

## RESÍDUOS SÓLIDOS

### TEMPERATURA E REDUÇÃO DE MASSA E VOLUME EM PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMICILIARES E PODA DE ÁRVORES

**Andressa Ferreira Pimenta** – drefpimenta@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

**Vitor da Costa Marques** – vitormarquesc@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

**Ivan Taiatele Junior** – taiatele.ivan@gmail.com

Universidade Estadual de Londrina – UEL – Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380 CEP 86057-970

**Tatiane Cristina Dal Bosco** – tatianebosco@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

**Janksyn Bertozzi** - janksynbertozzi@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

**Roger Nabeyama Micichels** – rogernmichels@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

**Resumo:** Grande quantidade de resíduos orgânicos são geradas diariamente em todo o Brasil. Uma técnica para tratar tais resíduos é a compostagem que, dentre outras vantagens, possibilita a diminuição da massa e do volume deste resíduo e o converte em um composto orgânico rico em nutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a temperatura e a redução de massa e volume durante o processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e poda de árvore. Oito reatores de 96 litros cada foram montados numa relação 3:1, ou seja, 72 L de poda de árvores e 24 L de resíduos orgânicos domiciliares. A redução de massa foi aferida no final do processo, enquanto que a redução de volume foi monitorada quinzenalmente. A temperatura foi aferida diariamente, ao longo dos 49 dias de compostagem, a partir de um sistema automático de coleta de dados. Ao fim do processo a redução média de massa e volume foi superior a 55%. A temperatura atingiu a fase termofílica, que durou, em média 10 dias, demonstrando que a composição e a proporção dos resíduos utilizadas foram satisfatórias para o desenvolvimento do processo.

**Palavras-chave:** Composto orgânico; Gerenciamento de resíduos sólidos; Matéria orgânica, Tratamento de resíduos sólidos urbanos.

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

As atividades humanas geram grande quantidade de resíduos, dentre eles os resíduos orgânicos que necessitam de tratamento antes de sua disposição. Esta grande quantidade de resíduos orgânicos, quando tratada de maneira correta, pode se tornar compostos ricos em nutrientes, mais assimiláveis às plantas, reduzindo a quantidade de fertilizantes químicos no cultivo.

A Agricultura Orgânica está comprometida com a produção de alimentos de forma mais natural. Sendo assim, ao invés da utilização de fertilizantes químicos, o agricultor pode utilizar compostos orgânicos oriundos de processos de compostagem (DORES-SILVA et al., 2013).

O processo de compostagem é realizado a partir do uso de substratos de origem animal e/ou vegetal, utilizando fontes de carbono e nitrogênio para que ocorra a degradação da matéria orgânica. O propósito desse processo é estabilizar a matéria orgânica, melhorar suas características físico-químicas e biológicas e, conseqüentemente, melhorar sua aceitação e seu valor comercial (DORES-SILVA et al., 2013).

Para os casos em que o resíduo a ser tratado possui organismos patogênicos, a sanitização do composto pode ocorrer por meio da elevação de temperatura (fase termofílica), que é causada pela intensa atividade microbiana. Outra vantagem associada a essa fase é uma diminuição significativa de massa e volume dos resíduos, uma vez que a matéria orgânica está sofrendo degradação aeróbia a altas taxas e conseqüentemente sendo convertida a compostos voláteis, a gás carbônico e a água.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a variação de temperatura ao longo do processo de compostagem e as reduções de volume e massa do composto final obtido a partir de resíduos domiciliares e poda de árvores.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Localização / Processo de compostagem

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, endereçada na Avenida dos Pioneiros, 3131, Jardim Morumbi. O processo de compostagem foi realizado na casa de vegetação e as análises no Laboratório de Saneamento Ambiental.

Para a realização da compostagem foram montados 8 reatores com 96 litros de resíduos cada, sendo constituídos por poda de árvores (72 litros) e resíduos orgânicos domiciliares (24 litros), configurando uma relação 3:1.

Os reatores foram mantidos em ambiente ao abrigo da chuva e sobre piso impermeável. Os revolvimentos ocorreram duas vezes por semana para garantir a aeração do composto e foram realizados manualmente, com a rolagem dos reatores.

O composto foi monitorado quanto à temperatura, redução de volume e redução de massa. A redução de volume foi aferida quinzenalmente e a redução de massa foi aferida no início e no fim do processo. A temperatura foi medida diariamente ao longo dos 49 dias de monitoramento do processo.

### **2.1.1 Temperatura**

A temperatura foi monitorada por meio de um sistema de coleta de dados automático. Foram inseridos, em cada reator, cinco sensores em diferentes pontos. Todos os sensores foram ligados a uma placa de arduíno equipada de sistema registrador de dados (*Datalogger*) junto de um sistema de tempo real que fornece a hora, o minuto e o segundo da aquisição de dados. O armazenamento de dados de temperatura pelo sistema ocorreu a cada 15 minutos.

