



## COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE LODO DE ESGOTO E RESÍDUOS ORGÂNICOS DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

**Maico Chiarelotto** – maico.chiarelotto@gmail.com  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Campus Cascavel  
Rua Universitária, 978, Bairro Universitário  
85819-110 – Cascavel – PR

**Vagner Franco Monzani** – vagner.monzani@gmail.com  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Francisco Beltrão

**Priscila Soraia da Conceição** – priscilas@utfpr.edu.br  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Francisco Beltrão

**Denise Andréia Szymczak** – denisea@utfpr.edu.br  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Francisco Beltrão

**Naimara Vieira do Prado** – naimaraprado@gmail.com  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Francisco Beltrão

**Resumo:** O crescimento acelerado da população causou, entre outros problemas, a pressão por recursos naturais para a produção de bens de consumo e o aumento na geração de resíduos sólidos em todo o mundo. Diante da situação, a melhor alternativa para solucionar esta problemática é a promoção do correto gerenciamento dos resíduos, considerados erroneamente como inservíveis, destacando-se a importância da etapa de tratamento, capaz de reinseri-los na linha produtiva, reduzindo a demanda por matéria-prima bruta. Considerando-se que significativa parcela dos resíduos gerados no Brasil constitui-se de matéria orgânica, a técnica de tratamento compostagem ganha extrema relevância. O presente trabalho teve como objetivos obter compostos estabilizados por meio da compostagem dos resíduos orgânicos lodo de esgoto, restos de alimentos e podas de árvores e monitorar o processo de compostagem por meio dos parâmetros físico-químicos pH, teor de água, temperatura e teor de sólidos voláteis. A compostagem, realizada na área experimental da UTFPR – FB, foi monitorada por meio dos parâmetros supracitados. A análise estatística foi realizada com 5% de significância. Por meio de análise estatística foi possível verificar que o tratamento RU apresentou valores de teor de água superiores ao tratamento LE. Observou-se também que os teores médios de sólidos voláteis dos dois tratamentos diferiram entre si estatisticamente. Em relação ao pH pode-se observar que os valores para o tratamento LE são superiores se comparados com o tratamento RU. Analisando estes parâmetros ao longo do processo, a compostagem mostrou-se eficiente na estabilização dos resíduos sólidos lodo de esgoto, resto de alimentos e poda de árvores.

**Palavras-chave:** Degradação aeróbia, Monitoramento, Parâmetros físico-químicos.



## COMPOSTING INSTEAD ON SEWAGE SLUDGE TREATMENT AND ORGANIC WASTE RESTAURANT UNIVERSITY

**Abstract:** *The accelerated growth of the population caused, among other problems, the pressure for natural resources for the production of consumer goods and the increase on the generation of solid residues worldwide. Facing this situation, the best alternative to solve this problem is to promote the correct management of the residues, considered wrongly as unserviceable, standing out the importance of the treatment stage, that is capable of reinsert them in the production line, reducing the demand for raw material. Considering that a significant portion of the waste generated in Brazil is made up of organic matter, composting treatment technique gets extremely important. This study aimed to obtain compounds stabilized by composting organic waste sewage sludge, food waste and tree pruning and monitor the composting process by means of physico-chemical parameters pH, water content, temperature and content volatile solids. Composting held in the experimental area of UTFPR - FB was monitored by means of the above parameters. Statistical analysis was performed with 5% significance. By statistical analysis it was observed that the treatment UK showed a water content values higher than the CO treatment. It was also observed that the average content of volatile solids of the two treatments differed statistically. Regarding the pH can be observed that the values for the LE treatment are higher compared to RU treatment. Analyzing these parameters during the process, composting proved efficient in the stabilization of waste sewage sludge, food and rest of tree pruning.*

**Keywords:** *Aerobic degradation, Monitoring, Physical-chemical parameters.*

### 1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento econômico e demográfico, intensificado a partir do século XX, se estabeleceu no mundo uma crise ambiental provocada por ações antrópicas. Além do desmatamento descontrolado, emissões de gases na atmosfera e poluição dos corpos hídricos, a grande geração de resíduos e seu incorreto gerenciamento contribuem para o estabelecimento dessa crise.

