



## Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico

Mônica S. S. de M. Costa<sup>1</sup>, Luiz A. de M. Costa<sup>2</sup>, Léo D. Decarli<sup>3</sup>, Adilson Pelá<sup>4</sup>, César J. da Silva<sup>5</sup>, Uilson F. Matter<sup>6</sup> & Dácio Olibone<sup>7</sup>

### RESUMO

Em virtude da compostagem ser uma alternativa viável e eficiente no tratamento de resíduos agroindustriais, objetivou-se avaliá-la em resíduos provenientes do abate de bovinos e suínos. Confeccionaram-se 12 leiras de compostagem utilizando-se resíduos de frigorífico, palha de trigo e serragem de madeira. O processo foi avaliado pelo monitoramento diário da temperatura, observação da ocorrência de parâmetros indesejáveis (presença de odores desagradáveis e/ou amoniacais, formação de chorume e presença de moscas e larvas) e pela capacidade de reciclagem de nutrientes. Os parâmetros indesejáveis foram observados, em média, nos primeiros cinco dias após a confecção das leiras; as temperaturas se elevaram, atingindo picos acima de 70 °C; quanto à composição química do composto, esta apresentou teores relevantes de macro e micronutrientes demonstrando alto potencial de reciclagem. Recomenda-se a utilização de piso impermeável e estrutura de cobertura durante a compostagem. A frequência de revolvimentos adotada (15 dias após a confecção da leira, seguida de revolvimentos semanais) foi adequada. A melhor relação de peso encontrada foi de 7,2 kg de resíduos para cada kg de palha e 16,6 kg de resíduos para cada kg de serragem.

**Palavras-chave:** parâmetros indesejáveis, temperatura, reciclagem de nutrientes

## Composting of slaughterhouse solid waste

### ABSTRACT

Composting has been a viable and efficient alternative treatment to agroindustrial waste. This experiment was installed with the objective of analyzing the process of composting for slaughterhouse waste. Twelve piles of composting were prepared, using slaughterhouse waste, wheat straw and wood sawdust. The process was evaluated by daily temperature monitoring, observations of the occurrence of undesirable parameters (bad smell and/or ammoniacal smell, grease formation and presence of grubs and flies), as well as the capacity of recycling nutrients. The undesirable parameters were observed, on average, for the first five days after pile building; the temperatures increased, reaching 70 °C; chemical composition of compost showed relevant contents of macro and micronutrients, a high recycling potential. Utilization of impermeable floor and roof are recommended during the composting. The turning frequency used (15 days after pile building followed by turning) was adequate. The best relation of weight was 7.2 kg of waste for each kg of straw and 16.6 kg of waste for each kg of sawdust.

**Key words:** undesirable parameters, temperature, nutrients recycling

<sup>1</sup> UNIOESTE, Rua Universitária 2069. CEP 85819-110, Cascavel, PR. Fone: (45) 3220-3262. E-mail: monicas@unioeste.br.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, R. Siqueira Campos 1785. CEP 85813-190, Cascavel, PR, Fone: (45) 3035-2654. E-mail: lmendo@ig.com.br.

<sup>3</sup> Mestre em Produção Vegetal. E-mail: ldecarli@uol.com.br.

<sup>4</sup> UEG, Rod. GO 330, Km 241 s/n, Anel Viário. CEP 75780-000. Ipameri, GO. Fone: (64) 3491-1556. E-mail: adilson.pela@ueg.br,

<sup>5</sup> EMBRAPA/CPAO, Rod. BR 163 Dourados, Caarapo, Km 253,6, Zona Rural. CEP 79804-970. Dourados, MS. Fone: (67) 3425-5122. E-mail: silvacj@cpao.embrapa.br.

<sup>6</sup> EPAMIG/CTCO. Rod. MG 424, Km 64, CEP 35701-970, Prudente de Moraes, MG. Fone: (31) 3773-1980. E-mail: uilson@epamig.br.

<sup>7</sup> Doutorando em Agricultura, FCA/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, CEP 18603-970. Botucatu, SP. Fone: (14) 3811-7161. E-mail: olibone@fca.unesp.br.

## INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental no meio rural tem preocupado não só os pesquisadores como, também, os produtores rurais, devido as exigências impostas pela ISO 14000. Esta preocupação se fundamenta no fato de que, com o crescente desenvolvimento tecnológico e incentivo à agroindustrialização, o setor agrícola tem gerado e lançado no ambiente toneladas de resíduos advindos tanto das práticas agrícolas como das práticas correlatas ao setor, como a pecuária e a agroindústria, as quais têm proliferado rapidamente nos últimos anos, inclusive com incentivos governamentais recentes, como é o caso do Estado do Paraná.

Frente a esta situação, a reciclagem e o uso agrônômico racional de resíduos são apresentados como opções para a solução do problema, porém implicam em ampliação dos conhecimentos sobre os resíduos e suas respectivas formas de tratamento (Prezotto, 1992). Neste sentido, a compostagem se tem constituído como alternativa viável, de baixo custo e sanitariamente eficiente na eliminação de patógenos de resíduos sólidos submetidos a este método.

