



Vol. 2, No. 1, 76-83, 2009
ISSN 0718-378X

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

DURAÇÃO DA FASE TERMÓFILA NA COMPOSTAGEM DO LODO DE ESGOTO E RESÍDUOS VEGETAIS EM FUNÇÃO DE TRÊS DIFERENTES TECNOLOGIAS

Fernando Fernandes ¹
Sandra Márcia Cesário Pereira da Silva ²
Felipe Gustavo Trennepohl ³

*Duration of the thermophilic composting of sewage
sludge and vegetable waste in terms of three different
technologies*

ABSTRACT

Thermophilic stage during composting process is characterized by natural rise of temperature and high rate of organic matter biodegradation, due to high rate of microbial activity. This stage is very important for elimination of pathogenic microorganisms and is characterized by high rate of oxygen demand. After this stage, starts ripening stage, a period of low microbial activity and low need of aeration. So, the period of thermophilic stage has consequences in the size of composting facilities and biological reactors which has direct relation with total cost of the process. This paper presents results of monitoring of similar mixtures of sewage sludge and plant residues during composting process using the windrow system, static pile system and biological reactor system, and period of each thermophilic stage. In windrow system thermophilic stage had around 90 days of duration, and in the static pile (aerated) the thermophilic stage was 20 days and around 8 days in the biological reactor.

Keywords: Compostagem, lodo de esgoto, fase termófila

¹Engenheiro civil pela UNICAMP, doutor em Engenharia pelo Instituto Nacional Politécnico de Toulouse, professor Associado no Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.

²Engenheira civil pela UEL, doutora em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP, professora associada no Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.

³Engenheiro sanitário pela UFSC, mestrando do programa de pós graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina.

Contact: Engenheiro sanitário pela UFSC, mestrando do programa de pós graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina.

DURAÇÃO DA FASE TERMÓFILA NA COMPOSTAGEM DO LODO DE ESGOTO E RESÍDUOS VEGETAIS EM FUNÇÃO DE TRÊS DIFERENTES TECNOLOGIAS

Fernando Fernandes¹

Sandra Márcia Cesário Pereira da Silva²

Felipe Gustavo Trennepohl³

¹Engenheiro civil pela UNICAMP, doutor em Engenharia pelo Instituto Nacional Politécnico de Toulouse, professor Associado no Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.

²Engenheira civil pela UEL, doutora em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP, professora associada no Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.

³Engenheiro sanitarista pela UFSC, mestrando do programa de pós graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina

Contact Universidade Estadual de Londrina / Centro de Tecnologia e Urbanismo

Campus Universitário

CP 6001 – Londrina –PR - CEP 86051-990

fernando@uel.br

Resumo

A fase termófila do processo de compostagem é caracterizada pela elevação natural da temperatura e alta taxa de biodegradação da matéria orgânica, graças ao elevado nível de atividade microbiológica. Esta fase, além de fundamental para a qualidade sanitária do produto final, é caracterizada por alto consumo de oxigênio. Após esta fase, tem início a maturação, período de pequena atividade biológica, portanto de menor demanda de aeração. Desta forma, a duração da fase termófila é um dado que define o dimensionamento dos pátios de compostagem ou dimensões dos reatores, influenciando diretamente nos custos do processo. Este trabalho apresenta os resultados do monitoramento de misturas similares de lodo de esgoto e resíduos vegetais submetidas ao processo de compostagem com a técnica de leiras revolvidas, leiras aeradas e reator piloto, analisando em cada caso a duração da fase termófila. Nos casos monitorados a duração da fase termófila foi respectivamente de aproximadamente 90 dias para as leiras revolvidas, 20 dias para as leiras aeradas e 8 dias no reator biológico.

Palavras chave : compostagem , lodo de esgoto, fase termófila

1- Objetivo

A compostagem consiste na decomposição biológica de matéria orgânica no estado sólido, sob condições controladas de aeração (Epstein, 1997). Reserva-se o termo fermentação para a biodegradação de substratos orgânicos em condições anaeróbias.

Durante o processo de compostagem a aeração pode ter funções de : suprir a demanda necessária à respiração microbiana (demanda estequiométrica), carrear um eventual excesso de umidade e regular a temperatura , retirando calor do substrato em biodegradação (Haug, 1993).

