automatização de processos representa um grande avanço tecnológico em diversas áreas de conhecimento e setores produtivos. Esta técnica só foi possível com o surgimento de computadores e o desenvolvimento de programas para serem utilizados em máquinas. Assim, processos antes desempenhados por pessoas passaram a ser realizados por máquinas, de forma a otimizar a utilização de recursos, tais como tempo, dinheiro e pessoal (SOUSA et al., 2015).

A necessidade de automatizar atividades ocorre devido ao tempo gasto para realizá-las, que é maior do que se elas fossem programadas para serem executadas por máquinas (SOUSA et al., 2015). Sistemas automatizados realizam a determinação rápida de fatores como as condições de solo, vegetação,

meteorológicas ou outros fatores, desde que sejam utilizados os sensores corretos (MILAN et al., 2015).

A automatização de um sistema pode ser realizada de diversas formas, pois há no mercado uma infinidade de dispositivos para este fim. É o caso dos *data-logger* da *National Instruments*, *Campbell Scientific*, *Novus*, entre outros, que normalmente apresentam custos consideráveis. Há também dispositivos de baixo custo e portáteis, como no caso dos microcontroladores do tipo PIC (*Programmable Interrupt Controller*), porém que necessitam da construção dos circuitos eletrônicos. Neste sentido, o uso da plataforma comercial Arduino surge como uma alternativa.

1.3 A plataforma Arduino

A plataforma Arduino apresenta *hardware* de código fonte aberta com comunicação serial, USB, de baixo custo, *software* livre e de fácil operação. Utiliza microcontroladores da Atmel de 10 bits e componentes complementares que facilitam a programação e a interligação com outros circuitos. O Arduino está disponível comercialmente em diferentes modelos, possuindo de 14 a 54 pinos digitais de entrada e saída de dados, que podem ser utilizadas para aquisição de dados ou controlar dispositivos (KAMOGAWA e MIRANDA, 2013).

Um ponto forte da plataforma Arduino é a possibilidade de carregar o programa na memória da placa e deixá-lo executar sem a interface com computadores, garantindo assim, total independência e portabilidade. Uma grande comunidade tem surgido em torno da “tecnologia Arduino”, disponibilizando centenas de programas livres para diferentes projetos. Além disso, testes de precisão mostram que placas Arduino podem ser uma ferramenta de baixo custo para projetos e laboratórios (D’AUSILIO, 2012; KUBÍNOVÁ e ŠLÉGR, 2015).

Há vários sensores disponíveis para a averiguação da temperatura, com funcionamentos distintos, como é o caso dos termistores, dos RTD (*Resistance Temperature Detectors*), dos pares termoeletrônicos ou dos CI (Circuitos Integrados). Um sensor que apresenta interface amigável com a plataforma Arduino é o sensor DS18B20, que apresenta saída digital, tamanho pequeno (que pode ser facilmente inserido em uma leira de compostagem), mede temperaturas entre -55°C e 125°C , com resolução configurável de 9 a 12 bits e em sua memória interna armazena um código de série 64 bits, único do dispositivo.

A comunicação entre a placa Arduino e o sensor é realizada por meio do barramento *1-wire* que possibilita aquisição no modo master/slave. Neste sistema de barramento, a placa Arduino (dispositivo master) identifica o sensor usando o código de 64 bits, permitindo aquisição de dados de um grande número de sensores em rede por meio de um único cabo de comunicação.

O intervalo de tempo entre leituras de sensores em rede deve ser de no mínimo 60 microssegundos (μs), que somado ao tempo necessário para o processamento do sensor, pode assegurar coleta e registro automatizado de dezenas de sensores deste tipo, coletando dados com frequência de até 1 segundo (POPA e POPA, 2013).

Para a adequada comunicação entre a placa de aquisição e o sensor é necessário a utilização de um resistor de *pull up* colocado entre o cabo de comunicação e a alimentação do sensor (Figura 9.1).