As agroindústrias, por processarem diferentes produtos de origem animal e vegetal, geram os mais variados resíduos, os quais podem ser submetidos ao processo de compostagem. Esta prática vem sendo utilizada por vários setores agroindustriais, comprovando a eficiência do processo (Kiehl, 1985; Vitorino & Pereira Neto, 1994; Fortes Neto et al., 1997 e Silva et al., 1997). Os pequenos frigoríficos e abatedouros se enquadram como agroindústrias em razão de processarem produtos de origem animal, em cujos resíduos são encontrados vísceras de animais abatidos, pedaços de carne sem valor comercial, sebo, sangue e outros materiais, todos passíveis de tratamento biológico através da compostagem. Nesses estabelecimentos, geralmente localizados no meio rural, tal matéria-prima, após receber tratamento pela compostagem fornece, como subproduto, o composto orgânico, o qual, por sua vez, pode ser utilizado como fonte de nutrientes para a produção de grãos no local ou, então, comercializado, constituindo-se em fonte direta de renda ao produtor. Vários autores têm descrito o uso de adubos orgânicos como alternativa para diminuir o custo energético das lavouras, proporcionando economia de recursos naturais (Costa, 2005, em pesquisas com milho, Silva et al., 2007 trabalhando com batata e Araújo et al., 2007 em experimento com pimentão).

A compostagem de resíduos de abatedouros e pequenos frigoríficos é assunto pouco relatado na literatura, podendo-se citar as referências sobre compostagem de resíduos não convencionais (Kiehl, 1985) e autores estrangeiros como Tritt & Schuchardt (1992) os quais comentam sobre a compostagem como alternativa para o tratamento dos resíduos sólidos provenientes de frigoríficos na Alemanha e Koenig & Yiu (1999) que abordam sobre os resultados de uma pesquisa sobre o manejo de resíduos em abatedouros em Hong Kong.

Considerando-se a problemática da disposição de resíduos sólidos em pequenos abatedouros e a falta de estudos sobre alternativas para o tratamento desses resíduos objetivou-

se, no presente trabalho, avaliar o desempenho do processo de compostagem em resíduos sólidos de frigorífico (abate de bovinos e suínos) através do monitoramento diário da temperatura na massa de compostagem, frequência de revolvimentos, observação de parâmetros indesejáveis, como presença de odores desagradáveis e/ou amoniacais, formação de chorume e presença de moscas e larvas e a capacidade de reciclagem de nutrientes através do processo, além de determinar a melhor relação entre resíduos e palha na confecção da leira.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em área cedida à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, pela empresa “Agrícola Horizonte”, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, PR, a 24° 33' 40" S, 54° 04' 12" W, a uma altitude média de 420 m, com temperaturas médias de 14 °C na época mais fria e 28 °C na época mais quente e precipitação média de 1.800 mm anuais.

Confeccionaram-se 12 leiras de composto, no período de um ano, utilizando-se os seguintes materiais: palha de trigo, serragem de madeira e resíduos do abate de bovinos e suínos, oriundos de um abatedouro particular, sob inspeção municipal, localizado no município de Quatro Pontes, PR.

Os resíduos animais se constituíram, basicamente, de órgãos internos de animais abatidos (vísceras em geral, pulmão, baço, rúmen, conteúdo ruminal, intestinos, gorduras, pedaços de carne condenados pela inspeção, sangue e demais descartes), todos sem valor comercial. Tais resíduos foram cortados em pedaços de aproximadamente 10-15 cm, com auxílio de facas, para facilitar sua disposição e o ataque microbiano (Kiehl, 1985).

Na fase inicial até a confecção da leira 5, o corte dos resíduos foi realizado diretamente sobre a leira de compostagem adicionando-se, em seguida, uma camada de serragem; em etapa posterior, a partir da leira 6 os resíduos foram cortados e depositados em uma caixa, para se proceder à sua mistura com a serragem e sua posterior deposição sobre a camada de palha na leira de compostagem. Objetivou-se, com este procedimento, facilitar o contato da serragem com os resíduos diminuindo, assim a formação de chorume.

As leiras foram montadas sobre estrado de bambu. A partir da leira 5 se intercalaram camadas de aproximadamente 10 a 15 cm de palha, com camadas de aproximadamente 3 a 5 cm de resíduo animal picado com auxílio de facas; para as leiras anteriores à 5ª, as quantidades de palha e resíduo animal foram bastante variáveis. Todas as leiras, ao término de sua confecção, foram cobertas com uma camada de palha.

A Tabela 1 mostra as quantidades e relações entre os diferentes materiais utilizados nas leiras.

Monitorou-se a temperatura das leiras com auxílio de termômetro de álcool, fixo em uma haste metálica, uma vez ao dia, em seis pontos (20 e 50 cm de profundidade).

