

Subsídios para implantação do processo de compostagem em município de pequeno porte: estudo de caso em Corumbataí-SP

Subsidy for the implementation of the composting process in small municipalities: case study in Corumbataí-SP.

- **Data de entrada:**
09/07/2013
- **Data de aprovação:**
22/02/2016

Lucilene de Aquino, Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

DOI:10.4322/dae.2016.019

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo investigar a gestão dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) no município de Corumbataí-SP, para subsidiar a implantação de um processo de compostagem. Para isso, foi realizada caracterização gravimétrica dos RSD, e foram analisadas alternativas de compostagem aplicáveis ao município. O estudo também buscou avaliar a percepção da população quanto ao assunto em questão, bem como sua aceitação da separação prévia dos resíduos orgânicos compostáveis (ROC). Das caracterizações gravimétricas realizadas nos meses de junho e dezembro de 2011, obteve-se um percentual elevado de matéria orgânica (80%), identificando-se, portanto, a viabilidade da implantação de um processo de compostagem. Nesse sentido, foi sugerida a utilização do sistema manual de leiras revolvidas, em virtude da tecnologia simplificada, constituída de equipamentos de fácil manutenção e de baixo custo de aquisição. A pesquisa realizada com a população constatou que 51% dos entrevistados apresentaram conhecimento sobre o tema compostagem, além de saberem identificar quais dos resíduos poderiam ser compostados. Outro dado importante observado na pesquisa foi que 98% dos entrevistados estão dispostos a separar os resíduos orgânicos para a compostagem. Assim, constatou-se uma perspectiva positiva quanto à introdução da separação de resíduos orgânicos compostáveis (ROC), uma vez que a prática da coleta seletiva encontra-se incorporada no hábito da população, conforme constatado na pesquisa de conhecimento e opinião dos moradores sobre a compostagem.

Palavras-chave: resíduos sólidos, caracterização gravimétrica, compostagem.

ABSTRACT

This research aimed to investigate the management of solid households waste (SHW) in the city of Corumbataí-SP, to support the implementation of a composting process. For this, gravimetric featurig of the SHW was performed and alternatives were analyzed of composting applicable to the municipality. The study also aimed to evaluate the perception of the population to the subject in question as well as their acceptance of previous separation of organic waste. In gravimetric characterizations made in June and December 2011 we obtained a high percentage of organic matter (80%), identifying the practicability of implementing a composting process. Thus, it was suggested the use of a manual upturned ranks system, with simplified technology, equipments with easy service and low cost. The research done with the population showed that 51% of the interviewed had knowledge about what is organic composting besides knowing what kind of waste can be composted.

Another important fact observed in the research was that 98% of the interviewed are willing to separate organic waste for composting. So, it was found a positive expectation to the introduction of the process on separating compostable organic waste (COW). Clearly, the practice of waste selective collection is already fully incorporated into people's habits. This fact was corroborated by our opinion research.

Keywords: solid waste, gravimetric characterization, composting.

Lucilene de Aquino – Graduada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Herminio Ometto de Araras – UNIARARAS. Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR. Bióloga da Prefeitura Municipal de Corumbataí-SP.

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira – Dep. Engenharia Civil/PPG Engenharia Urbana/Universidade Federal de São Carlos. Endereço para Correspondência: Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil. / Rodovia Washington Luiz, km 235 Monjolinho CEP 13565-905 – Sao Carlos, SP – Brasil – Caixa-postal: 676 email: lucileneaquino@yahoo.com.br

1 – INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A geração de resíduos sólidos vem acompanhando a humanidade desde os primórdios das civilizações. Inicialmente, por serem constituídos basicamente de sobras de alimentos, vegetais, excrementos e restos de animais, geravam poucos impactos ambientais, visto que eram rapidamente incorporados ao meio ambiente.

Esse cenário foi rapidamente modificado a partir da revolução industrial, que provocou profundas transformações nos processos de produção e consumo. Se por um lado, o desenvolvimento tecnológico promoveu o conforto e bem-estar da população, trazendo uma infinidade de produtos agregados a embalagens sofisticadas para acompanhar a vida moderna, por outro, aumentou a quantidade de embalagens a serem descartadas sem condições de se reintegrar ao ambiente, em decorrência de sua complexidade.

Apesar do crescente uso das embalagens descartáveis, a composição dos Resíduos Sólidos Domésticos (RSD) de países em desenvolvimento ainda é constituída, em sua maior parte, de matéria orgânica (LIMA, 2001; ABRELPE, 2011), que em processo de degradação nas áreas de aterro, gera líquidos altamente poluentes, que podem atingir as águas superficiais e subterrâneas. Além disso, a geração de gases também contribui para a poluição atmosférica, principalmente no que diz respeito ao aquecimento global, com a emissão do gás metano. Soma-se a isso a proliferação de vetores que encontram alimento e abrigo na massa orgânica dos RSD e que podem afetar direta ou indiretamente a população na transmissão e causa de doenças.

Não só do ponto de vista ecológico, ambiental e sanitário, como também do ponto de vista econômico e social, torna-se uma incoerência aterrar os resíduos orgânicos. A concepção moderna da gestão dos RSD tem como princípios a redução, a

reutilização e a reciclagem destes resíduos. Com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), esta nova abordagem passa a ter uma exigência legal, deixando de ser apenas uma opção.