A aeração e a umidade são os principais fatores limitantes do processo (Epstein, 1997). Outros parâmetros importantes ao processo microbiológico são a relação C/N , granulometria, pH, disponibilidade de macro e micro nutrientes (Viel et alii, 1987).

De modo geral, a demanda por aeração é muito variável ao longo do ciclo de compostagem, sendo que os picos de consumo coincidem com a fase termófila (Fernandes et Silva , 1999).

Sendo um fator tão importante, o sistema de aeração é o definidor da tecnologia de compostagem : no sistema de leiras revolvidas , o ar é misturado ao substrato através do revolvimento, no sistema de leiras aeradas , o ar pode ser aspirado ou insuflado na massa de resíduos em biodegradação, enquanto nos reatores biológicos , que são sistemas fechados, o ar pode ser controlado de acordo com a demanda de respiração microbiana (Fernandes et Silva, 1999).

De modo geral, nos sistemas de leiras revolvidas , após 40 – 80 minutos do revolvimento , o oxigênio disponível já é quase totalmente consumido (Epstein, 1997), por este motivo , o tempo necessário ao processo de estabilização é mais longo. No sistema de leiras aeradas a massa permanece estática, sendo que o ar pode percorrer caminhos preferenciais , além de haver um gradiente de temperatura no perfil da leira, o que torna o processo desigual nas várias regiões amostradas. Já nos reatores, além de aeração controlada, o sistema geralmente é revolvido, permitindo uma biodegradação mais homogênea e rápida (Fernandes et Silva , 1999).

Do ponto de vista operacional o tempo necessário ao processo define as áreas necessárias ao processo de tratamento, já que a variação do tempo de compostagem está diretamente ligado à capacidade de produção de composto.

O objetivo deste trabalho é avaliar as três tecnologias mais usuais de compostagem, empregando-se substratos semelhantes, comparando os tempos de duração da fase termófila.

2- Métodos

2.1- Resíduos utilizados

Foi utilizado lodo de esgoto proveniente de sistema de lodo ativado, UASB e resíduos vegetais de podas de arvores e bagaço de cana de açúcar.

2.2- Técnicas de compostagem empregadas

No sistema de leiras revolvidas foi feito revolcimento manual, três vezes por semana. No sistema de leiras aeradas, o ar foi insuflado por compressor e distribuído por tubulação perfurada de PVC marrom de 25 mm. No caso do reator (Fig. 1), o sistema era fechado e os gases de saída eram monitorados, sendo que quando o teor de oxigênio baixava até 4%, a aeração era aumentada garantindo o suprimento de ar necessário durante todo o ciclo termófilo.