Monitoraram-se e se avaliaram os seguintes parâmetros indesejáveis: presença de odores desagradáveis e/ou amoniacais, formação de chorume e presença de moscas no

**Tabela 1.** Quantidades e respectivas relações entre os materiais utilizados na montagem das leiras

Leira	Resíduo (R) (kg)	Palha (P) (kg)	Serragem (S) (kg)	Relação R/P	Relação R/S
1	900	40	0	25/1	0
2	800	50	10	16/1	80/1
3	350	18	11	19,4/1	31,8/1
4	600	50	12	12/1	50/1
5	1100	105	55	10,5/1	20/1
6	350	48	24	7,3/1	14,6/1
7	800	100	34,5	8/1	23/1
8	500	80	35	6,2/1	14,3/1
9	700	88	44	7,9/1	15,9/1
10	500	72	32	6,9/1	15,6/1
11	550	76	39	7,2/1	14,1/1
12	550	100	35	5,5/1	15,7/1

ambiente e larvas sobre as leiras e no chorume. Para cada parâmetro se atribuíram notas em escala de 0 a 10, sempre pelo mesmo observador e no mesmo horário.

Inicialmente, os revolvimentos e regas foram realizados de acordo com o comportamento da temperatura nas leiras; assim, quando os valores de temperatura ultrapassavam 50-60 °C se realizavam os revolvimentos seguidos de rega; entretanto, a partir da confecção da 5ª leira se adotou realizar aeração através da perfuração da leira com haste pontiaguda, até o primeiro revolvimento seguido de rega, aos 15 dias após a confecção, procedimento este repetido semanalmente.

Como prevenção se colocou, sob o estrado de bambu, um plástico, a fim de reter e coletar o chorume, evitando a contaminação do solo. Para evitar o encharcamento das leiras pela chuva, as mesmas foram confeccionadas sob cobertura plástica sustentada por uma estrutura de bambu. Decorridos 90 dias de compostagem coletou-se uma amostra composta e homogênea do composto pronto, em cada leira, a qual foi enviada ao Laboratório de Química Agrícola e Ambiental da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, para análise da composição química; para isto, as amostras foram secadas em estufa a 60 °C, trituradas em moinho e se lhes retiraram alíquotas para análise. A porcentagem de carbono orgânico foi determinada pelo método Walkley & Black (1944) citado por Kiehl (1985); o nitrogênio total foi definido conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1985) – método KJEDHAL e, para os nutrientes fósforo, potássio, cálcio, magnésio e micronutrientes (Fe, Cu, Zn e Mn), seguiram-se metodologias descritas pelo mesmo autor. A determinação do índice pH em Cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), se deu conforme descrito por Kiehl (1985).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento da emissão de odores desagradáveis em locais onde se realiza o tratamento de resíduos, tem-se tornado uma exigência dos órgãos ambientais. Segundo Sironi et al. (2006) a razão para tal preocupação está relacionada ao aumento no número de unidades destinadas ao tratamen-

to de resíduos situadas no meio urbano e em áreas residenciais; além disso e apesar dos odores produzidos não se referirem a substâncias diretamente tóxicas ou perigosas à saúde humana e sua concentração no ar estar normalmente abaixo dos limites fixados pelas autoridades de saúde, a população se tem mostrado mais sensível à qualidade do ar e menos tolerante a odores originados de atividades industriais. Os mesmos autores comentam que nos últimos 30 anos a emissão de odores desagradáveis provenientes de diferentes setores da indústria se tem tornado séria preocupação ambiental, especialmente nos casos de emissão de odores vindos de usinas de tratamento de resíduos.

No presente trabalho, os parâmetros considerados indesejáveis foram detectados somente na fase inicial do processo, de maneira não constante e em média nos primeiros 5 dias após a confecção das leiras, desaparecendo em seguida. Esta presença se deu de forma variável, tanto em intensidade como em termos de tempo, desaparecendo na maioria das leiras, antes mesmo do primeiro revolvimento (Figura 1).