### **2.1.2 Redução de Volume**

A redução de volume foi aferida pelo método da cubicagem, onde, com o auxílio de uma fita métrica, a altura atingida pelo composto no interior do reator foi observada. Para aferir o volume, no primeiro e no último dia de compostagem utilizou-se baldes. A realização das demais coletas de dados foram realizadas de acordo com a multiplicação do valor registrado na fita métrica pela área da base do reator.

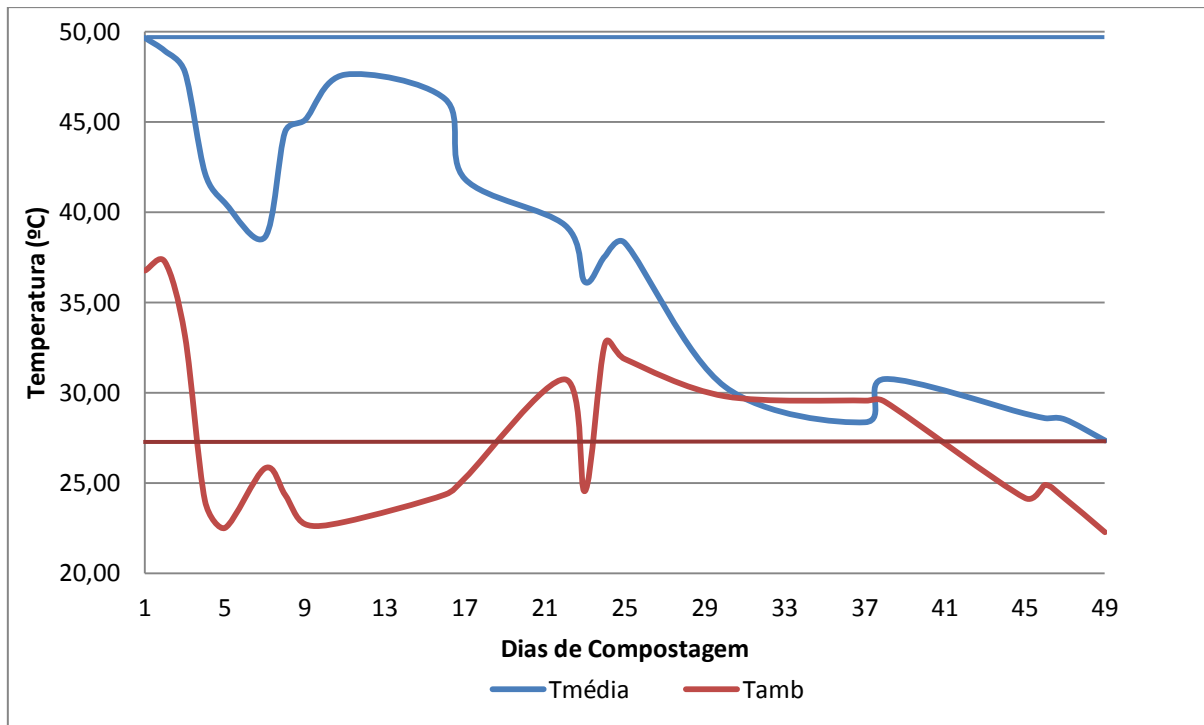
### **2.1.3 Redução de Massa**

A pesagem dos compostos foi realizada utilizando uma balança de capacidade máxima de 25 kg. O recipiente (balde) foi pesado vazio e a pesagem do material foi realizada no início e no fim do experimento. Determinou-se a umidade do material nestas ocasiões, de modo que a comparação fosse realizada em massa seca.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

No gráfico 1 pode-se observar a temperatura média dos reatores e a variação da temperatura ambiente, durante o processo de compostagem.

**Gráfico 1: Variação de temperatura ao longo do processo de compostagem.**



**Nota 1:** Tmédia = temperatura média dos reatores; Tamb = temperatura ambiente.

No gráfico 1 pode-se observar que no primeiro dia de compostagem (1 DDC) a média das repetições resultou em 50 °C, demonstrando a fase de aquecimento e o atingimento da fase termofílica. Já no 8DDC, 22DDC e 36DDC é possível visualizar que a temperatura volta a aumentar, o que pode ser explicado em função do processo de revolvimento nos reatores nestes dias. Segundo Silva et al., (2008) o processo aeróbio acelera o processo de degradação da matéria orgânica e, conseqüentemente, resulta no aumento da temperatura nos reatores, visto que trata-se de um processo biológico exotérmico.

Pereira et al., (1989) monitoraram, ao longo do tempo, as temperaturas de um processo de compostagem, definindo as fases mesofílica, termofílica e de maturação. A fase mesofílica é a fase de adaptação, onde os microrganismos operam em temperaturas até 40°C. A fase termofílica é onde há maior aquecimento e os microrganismos (termofílicos ou termófilos) degradam as moléculas mais complexas da matéria orgânica. Nesta fase, as temperaturas podem chegar a 65-70°C, ocasionando, muitas vezes, a eliminação de microrganismos patogênicos. A fase final é designada de maturação, onde ocorre a diminuição da ação microbiana e, conseqüentemente, a diminuição da temperatura. Vale ressaltar que a diminuição de temperatura acontece ao fim do processo, onde ocorre visivelmente a aproximação da temperatura média ambiente com a temperatura média dos reatores e isto ocorre porque a taxa de degradação pelos micro-organismos diminui em função da menor disponibilidade de material, demonstrando assim, a estabilização da matéria orgânica. Analisando o Gráfico 1 é notório que a fase mesofílica ocorreu entre o 1DDC até o 9DDC; após o 10DDC iniciou-se a fase termofílica, que se manteve até o 20DDC, finalizando-se pela fase de maturação, que ocorreu do 21DDC até o 49DDC. De acordo com Kiehl (1985), a temperatura pode variar de acordo com vários fatores, como umidade, aeração

e relação C/N. O controle de tais parâmetros permitiu que as temperaturas atingissem máxima de 49,67° C nos reatores e possibilitou a identificação das fases termofílica e mesofílica.