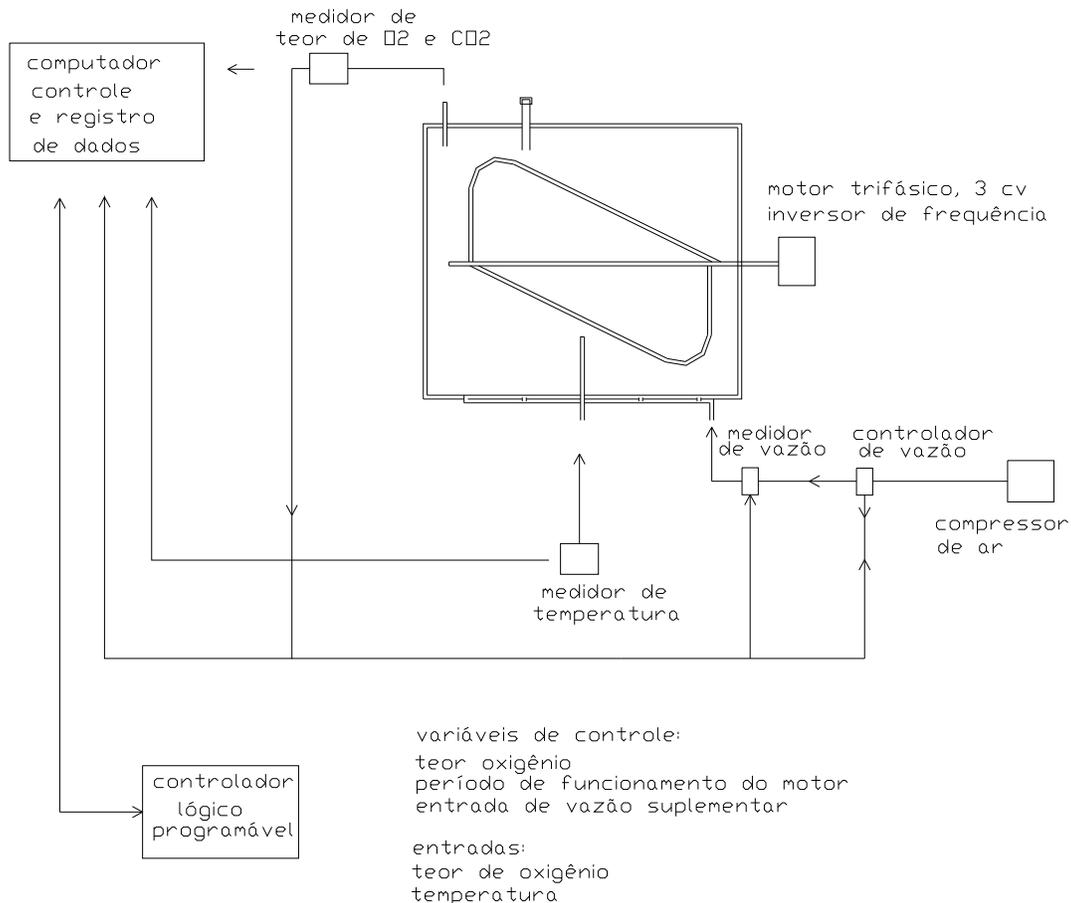


Figura 1 – Esquema do reator fechado usado para a compostagem

2.3- Medida de temperatura

No caso das leiras revolvidas e aeradas, a temperatura foi medida com termômetro de sonda metálica de 1,50m , específica para esta aplicação, em 5 pontos diferentes, a uma profundidade de 40cm da superfície, uma vez ao dia, sendo adotado o valor médio das medidas. No caso de reator a sonda era fixa a 20 cm da base, enviando os dados para um sistema computadorizado *on line*.

3- Resultados

As misturas de resíduos compostadas são mostradas na Tabela 1 , sendo que no caso da leira revolvida, as dimensões foram de 4,0X6,0 m e 1,5m de altura. Na leira aerada, as dimensões eram de 2,0m X 1,0m e 1,0m de altura. No reator fechado, o volume útil era de 260 litros.

Tabela 1- Composição das misturas de resíduos utilizadas em kg de matéria seca.

Processo	Lodo de esgoto aeróbio (lodos ativados)	Lodo de esgoto anaeróbio (RALF)	Pó de serra grosso	Resíduos de poda	Bagaço de cana	Total
	Kg. MS	Kg. MS	Kg. MS	Kg. MS	Kg. MS	Kg. MS
Leiras revolvidas	-	430	-	181	-	611
Leiras aeradas	9,3	-	-	-	115	124,3
Reator fechado	3,5	-	7	-	-	10,5

A grande variação na relação lodo/ resíduo vegetal foi ocasionada pelas condições de umidade do lodo , levando em conta que a umidade final da mistura foi fixada em 60 – 65%.

A duração da fase termófila no caso das leiras aeradas é mostrada na Fig. 2. Observa-se que o tempo de duração da fase termófila chega a mais de 100 dias, observando-se em seguida um decréscimo de temperatura.