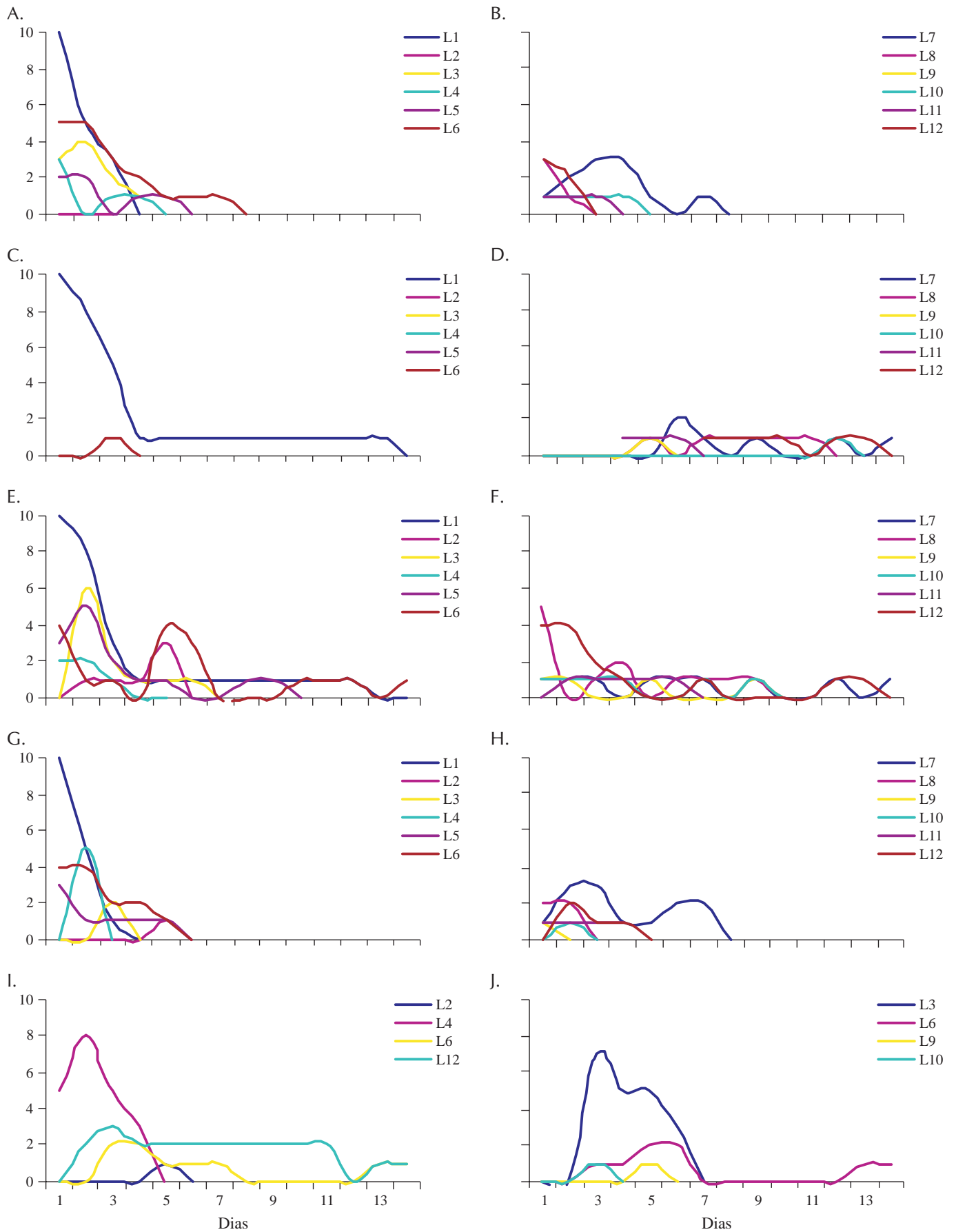
A presença de odores desagradáveis na fase inicial do processo (Figura 1A e B) se deveu provavelmente, ao tipo de material utilizado no processo de compostagem, que é de fácil decomposição e tende a liberar mau cheiro facilmente (Silva et al., 1997); também, pelo fato da temperatura das leiras se elevar inicialmente, de forma lenta, os problemas com odores desagradáveis tenderam a se agravar devido, quiçá, à proliferação de microrganismos putrefatores fato que, segundo Nakagawa (1992) está relacionado à ocorrência de encharcamentos, causando anaerobiose em algumas leiras.

Silva & Mara (1979), citam que os produtos finais produzidos por organismos anaeróbios são usualmente ácidos orgânicos e algumas substâncias ricas em hidrogênio, dentre as quais o gás sulfídrico, que apresenta odor desagradável. Schlegelmilch et al. (2005) também relatam que a concentração crítica de odores desagradáveis durante o processo de compostagem está principalmente nas primeiras 2 a 3 semanas.

Na Figura 1C e D são apresentados os valores atribuídos à presença de odores amoniacais após a confecção das leiras.

Durante o processo de compostagem, tanto na fase inicial como após os revolvimentos e de forma não muito acentuada, ocorreu a presença de odores amoniacais (Figura 1C e D) o que, segundo Peixoto (1988), caracteriza perda de nitrogênio; para a leira 1 este fato pode ser atribuído à relação C:N inadequada, devido a palha de trigo utilizada apresentar-se bastante úmida e em adiantado estágio de decomposição. Observando-se este problema se corrigiram as quantidades de resíduos animais e vegetais para as demais leiras e se observou que as leiras que sofreram rega excessiva (encharcamento) exalaram odores amoniacais.

A elevação de temperatura a níveis acima ou próximos a 70 °C, segundo Kiehl (1985), pode ter agravado ainda mais as perdas de nitrogênio amoniacal; neste sentido, Prochnow et al. (1998) citam, em seu trabalho, que a perda de amônia teve a maior concentração (84% do total) nas primeiras três semanas o que coincide com a fase de temperaturas elevadas.



**Figura 1.** Valores atribuídos à presença de odores desagradáveis (A e B), odores amoniacais (C e D), moscas (E e F), chorume (G e H), larvas sobre a leira (I) e larvas no chorume (J) durante os primeiros dias da montagem das leiras.

Pagans et al. (2006) também associaram as perdas de amônia com o aumento da temperatura na fase termofílica do processo, cuja explicação para esta perda de amônia estaria, segundo os autores, na fase inicial do processo em que ocorre grande degradação de compostos orgânicos facilmente biodegradáveis com alto teor de N causando a liberação do gás de amônia o qual é exponencialmente dependente da temperatura.