Na Tabela 1 pode-se observar a média e o coeficiente de variação do volume dos reatores, durante o processo de compostagem.

**Tabela 1: Redução do volume (em litros) durante o processo de compostagem.**

| Volume (L)    |       |        |        |        |                   |
|---------------|-------|--------|--------|--------|-------------------|
| Tratamento    | 0 DDC | 14 DDC | 31 DDC | 49 DDC | Redução Final (%) |
| Média         | 96,00 | 46,47  | 41,24  | 40,56  | 57,75             |
| Desvio Padrão | -     | 1,36   | 2,26   | 1,45   | 1,51              |
| CV            | -     | 2,93%  | 5,47%  | 3,57%  | 2,62%             |

**Nota 1:** DDC – Dias de Compostagem.

**Nota 2:** DP – Desvio Padrão.

**Nota 3:** CV – Coeficiente de Variação.

**Nota 4:** Redução Final - (volume em 0DDC - volume em 49DDC)/(volume em 0DDC).

Sunada et al., (2014) avaliaram a compostagem de resíduo de abatedouro e obtiveram redução de volume de 26,7%. Gorgati (2001) avaliou a compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos de São Lourenço da Serra e constatou reduções em torno de 60%, semelhante ao observado no presente trabalho. Esta redução representa facilidade nas etapas de gerenciamento de resíduos, como é o caso de armazenamento, transporte e destinação final.

Na Tabela 2 pode-se observar a média e o coeficiente de variação da redução de massa dos reatores em decorrência do processo de compostagem.

**Tabela 2: Redução da massa (em quilogramas) durante o processo de compostagem.**

| Massa (Kg) |                    |                  |             |
|------------|--------------------|------------------|-------------|
| Tratamento | Massa Seca Inicial | Massa Seca Final | Redução (%) |
| Média      | 13,13              | 4,90             | 62,8%       |
| Desvio     | 0,31               | 0,55             | 0,04        |
| CV         | 2,34%              | 11,12%           | 6,60%       |

**Nota 1:** DP – Desvio Padrão.

**Nota 2:** CV – Coeficiente de Variação

**Nota 3:** Redução Final - (Massa Seca Inicial - Massa Seca Final)/( Massa Seca Inicial )

De acordo com a Tabela 2 é possível notar que houve considerável redução de massa ao final do processo. Gorgati (2001), compostando resíduos orgânicos municipais obteve reduções de massa que variaram de 32 a 61,6%. Kiehl (1998) destaca que para o sucesso da compostagem de resíduos domiciliares a redução de massa deve ser superior a 50%, valor condizente ao observado neste trabalho.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diminuição da quantidade de resíduos a ser gerenciada após o processo de compostagem é superior a 50% em massa e volume. Além disso, trata-se de um composto orgânico que passou por uma fase termofílica de decomposição e, portanto, resultou na mineralização de nutrientes e, possivelmente, na inativação de micro-organismos patogênicos. A composição de resíduos adotada no presente experimento foi adequada, pois permitiu a visualização das fases típicas da compostagem e a obtenção de redução de massa e volume.

#### 5. AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela bolsa de estudos e ao CNPq pelo financiamento do projeto.

#### 6. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

DORES-SILVA, P.R.; LANDGRAF, M. D.; DE O. REZENDE, M. O.; **Processo de estabilização de resíduos orgânicos: Vermicompostagem versus Compostagem**. Revista: Química Nova, Vol.36(5), pp.640-645, 2013.

GORGATI, Cláudia Queiroz. **Resíduos Sólidos Urbanos em Área de Proteção aos Mananciais - Município de São Lourenço da Serra - SP: Compostagem e Impacto Ambiental**. 2001. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.

KIEHL, J. E. **Fertilizantes Orgânicos**. 1 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda. 1985. 492p.

PEREIRA NETO, J.T., AZEVEDO, M.A., ARAÚJO, E.F - **Importância da fase de maturação nos processos de compostagem**. In: Reunião anual da SBPC, 41, 1989 Fortaleza. Anais...[S.I.:s.n], 1989b.35p.(Mimeogr)

SILVA. C. A. **Uso de Resíduos Orgânicos na agricultura**. In: SANTOS, G. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Gênese, 2008.

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.; JUNIOR, J. DE L.; SENO, L DE O.; **Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola**. Revista: Ciência Rural, Vol.45(1), 2014.