Destaque deve ser dado ao gerenciamento de resíduos sólidos, uma vez que, no Brasil, não é realizado de maneira eficiente, causando uma série de impactos negativos ao meio. De acordo com a Lei Federal 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, todos os resíduos deveriam ser coletados, transportados a um tratamento adequado e, posteriormente, dispostos em áreas ambientalmente apropriadas.

A correta execução das etapas contribui para a diminuição dos impactos ambientais, tais como consumo dos recursos naturais, uma vez que os resíduos retornam à produção de novos bens; diminuição da atração de vetores, pois tais resíduos não ficam expostos no ambiente; e diminuição da demanda por áreas destinadas à construção de aterros sanitários, devido à redução de resíduos encaminhados.

Sobre a responsabilidade da gestão, essa deve ser realizada por uma ação integrada entre o poder público, a sociedade em geral e o setor empresarial, buscando sempre o desenvolvimento sustentável por meio de ações que visam o tratamento, tanto de resíduos recicláveis, como orgânicos (OLIVEIRA et. al, 2012).

Dentre as técnicas de tratamento de resíduos orgânicos, a compostagem é uma alternativa viável econômica e ambientalmente, pois apresenta vantagens, como pequeno uso de energia externa, flexibilidade operacional, obtenção de composto estabilizado rico em nutrientes e redução do volume final de rejeitos. Apesar de todas as vantagens, a técnica ainda é pouco difundida, em especial, pela falta de conhecimento acerca do potencial agrícola do produto final (INÁCIO; MILLER, 2009).

Sendo a compostagem uma alternativa ambientalmente correta para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos, o presente trabalho tem como objetivos obter compostos estabilizados por meio da compostagem dos resíduos orgânicos lodo de esgoto, restos de alimentos e podas de árvores e



monitorar o processo de compostagem por meio dos parâmetros físico-químicos pH, teor de água, temperatura e teor de sólidos voláteis.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização do local e resíduos sólidos orgânicos

O processo de compostagem foi realizado na área experimental da UTFPR – FB (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão), no município de Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. O município apresenta um índice pluviométrico entre 1800 e 2200 mm anuais, e temperatura média anual de 19° C (IBGE, 2011).

Para a montagem dos experimentos foram utilizados três diferentes tipos de resíduos sólidos, lodo proveniente da estação de tratamento de esgoto do município de Francisco Beltrão; restos de alimento do Restaurante Universitário da UTFPR – FB e podas de árvores provenientes da manutenção da arborização urbana do município de Francisco Beltrão.

O lodo utilizado é proveniente do tratamento de esgoto em Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (reatores UASB), previamente secos e calcados ainda na estação de tratamento. Quanto aos restos de alimentos gerados no restaurante universitário, foram oriundos da oferta de almoço e jantar de segunda a sexta-feira. O restaurante é utilizado por toda a comunidade acadêmica, incluindo discentes, docentes, técnicos administrativos e servidores terceirizados, servindo uma média de 250 refeições por dia. A coleta desse resíduo se realizou a partir do término do horário de almoço, coletando os alimentos descartados no jantar do dia anterior e almoço do dia de coleta. A poda foi fornecida pela Secretaria de Meio Ambiente do município de Francisco Beltrão. Este material provém da manutenção da arborização da zona urbana do município e foi recebido triturado.

### 2.2. Montagem e monitoramento das leiras de compostagem

Os resíduos foram dispostos para tratamento conforme técnica descrita por Nunes (2009), na Circular Técnica 59 da EMBRAPA, testando-se dois tratamentos diferentes, sendo, em proporções volumétricas, LE com 30% de lodo de esgoto e 70% resíduos de podas e RU com 30% resíduo de restaurante universitário e 70% de podas. Para realizar a medição volumétrica dos resíduos, utilizou-se um balde com volume de 20 litros. Adicionou-se resíduo na pilha de compostagem até que a mesma atingisse altura de um metro e base de oitenta centímetros de diâmetro.