Na Figura 1E e F são apresentados os valores atribuídos à presença de moscas após a confecção das leiras.

A presença de moscas foi uma constante para todas as leiras, permanecendo no local por mais tempo durante o processo de compostagem das leiras 1, 6 e 12 (Figura 1). Conforme Nakagawa (1992), o excesso de água (encharcamento) conjugado ao tipo de material utilizado na confecção das leiras causa a formação de odores, atraindo moscas.

Na Figura 1G e H destacam-se os valores atribuídos à presença de chorume após a confecção das leiras.

Com relação à formação de chorume, esta ocorreu de forma mais intensa nas leiras que sofreram algum tipo de encharcamento; nas demais, a presença de chorume está relacionada à grande quantidade de água presente no material de origem animal, além dos fragmentos de intestino funcionarem como “bolsas de água” e que, ao se decomporem, passam a liberar esta água, causando chorume; este foi um fator comum a todas as leiras de compostagem, sendo que o uso de serragem se deu para a correção da umidade no momento da confecção da leira. Ainda se observou, com relação à formação de chorume, que a utilização de palha na confecção de leiras de compostagem conferiu maior uniformidade de aeração porém vem a ser um ponto negativo no sentido de retenção de água pois os mesmos espaços vazios que permitem a circulação de ar na leira, permitem o escoamento da água desprendida no processo, ocasionando o chorume.

Nas Figura 1I e J são apresentados os valores referentes à presença de larvas sobre as leiras de compostagem e no chorume, respectivamente.

Com exceção das leiras 1, 5, 7, 8 e 11, as demais apresentaram problemas com a presença de larvas de moscas; nestas, as moscas apesar de presentes no local, não ovopositaram na superfície das leiras, fato este que, para a leira 1, se deveu, provavelmente, à presença de odores amoniacais que podem ter funcionado como repelente para esses insetos; no entanto, para as leiras 5, 7, 8 e 11, a presença de odores amoniacais se deu em pequena intensidade, ou mesmo não foram percebidos. Esta presença de pouco ou nenhum odor amoniacal ocorreu também em outras leiras, que apresentaram problemas com larvas de moscas, indicando interferência de algum outro fator não observado. Observou-se, porém, que as leiras que sofreram encharcamento tiveram uma permanência de moscas por maior período no ambiente, independente da época do ano, não se constatando correlação com a maior presença e/ou permanência de larvas nas mesmas.

Apesar de, durante o desenvolvimento do processo de compostagem das diferentes leiras, terem sido observados problemas como os já citados, a temperatura das mesmas foi elevada, principalmente após revolvimentos; esta elevação de

temperatura antes do primeiro revolvimento se deu de maneira mais lenta e de forma mais ou menos acentuada para as diferentes leiras, ao passo que após os revolvimentos, todas apresentaram rápida elevação de temperatura. Nota-se, na Figura 2A, uma elevação da temperatura na fase inicial do processo, leira 01, coincidente com a acentuada perda de nitrogênio ocorrida nesta fase, seguida de temperaturas menores, mesmo após os revolvimentos; este fato pode ser atribuído à perda de N no início do processo, em consequência do metabolismo acelerado dos microrganismos, aproveitando todo o C para incorporar o nitrogênio disponível já no início da compostagem (Kiehl, 1985).

A leira 02 teve comportamento semelhante porém não se observou a presença de odores amoniacais, além das temperaturas se apresentarem mais elevadas durante o processo. Nesta leira foram corrigidas as quantidades de material utilizado, visando-se obter relação C:N mais adequada; a leira 03 mostrou as menores temperaturas durante o processo, inclusive na fase inicial; este fato pode ser atribuído ao seu tamanho (Tabela 1), que permite muitas trocas térmicas entre a leira e o ambiente, o que dificulta a elevação da temperatura (Kiehl, 1985 e Nakagawa, 1992); aos 90 dias, as leiras 01 e 02 apresentaram temperaturas médias baixas, mesmo após o revolvimento, indicando o final do processo; a leira 03, entretanto, indicou ainda partes vegetais não decompostas, demonstrando a necessidade de um período maior para o final do processo; na Figura 2B se observa o comportamento da temperatura nas leiras 04, 05 e 06; todas as leiras indicaram comportamento semelhante, com elevação inicial da temperatura seguida de diminuição gradual, até a estabilização. Ressalva deve ser feita ao comportamento inicial da leira 06, em que as temperaturas foram pouco menores, atribuídas à ocorrência de encharcamento ocasionado por chuvas torrenciais logo após sua confecção, além da incidência de ventos que, segundo Kiehl (1985), provocam alterações na temperatura das leiras; aos 90 dias, a temperatura das leiras, mesmo após o revolvimento, não apresentou elevação considerando-se, assim, o final do processo.