No entanto, a prática da compostagem ainda é pouco difundida no âmbito da gestão de RSD, seja por experiências malsucedidas no passado ou simplesmente pela falta de conhecimento por parte de técnicos e administradores públicos (INÁCIO; MILLER, 2009). Assim, na maior parte das vezes, os serviços se resumem à coleta, varrição e limpeza pública, tendo como disposição final o aterro sanitário ou mesmo áreas inadequadas – os lixões.

Associado a isso, tem-se a falta de cultura da própria sociedade, que não incorpora no seu dia a dia a prática de separar e aproveitar os resíduos orgânicos para fins mais importantes que o simples descarte (LOPES et al., 2010).

À medida que a compostagem passa a ganhar mais destaque no contexto do manejo da fração orgânica dos RSD, amplia-se a necessidade da realização de estudos e projetos relativos à mesma, de modo a identificar condições favoráveis e desfavoráveis à sua implantação e operação, além de definir estratégias de conscientização da sociedade. O presente artigo apresenta um estudo realizado com estas finalidades, no âmbito de um município de pequeno porte do interior paulista.

1.2 Caracterização do município e seu sistema de Gestão de RSD

O município de Corumbataí, Estado de São Paulo, possui uma área territorial de 278 km². Sua população segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia – IBGE (2010) é de 3.874 habitantes, sendo que 2.092 residem na área urbana, e 1.782, na área rural. A cidade está localizada no vale formado pelo Rio Corumbataí, tendo como municípios limítrofes ao norte Analândia, ao sul, Rio Claro, a leste, Leme e a oeste, Itirapina. Todo

o território do município está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí, unidade de conservação que tem como um de seus principais atributos a proteção dos recursos hídricos.

O sistema de gerenciamento dos RSD é operado pela própria Prefeitura Municipal, que desde 1995 vem desenvolvendo um programa de coleta seletiva, que, além de propor novas alternativas ambientalmente corretas para o destino dos RSD, também objetivou uma mudança na percepção ambiental da comunidade (CORUMBATAÍ, 2010).

O programa de coleta seletiva abrange 100% dos domicílios urbanos e atende uma média de 10% das propriedades rurais. Para a realização da separação dos resíduos sólidos na fonte geradora, o poder público distribui gratuitamente em todos os domicílios, comércios e indústrias um kit (Figura 1) composto por um balde plástico de 20 litros na cor laranja, destinado aos resíduos não recicláveis (restos de comidas, cascas de frutas e verduras, sanitários, etc.) e um saco de rafia na cor branca, no qual se lê impresso “Reciclável”, para o depósito dos resíduos secos passíveis de reciclagem, tais como plásticos, metais, vidros e papéis.

Figura 1: Kit da coleta seletiva.



A coleta dos resíduos destinados ao aterro sanitário (que serão aqui denominados como Resíduos Sólidos Domiciliares Úmidos – RSDu) é realizada três vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira) pelo sistema porta a porta, por um caminhão compactador. Em média, são coletadas 40 t/mês, correspondendo a uma produção *per capita* de aproximadamente 630 g/hab.dia (CORUMBATAÍ, 2010).

Estes resíduos sólidos têm sua disposição em aterro sanitário do próprio município, devidamente licenciado e monitorado pela Companhia Ambiental de São Paulo – CETESB.

Para a coleta dos resíduos recicláveis, é utilizado um caminhão com carroceria do tipo baú, cuja coleta também consiste no sistema porta a porta, uma vez por semana. Durante o processo de coleta, ocorre a troca do saco de rafia contendo os recicláveis por outro vazio.

Após a coleta, os materiais são encaminhados para a central de triagem, onde passam por um processo de separação mais específico, sendo em seguida prensados e armazenados para sua comercialização. São coletados em média 10 t/mês de materiais recicláveis, gerando uma produção *per capita* de aproximadamente 157 g/hab.dia (CORUMBATAÍ, 2010).

2. OBJETIVO

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo geral investigar a gestão dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) num município de pequeno porte (Corumbataí, SP), tendo como contexto a possibilidade de implantação da compostagem a partir da coleta seletiva da fração orgânica, avaliando-se também o nível de conhecimento e aceitação do referido processo pela população.

3. METOLOGIA

A pesquisa desenvolveu-se em três etapas, a saber: caracterização gravimétrica dos Resíduos

Sólidos Domiciliares Úmidos (RSDu), de modo a se determinar a quantidade de Resíduos Orgânicos Compostáveis (ROC); estudos sobre alternativas de compostagem e escolha da alternativa mais adequada ao local; e pesquisa para avaliação do conhecimento e aceitação pela sociedade. Tais etapas são descritas nos itens a seguir.

3.1 Procedimentos da Caracterização Gravimétrica dos RSD de Corumbataí

Uma vez que o município de Corumbataí já desenvolvia a coleta seletiva, sendo os resíduos sólidos domiciliares separados nas frações “seca” e “úmida” na fonte geradora, a caracterização gravimétrica se pautou pela amostragem dos RSDu, que são coletados para serem encaminhados para o aterro sanitário.