A montagem das pilhas do tratamento LE ocorreu após a obtenção do lodo junto à SANEPAR. Já para o tratamento RU, realizaram-se incrementos diários de restos de alimentos na pilha. Cada um dos tratamentos foi realizado em três repetições, resultando assim em seis pilhas.

Para o monitoramento dos experimentos, semanalmente foram realizadas análises de pH, temperatura, teor de água e teor de sólidos. A temperatura do composto foi determinada semanalmente utilizando um termômetro portátil digital da marca Instrutemp ITTH 1400. Foram realizadas análises em três diferentes pontos de cada pilha, aferindo na base, no meio e no topo.

Com o objetivo de promover a aeração das pilhas, o revolvimento foi realizado semanalmente. Ao fim do revolvimento, era coletada uma amostra composta, realizando a homogeneização e quarteramento, conforme metodologia descrita na NBR 10.007 (2004) que define quarteramento como a divisão de quatro partes iguais de uma amostra pré homogeneizada, sendo descartada duas partes e realizando o procedimento novamente com as partes restantes até atingir o volume desejado. Realizado este procedimento as amostras eram encaminhadas para realização das análises de pH, teor de água e teor de sólidos.

As análises foram realizadas em triplicata, no Laboratório de Análise de Águas e Resíduos da UTFPR – FB. O pH foi determinado pesando-se 10 gramas da amostra em balança analítica da marca Marte AW220, em seguida foi adicionado 250 mL de água destilada, agitando a mistura por 3 minutos, após repouso de 5 minutos aferiu-se o pH com o auxílio de pHmetro de bancada MS Tecnoyon, modelo HY-210P (Silva, 2009).



Para determinação do teor de água realizou-se pesagem de 20 gramas de amostra, sendo colocadas em cadinhos e placas de Petri e encaminhadas à estufa De Leo, a uma temperatura de 100° C por um período de 24 horas (Silva, 2009).

Determinado o teor de água, a amostra foi triturada, peneirada e pesado 2 gramas, para determinação de sólidos voláteis. Posteriormente, os cadinhos com amostra eram levados ao forno mufla Zezimaq 2000C, a uma temperatura de 550° C, durante 2 horas (Silva, 2009). Após realizada as análises supracitadas, os valores obtidos foram tabulados para posteriores análises estatísticas.

Semanalmente, após as análises laboratoriais, verificava-se a necessidade ou não de ajustes para teor de água. Caso fosse necessário, a correção deste parâmetro era feita com adição de água na pilha de compostagem no momento do revolvimento, até atingir uma situação em que ao pegar e apertar o composto de maneira forte seria possível senti-lo úmido, mas sem escorrer gotas de água da amostra. Para valores de teor de água acima da faixa ideal, a pilha de compostagem era descoberta e ficando exposta ao sol, aumentando a incidência solar e evaporação da água.

O processo de compostagem chegou ao fim quando o composto apresentou características de que estava maturado, estando à temperatura ambiente e teor de sólidos reduzido em 50% do valor inicial.