A Figura 2C apresenta o comportamento das leiras 07, 08 e 09; comprovou-se que o comportamento da temperatura na leira 07 foi influenciado, no início do processo, não só pela incidência de fortes ventos mas também pela ocorrência de encharcamento pela chuva, o que pode ter causado condição de anaerobiose e queda de temperatura (Kiehl, 1985 e Nakagawa, 1992).

Para as demais leiras, o processo ocorreu normalmente apresentando-se, ao final de 90 dias, com temperaturas próximas à ambiente, demonstrando estabilização do material; já o comportamento da temperatura nas leiras 10, 11 e 12 é apresentado na Figura 2D; as leiras 10 e 11 mostraram comportamento similar, observando-se picos de temperatura nos revolvimentos; a leira 12 indicou comportamento semelhante porém com menores oscilações quando dos revolvimentos; aos 90 dias as leiras se apresentavam com temperaturas baixas, demonstrando o final do processo.

A presença de água afetou sensivelmente e de maneira acentuada, a temperatura das leiras. Pela granulometria mais fina após os revolvimentos e conseqüente maior retenção de

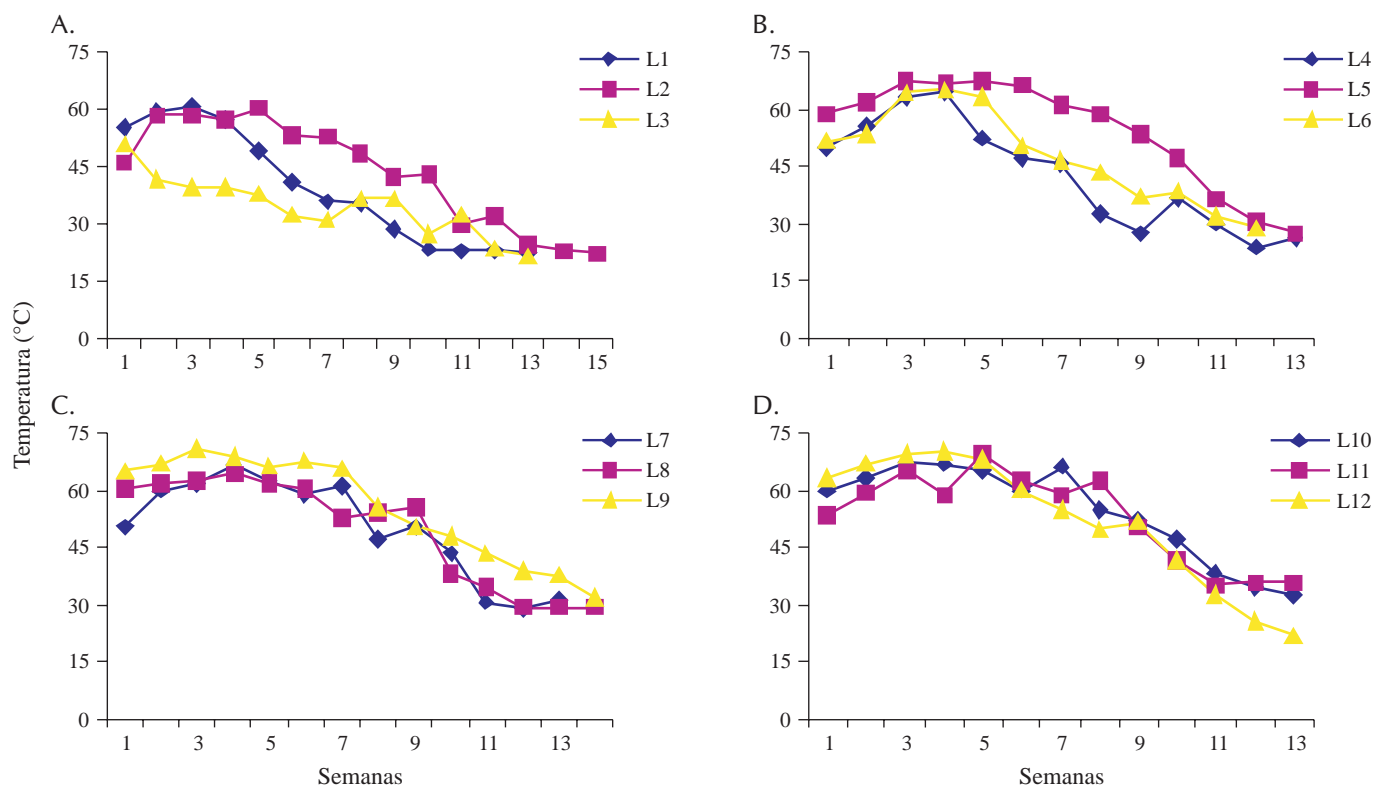


Figura 2. Comportamento da temperatura nas leiras de compostagem 1, 2 e 3 (A), 4, 5 e 6 (B), 7, 8 e 9 (C), 10, 11 e 12 (D), médias semanais

água pelas leiras, estas ficaram predispostas ao encharcamento, provocando anaerobiose e forçando a queda de temperatura (Kiehl, 1985 e Nakagawa, 1992). Os encharcamentos tiveram seus efeitos potencializados na fase de declínio de temperatura das leiras de compostagem; salienta-se, então, que o uso de cobertura para a proteção contra chuvas propicia melhor uniformidade no processo de compostagem, o que concorda com Nakagawa (1992).