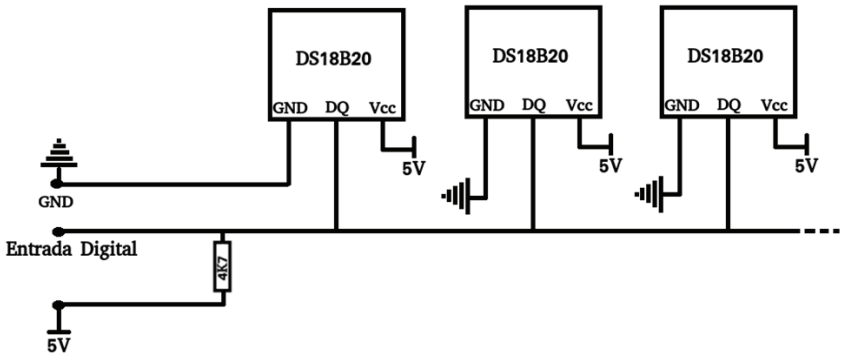


Figura 9.1 Diagrama esquemático de ligação do sensor DS18B20.

Para redes com até 30 sensores, a utilização de resistência de *pull up* de 4,7k ohn (Ω), recomendada pelo fabricante, apresenta funcionamento adequado. Para redes com número maior de sensores, o valor da resistência deve ser dimensionado de forma a garantir a mínima tensão de *pull up*, tipicamente 2 k Ω para redes de 60 sensores.

O armazenamento dos dados coletados do sensor pode ser realizado pelo envio, por meio de *shield wi-fi*, para uma unidade de armazenamento remoto ou nuvem, armazenamento na memória EEPROM do microcontrolador da placa Arduino ou armazenamento em dispositivos ligados à placa, como por exemplo, um cartão de memória.

A utilização do armazenamento por meio do cartão de memória apresenta vantagens em relação ao envio por *wi-fi* devido à maior simplicidade da construção e possibilidade de utilização em locais onde o sinal de *wi-fi* não é disponível. Quando comparado ao armazenamento na memória EEPROM o emprego do cartão de memória apresenta capacidade superior e número de gravações ilimitado, diferente da memória, que apresenta limite de gravações (de 100 mil a 1 milhão).

O registro do horário no monitoramento da temperatura em uma leira de compostagem é de grande importância, visto que se conhece a influência da temperatura ambiente no comportamento da temperatura da leira. A forma mais

prática de garantir o referencial de tempo do sistema de aquisição de dados é por meio da utilização de sistema de *real time clock* (RTC) empregando o circuito integrado DS1307. Este apresenta baixo consumo elétrico e quando ligado a uma bateria, o circuito mantém o referencial de hora mesmo em caso de interrupção do fornecimento de energia ao sistema de aquisição de dados.

1.4 A estatística no processo de compostagem

O excesso de dados coletados pode encarecer, inviabilizar ou dificultar a execução de um experimento. Por outro lado, um tamanho de amostra “pequeno”, pode comprometer a credibilidade dos dados por falta de representatividade. Ou seja, o erro experimental pode levar ao retrabalho. A economia de recursos humanos e financeiros, sem perder a precisão experimental, é, portanto, um fator importante no planejamento de experimentos (MICHELS et al., 2015).

Desta forma, a estatística é fundamental não só para as análises dos resultados obtidos em um projeto, mas também para planejar a forma de conduzir o experimento, definindo, por exemplo, a frequência ideal para a coleta de dados. Por essa razão, técnicas de amostragem são essenciais para descrever a melhor forma de coleta dos dados e, também, para determinar o tamanho amostral adequado.

Na literatura, existem várias técnicas de amostragem. Cada uma é específica de um determinado problema. No caso da compostagem, a automatização das atividades permite a coleta dos dados a cada minuto, o que se assemelha a um processo de produção em série. Nesse caso, a técnica de amostragem adequada para coleta das temperaturas em uma leira é a amostragem sistemática.

2 Objetivo

Neste capítulo serão apresentados os resultados de um trabalho que objetivou implementar um sistema automático de coleta de temperatura para leiras de compostagem, utilizando sistema *open source*, e determinar a frequência ideal de coleta destes dados.