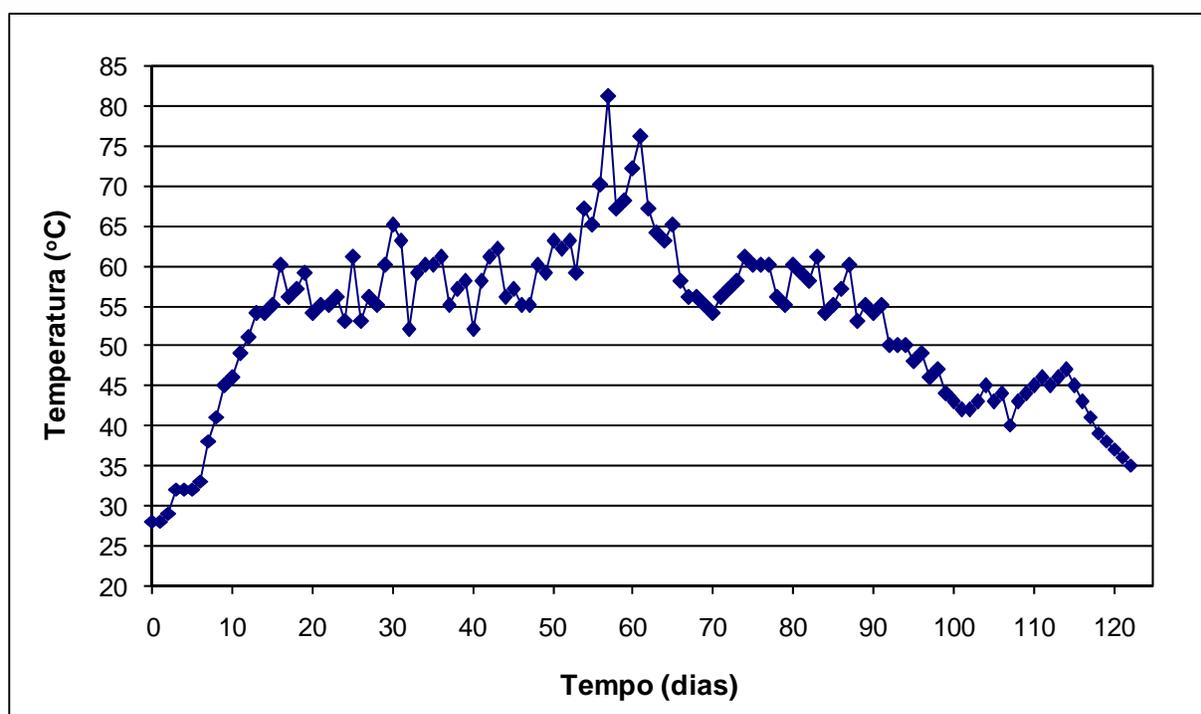


Figura 2 – Evolução da temperatura na massa de resíduos compostados em leiras revolvidas.

No caso da leira aerada, a duração da fase termófila, considerando-se o limite como 40 °C, foi de 23 dias (Fig.3) . Embora esta mistura contenha proporcionalmente menos lodo que as outras duas, é esperado que o sistema sendo aerado, a velocidade de biodegradação é mais rápida.

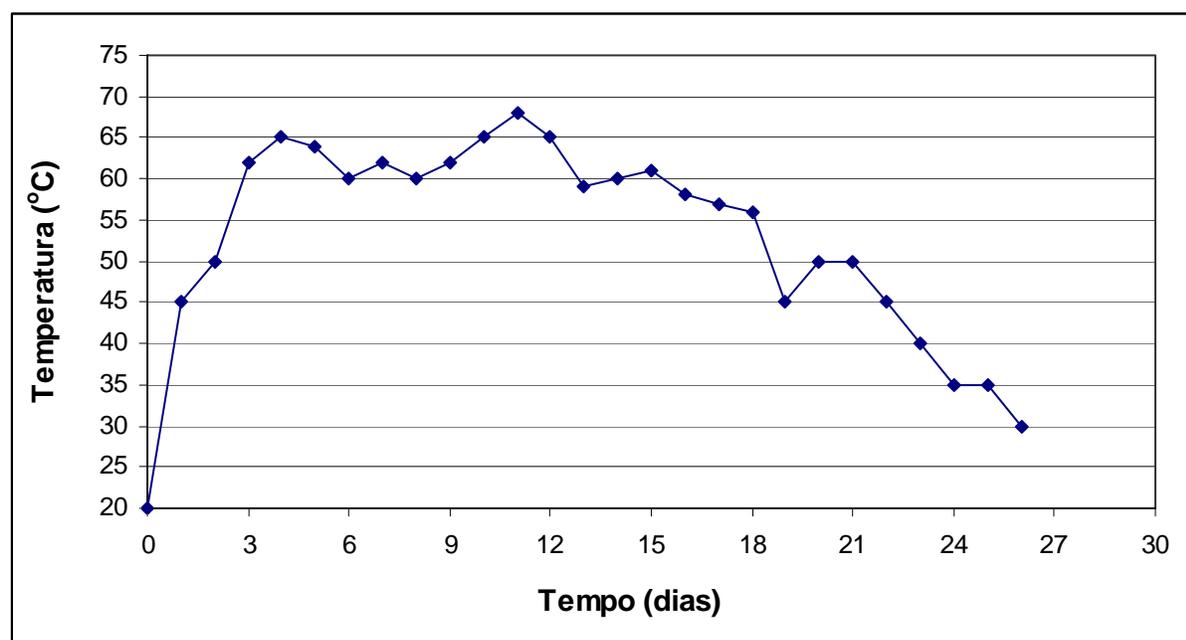


Figura 3- Evolução da temperatura na mistura compostada em leira aerada.