### 2.3. Análise estatística

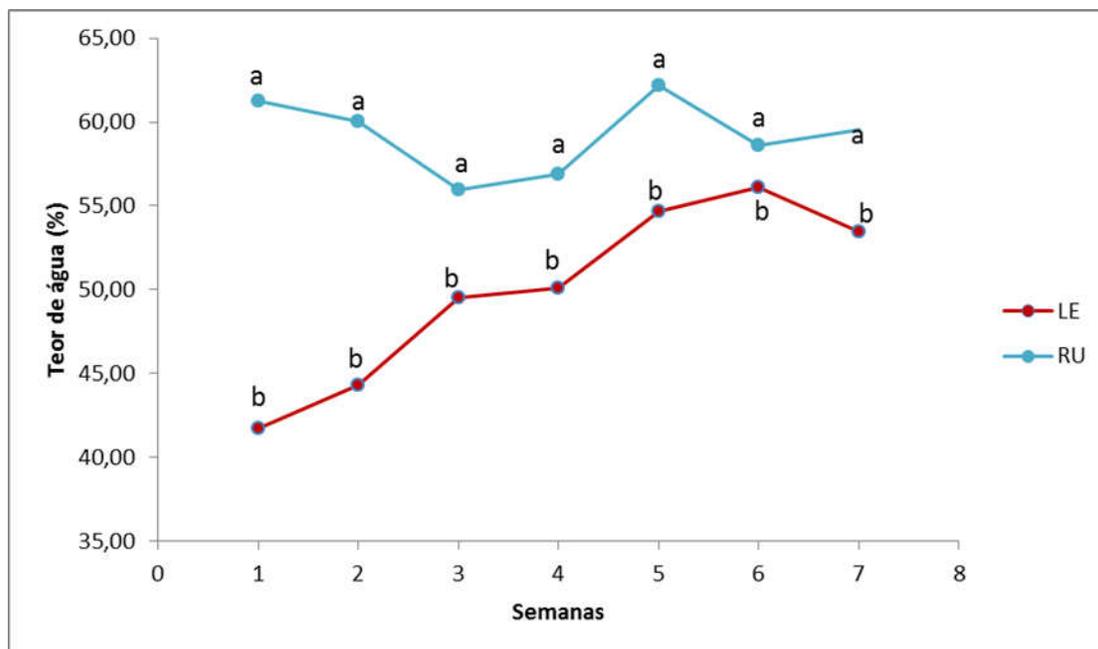
Durante a fase de compostagem, foram comparados os tipos de compostos produzidos (LE, RU) ao longo das semanas de análises. Os parâmetros avaliados nos compostos (pH, teor de água, teor de sólidos voláteis e temperatura) foram apresentados em formas de gráficos, evidenciando o comportamento ao longo do tempo. Realizou-se análise estatística com auxílio do software R, versão 3.1.3, procedendo a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey, com nível de significância igual a 5%.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Teor de água

No decorrer do processo de compostagem, foi verificado em algumas partes da massa em decomposição do tratamento RU a presença de actinomicetos, que são importantes microrganismos que atuam no processo de degradação da matéria orgânica, com capacidade de degradar moléculas de amidos, açúcares e proteínas (PEIXOTO, 1988). Após a realização das análises laboratoriais verificou-se que na primeira semana de degradação este parâmetro apresentou média de 61,24%, exibindo ao longo de todo o processo valores mínimos de 55,9% e máximos de 62% (Gráfico 1). Com isso, não houve a necessidade de correção deste parâmetro para este tratamento.

Para o tratamento LE o teor de água inicial foi de 41,75%, elevando-se para 44,33% na segunda semana. Este aumento no teor de água ocorreu até a sexta semana, onde os valores atingiram 56% devido à adição semanal de água nas leiras (Gráfico 01). A correção deste parâmetro foi necessária devido à faixa ideal de teor de água para degradação dos resíduos ser de 45% a 60% (INÁCIO; MILLER, 2009).