Para determinação do tamanho da amostra, adotou-se a metodologia proposta por Gil (1999), optando-se por fazer a coleta separada das amostras dos RSDu diretamente na porta das residências num momento anterior à coleta propriamente dita.

O número de amostras foi determinado de modo a se ter um nível de confiança superior a 95% e um erro inferior a 4,5%. Assim, para um total de 875 residências na área urbana, foram caracterizados os resíduos de 90 delas, valor pouco acima de 10%. Salienta-se que as amostras foram coletadas sempre nas mesmas residências selecionadas.

O processo de coleta e caracterização gravimétrica das amostras foi feito em parceria com a Prefeitura Municipal, com a participação dos funcionários responsáveis pelos serviços de coleta de RSD. Os momentos de coleta das amostras estão apresentados na Tabela 1. Foram coletadas amostras em dois meses diferentes do ano (junho e de-

zembro). Em cada mês, foram feitas caracterizações em três dias na primeira semana (segunda, quarta e sexta) e uma por semana (às quartas) nas três semanas seguintes do mês.

Em cada um dos dias de coleta, as amostras das 90 residências eram colocadas no caminhão coletor, o qual era pesado em balança de carga. Em seguida, as amostras eram encaminhadas para o pátio da central de triagem da coleta seletiva, onde eram depositados em lona plástica e em seguida era realizada a triagem dos resíduos.

Tabela 1: Frequência das coletas realizadas.

Mês	Semana	Dias
Junho	1 ^a	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira
	2 ^a	Quarta-feira
	3 ^a	Quarta-feira
	4 ^a	Quarta-feira
Dezembro	1 ^a	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira
	2 ^a	Quarta-feira
	3 ^a	Quarta-feira
	4 ^a	Quarta-feira

A caracterização gravimétrica foi realizada de forma a quantificar os resíduos passíveis de compostagem. Os componentes dos RSD foram agrupados nas seguintes categorias: matéria orgânica; resíduos sanitários; plásticos; papel/papelão; tecidos; couros; alumínio; outros metais; embalagens longa vida (multifolhas); EPS (poliestireno expandido, conhecido como “isopor”); e vidros. Embora não muito comum, optou-se por incluir a categoria “resíduos sanitários”, que corresponde a papéis higiênicos, fraldas e absorventes femininos. A Figura 2 apresenta imagens das etapas da caracterização gravimétrica das amostras coletadas. Os materiais separados eram acondicionados em sacos plásticos e posteriormente pesados no local, exceto os resíduos orgânicos que foram acondicionados em tambores plásticos de 50 L para as pesagens (Figura 3).



Figura 2: Etapas da caracterização gravimétrica dos RSD



Figura 3: Acondicionamento e pesagem dos resíduos orgânicos resultante da triagem.

3.2 Estudo dos Métodos de Compostagem

O estudo das alternativas de compostagem que pudessem ser aplicadas ao município em questão pautou-se pela bibliografia que aborda os prin-

cipais processos disponíveis atualmente. As variáveis citadas a seguir foram consideradas para efeito de concepção e estudo, visando definir a escolha do método de compostagem:

- a) quantidade de resíduos orgânicos;
- b) área disponível e acessibilidade;
- c) mão de obra (exigência e disponibilidade);
- d) infraestrutura necessária;
- e) equipamentos necessários;
- f) impactos no entorno;

A partir destas variáveis, associadas a um pré-dimensionamento, chegou-se à escolha do método que se mostrou mais adequado ao contexto local.

3.3 Avaliação do conhecimento e aceitação da população a respeito da compostagem de ROC associada à sua separação prévia.

O conhecimento da população sobre compostagem e o nível de aceitação para separação prévia dos ROC foram avaliados por meio de um questionário

aplicado aos moradores responsáveis pelo manejo dos resíduos nas mesmas residências que tiveram seus RSDu coletados separadamente para as caracterizações gravimétricas.

O questionário foi composto por onze questões, sendo parte delas com respostas fechadas (conjunto de alternativas para escolha de uma) e outras abertas.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização Gravimétrica dos RSDu

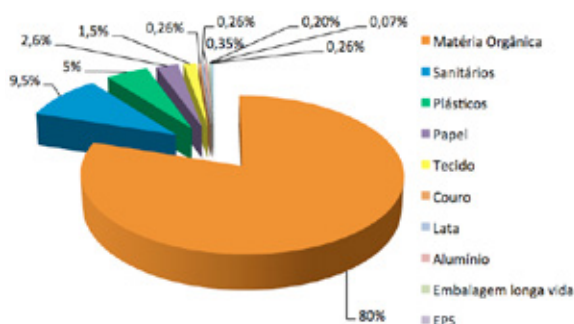
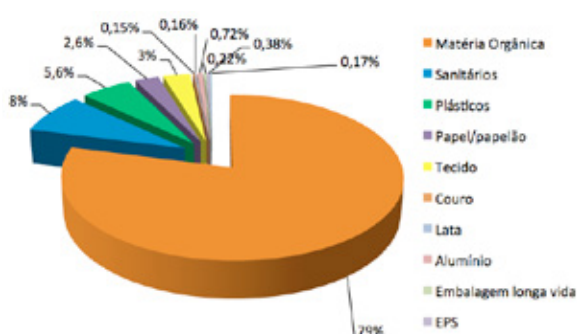
Os resultados obtidos das caracterizações gravimétricas dos RSDu destinados ao aterro sanitário estão representados nas Tabelas 2 e 3 e nas Figuras 4 e 5.