3 Material e métodos

O experimento foi realizado na Casa de Vegetação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Londrina (Latitude: -23° 18' 37", Longitude: -51° 09' 46" e Altitude: 585 metros). Foram montadas 8 leiras utilizando poda de árvore e resíduo orgânico domiciliar.

BIDONE e POVINELLI (1999) descreveram sobre a granulometria dos resíduos no início do processo de compostagem, a qual deve contemplar materiais

com dimensões de 1 a 5 centímetros (cm). Os resíduos orgânicos já estavam disponíveis em granulometrias adequadas, uma vez que compreendem restos de alimentos descartados, assim como a poda das árvores, que foi triturada logo após a poda, momentos antes da coleta.

Uma vez adequada a granulometria, a montagem das leiras se deu por meio da superposição de camadas alternadas de cada resíduo. A primeira e a última camada de cada leira foram sempre constituídas de poda, uma vez que se trata do resíduo de estrutura e desempenharia o papel de encobrir os resíduos orgânicos, de modo a evitar mau cheiro e a proliferação de vetores durante a primeira semana de compostagem.

A aeração foi controlada por meio de revolvimentos realizados manualmente, duas vezes por semana. Simultaneamente, a umidade aparente foi controlada por meio do teste da mão, e, quando houve necessidade, foi adicionada água até que a umidade estivesse adequada, ou seja, quando era possível bolear o composto (NUNES, 2009). O controle da umidade foi realizado durante os revolvimentos de modo a garantir uma distribuição mais homogênea da água na leira.

O sistema de aquisição de dados de temperatura foi constituído por uma placa Arduino Mega 2560, e na etapa de desenvolvimento, para a conexão dos componentes periféricos ao Arduino, foi confeccionada uma placa auxiliar, proporcionando maior robustez ao sistema.

A comunicação entre a rede de sensores de temperatura DB18S20 (Figura 9.2), modelo 560, envelopado em aço inox, com amplitude de temperatura de -55 a 125°C fabricado pela Maxim Integrated Products (San José, CA, EUA) e a placa Arduino pode ser realizada por meio de uma das portas digitais. Considerando que o valor do resistor de *pull up* foi $2\text{k}\Omega$ e que o consumo de cada sensor foi de 4 miliampères (mA), o consumo total da rede de sensores superou a capacidade máxima do regulador de tensão da placa Arduino Mega. Deste modo, foi necessário que a alimentação fosse realizada por meio do circuito integrado LM7805, com posterior estabilização por meio de um capacitor eletrolítico de 400micro Faraday (μF). A alimentação de todo o sistema foi realizada utilizando uma fonte chaveada 9,0V.



Figura 9.2 Exemplo de sensor de temperatura.

O posicionamento dos sensores no interior de cada leira se deu em diferentes pontos, de modo a avaliar a estratificação das temperaturas, conforme proposto no esquema da Figura 9.3, e o armazenamento dos dados de temperatura pelo sistema ocorreu a cada 1 minuto, por 10 semanas, ou seja, ao longo de todo o período de compostagem.

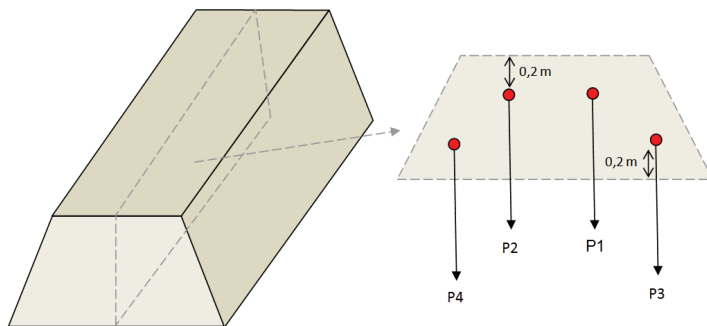


Figura 9.3 Posicionamento dos sensores de temperatura no interior das leiras.

Como referencial de tempo utilizou-se um *shield* RTC (*Real Time Clock*) que possui um circuito integrado DS1307 e bateria recarregável. A comunicação foi realizada ligando diretamente os pinos 20 e 21 da placa Arduino aos pinos SCL e SDA do *shield*.