No caso do reator biológico, a vazão de ar foi monitorada pelo sistema Labview, garantindo a flutuação de vazão de alimentação de acordo com a demanda da biomassa atuante no processo (Fig4).

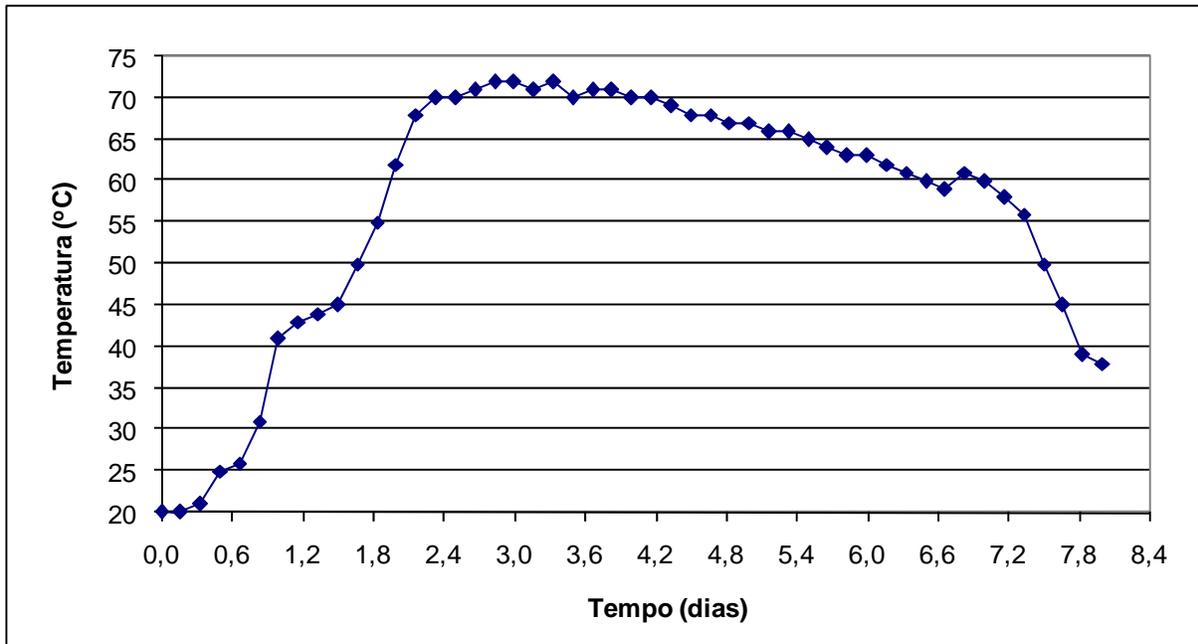


Figura 4- Evolução da temperatura na mistura compostada em reator fechado.

No caso do reator biológico, a duração da fase termófila foi de aproximadamente 8 dias.

Após a fase termófila, o composto já não apresenta odor agressivo e fica mais fácil de ser manuseado. Mesmo necessitando de uma fase posterior de maturação, que seria semelhante para as três tecnologias, é a fase termófila que determina a capacidade de produção das instalações.

4- Conclusões

Embora estes dados não esgotem o assunto, já que as composições das misturas monitoradas não foram iguais, embora sejam semelhantes, mostram que a tecnologia de aeração tem grande influencia sobre a duração da fase termófila e conseqüentemente na produção de composto.

5- Referências Bibliográficas

Epstein, E. The science of composting. Technomic Co . Lancaster, USA,1997.

Viel, M.; Fernandes,F.; Sayag, D.; André, L. Microbial breakdown of fats through in vessel co-composting of agricultural and urban wastes. Biological wastes, n.26, p.33-48,1977.

Haug, R.T. The practical handbook of compost engineering. Lewis publishers, 1993, 710p, Florida ,USA.

Fernandes, F.; Silva, S.M.C.P. Manual prático para compostagem de biossólidos. PROSAB – FINEP, Rio de Janeiro, 1999, 84p.