Tabela 2: 1ª Caracterização Gravimétrica dos RSDu de Corumbataí. (junho/2011)

Data	06.06		08.06		10.06		15.06		22.06		29.06		Média	
Tipos de Materiais	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%
Matéria Orgânica	377	79,0	371	81,0	375	83,0	281	80,0	248	77,0	208	77	310	80
Sanitários	45	9,0	40	9,0	36	8,0	36	10,0	28	9,0	36	13,3	37	9,5
Plástico	30	6,0	25	5,0	16	3,5	16	5,0	18	6,0	14	5,2	20	5
Papel	10	2,0	15	3,0	12	3,0	5	1,5	10	3,0	6	2,2	10	2,6
Tecido	10	2,0	5	1,1	6	1,4	6	1,72	9	2,82	2	0,8	6	1,5
Couro	05	1,4	0	0	1	0,22	0,5	0,15	0,5	0,16	0	0	1	0,26
Lata	01	0,20	1	0,22	0,5	0,11	1	0,30	2	0,62	1	0,4	1	0,26
Alumínio	01	0,20	1,5	0,34	1,5	0,33	1,5	0,43	1	0,31	1,5	0,6	1,3	0,35
Embalagem multifolhas	0,5	0,10	1	0,22	0,5	0,11	1	0,30	1	0,31	0,5	0,2	0,75	0,20
EPS (isopor)	0,5	0,10	0	0	0,5	0,11	0	0	0,5	0,16	0	0	0,25	0,07
Vidro	0	0	0,5	0,12	1	0,22	2	0,6	2	0,62	1	0,3	1	0,26
Peso Amostra	480	100	460	100	450	100	350	100	320	100	270	100	388	100
Peso total	4.160 kg		3.271 kg		3.310 kg		2.890 kg		2.880 kg		2.470 kg		3.164 kg (+/- 577)	

Tabela 3: 2ª Caracterização Gravimétrica dos RSDu de Corumbataí. (dezembro/2011)

Data	05.12		07.12		09.12		14.12		21.12		28.12		Média	
Tipos de Materiais	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%
Matéria Orgânica	375	83,33	292	78,5	303	73,5	245	73,0	342	83,0	345	80,6	317	79,0
Sanitários	29	6,45	37	10,0	37	9,0	35	10,0	28	7,0	30	7,0	33	8,0
Plástico	23	5,11	18	5,0	30	7,0	22	6,5	20,5	5,0	21	4,91	22	5,6
Papel	09	2,0	02	0,55	18,5	4,5	12	4,0	08	2,0	11	2,57	10	2,6
Tecido	11	2,45	12	3,0	12	3,0	16	5,0	07	2,0	15	3,5	12	3,0
Couro	0	0	0	0	0	0	02	0,6	01	0,22	0	0	0,5	0,15
Lata	0,5	0,11	0	0	01	0,2	0,5	0,15	01	0,22	01	0,24	0,8	0,16
Alumínio	01	0,22	02	0,55	07	2,0	02	0,6	01	0,22	03	0,7	2,7	0,72
Embalagem multifolhas	01	0,22	01	0,4	0,5	0,10	0,5	0,15	0,5	0,12	01	0,24	0,75	0,22
EPS (isopor)	0	0	08	2,0	0	0	0	0	0	0	01	0,24	1,5	0,38
Vidro	0,5	0,11	0	0	03	0,7	0	0	01	0,22	0	0	0,75	0,17
Peso Amostra	450	100	372	100	412	100	335	100	410	100	428	100	401	100
Peso total	4.360 kg		3.720 kg		3.550 kg		3.900 kg		4.110 kg		4.140 kg		3.963 kg (+/- 298)	

Figura 4: Percentual médio do resultado da 1ª caracterização gravimétrica dos RSD de Corumbataí**Figura 5:** Percentual médio do resultado da 2ª caracterização gravimétrica dos RSD de Corumbataí

Os resultados obtidos pelas caracterizações gravimétricas das amostras coletadas demonstraram que não houve diferenças significativas entre as amostragens realizadas nos períodos de junho e

dezembro. A matéria orgânica foi o componente mais significativo da composição gravimétrica, atingindo um percentual médio de (80 +/- 2) % na amostragem do mês de junho e (79 +/- 5) % no mês de dezembro. Em segundo lugar ficaram os resíduos sanitários, que apresentaram uma média de (9,5 +/- 1,9)% (junho) e (8 +/- 1,6)% (dezembro) da composição total das amostras. Salienta-se que o índice elevado de matéria orgânica se deu por causa da existência da coleta seletiva, pois boa parte dos resíduos passíveis de reciclagem é desviada da coleta destinada ao aterro sanitário.