O armazenamento dos dados foi realizado em um cartão de memória empregando um *shield* Micro SD. Este utiliza tensão de 3,3V, que pode ser utilizada da própria placa Arduino. O *shield* micro SD apresenta divisor de tensão interno permitindo que a comunicação com a placa Arduino seja feita diretamente sem a necessidade de conversores de nível lógico.

A escrita e a compilação do algoritmo de controle foram realizadas utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduino, um *software* livre baseado em linguagem C++. A implementação do código fonte utilizando bibliotecas desenvolvidas especificamente para o *shield* facilitou a programação, muitas dessas já disponibilizadas na IDE, ou disponíveis para *download* no site do fabricante (ARDUINO, 2016).

Então, assumindo que todos os tempos coletados são elementos de uma amostra piloto, o tamanho da população representado pela amostra piloto é denotado por N e o tamanho da amostra que se deseja estimar é denotado por n . Portanto, como o interesse é estimar a temperatura média, o número de elementos da amostra é determinado a partir da Equação 1.

$$n = \frac{Ns^2}{(N-1)D+s^2} \quad \text{Equação (1)}$$

em que $D = 4^{-1}B^2$, B é o limite de erro da estimativa e s^2 é a estimativa da variância da amostra piloto (SCHEAFFER et al., 2012).

Dessa forma, de acordo com SCHEAFFER et al. (2012) o procedimento para uma amostragem sistemática é definido como:

- i. Determinar o intervalo de amostragem denotado por (Equação 2):

$$k = \frac{N}{n} \quad \text{Equação (2)}$$

- ii. Selecionar aleatoriamente um elemento dos k primeiros elementos.
- iii. A partir do ponto sorteado no item anterior, selecionar o elemento sistematicamente a cada intervalo de amostragem k até obter o tamanho de amostra n .

Entretanto, para determinar um intervalo de tempo para coleta da temperatura dentro das leiras de compostagem, o elemento não foi selecionado entre os k primeiros elementos, mas sim a partir do primeiro tempo.

4 Resultados e discussão

O processo de automatização de coleta de dados de temperatura em leiras de compostagem possibilitou realizar análises mais precisas, pois os dados têm maior resolução, como pode ser vista na Figura 9.4, onde são apresentados dados diários em fases distintas das leiras.

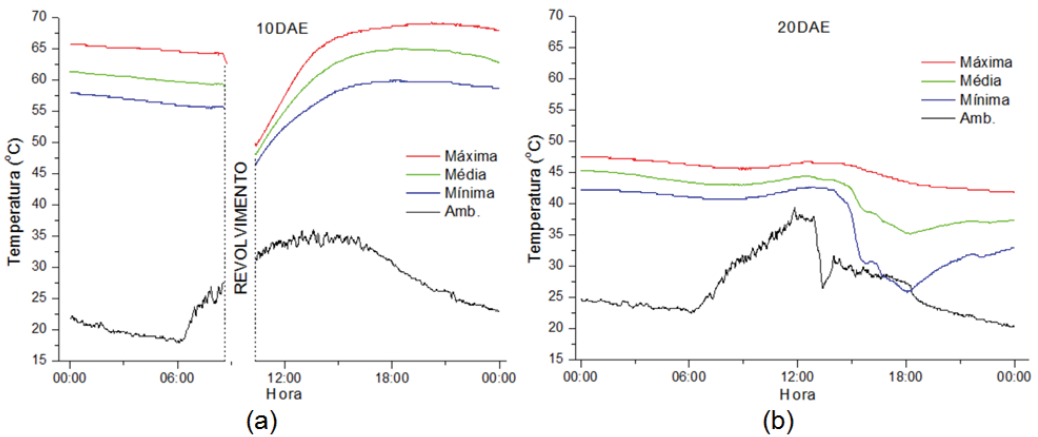


Figura 9.4 Variação diária de temperatura na leira aos 10 (a), 20 (b), 30 (c) e 40 (d) Dias Após o Enleiramento (DAE).
(*Continua*)

