

## ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS CONDICIONAIS À QUALIDADE DE ADUBO ORGÂNICO OBTIDO POR PROCESSO DE COMPOSTAGEM DESENVOLVIDO NO IFMG CAMPUS OURO BRANCO - MG

Liberato Júnior, J. I. <sup>1</sup>; Carmo, A.S. <sup>2</sup>; Pessoa, P.R. <sup>3</sup>; Toledo, T.V. <sup>4</sup>;

1 José Izabel Liberato Júnior, Bolsista IFMG, Engenharia Metalúrgica, IFMG Campus Ouro Branco, Ouro Branco - MG; liberatojunior23@gmail.com

2 Alisson Silvio Carmo, Engenharia Metalúrgica, IFMG Campus Ouro Branco, Ouro Branco – MG

3 Paula Reis Pessoa, Engenharia Metalúrgica, IFMG Campus Ouro Branco, Ouro Branco – MG

4 Thiago Vinicius Toledo, Pesquisador do IFMG, Campus Ouro Branco; thiago.toledo@ifmg.edu.br

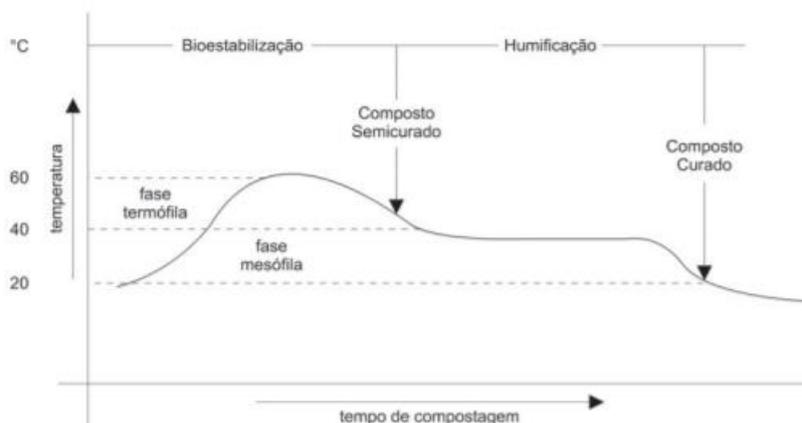
### RESUMO

A comunidade acadêmica do IFMG campus Ouro Branco gera diariamente, através de sua alimentação, resíduos sólidos orgânicos. Tais resíduos, até 2018, eram coletados, não seletivamente, pela Prefeitura Municipal de Ouro Branco - MG, gerando gastos e impactos sociais e ambientais, relacionados ao descarte inadequado e impossibilidade da reciclagem. Entre os principais impactos negativos, destacam-se a tendência de proliferação de animais vetores de doenças e a contaminação de solo e água com chorume que apresente uma mistura de efluentes oriundos de rejeitos de diferentes origens misturados ao lixo orgânico. Com o intuito de resolver este problema, em 2019 foram implantadas lixeiras orgânicas distribuídas nas dependências da instituição e começou-se a realizar a compostagem do material, coletado diariamente. Foram construídas composteiras de baixo custo, e através do processo de decomposição microbiológica aeróbica, a matéria orgânica foi degradada por fungos e bactérias. O processo se fez com baixa liberação de chorume e sem liberação de odores, uma necessidade em um campus urbano. A partir da quarta semana do processo foram determinados, quinzenalmente, parâmetros que prediziam a qualidade do composto produzido. Foram avaliados a capacidade de retenção de água, a condutividade elétrica, o pH, os teores de umidade, cinzas e matéria orgânica. Os três últimos parâmetros foram determinados através da secagem das amostras em estufa e posterior calcinação em forno mufla. A capacidade de retenção de água manteve-se, ao longo do processo, o que sugere, baixo teor de matéria orgânica, parâmetro este que também apresentou baixa variação no decorrer do período analisado. Verificou-se o aumento do valor de pH, passando-se de ácido a alcalino. Em contrapartida, houve um decréscimo contínuo da condutividade elétrica. O composto apresentou alta umidade ao longo de todo o processo, apesar deste índice ter decaído durante o período analisado. A alta umidade encontrada está relacionada com a natureza dos resíduos, formados principalmente por restos de frutas e suas cascas. O teor de cinzas teve alta taxa de crescimento nas primeiras semanas, entretanto, a partir da décima semana, a variação foi mínima, indicando a tendência de estabilidade do processo. As características do composto final, após quatorze semanas, permitem sua utilização como adubo orgânico.