Apesar disto, materiais recicláveis secos também foram identificados, não tendo ocorrido diferenças significativas entre as amostragens realizadas no mês de junho e dezembro (Figuras 4 e 5). O componente mais representativo foi o plástico, com o percentual médio de 5%, seguido do papel e papelão, que tiveram uma média de 2,6%, e os outros componentes verificados, como metal, alumínio, embalagem longa vida (multifolha), vidro e EPS apresentaram percentuais inferiores em relação aos demais. Pode-se constatar que o programa da coleta seletiva tem apresentado uma boa

eficiência, pois os materiais recicláveis encontrados representaram menos que 10% da composição dos RSD. Como consequência, a quantidade de matéria orgânica foi proporcionalmente maior, atingindo 80%, valor mais elevado em comparação a outros municípios, que costumam apresentar valores máximos de 60% em sua composição.

Apenas constatou-se que na 2ª caracterização, os resíduos dos grupos tecido, alumínio e isopor tiveram um aumento no percentual médio em relação à 1ª caracterização realizada em junho. A porcentagem de tecido elevou-se de 1,5% para 3,0%; o alumínio, de 0,35% para 0,72% e o isopor, de 0,07% para 0,38%, conforme visualizado na Figura 6. Os percentuais relativos, entretanto, mantiveram-se baixos.

Em termos quantitativos, verificou-se que nas primeiras semanas dos meses amostrados, a produção de RSD foi maior, provavelmente em decorrência do período de recebimento de salários, o que implica no aumento de consumo, bem como de descarte de embalagens. No entanto, na caracterização feita no mês de dezembro verificou-se que a quantidade de RSD das semanas subsequentes foi maior que a produzida em semanas equivalentes do mês de junho. Assim, a média em dezembro foi de (3.963 +/- 298) kg por coleta, 25% a mais que a média de (3.164 +/- 577) kg por coleta no mês de junho. Não é possível confirmar se estava ocorrendo um aumento na produção de resíduos, pois foram analisados apenas dois períodos, sendo que talvez pudesse ser um efeito sazonal, principalmente por se tratar do mês de dezembro, com consumo elevado em decorrência de festividades e pagamento do 13º salário.

Em termos de geração *per capita*, o mês de junho apresentou um valor médio de 670 g/hab.dia, pouco acima da estimativa anterior, feita a partir dos dados de 2010 (630 g/hab.dia). Já o valor de dezembro chegou a 915 g/hab.dia, uma variação bem mais acentuada, mas que pode estar influen-

ciada pela variação sazonal mencionada. Somando-se aos valores da coleta seletiva de recicláveis secos (157 g/hab.dia), a geração de RSD por habitante em Corumbataí atinge valores de 827 e 1067 g/hab.dia para os meses em questão. Estes valores podem ser considerados relativamente altos para municípios deste porte.

4.2 Avaliação das Alternativas de Compostagem

A partir das variáveis elencadas no item 3.2, foi feita uma análise das alternativas de compostagem disponíveis e sua adequação ao contexto local (nomeadamente, município de pequeno porte, com limitações de recursos financeiros e de mão de obra e boa disponibilidade de áreas a custo relativamente baixo).

A quantidade de ROC é o primeiro fator a ser considerado, e seu efeito reflete-se nas dimensões das instalações e na maior ou menor necessidade de mecanização e de mão de obra. No presente caso, as caracterizações gravimétricas apontaram um percentual de 80% de ROC presentes nos RSDu de Corumbataí, correspondendo a valores entre aproximadamente 2.500 e 3.200 kg por coleta realizada, que são valores relativamente baixos.

Deste modo, os sistemas menos mecanizados e que exigem maior área são, a princípio, os mais indicados. Considerou-se, portanto, como referência inicial, o processo de compostagem por leiras com revolvimento manual, para o qual foi feito um pré-dimensionamento conforme método de cálculo sugerido por Pereira Neto (2007). Para o dimensionamento da Unidade de Compostagem, foram adotadas leiras com seção triangular com 1,20 m de altura e 1,60 m de base, mantidas durante 180 dias. Assim, para implantação da Unidade de Compostagem, o Município de Corumbataí precisaria de aproximadamente 1.200 m² de área pavimentada para acomodar as leiras, além de áreas adicionais para instalações de apoio

(galpão para triagem, áreas para peneiramento e estocagem do composto maturado, área administrativa, sanitários).

Deste modo, no caso em questão, a Prefeitura Municipal já disporia de, pelo menos, duas áreas, ambas associadas à gestão dos RSD, sendo uma delas junto ao aterro sanitário e a outra na central de triagem da coleta seletiva.

A Central de Triagem da Coleta Seletiva possui em suas dependências um pátio de 1.300 m² de área livre, atualmente utilizado apenas para armazenar equipamentos ou estocar materiais para obras da Prefeitura. O acesso é fácil, visto que se encontra instalado dentro da área urbana do município. O local já dispõe de instalação elétrica, abastecimento de água e uma sede administrativa, necessitando apenas da construção de um galpão para a triagem dos ROC e local para armazenagem do composto maturado.