A reciclagem de nutrientes promovida pela compostagem é ilustrada pelos resultados obtidos e apresentados na Tabela 2.

O índice pH médio apresentou-se a níveis de neutralidade, concordando com os resultados de Carnieri et al. (1997), Ricci et al. (1997) e Paulino et al. (1998).

Aos 90 dias, o composto apresentou relação C:N média de 10,7:1, indicando adiantado estado de estabilização; esses valores, no entanto, se encontram próximos e um pouco abaixo daqueles encontrados por Carnieri et al. (1997) e Paulino et al. (1998) porém, segundo Inoko (1982) apud Nakagawa (1992), é difícil determinar o real ponto de bioestabilização de um composto, em virtude deste parâmetro estar diretamente relacionado com o

Tabela 2. Quantidade de macro e micronutrientes, carbono, nitrogênio, relação C:N e índice pH ( $\text{CaCl}_2$ ), encontrados em leiras de composto e matérias-primas

Amostra	C	N	Rel. C:N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	pH $\text{CaCl}_2$
	%	%		$\text{g kg}^{-1}$	$\text{g kg}^{-1}$	$\text{g kg}^{-1}$	$\text{g kg}^{-1}$	$\text{mg kg}^{-1}$	$\text{mg kg}^{-1}$	$\text{mg kg}^{-1}$		
Resíduo	35,9	8,4	4:1	5,7	7,4	2,0	1,0	52.147	183,5	22,0	7,0	5,31
Serragem	55,3	0,07	790:1	0,2	1,2	0,7	0,2	3.853	23,0	5,5	26,5	
Palha	50,3	0,7	72:1	1,1	11,2	2,5	1,6	3.486	36,0	10,0	5,0	
L. 1	28,2	2,8	10,1:1	7,7	9,5	6,4	1,9	71.725	229,0	90,5	394,5	5,84
L. 2	21,8	2,4	9,1:1	6,0	9,5	6,3	2,2	49.140	220,5	103,0	460,0	6,83
L. 3	20,7	2,2	9,4:1	5,7	10,0	10,0	1,8	55.387	260,5	129,5	447,5	7,09
L. 4	26,0	2,8	9,3:1	6,6	4,5	9,0	2,9	47.586	185,0	88,5	401,0	7,60
L. 5	30,1	2,8	10,7:1	7,3	11,0	8,6	2,0	33.705	196,0	86,5	377,0	7,66
L. 6	29,0	2,4	12,1:1	7,7	8,2	7,5	1,9	53.476	230,0	127,0	955,0	7,29
L. 7	31,3	2,6	12,0:1	7,9	11,7	9,0	1,8	32.833	224,5	113,5	377,5	7,53
L. 8	27,3	2,6	10,5:1	8,3	9,5	7,4	0,2	48.846	232,5	102,6	524,0	7,17
L. 9	27,5	2,0	13,7:1	7,2	7,7	5,0	0,1	53.371	239,5	103,0	499,0	7,00
L. 10	28,8	2,6	11,1:1	8,5	10,2	7,7	1,8	51.943	217,5	116,5	604,0	7,44
L. 11	28,2	2,8	10,1:1	7,8	10,0	6,4	3,1	30.334	158,5	122,5	262,0	6,40
L. 12	21,4	2,6	8,2:1	4,5	15,4	8,3	2,9	45.131	161,0	114,0	558,0	6,98
Média	26,7	2,5	10,7:1	7,1	9,7	7,6	1,9	47.790	212,9	108,1	453,3	7,07

material original sendo que, para cada material, deve haver um padrão de maturação.

Para os nutrientes N, P e K, foram encontrados, na literatura, valores semelhantes por Ricci et al. (1997) e Paulino et al. (1998). Com relação aos teores de Ca e Mg, não se encontraram dados na literatura para fins de comparação mas Nuernberg & Stammel (1989), observaram sensíveis aumentos nos teores desses elementos em um solo tratado com diferentes tipos de materiais orgânicos considerando-se também que os valores encontrados no composto de resíduos sólidos de frigoríficos são relevantes.

Teores consideráveis de micronutrientes foram encontrados nas amostras de compostos analisadas, destacando-se as altas concentrações de Fe; este fato se deve, sem dúvida, à composição dos resíduos sólidos de frigorífico os quais apresentam quantidades consideráveis de sangue e, conseqüentemente, altos teores de Fe, pela presença de hemoglobina; esses teores relevantes de micronutrientes estão próximos aos valores obtidos por Trindade et al. (1996).

De modo geral, todos os nutrientes analisados tiveram suas concentrações finais aumentadas. Segundo Kiehl (1985), isto se deve à perda de dois terços do carbono inicial pela respiração microbiana; assim, ao final da compostagem a massa total da leira se apresenta diminuída porém a quantidade de nutrientes é conservada, elevando-se suas concentrações.