### INTRODUÇÃO:

Atualmente, grande quantidade de resíduos sólidos orgânicos (RSO) tem sido gerada com o aumento da população global, urbanização e mudanças no hábito alimentar das pessoas. De acordo com Da Silva (2016) e Guermandi (2015), estima-se que a produção diária de RSO em todo o mundo atingirá mais de onze milhões de toneladas até o final do século XXI. O desperdício orgânico, que inclui restos de comida, resíduos de quintal e agrícolas, representa ainda a maior proporção (46%) dos resíduos sólidos gerados globalmente. Assim, o gerenciamento desses resíduos é uma questão premente para o desenvolvimento sustentável da humanidade. Entre as formas de gestão dos RSO, a compostagem se destaca pelos baixos custos operacionais e altos benefícios sociais e ambientais. Ela é definida como decomposição biológica espontânea de resíduos orgânicos, conduzida, principalmente, em ambiente aeróbico. Nela, a matéria orgânica putrescível sólida/semissólida é transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e compostos metaestáveis complexos, resultando na reciclagem e disponibilidade de múltiplos nutrientes. Outros benefícios da compostagem são a redução nos volumes de resíduos e a destruição de bactérias patogênicas, principalmente (Da Silva (2016); Guermandi (2015); Massukado (2008); Fialho (2007)).

O gráfico 1 relaciona as fases do processo relacionadas ao tempo e a temperatura:



**Gráfico 1: Fases da compostagem (D'ALMEIDA & VILHENA, 2000).**

Segundo Inácio e Miller (2009), na fase inicial ocorre a expansão das colônias de microrganismos mesófilos e intensificação da decomposição, liberação de calor e elevação rápida da temperatura. Essa fase tem a duração de, no máximo, 24 horas até atingir a temperatura de 45°C no interior da massa de resíduos. Dependendo das características da matéria orgânica utilizada pode ser mais longa (3 dias) ou mais curta (15 horas). A fase termófila é caracterizada por temperaturas acima de 45°C, predominando a faixa de 50 a 65°C, quando ocorre a plena ação de microrganismos termófilos (bactérias), com intensa decomposição do material, formação de água, manutenção de calor e geração de vapor de água. Na fase mesófila, acontece a degradação das substâncias mais resistentes por microrganismos mesófilos (fungos e actinomicetos), redução da atividade microbiana e, conseqüentemente, queda de temperatura e perda de umidade. A fase final é caracterizada pela maturação do composto com formação de substâncias húmicas, onde a atividade biológica é baixa e o composto perde a capacidade de auto aquecimento.

Recentemente, o Instituto Federal de Minas Gerais campus Ouro Branco aderiu ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e passou a fornecer, diariamente, aos alunos do ensino médio integrado ao técnico, um lanche mais equilibrado nutricionalmente, cujo cardápio adotado inclui iogurtes e frutas. Cotidianamente, os restos das frutas consumidas e os restos de alimentos descartados por toda a comunidade acadêmica produzem um considerável volume de RSO na instituição. Assim, surgiu-se a necessidade de se dar um destino correto ao lixo orgânico. Esta ação se deu através da implantação de lixeiras orgânicas no campus e o desenvolvimento da compostagem a partir do material coletado. Foram objetivos deste trabalho monitorar a capacidade de retenção de água, condutividade elétrica, pH e teores de umidade, cinzas e matéria orgânica do material até sua estabilização para posterior utilização do composto final como adubo orgânico.

#### **METODOLOGIA:**

Os procedimentos foram realizados no laboratório de ciências da natureza do IFMG Campus Ouro Branco, seguindo as descrições a seguir:

**DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA** - Dez gramas de amostra in natura do composto orgânico foram pesados e transferidos para um erlenmeyer, onde recebeu a adição de 50 mL de água destilada. Após agitação de 10 minutos e repouso de 30 minutos, mediu-se a condutividade no sobrenadante com um condutivímetro adequado.

**DETERMINAÇÃO DO pH** - Dez gramas do composto orgânico seco em estufa a 65 °C por 24 h foram pesados e adicionados em 100 mL de água destilada. Após agitação de 30 minutos e repouso de 15 minutos, realizou-se a leitura do pH em um pHmetro adequado.

**DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA** - Pesou-se três erlenmeyers vazios e anotou-se suas massas. Posteriormente, pesou-se três papéis de filtro secos e anotou-se suas massas. Em seguida, pesou-se dez gramas de composto orgânico previamente seco em estufa a 65 °C por 48h. As massas foram anotadas. Pesou-se cinquenta gramas de água destilada e anotou-se as massas. Em seguida, as massas do composto foram colocadas dentro dos papéis de filtro secos, acomodados em funis de vidro, e adicionou-se lentamente, sobre as amostras, a água destilada pesada anteriormente. Após a adição da água, os funis foram cobertos com papel alumínio e deixou-se repousar por uma noite. Ao final, pesou-se cada erlenmeyer com a água percolada do material orgânico. De posse de todas as medidas, determinou-se a capacidade de retenção de água através da equação 1:

$$\text{CRA (\%)} = \frac{W_i - W_p - W_{ra} + W_{ma}}{W_{ms}}$$

**Equação 1: Percentual de retenção de água.**

Onde:  $W_i$  = Massa de água destilada (g)  
 $W_p$  = Massa da água percolada (g)  
 $W_{ra}$  = Massa de água retida no papel (g)  
 $W_{ma}$  = Massa da água já contida no material (igual a zero em amostras secas) (g)  
 $W_{ms}$  = Massa do composto seco retirado da estufa (g)

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE, DE MATÉRIA ORGÂNICA E DE CINZAS** - Pesou-se três cadinhos de porcelana vazios e anotou-se as respectivas massas. Em seguida, pesou-se, nos próprios cadinhos, cinco gramas da amostra do composto orgânico in natura e as amostras foram mantidas em estufa por 48h a 65°C. Após este período, as amostras foram pesadas nos próprios cadinhos e as massas anotadas. Em seguida, as amostras foram levadas ao aquecimento por 2h a 650 °C no forno mufla da figura 1.



**Figura 1: Forno mufla utilizado na calcinação das amostras.**

Após este tempo, as amostras foram retiradas e, após resfriar em dessecador, foram pesadas nos próprios cadinhos e tiveram suas massas anotadas. De posse de todas as medidas, determinou-se os três parâmetros, através das equações 2, 3 e 4:

$$\text{Teor de umidade (\%)} = \frac{(\text{Massa da amostra in natura (g)} - \text{Massa da amostra aquecida em estufa (g)})}{\text{Massa da amostra in natura (g)}} \times 100$$

**Equação 2: Percentual de umidade.**

$$\text{Teor de matéria orgânica (\%)} = \frac{(\text{Massa da amostra aquecida em estufa (g)} - \text{Massa da amostra calcinada (g)})}{\text{Massa da amostra in natura (g)}} \times 100$$

**Equação 3: Percentual de matéria orgânica.**

$$\text{Teor de cinzas (\%)} = \frac{(\text{Massa da amostra calcinada (g)})}{\text{Massa da amostra in natura (g)}} \times 100$$

**Equação 4: Percentual de cinzas.**

Todos os procedimentos foram realizados em triplicata.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Com o decorrer das semanas de confinamento do composto, observou-se que o material passou a ter uma coloração escura e odor de terra, indicando a sua maturação (FUNDACENTRO, 2002). A figura 2 mostra a aparência do material em diferentes estágios do processo.



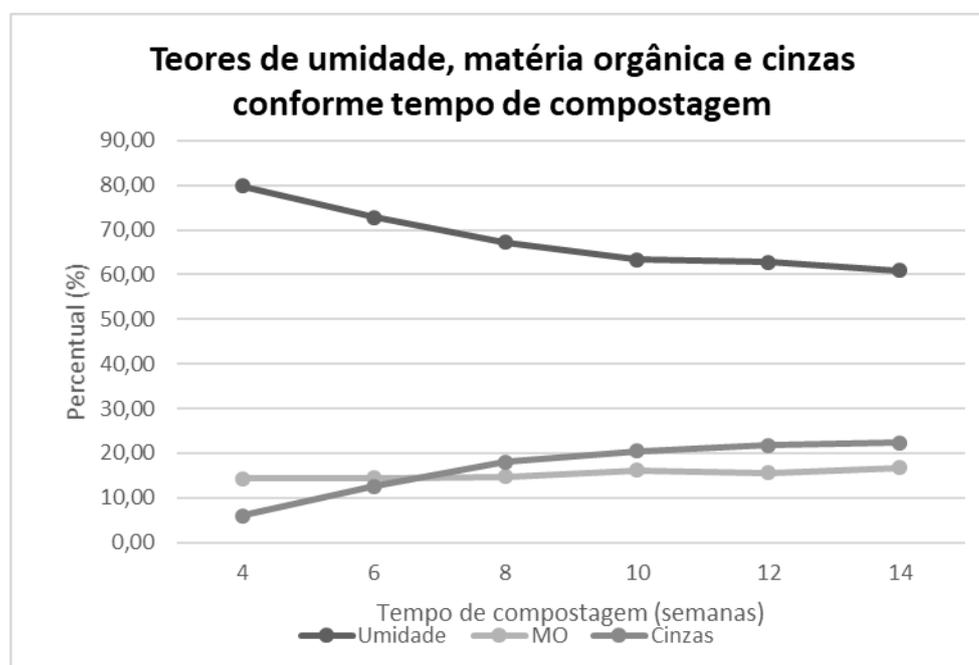
**Figura 2: Composto em diferentes estágios do processo.**