O aterro sanitário possui uma área de 24.200 m², sendo que atualmente apenas 2.650 m² estão sendo utilizados com as valas para disposição dos RSD. Apesar de apresentar uma disponibilidade maior de área, sua localização está a 5 km de distância da cidade, o que implica na necessidade de transporte para os funcionários que vierem a operar a unidade de compostagem. Além disso, o local não possui infraestrutura para instalação da Unidade de Compostagem, devido à ausência de rede de energia elétrica e abastecimento de água. Além disso, também deverá contemplar o galpão para a triagem dos resíduos, pavimentação da área para montagem das leiras, área administrativa (escritório, banheiro, refeitório) e local de armazenamento do composto maturado.

Salienta-se que foram consideradas áreas em função do sistema de compostagem por leiras de revolvimento manual; se forem utilizadas técnicas mecanizadas (sistemas de leiras estáticas aeradas, revolvimento mecânico com leiras mais altas

ou sistemas fechados), a demanda de áreas seria, conseqüentemente, menor.

A mão de obra é outro fator que influencia na operação de uma Unidade de Compostagem. Assim, no sistema manual de leiras revolvidas há uma demanda maior de mão de obra, visto que os revolvimentos devem ser feitos mais frequentemente, de modo a suprir a demanda de oxigênio das pilhas de resíduos. Comparativamente, a opção da utilização do método de leiras estáticas com aeração forçada apresenta vantagens em relação à redução de mão de obra, visto que não há necessidade de revolvimentos tão frequentes (se houver).

No que diz respeito aos tipos de equipamentos utilizados no processo, no sistema de leiras revolvidas manualmente, podem-se utilizar apenas enxadas e pás como ferramentas. Alternativas mecânicas de revolvimento, segundo Kiehl (2010), utilizam tratores com pá carregadeira, a qual promove uma boa homogeneização dos materiais contidos na leira, porém, não tritura componentes mais grosseiros. Existem ainda máquinas específicas para triturar materiais grosseiros e revolver o composto.

De acordo com Inácio e Miller (2009) a operação de uma unidade de compostagem deve levar em consideração os fatores ambientais e a minimização de riscos ambientais, tais como: emissões de odores e efluentes ao ambiente em torno à área de compostagem; riscos à saúde ocupacional dos operadores; atração e proliferação de moscas e outros vetores nas leiras; impactos da aplicação do composto orgânico no solo; a estética de um pátio de compostagem, que também é um fator que influencia na aceitação da comunidade.

Como resultado desta etapa da pesquisa, observou-se que as condições mais favoráveis indicam a utilização da técnica de compostagem por leiras revolvidas manualmente, em função das variáveis consideradas (quantidade de resíduos, área disponível, mão de obra, infraestrutura, equipamentos

e impactos no entorno). A localização da mesma, entretanto, ainda mereceria maiores estudos, pois as vantagens advindas da facilidade de acesso e disponibilidade de infraestrutura existente junto à atual Central de Triagem devem ser comparadas à área relativamente menor e à possibilidade de geração de impactos no entorno.

4.3 Avaliação do conhecimento e aceitação da população em relação à compostagem com separação prévia dos ROC

4.3.1 Perfil dos entrevistados

Do total dos entrevistados, 87% corresponde ao sexo feminino, e 13% foi do sexo masculino. A predominância de respondentes do sexo feminino foi consequência do processo da aplicação da pesquisa, visto que na maior parte das vezes são as mulheres que lidam com os RSD em suas residências.

Quanto à faixa etária, 73% dos entrevistados responderam às idades dos 30 aos 60 anos, seguido de 11% que corresponderam à faixa dos 60-70 anos; 10% dos 20-30 anos e 6% na faixa dos 70-80 anos.

Quanto ao nível de escolaridade, 28% dos entrevistados possuíam o ensino fundamental incompleto e 11%, o ensino fundamental completo; 10% o ensino médio incompleto e 28%, o ensino médio completo; 6%, o superior incompleto e 17% tinham o ensino superior completo. Assim, o nível de escolaridade dos respondentes foi bem diversificado, abrangendo desde o ensino fundamental até o nível superior.

No que diz respeito à profissão, a maioria dos respondentes estava na categoria dona de casa (29%) e funcionários públicos (24%). A categoria aposentados correspondeu a 11%, seguido de 7% na categoria professores e 6% empregadas domésticas. Os 23% entrevistados restantes se

encaixaram em outras categorias (mecânico, cozinheira, estudante, cabeleireira, comerciante, secretária, autônomo, pedreiro, bancária, produtor rural, empresária, costureira, motorista e operador de caixa).

Da amostragem dos domicílios pesquisados, 60% são constituídos de no máximo até 3 membros, sendo em seguida 39% constituídos de 3 a 6 pessoas e apenas 1% possuía entre 9 a 12 pessoas.

4.3.2 Avaliação da Coleta Seletiva

Algumas perguntas consistiram em avaliar o desenvolvimento do programa da coleta seletiva já existente, visando verificar o nível de envolvimento da comunidade. Nesse sentido a primeira pergunta foi: “Você realiza a separação do lixo em sua residência?” – 100% dos entrevistados responderam que sim, bem como afirmaram não terem dúvidas no processo de separação dos RSD, conforme especificado em outra pergunta (“Tem dúvidas no processo de separação do lixo?”).