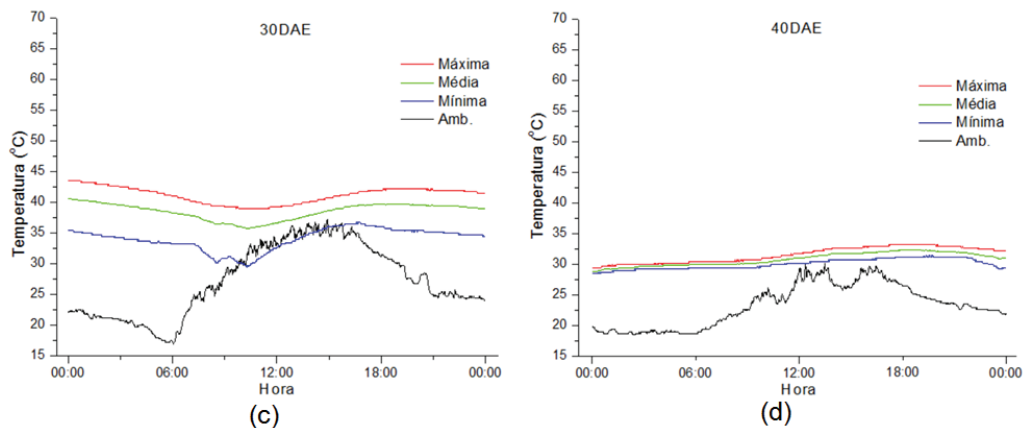


Figura 9.4 Variação diária de temperatura na leira aos 10 (a), 20 (b), 30 (c) e 40 (d) Dias Após o Enleiramento (DAE).
 (Continuação)

Na Figura 9.5 são apresentados os dados de todo o período de coleta, ou seja, 70 dias. Para cada objetivo do trabalho pode-se ter uma frequência distinta de coleta. Neste tipo de análise, por exemplo, pode-se afirmar que uma frequência de coleta maior que 1 dado por minuto seria possível.

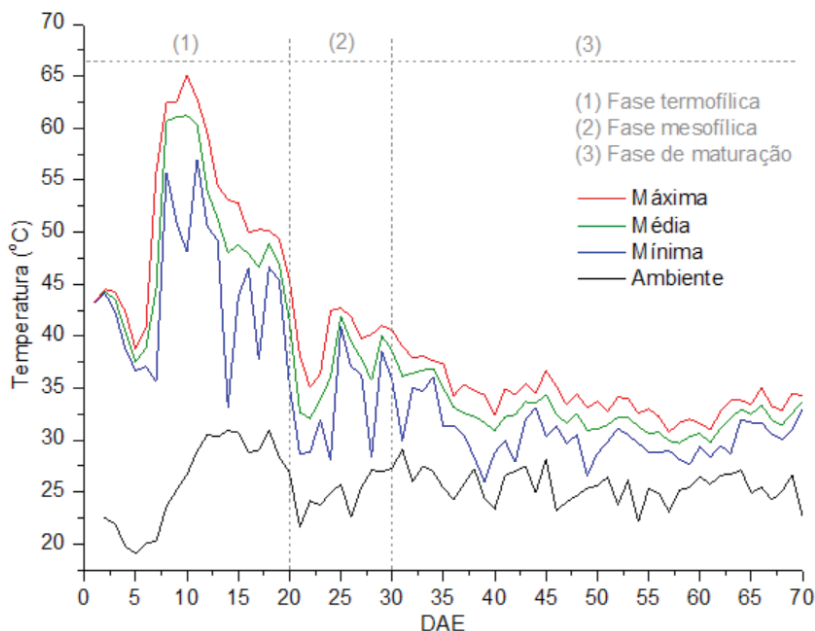


Figura 9.5 Variação da temperatura da leira e temperatura ambiente ao longo dos 70 dias de compostagem.

4.1 Determinação da frequência de coleta de dados

A partir da amostra piloto de tamanho $N = 15938$ (todos os dados coletados), obteve-se uma variância estimada de $s^2 = 88,22977$. Então, substituindo a estimativa da variância e o N na Equação 1, o tamanho da amostra é obtido como função do limite de erro da estimativa B (ou seja, como função da variação do erro admissível).