Os resultados obtidos para os testes de pH, condutividade elétrica e capacidade de retenção de água são apresentados na Tabela 1:

Tempo de compostagem	pH	Condutividade (mS cm <sup>-1</sup> )	Retenção (%)
4	5,05	3,29	61,29
6	5,22	1,86	61,49
8	5,32	1,82	66,52
10	8,38	1,44	62,86
12	8,97	1,37	61,35
14	9,47	1,51	59,59

**Tabela 1: pH, condutividade e capacidade de retenção de água conforme tempo de compostagem.**

A partir da Tabela 1 verifica-se que os valores de pH se mantiveram menores que 7,0 até a oitava semana de compostagem e alcalinos daí em diante, indicando, segundo GUERMANDI (2015) que à medida que o processo avança, os ácidos minerais vão desaparecendo e os ácidos orgânicos reagem com bases liberadas da matéria orgânica, neutralizando o composto e resultando em um produto final com característica alcalina. O pH final obtido foi de 9,47, indicando que o composto atingiu a maturação, que de acordo com SILVA (2016) é alcançada quando o pH varia entre 6,5 e 9,6. A condutividade elétrica do composto final foi de apenas 1,51 mS.cm<sup>-1</sup>, que, segundo MASSUKADO (2008) é compatível à compostagem de cascas de frutas e vegetais e não de alimentos processados. A capacidade de retenção de água manteve-se, ao longo do processo, em valores próximos de 60%, o que sugere, conforme SILVA (2016), baixa humificação e baixo teor de matéria orgânica no composto final, que no caso foi de apenas 16,71% conforme pode ser observado no gráfico 2.



**Gráfico 2: Teores de umidade, matéria orgânica e cinzas conforme tempo de compostagem**

A umidade, ao longo do processo, decaiu em torno de 20%, chegando a 60,95% no composto final. A alta umidade encontrada está relacionada com a natureza dos resíduos orgânicos que foram compostados (restos de frutas e suas cascas). Apesar dos altos valores de umidade, não houve geração significativa de

chorume, o que é desejável para uma compostagem realizada em perímetro urbano. A alta umidade encontrada

também sugeriu que houve condições para atividades metabólicas e fisiológicas dos microrganismos responsáveis pela decomposição biológica da matéria orgânica (GUERMANDI, 2015). No período estudado o teor de cinzas no composto final foi de 22,34%, aproximadamente quatro vezes maior que os 5,91% do início. Este aumento indica, de acordo com FIALHO (2007), que houve perda de carbono na forma de dióxido de carbono durante o processo de compostagem e consequente concentração do material inorgânico nos compostos. Os valores do teor de cinzas, que pouco variaram entre a décima e a décima quarta semana, indicam ainda tendência de estabilização do processo.

Após o fim das quatorze semanas de confinamento do composto, observou-se que o material passou a ter uma coloração escura e odor de terra, indicando a sua maturação (FUNDACENTRO, 2002).

## CONCLUSÕES:

Conclui-se que a compostagem é uma alternativa viável e sustentável para a eliminação do lixo orgânico gerado no IFMG – campus Ouro Branco. Foram utilizados materiais alternativos e de baixo custo para a construção de composteiras, que se apresentaram adequadas para serem utilizadas em ambientes urbanos, pois não exalaram excesso de odores e chorume. O composto final apresentou valor de pH igual a 9,47, condutividade elétrica de  $1,51 \text{ mS.cm}^{-1}$ , capacidade de retenção de água de 59,59% e teores de umidade, matéria orgânica e cinzas de 60,95, 16,71 e 22,34%, respectivamente. Tais valores sugerem um interessante potencial de utilização do composto final como adubo orgânico em hortas domésticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1] DA SILVA, A.S.F. **Avaliação do processo de compostagem com diferentes proporções de resíduos de limpeza urbana e restos de alimentos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p.48, 2016.

[2] GUERMANDI, J.I. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletada em estabelecimentos alimentícios de São Carlos/SP**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Carlos, p.179, 2015.

[3] MASSUKADO, L.M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Carlos, p.182, 2008.

[4] FIALHO, L.P. **Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Carlos, p.170, 2007.

[5] FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. **Compostagem doméstica de lixo**. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu. 2002, 40 p. Disponível em: <http://74.125.93.132/search?q=cache:GRTiWrh33yoJ:permacoletivo.files.wordpress.com/2008/09/compostagem-domestica-delixo.pdf+compostagem+dom%C3%A9stica+de+lixo&>. Acesso em: 5 jul 2019.

[6] D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

[7] INÁCIO, C. T. e MILLER, P.R.M.. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**; Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2009. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.