

Avaliação do Sistema de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos da Usina de Jacuí-MG

Spadon. F.¹

¹ PG - FESP/UEMG - Passos - MG

Rigolin-Sá. O.²

² FESP/UEMG – Passos – MG e Faculdades Integradas Fafibe – Bebedouro – SP
Odila@fafibe.br

Abstract. *Composting is nature's way of recycling organic wastes into new soil. The use of an adequate temperature (55 °C) guarantees; (i) the development of a diversified microbial population; (ii) the increase in decomposition rate; (iii) the elimination of pathogenic micro organisms, parasite eggs, insects larvae and weeds (PEREIRA NETO, 1995). Our evaluation shown that the composting process used in the Jacuí Usine is the natural, with constant control of the humidity and temperature. The stabilization of the organic matter was low, being significant in only some samples. We also found high levels of heavy metals, caused probably due a fault in the selecting process. We conclude that it is possible to obtain a composting with good quality by improving the separation process and controlling the composting variables.*

Keywords. *composting, domestic wastes, recycling and environment*

Resumo. *O descarte inadequado de resíduos orgânicos ou inorgânicos nos corpos d'água pode provocar o desequilíbrio de todo o meio, inviabilizando a vida do homem e a dos seres que o rodeiam. O uso na agricultura da matéria orgânica presente no lixo urbano e resíduos industriais, tornou-se uma das opções para reduzir a poluição das águas, reunindo um conjunto de vantagens para toda a sociedade e colaborando para a dedução de impactos ambientais. A compostagem tem sido utilizada como uma das formas de reciclagem da matéria orgânica, podendo ser definida como um processo aeróbico de decomposição biológica e estabilização da matéria orgânica em condições que permitam o desenvolvimento de temperaturas termofílicas, resultante de uma produção calorífica de origem biológica, e que pode ser controlada, para obtenção de um produto final estável, higiênico, rico em compostos húmicos e cuja estabilização no solo, não ofereça riscos ao meio ambiente. A degradação biológica da matéria orgânica é acompanhada principalmente pelo controle da temperatura, como um dos fatores principais da performance da compostagem. O desenvolvimento de temperaturas termofílicas, controladas na faixa de 55 °C, garante uma série de vantagens como: desenvolvimento de uma população microbiana diversificada, aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica e eliminação de microorganismos patogênicos, ervas daninhas, ovos de parasitas, larvas de insetos. O processo empregado é o natural, onde o material não sofre adição de componentes químicos, mantendo o monitoramento constante entre a umidade e temperatura, para assim evitar a decomposição anaeróbica. Os resultados mostram que a umidade foi controlada sistematicamente através de irrigações*

para manutenção da mesma. Quanto à estabilização da matéria orgânica observou-se em algumas amostras uma redução significativa, mostrando a insuficiência de compostagem pelo alto índice de coliformes. Os limites de metais pesados encontraram-se relativamente altos, o que foi detectado por uma má separação na triagem e um não peneiramento antes de se preparar à leira. Assim, o que se pode notar é que podemos obter um composto de boa qualidade, pois controlando as variáveis de separação e parâmetros de compostagem ininterruptos, podemos chegar as conformidades estabelecidas pela legislação, como foi possível notar em algumas amostras. De acordo com estes limites o composto analisado está fora das especificações (amostra n. 07) no que se refere à presença de coliformes. A presença deste microorganismo indica deficiências na etapa de compostagem.

Palavras-chave. *compostagem; resíduos domiciliares; usina; reciclagem e meio ambiente.*

1 – Introdução

Nas últimas décadas, tem aumentado a pressão nos países desenvolvidos para reduzir a quantidade de material descartado como o resíduo sólido urbano após um único uso. O Objetivo é a conservação das fontes naturais, incluindo a energia, utilizada para produção dos materiais, e a redução do volume de material que deve ser disposto em aterros ou por meio de incineração. A filosofia de gerenciamento de resíduos empregando os “quatro Rs”, visam a reduzir a quantidade de materiais usados, reutilizar os materiais uma vez formulados, reciclar materiais mediante processos de refabricação e recuperar o conteúdo energético dos materiais caso não possam ser reutilizados ou reciclados, e, além disso, aproveitar a matéria orgânica compostável em solos agrícolas. Esses princípios podem ser, e são, aplicados a todos os tipos de resíduos, inclusive os perigosos.