Os resultados são apresentados na Tabela 9.1 e observa-se que à medida que o limite do erro da estimativa aumenta, o tamanho da amostra diminui e a diferença de uma amostra para outra também é reduzida. Por outro lado, à medida que o tamanho da amostra aumenta, o intervalo de amostragem diminui, por exemplo, se a variação do erro admissível é de 1°C o tamanho da amostra será de 345 (Tabela 9.1), assim, a coleta da temperatura deve ser feita de 46 em 46 minutos, enquanto que para uma amostra de tamanho $n=1297$, a coleta da temperatura deve ser feita de 12 em 12 minutos.

Tabela 9.1 Tamanho da amostra estimada de acordo com o limite de erro de estimativa (em $^\circ\text{C}$) e intervalo de amostragem (em minutos).

B	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
n	1297	604	345	155	87	56	39	29	22
k	12	26	46	103	183	185	409	550	724

Nota: B é o limite do erro da estimativa; n é o tamanho da amostra; k intervalo de amostragem.

4.2 Aspectos práticos do uso dos sensores em leiras de compostagem

A instalação de sensores de temperatura em leiras de compostagem, em geral, apresentam dificuldades decorrentes do ambiente úmido e, muitas vezes, com baixos valores de pH. Deste modo, o sistema de cabeamento dos sensores deve ser devidamente isolado, de forma a evitar contato com umidade e resíduos, impedindo, portanto, a degradação dos cabos.

É recomendável que os cabos sejam dispostos longe do chão, minimizando o contato com eventual chorume gerado ao longo do processo. O isolamento deve ser preferencialmente duplo com fita isolante de policloreto de vinila (PVC) e tubo termo retrátil.

A programação deve ser feita de forma a possibilitar que o operador visualize falhas no sistema de forma rápida e simples. Os dados coletados devem ser gravados no cartão de memória e simultaneamente impressos através da porta serial, conectada à saída USB da placa. Isso permite que através do monitor da

IDE de programação do Arduino ou outro programa de terminal, os dados sejam visualizados possibilitando que falhas sejam detectadas sem a necessidade da remoção do cartão SD.

A frequência de coleta dos dados pode ser programada por meio da utilização de pausas na programação. O programador deve considerar o tempo para aquisição da rede de sensores e a esse valor somar o tempo de pausa de forma que a frequência de coleta seja a desejada. É recomendado que no *loop* de execução a impressão dos dados através da porta serial conectada seja configurada antes da pausa. Isso possibilita que o usuário visualize os dados coletados sem a necessidade de aguardar a pausa, o que seria muito tedioso em sistemas onde a frequência de coleta é baixa. Essa medida facilita a detecção de falhas, permitindo que o usuário visualize os dados em tempo real.

A alimentação do sistema pode ser feita por meio de fontes estabilizadas quando o local da compostagem apresenta rede de eletricidade disponível, caso contrário baterias de chumbo de 12V apresentam bom desempenho. É desaconselhável a utilização de baterias de chumbo até a tensão reduzir a valores inferiores a 10V sob pena de perda da capacidade de recarga da bateria. O emprego de bateria de chumbo com capacidade nominal de 60 Ah apresenta queda de tensão de 0,16V por dia, permitindo a utilização por cerca de 12 dias sem a necessidade de recarga.

O *firmware* deve ser programado de forma a criar arquivos de armazenamento de dados no cartão de memória. Esses podem ser do tipo arquivo de texto txt ou arquivo CSV facilmente aberto em *software* de edição de banco de dados como o pacote livre LibreOffice.

A formatação lógica do cartão de memória deve ser FAT16, pois apresenta maior compatibilidade, evitando erros de comunicação com a placa Arduino. A recomendação do fabricante é a utilização de cartões com capacidade máxima de 2 gigabytes, no entanto devido à maior demanda por espaço nos dispositivos modernos, a disponibilidade de cartões de pequena capacidade tem diminuído no comércio. Testes utilizando cartões de até 32 gigabytes de capacidade foram realizados e demonstraram o funcionamento adequado.