**Gráfico 01 – Monitoramento do parâmetro teor de água.**

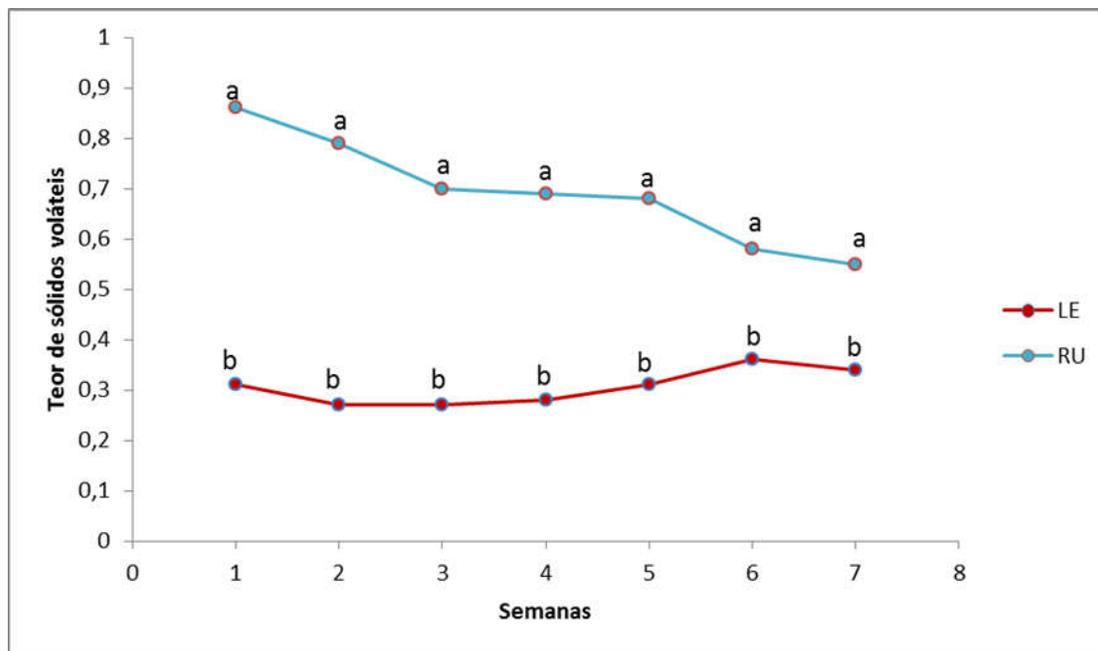
Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

No Gráfico 01 evidenciou-se que o tratamento RU apresentou valores de teor de água superiores ao tratamento LE, após realizar o teste de comparação de médias, foi possível averiguar que durante o período de compostagem, em média, os teores de água dos tratamentos são estatisticamente diferentes ao nível de 5% de significância. Os diferentes valores encontrados variam de acordo com as características dos resíduos utilizados em cada tratamento, pois o lodo utilizado no processo de compostagem foi acondicionado em leito de secagem na Estação de Tratamento de Esgoto. Já os resíduos do tratamento RU tinham características mais úmidas.

### 3.2 Teor de sólidos voláteis

A variação do teor de sólidos voláteis para o tratamento LE foi pequena, tendo como menor valor 27,07% na segunda semana do tratamento e maior valor 35,88% na sexta semana (Gráfico 02). Este crescimento do teor de sólidos voláteis em relação ao tempo está em desacordo com Fernandes e Silva (1999), quando afirmam que valores de teor de sólidos voláteis devem decrescer com o passar do tempo, indicando a decomposição da matéria orgânica. Este fato pode ser explicado devido ao resíduo lodo de esgoto já apresentar características de estabilização na montagem das pilhas, pois este havia permanecido em leito de secagem na ETE, local onde ocorre a degradação da matéria orgânica, e conseqüentemente, a diminuição da quantidade de material orgânico a ser degradado no processo de compostagem.

Por outro lado, o processo de degradação da matéria orgânica no tratamento de resíduos provenientes do restaurante universitário foi eficiente, pois ocorreu redução dos valores médios de teor de sólidos voláteis semanalmente durante todo o processo de compostagem, baixando de 86,18% na primeira semana para 54,94%, na sétima semana (Gráfico 02).