O composto do lixo é pobre em nutrientes, possuindo quantidades de N, P, K inferiores a 2%, e sua função no solo agrícola é fundamentalmente textural, conferindo-lhe propriedades físicas e físico-químicas mais favoráveis à absorção de nutrientes pelas plantas e aumentando sua capacidade de retenção de água.

O produto obtido pela fermentação das matérias orgânicas biodegradável, livres da parcela dos inertes danosa às culturas agrícolas, é o que se chama composto do lixo. Composto é o produto homogêneo obtido por um processo biológico, pelo qual a matéria orgânica existente em resíduos é convertida em outra mais estável pela ação de microrganismos. Os resíduos podem ser restos agrícolas, esterco de animais ou resíduos urbanos, separados ou combinados (AISSE, 1982).

O presente estudo, teve como objetivo avaliar a cada quatro meses o sistema de gerenciamento natural dos resíduos sólidos domiciliares do município de Jacui-MG; a qualidade do composto, como minimizar a quantidade de material inerte presente no resíduo; os teores limites máximos de metais pesados tolerados e a presença de patógenos causadores de doenças aos seres humanos; verificar a viabilidade da reciclagem de resíduos urbanos e industriais em solo agrícola.

2 – Materiais e Métodos

Na usina de compostagem os resíduos foram passados pela triagem de separação e o composto disposto em leiras construídas em montes com altura de 1,00m x 1,50m e base média de 2,00m x 2,00m, revestidas com lonas plásticas e dreno para os líquidos percolados.

As análises físicas, químicas e microbiológicas foram realizadas segundo (KIEHL, 1985 & MALAVOLTA, 1989). As análises de (metais: Cu, Zn, Pb, Cd, Hg, Cr e Ni), foram analisados no Laboratório de Solos e Foliar da FESP/UEMG por fotometria de chama por emissão, colorimetria, espectrofotometria de absorção atômica e gravimetria realizadas de acordo com o APHA – AWWA – WPCF – Standart Methods fo Examination of Water and Wastewater, (1998). Coliformes totais, fecais e streptococcus, de acordo com APHA - *Copemdiuum of Methods for The Microbiological Examinatiior of Foods*.

O período de análise desse experimento foi de 90 a 100 dias de compostagem, percorrendo um período de estudo de dois anos e meio.

2.1 – Jacui – MG

O Município de Jacuí fica a cerca de 400 quilômetros de Belo Horizonte – MG. Com território de 412 km², população de 7.389 habitantes (IBGE/2000), Jacuí faz divisa com os municípios de Passos, Fortaleza de Minas, São Sebastião do Paraíso, Monte Santo de Minas, Guaranésia, São Pedro da União e Bom Jesus da Penha, tendo como divisa natural a leste, o Ribeirão e o Rio São João, a oeste, Serra de Santana e Morro Vermelho, e ao norte Serra de Marzagão.

3 – Resultados e Discussão

O emprego na agricultura da matéria orgânica, proveniente do lixo urbano, constitui numa excelente alternativa para reciclagem da fração orgânica, além de melhorar a fertilidade do solo e atuar como fonte de vários nutrientes, contribui para aumentar a vida útil dos aterros sanitários. Cuidados especiais devem ser observados em relação à qualidade do composto, como minimizar a quantidade de material inerte presente no lixo, como os teores limites máximos de metais pesados tolerados e a ausência de patogénos.

O balanço de massa da Usina de Reciclagem e Compostagem de Jacui – MG do ano de 2003, representa 24% de recicláveis (papel, papelão, pet, lata, alumínio e vidro), 35% de matéria orgânica (composto) e 41% de rejeito (inclui ferro velho), de uma média mensal de 48 toneladas do lixo bruto, gerado ao final do ano uma soma total de 586,660 toneladas (Informação pessoal). Praticamente da mesma forma, é verificado o suposto por (ALMEIDA e VILHENA, 2000), conforme sua média estabelecida.

3.1. Variáveis Químicas

Os valores das variáveis químicas estão relacionados na tabela 1 e figura 1. Os valores de Fósforo, apenas a amostra de n. 06 está dentro dos parâmetros descrito por KIELH (2002), já os demais parâmetros, estão em conformidade com Ministério da Agricultura.