5 Conclusão

A automação no processo de coleta de dados de temperatura para estudos relacionados à compostagem é recomendada, principalmente quando se deseja ser mais criterioso no processo de avaliação, pois fornece um número significativo de dados, acarretando em respostas confiáveis e detalhadas.

A frequência ótima da coleta de dados é particular para cada objetivo que se espera do projeto, assim, pode-se estimar uma frequência maior quando forem

necessárias análises diárias e frequência menor quando forem necessárias análises semanais, porém em todos os casos é possível estimar a frequência considerando o erro admissível.

Referências

- ARDUINO. *Libraries*. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>>. Acesso em: 19 de jun. de 2016.
- BIDONE, F. R. A., POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EDUSP, 109 p. 1999.
- COTTA, J. A. de O., CARVALHO, N. L. C., BRUM, T. da S., REZENDE, M. O. de O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.20, n. 1, p. 65-78, 2015.
- D'AUSILIO, A. Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment. *Behavior Research Methods*, v.44, n.2, p.305-313, 2012.
- FUJII, K. Y., DITTRICH, J. R., CASTRO, E. A. de, SILVEIRA, E. O. da. Processos de tratamento de resíduos de coqueira e a redução ou eliminação de ovos de larvas infectantes do gênero *Strongylus* ssp. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 81, n. 3, p. 226-231, 2014.
- HECK, K., DE MARCO, E. G., HAHN, A. B. B., KLUGE, M., SPILKI, F. R., VAN DER SAND, S. T. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 54-59, 2013.
- KAMOGAWA, M. Y., MIRANDA, J. C. Uso de hardware de código fonte aberto "Arduino" para acionamento de dispositivo solenoide em sistemas de análises em fluxo. *Química Nova*, v. 36, n. 8, p. 1232-1235, 2013.
- KUBÍNOVÁ, Š., ŠLÉGR, J. Physics demonstrations with the Arduino board. *Physics Education*, v. 50, n. 4, p. 472-474, 2015.
- MICHELS, R. N., CANTERI, M. G., FONSECA, I. C. B., AGUIAR e SILVA, M. A., FRANÇA, J. A. de. Estimation of optimal size of plots for experiments

- with radiometer in beans. *African Journal of Biotechnology*, v. 14, n. 30, p. 2361-2366, 2015.
- MILAN, H. R. de las C., RAVELO, I. G., ÁLVARES, M. D., FABRE, F. DE C., RONDÓN, P. P. P. Sistema automatizado para la determinación de las condiciones de ensayo em los conjuntos agrícolas. *Revista Ciências Técnicas Agropecuárias*, v. 24, n. 2, p. 61-67, 2015.
- MARIN, J. M., MALUTA, R. P., BORGES, C. A., BERALDO, L. G., MAESTA, S. A., LEMOS, M. V. F., RUIZ, U. S., ÁVILA, F. A., RIGOBELLO, E. C. Fate of non O157 Shigatoxigenic Escherichia coli in ovine manure composting. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 66, n. 6, p. 1771-1778, 2014.
- NUNES, M. U. C. Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade. *Circular técnico – Embrapa Tabuleiros Costeiros*, Aracaju, n.59, 7p., dez. 2009. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2014.
- POPA, V., POPA, E. Graphical interface for measuring and recording temperature with the DS18B20 digital output sensor. *Pro Ligno*, v. 9, n. 2, p. 28-38, 2013.
- SCHEAFFER, R. L., MENDENHALL III, W., OTT, R. L., GEROW, K. *Elementary survey sampling*, Boston: Cengage Learning, 2012.
- SOUSA, M. M., DRUMOND, L. C. D., NALDI, M. C. Sistema computacional para aquisição automática e disponibilização de dados meteorológicos. *Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 3, p. 606-612, 2015.
- SUNADA, N. da S., ORRICO, A. C. A., ORRICO JUNIOR, M. A. P., CENTURION, S. R., OLIVEIRA, A. B. de M., FERNANDES, A. R. M., LUCAS JUNIOR, J. de, SENO, L. de O. Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola. *Ciência Rural*. v. 45, n. 1, p. 178-183, 2015.