É importante observar, entretanto, que na caracterização dos RSD feita com a mesma amostra selecionada dos entrevistados, foram identificados resíduos que deveriam estar separados para a coleta dos materiais recicláveis. Portanto, embora 100% tenham afirmado que realizam a separação e que não têm dúvidas, a prática não condiz totalmente com estas afirmações. Quanto à pergunta – “Conhece o destino dado para o lixo reciclável depois de recolhido pelo caminhão da coleta?” – constatou-se que 89% dos entrevistados conheciam o local de destinação dos resíduos recicláveis e 11% declararam desconhecer o destino do mesmo.

Dos entrevistados que afirmaram conhecer o destino dos resíduos recicláveis, 81% disseram que eram enviados para o galpão da coleta seletiva; 7% afirmaram que os materiais eram vendidos e

1% responderam que eram encaminhados diretamente para a indústria de reciclagem.

Na pergunta seguinte – “Conhece o destino dado para o lixo não reciclável depois de recolhido pelo caminhão da coleta?” – 78% dos respondentes que afirmaram conhecer a disposição final dos resíduos não recicláveis e indicaram como destino o aterro sanitário. Outros 22% disseram não ter conhecimento.

Sobre o grau de satisfação dos entrevistados em relação aos serviços da coleta dos RSD executados pela Prefeitura, 50% avaliaram como um bom serviço, 39% disseram ser um ótimo trabalho, 10% avaliaram como um serviço regular e apenas 1% avaliou como ruim.

De um modo geral, constatou-se que a prática da coleta seletiva está incorporada nos hábitos dos respondentes. Verificou-se também um bom conhecimento dos entrevistados com relação aos destinos dos RSD, no entanto, o fato de uma porcentagem ainda não ter ideia do local de destinação dos mesmos reflete a necessidade de mais orientações. Outro dado relevante foi em relação à avaliação da coleta dos RSD, em que a maior parte dos entrevistados está satisfeita com os respectivos serviços.

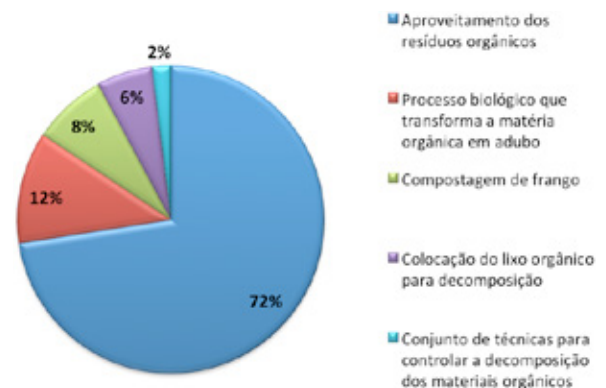
4.3.3 Questões sobre compostagem

A pergunta – “Você já ouviu falar em compostagem?” – apesar de metade dos entrevistados afirmarem ter ouvido sobre compostagem (51%), a outra parte (49%) nunca tinha ouvido falar sobre o processo. Dessa forma, seria necessário que se desenvolva um trabalho mais amplo com a população, abordando o significado do processo de compostagem.

Na opinião dos entrevistados que afirmaram ter conhecimento sobre compostagem (Figura 6), 37% disseram tratar-se de um processo de apro-

veitamento dos resíduos orgânicos como sobras de alimento, cascas de frutas e verduras; 6% informaram que é um processo biológico de transformação da matéria orgânica em adubo; 4% tinham conhecimento sobre compostagem de frango; 3% informaram que se tratava da colocação dos resíduos orgânicos para decomposição e 1% conceituou como um conjunto de técnicas para controlar a decomposição dos materiais orgânicos. Pode-se verificar que, exceto aqueles que declararam conhecer somente o processo de compostagem de frango, os demais demonstraram ter um bom entendimento do que se tratava o processo.

Figura 6: Definição de compostagem de acordo com os entrevistados.

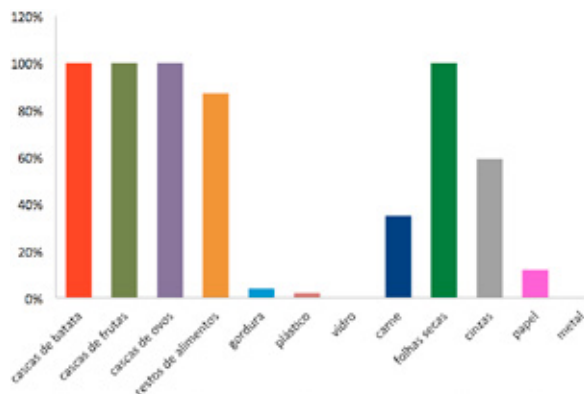


Para os entrevistados que afirmaram ter conhecimento sobre o processo de compostagem, foi feita a seguinte pergunta: “Na sua opinião, quais destes resíduos podem ser usados para fazer compostagem?”

De acordo com a Figura 7, 100% dos respondentes que afirmaram ter conhecimento sobre compostagem citaram que os resíduos de cascas de batata, de frutas, cascas de ovos e folhas secas compreendiam os materiais que poderiam ser utilizados. Apesar da constatação de um bom entendimento dos entrevistados na diferenciação dos resíduos, nota-se um percentual diferenciado em

relação aos itens restos de alimentos e cinzas que representaram respectivamente 87% e 59% na opinião dos entrevistados.