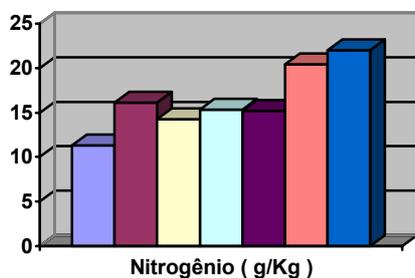
Tabela 1. Valores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Carbono e Relação C/N.

Amostr as	Data	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Carbono		Relação C/N	
		----- g/Kg -----						----- % -----			
01	18/05/01	11,34	D	2,10	F	5,86	D	14,02	D	12,40	D
02	14/08/01	16,10	D	3,18	F	8,25	D	16,64	D	10,34	D
03	15/03/02	14,25	D	4,10	F	2,20	F	14,43	D	10,09	D
04	01/08/02	15,34	D	4,00	F	7,14	D	15,15	D	9,88	D
05	20/05/03	15,19	D	4,55	F	2,72	F	13,25	D	8,72	D
06	01/07/03	20,44	D	5,31	D	12,43	D	18,40	D	9,00	D
07	22/12/03	21,98	D	4,99	F	3,38	F	18,40	D	8,37	D

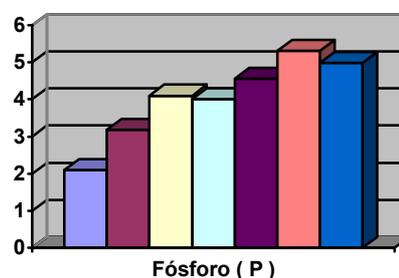
* D = Dentro dos limites recomendados pela legislação

* F = Fora dos limites recomendados pela legislação

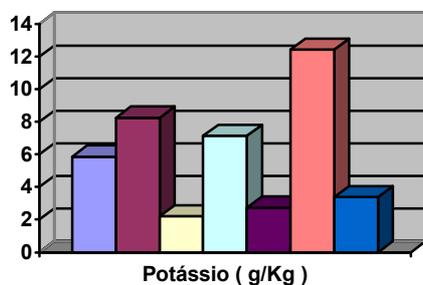
a)



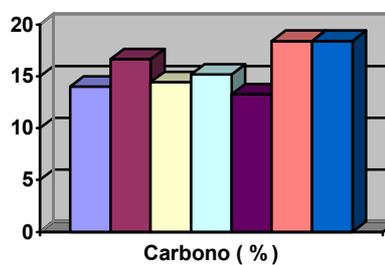
b)



c)



d)



e)

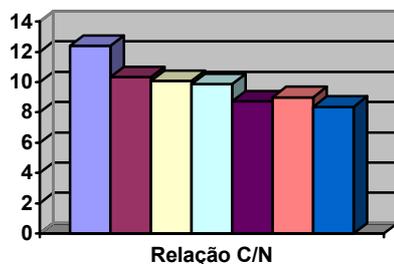


Figura 1. Diagrama dos valores das variáveis de: a) nitrogênio; b) Fósforo; c) potássio; d) carbono e e) Relação C/N

3.1.1 - Metais Pesados

Dos valores de metais pesados relacionados na tabela 2 e figura 2 apenas o Pb e Cd atende aos limites da legislação de países europeus.

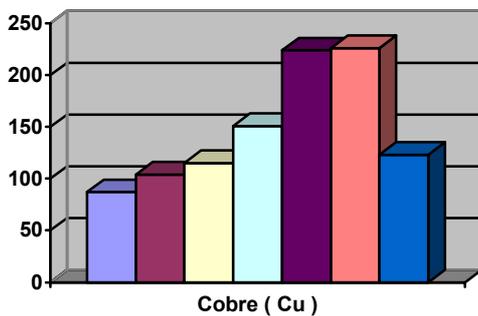
Tabela 2. Valores de Cobre, Zinco, Cromo, Níquel, Chumbo e Cádmiio.