### CONCLUSÕES

1. A compostagem é um sistema eficiente no tratamento de resíduos sólidos de frigorífico e pequenos abatedouros, uma vez que a estabilização do material ocorreu em tempo satisfatório (90 dias), permitindo a reciclagem de nutrientes.

2. A ocorrência dos parâmetros indesejáveis avaliados se deu apenas nos primeiros dias após a confecção das leiras, desaparecendo antes mesmo do primeiro revolvimento e não influenciando, de forma negativa, o processo.

3. A melhor relação em peso de materiais foi de aproximadamente 7 kg de resíduos para cada kg de palha e 16 kg de resíduos para cada kg de serragem.

### LITERATURA CITADA

Araújo, E. N. de.; Oliveira, A. P. de; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Brito, N. M. de; Neves, C. M. de; Silva, E. E. da. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.5, p. 466-470, 2007.

Costa, L. A. de. M. Adubação orgânica na cultura do milho: parâmetros fitométricos e químicos. Botucatu: FCA/UNESP, 2005, 121p. Tese Doutorado

Fortes Neto, P.; Fortes, N. L. P.; Selbach, P. A. A ação da temperatura, bactérias e fungos no controle de microorganismos patogênicos durante a compostagem de lixo urbano domiciliar. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 1, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD Rom

Kiehl, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

Koenig, A.; Yiu, W. C. Waste management in Hong Kong abattoirs. *Water Science and Technology*, v.40, n.1, p.379-387, 1999.

Nakagawa, J. Compostagem: obtenção e uso. In: Encontro Sobre Matéria Orgânica Do Solo: Problemas e Soluções, 1, 1992, Botucatu. Anais... Botucatu: Champion Papel e Celulose Ltda., 1992. 29p.

Nuernberg, N. J.; Stammel, J. G. Produtividade de culturas e características químicas do solo sob diferentes tipos de adubação orgânica e mineral. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.13, p.87-94, 1989.

Pagans, E.; Barrena, R.; Font, X.; Sánchez, A. Ammonia emissions from the composting of of different organic wastes. Dependency on process temperature. *Chemosphere*, v.62, p.1534-1542, 2006.

Paulino, V. T.; Rocha, M.; Castro Júnior, F. G. de. Caracterização física e química de composto produzido a partir de resíduos de origem animal e seu valor fertilizante sobre o rendimento de aveia (*Avena sativa*, L.). In: Fertbio, 1, 1998, Caxambu. Anais... Lavras: SBCS, 1998. p.101.

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

Prezotto, M. E. M. Química ambiental e agronomia. Simpósio – O solo como meio de descarte e degradação de resíduos. In: Reunião Brasileira de Fertilidade e Nutrição de Plantas, 20, 1992, Piracicaba. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1992. 21p.

Prochnow, L. I.; Cunha, C. F. da; Kiehl, J. de C.; Alcarde, J. Controle da volatilização de amônia durante a compostagem, através da adição de superfosfato simples, superfosfato triplo e gesso agrícola com diferentes níveis de acidez residual. In: Fertbio, 1, 1998, Caxambu. Anais... Lavras: SBCS, 1998. p.74.

Ricci, M. dos S. F.; Rodrigues V. G. S. e Souza, V. F. de. Adubos orgânicos alternativos para agricultores de baixa renda em Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD Rom

Schlegelmilch, M.; Streese, J.; Biedermann, W.; Herold, T.; Stegmann, R. Odour control at biowaste composting facilities. *Waste Management*, v.25, p.917-27, 2005.

Silva, M. S.; Mendonça Costa, L. A.; Vilas Boas, M. A.; Silva, M. S. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico, visando o saneamento ambiental e a produção de adubo orgânico. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD Rom

Silva, S. A.; Mara, D. D. Tratamento biológico de águas residuárias: Lagoas de estabilização. 2.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1979. 140p.

Silva, T. O. da; Menezes, R. S. C.; Tiessen, H.; Sampaio, E. V. de S.; Salcedo, I. H.; Silveira, L. M. da. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*: I – produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 1, 2007 .

Sironi, S.; Capelli, L.; Céntola, P.; del Rosso, R.; Il Grande, M. Contínuos monitoring of odours from a composting plant using electronic noses. *Waste Management*, Londres. <http://www.sciencedirect.com>, 20 Jun. 2006.

- Tedesco, M. J.; Volkweiss, S. J. e Bohnen, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188p. Boletim Técnico, 5.
- Trindade, A. V.; Aguilar-Vildoso, C. I.; Muchovej, R. M. C.; Costa, L. M. Interação de composto de lixo urbano e fungos micorrízicos na nutrição e crescimento do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.20, n.2, p.199-208, 1996.
- Tritt, W. P.; Schuchardt, F. Materials flow and possibilities of treating liquid and solid wastes from slaughterhouses in Germany. A review. Bioresource Technology, v.41, n.3, p.235-45, 1992.
- Vitorino, K. M. N.; Pereira Neto, J. T. Estudo da compostabilidade dos resíduos da agricultura sucroalcooleira. In: Conferência Sobre Agricultura e Meio Ambiente, 1992, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV-NEPEMA, 1994. 12p.