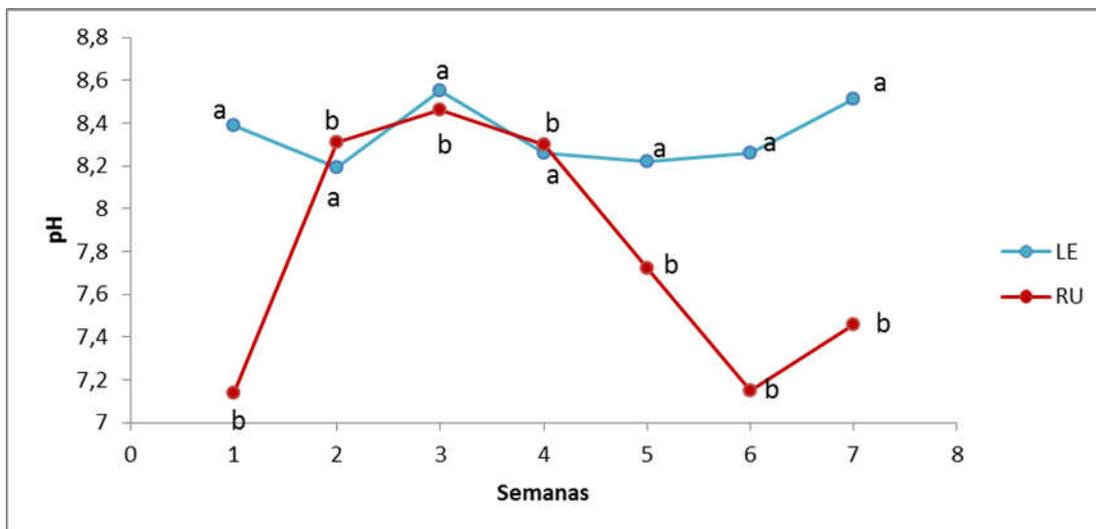
**Gráfico 02 – Monitoramento do parâmetro teor de sólidos voláteis.**

Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Com auxílio do teste de comparação de médias, foi possível verificar que os teores médios de sólidos voláteis dos dois tratamentos diferiram entre si e, além disso, apresentaram diferenças estatísticas ao longo do tempo, ou seja, com o passar das semanas os teores de sólidos voláteis apresentaram comportamento diferente para cada tratamento utilizado.

### 3.3 pH

Para o tratamento LE, os valores de pH iniciaram em 8,4, oscilando ao longo do processo, chegando ao término com valores de 8,5, estando dentro da faixa indicada para o composto maturado (PEREIRA NETO, 2007). Já para o tratamento RU o pH apresentou valores iniciais de 7,15, aumentando consideravelmente nas duas semanas seguintes atingindo 8,4 na terceira semana, decrescendo nas semanas posteriores e finalizando o processo com valor de 7,4 (Gráfico 03). Resultado semelhante foi evidenciado por França et al. (2013), onde o processo de compostagem com resíduos de restaurante universitário apresentou valores finais de pH entre 7 e 8.



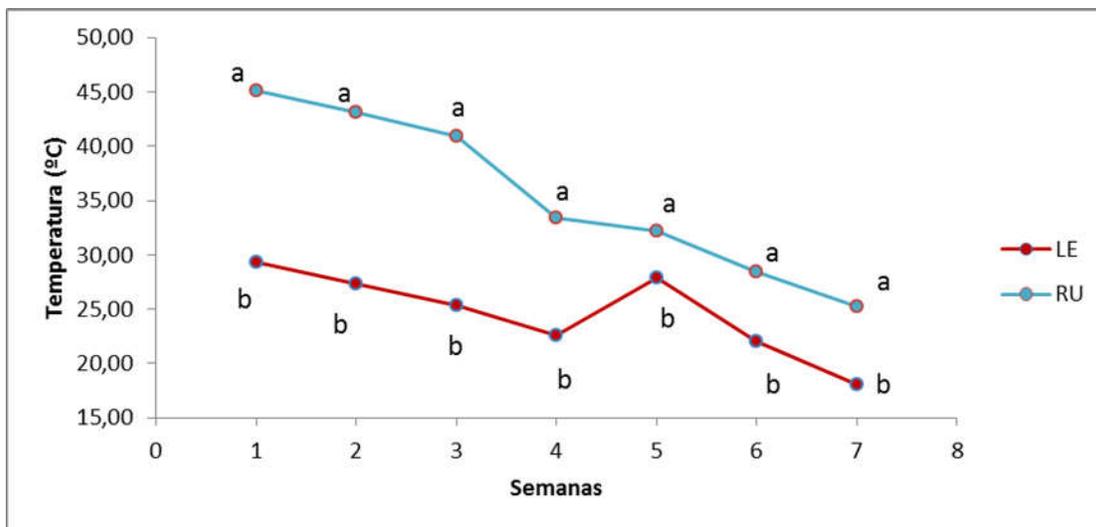
**Gráfico 03 – Monitoramento do parâmetro pH.**

Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Comparando os dois tratamentos, pode-se observar que os valores de pH para o tratamento LE são superiores que o tratamento RU. Isso ocorre, pois, o lodo proveniente de estações de tratamento de esgoto já havia passado pelo processo de calagem, deixando seu pH básico, já os restos de alimentos utilizados no tratamento RU tinham componentes com pH mais baixos, como frutas cítricas e vinagre. Por possuírem características tão diferenciadas, ao realizar o teste de comparação de médias, constatou que, em média, os pH dos tratamentos diferem ao nível de 5% de significância.

### 3.4 Temperatura

Ao longo das semanas de compostagem, as temperaturas médias dos tratamentos diferiram estatisticamente, ao nível de significância de 5%. Esse comportamento pode ser observado no Gráfico 04, em que, o tratamento LE iniciou com temperatura de 30° C, não apresentando grandes oscilações ao longo do processo, atingindo 20° C na última semana de degradação. Como o lodo apresentava características de estabilização, sua carga de material orgânico era baixa e de difícil degradação, ocorrendo assim pouca atividade microbiana, o que dificultou a elevação da temperatura, impedindo que o tratamento atingisse a fase termofílica. Todo o processo ocorreu na fase mesofílica.



**Gráfico 04 – Monitoramento do parâmetro temperatura.**

Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

O tratamento RU iniciou o processo de compostagem com temperaturas de 45° C, permanecendo na fase termofílica por três semanas. Nesta fase, segundo Peixoto (1988), é quando as bactérias e os actinomicetos são predominantes, favorecidos pela alta temperatura e pelo pH próximo a neutralidade. Após isto, o processo se estende por quatro semanas na fase mesofílica até atingir sua maturação. Ao término do tratamento a temperatura apresentada foi de 25° C (Gráfico 04).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos parâmetros pH, teor de água, sólidos voláteis e temperatura, monitorados ao longo do processo, a compostagem mostrou-se eficiente na estabilização dos resíduos sólidos lodo de esgoto, resto de alimentos e poda de árvores. Para O tratamento RU, os parâmetros monitorados apresentaram comportamento semelhante ao verificado em outros trabalhos, porém para o tratamento LE, os parâmetros apresentaram comportamento diferenciado devido às características do resíduo utilizado no processo de compostagem.

### 4. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

BRASIL. **Norma Brasileira nº 10.007 de 31 de maio de 2004.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em: 22 mar. 2015.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. da. **Manual prático para a compostagem de biossólidos.** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1999.

FRANÇA, J. R.; RODRIGUES, A. C.; FLORES, C. E. B; BORTH, R.; BARROS, G.; PRETTO, P. P.; BORBA, W. F.; KEMERICH, P. D. C. Tratamento de resíduos orgânicos

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES



provenientes de restaurante universitário: decomposição biológica monitorada. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 2920-2927, 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. 2011. Disponível em < <http://cod.ibge.gov.br/2379F>>. Acesso em: 31 de maio de 2015.

INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R.M. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

NUNES, M. U. C. **Circular técnica nº 59, compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Embrapa. Aracaju, p. 1-7, dez. 2009.

OLIVEIRA, G. L. de; GONÇALVES JÚNIOR, R.; ZILLER, M. P. O processo de compostagem no aproveitamento de resíduos no Campus da UNICAMP. **Revista Ciência do Ambiente**. Campinas, V. 8, n. 1, p. 86-87, mar. 2012.

PEIXOTO, R. T. dos G. **Compostagem**: Opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 1988.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**: processo de baixo custo. Viçosa: Editora UFV, 2007.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, 2009.