Amostras	Data	Cu		Zn		Cr		Ni		Pb		Cd	
		----- mg/Kg -----											
01	18/05/01	87,00	D	780,00	F	200,00	F	107,00	F	47,73	D	1,17	D
02	14/08/01	104,00	D	245,00	D	106,00	D	72,00	F	454,41	F	1,22	D
03	15/03/02	115,00	D	460,00	D	77,00	D	79,00	F	32,82	D	1,29	D
04	01/08/02	151,00	D	400,00	D	141,00	D	72,00	F	39,19	D	1,94	D
05	20/05/03	224,00	F	420,00	D	141,00	D	74,00	F	64,61	D	1,71	D
06	01/07/03	226,00	F	1080,00	F	112,00	D	49,00	D	116,54	D	1,63	D
07	22/12/03	123,00	D	236,00	D	93,00	D	77,00	F	31,23	D	1,34	D

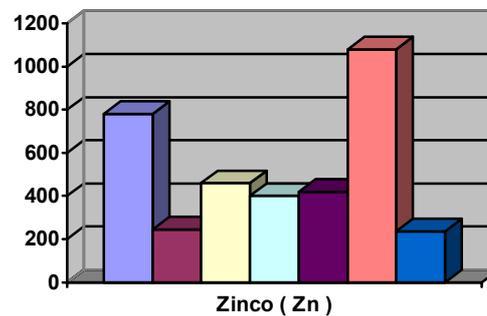
* D = Dentro dos limites recomendados pela legislação

* F = Fora dos limites recomendados pela legislação

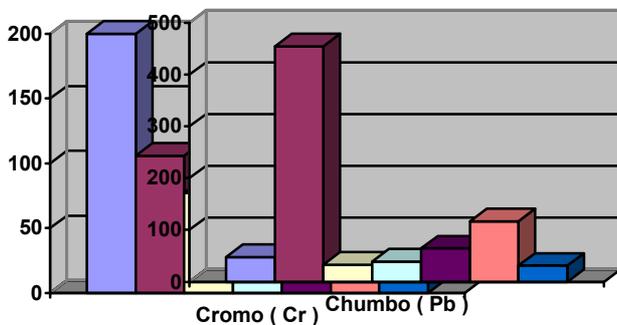
a)



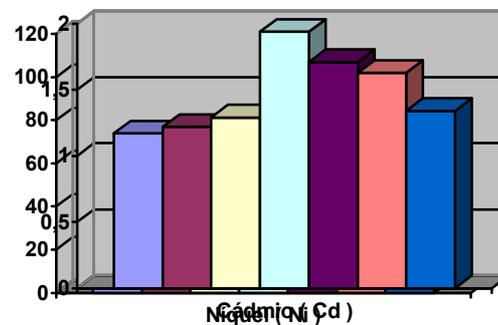
b)



c)



d)



e)

f)

Figura 2. Diagrama dos valores de metais pesados: a) cobre; b) zinco; c) cromo; d) níquel; e) chumbo e f) cádmio.

3.2 Variáveis Microbiológicas

Em todas as análises foram identificados Coliformes Totais e Fecais, mas os valores de número mais provável, estão dentro do permitido conforme ZUCCONI e BERTOLDI (Comunicação FEAM). Apenas na amostra n.º 07, está acima do aconselhável.

Tabela 3. Valores de Coli Total, Fecal e Streptococos .

Amostras	Data	Coli Total		Coli Fecal		Streptococcus
		-----NMP / g -----				---- / g ----
01	18/05/01	44 *	D	44 *	D	Presença
02	14/08/01	44 *	D	44 *	D	Presença
03	15/03/02	44 *	D	44 *	D	Presença
04	01/08/02	600	D	170	D	Presença
05	20/05/03	112	D	80	D	Ausência
06	01/07/03	840	D	240	D	Ausência
07	22/12/03	$7,9 \times 10^4$	F	$4,9 \times 10^4$	F	Ausência

NMP = Número mais provável

*** Valores muito alto (Estouro)**

* D = Dentro dos limites recomendados pela legislação

* F = Fora dos limites recomendados pela legislação

Os ensaios realizados no composto orgânico mostram que os metais pesados estão em conformidade com 74% dos níveis de tolerância da Alemanha e Bélgica, já as variáveis físicas, químicas e microbiológicas, estão em 81%.

Os resultados mostram que a umidade foi controlada sistematicamente através de irrigações para manutenção da mesma. Quanto à estabilização da matéria orgânica observou-se em algumas amostras uma redução significativa, mostrando a insuficiência de compostagem pelo alto índice de coliformes. Os limites de metais pesados encontraram-se relativamente altos, o que foi detectado por uma má separação na triagem e um não peneiramento antes de se preparar à leira. Assim, o que se pode notar é que podemos obter um composto de boa qualidade, pois controlando as variáveis de separação e parâmetros de compostagem ininterruptos, podemos chegar as conformidades estabelecidas pela legislação, como foi possível notar em algumas amostras.

O tempo necessário para a compostagem de resíduos orgânicos está associado aos vários fatores que influem no processo, ao método empregado e às técnicas operacionais. A compostagem natural leva de 60 a 90 dias para atingir a bioestabilização e de 90 a 120 para humificação. A compostagem acelerada leva de 45 a 60 dias para a semicura e de 60 a 90 dias para a cura completa ou humificação.

A opção da compostagem natural é um método recomendado para cidades abaixo de 200 mil habitantes, sendo que o processo acelerado, recomenda-se para cidades com mais de 200 mil habitantes (KIEHL, 2002).

Em laboratório, pode-se avaliar o grau de maturidade do produto por determinações de carbono total (C) e oxidável, nitrogênio total (N) e amoniacal, e cálculo da relação C/N. Relação C/N igual ou inferior a 18/1 indica que o composto está semicurado, e inferior a 12/1, curado.

A cura do composto pode também ser determinada no campo pelo “teste da mão”. Neste, a qualidade do composto é avaliada esfregando-se pouco do mesmo entre as palmas das mãos: composto de boa qualidade deve deixá-las sujas facilmente.

Os microrganismos absorvem o carbono e o nitrogênio sempre na relação C/N de 30/1, quer a matéria-prima a ser compostada tenha relação 80/1 ou 8/1. Com a própria compostagem a relação C/N será corrigida, de maneira que, quando o composto estiver humificado, a relação C/N será em torno de 10/1. Se a relação inicial for elevada, por exemplo, 60 ou 80/1, o tempo de compostagem será maior, pois faltará nitrogênio para os microrganismos; esse elemento será reciclado entre as células microbianas até a degradação total da matéria orgânica, enquanto o excesso de carbono é eliminado na forma de gás carbônico. Ao contrário, se a relação C/N for baixa, 6/1, por exemplo, os microrganismos eliminarão o excesso de nitrogênio na forma de amônia, até atingir a relação 30/1; daí para diante o processo será como se inicialmente a relação fosse a ideal, 20/1, baixando até 10/1 no final da compostagem. (KIEHL, 2002).

O acompanhamento da relação C/N durante a compostagem permite conhecer o processo, indicando quando o composto atingiu a semicura ou bioestabilização (relação C/N em torno de 18/1) e depois se transformando no produto acabado ou humificado (relação C/N em torno de 10/1). Um produtor de fertilizante orgânico pode adulterar seu composto pela adição de uréia ou outro fertilizante mineral nitrogenado, fazendo diminuir a relação C/N e dar a impressão de que o composto está curado. Contudo há outras maneiras de se saber com segurança se uma amostra de composto está realmente curado, sendo uma delas a determinação da capacidade de troca de cátions (KIEHL, 2002).

Os valores de pH foram de 7,5 a 8,4, que segundo Kiehl, (2002) é um pH adequado no final da compostagem. Segundo o Ministério da Agricultura (Decreto lei n.º 86.955/1982, Portaria MA 84/1982 e Portaria n.º 1/1983 da Secretaria de Fiscalização Agropecuária do Ministério da Agricultura), o pH ideal deve ser \geq a 6,0, portanto, o pH das amostras analisadas estão dentro dos limites considerados adequados.

Os metais pesados, tem sua disponibilidade reduzida em solos com textura argilosa, com pH elevado e com altos teores de óxidos de ferro e alumínio, assim, antes de incorporar o resíduo orgânico ao solo, há a necessidade do solo estar corrigido, num pH ideal de 6,0 à 6,5.

Os aterros sanitários apresentam o risco de serem poluídos devido às excretas de origem humana ou animal, podendo, desta forma, conter organismos patogênicos e tornando-se um veículo de transmissão de doenças. Por isso, impõe-se a necessidade de exames rotineiros dos resíduos, para determinar seu grau de segurança do ponto de vista bacteriológico. Os índices de qualidade sanitária mais utilizados são para Coliformes e Estreptococos.

O grupo coliformes é composto por bacilos aeróbios, anaeróbios ou facultativos, gram negativos, não esporulados, que fermentam a lactose com produção de gás (H_2 , CO_2). Inclui as seguintes bactérias: *Escherichia coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Citobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacal*.

O grupo Estreptococos são cocos gram positivos, geralmente ocorrem aos pares ou cadeias curtas, crescem na presença de sais biliares, produzem ácidos, mas não gás a partir de manitol ou lactose.

A legislação brasileira não possui indicadores microbiológicos para fertilizantes orgânicos. Por esta razão estes valores são comparados aos limites

recomendados na literatura por ZUCCONI e BERTOLDI para coliformes e estreptococos cujos limites seriam de 5×10^2 e 5×10^3 NMP/g, respectivamente. De acordo com estes limites o composto analisado estaria fora das especificações (Amostra n. 07) no que se refere à presença de coliformes. A presença neste nível de microorganismos indica deficiências na etapa de compostagem.

4. Considerações Finais

Para que o solo seja utilizado adequadamente, é imprescindível que seja feito um planejamento adequado a partir de uma análise criteriosa do local onde serão instaladas as atividades agrícolas, visando a utilização racional de fertilizantes químicos e compostos adequados, para assim uma maior conservação dos recursos naturais.

A adoção das práticas conservacionistas de maneira integrada é recomendada para promover a conservação dos recursos naturais, através da utilização de medidas que diminuam os efeitos do processo de degradação em áreas afetadas intensamente por resíduos acumulados indevidamente sem nenhum planejamento adequado. Assim, precisa-se promover a adoção de tecnologias que diminua e controlem os resíduos perigosos, promovendo a redução da poluição do solo, das nascentes e dos córregos.

A utilização desses resíduos na agricultura deve prever um monitoramento constante, para evitar a contaminação tanto do solo como do aquífero, principalmente quando o material orgânico tiver teores de um ou mais elementos tóxicos próximos aos limites vigentes na legislação.

Assim, há a necessidade de que a municipalidade e o poder público iniciarem, o mais rápido possível, programas de educação ambiental para sensibilizar os habitantes a coleta seletiva nas residências, nas escolas e comunidades organizadas, implantando projetos funcionais de coleta seletiva e reciclagem pelas prefeituras. Deste modo, obteria o composto orgânico de melhor qualidade e com menor índice de componentes tóxicos e agentes patogênicos. Para aceitação do composto orgânico, são necessárias além de fundamentação científica, participações diretas dos seus interessados. Sua aplicabilidade está exatamente na interação com o ambiente onde será introduzido, sendo necessário à escolha do local e cultura adequada, caso contrário os resultados obtidos não serão satisfatórios.

Caso o composto estivesse em conformidade com os parâmetros determinados pela legislação e literatura, poderia ser usado em culturas anuais e perenes.

O composto produzido durante as análises no período citado, poderá ser aplicado apenas em áreas florestais, cabendo um estudo mais aprofundado para aplicação em demais áreas.

O composto de resíduo urbano, por apresentarem risco a saúde, com compostos orgânicos de difícil decomposição no solo e metais pesados, como o cádmio, chumbo, níquel e o cromo, deve ser empregados preferencialmente em parques e jardins e em culturas que não sejam de consumo direto, como o algodão, a seringueira, a cana-de-açúcar e os cereais, a fim de que a cadeia alimentar fique protegida de contaminação.

5. Referências

- APHA-AWWA-WPCF – Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 20th edition. Washington. 1998.
- AISSE, M.M.; Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos. Curitiba. Itah. 1992.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Administração. Centro de Estudos e Projetos. Manual de Tratamento e Disposição do Lixo. Trabalho do Centro de Estudos e Projetos do IBAM. 1978.
- KÍEHL, E. J.; *Fertilizantes Orgânicos*. São Paulo. Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- KÍEHL, E. J.; *Manual de compostagem*. Maturação e Qualidade do Composto. São Paulo. 2002. 171 p.
- MINAS GERAIS. Ministério da Agricultura. Decreto lei n.º 86.955/1982.
- MINAS GERAIS. Portaria MA 84/1982. Secretaria de Fiscalização Agropecuária do Ministério da Agricultura
- MINAS GERAIS. Portaria n.º 1/1983. Secretaria de Fiscalização Agropecuária do Ministério da Agricultura
- OLIVEIRA, W. E. Curso sobre resíduos e limpeza Urbana. Faculdade Saúde Pública. São Paulo. 1973.
- PEREIRA NETO, J. T.; *Manual de Compostagem*. Processo de Baixo Custo. Belo Horizonte. 1996. 56 p.
- ZUCCONI & BERTOLDI. Comunicação pessoal. FEAM. Belo Horizonte-MG. 2005.

Apoio:UEMG-Campus de Passos