Figura 7: Opinião dos entrevistados sobre os resíduos que podem ser compostáveis



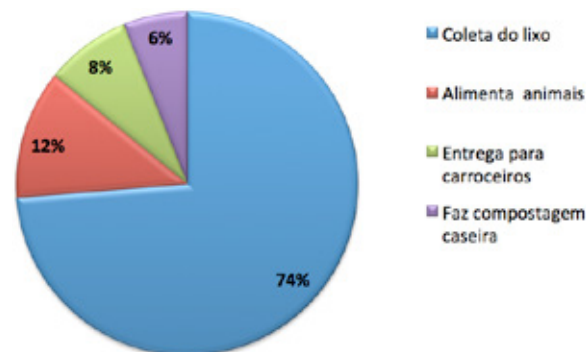
Além disso, verificou-se certa diferenciação nas respostas dos entrevistados em relação ao item carne (35%), papel (12%) e gordura (4%). De fato, são resíduos que merecem certa atenção, pois exceto o papel, que dependendo da sua tipologia, permite sua decomposição de forma mais lenta ou acelerada, os outros itens teoricamente são passíveis de compostagem. Porém, para alguns autores, como Campbell (1999), não é aconselhável juntar carne, peixe, ossos, laticínios e gorduras aos materiais orgânicos, pois são resíduos de difícil decomposição, além de atrair animais indesejáveis.

Observou-se também que a maioria dos entrevistados tem ciência de que materiais recicláveis não são passíveis de compostagem, como pode ser observado no gráfico, em que metal e vidro não foram mencionados. E apenas o plástico, que foi citado por 2% dos entrevistados. Assim, salienta-se, a importância um trabalho de orientação e esclarecimentos com a população em relação aos tipos de resíduos que podem ser compostáveis.

Na pergunta seguinte – “Qual destino que você dá para o lixo orgânico?” – 73% dos entrevistados responderam colocar para a coleta; 12% disseram alimentar animais; 8% entregam para carroceiros e 6% afirmaram fazer compostagem caseira

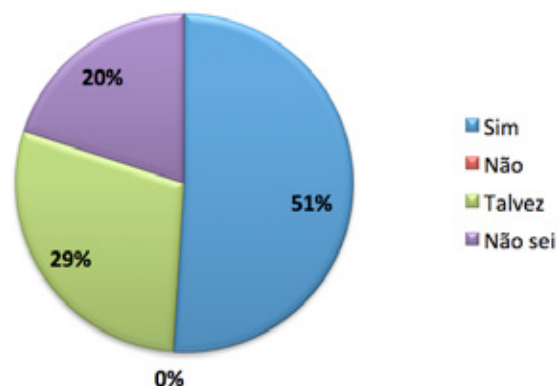
(Figura 8). Consta-se que apesar de não existir iniciativa do poder público no sentido de reaproveitar os resíduos orgânicos, uma parcela dos entrevistados, ou seja, 26% já os separam, o que reflete uma perspectiva positiva para introdução da separação prévia dos ROC.

Figura 8: Destino dado aos resíduos orgânicos pelos entrevistados.



A pergunta – “Você acha que a compostagem pode ajudar a preservar o meio ambiente?” foi feita para todos os entrevistados, havendo a preocupação de explicar o significado do processo de compostagem para aqueles que nunca tinham ouvido falar sobre o assunto. Assim do total dos entrevistados, 51% afirmaram que o processo é benéfico para a preservação ambiental; 29% respondentes disseram talvez, e 20% responderam que não sabiam (Figura 9). Observa-se que os respondentes que afirmaram que a compostagem é benéfica para o meio ambiente foram os mesmos que disseram ter conhecimento sobre o respectivo processo.

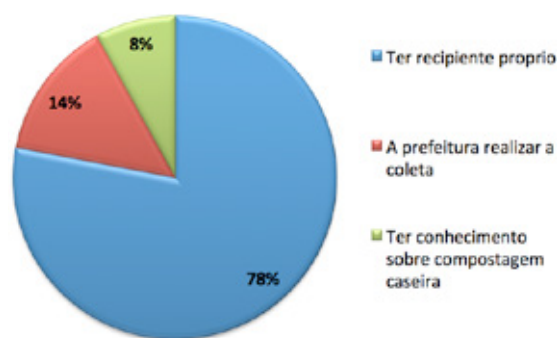
Figura 9: Papel da compostagem na preservação do meio ambiente de acordo com os entrevistados.



Sobre a Pergunta – “Você estaria disposto a separar o lixo orgânico para a compostagem?” – 98% dos entrevistados mostraram-se dispostos a fazê-lo, enquanto apenas 2% dos entrevistados não demonstraram tal interesse. Um indicador bastante expressivo, constatando que o fato de o morador já ter o hábito de fazer a coleta seletiva não haveria dificuldades em realizar uma terceira separação para os resíduos orgânicos.

Na questão – “O que facilitaria para você fazer a separação do lixo orgânico em sua residência?” – ter um recipiente para armazenar o resíduo orgânico foi a escolha de 78% dos entrevistados, enquanto que 14% afirmaram a importância da Prefeitura fazer a coleta, e 8% demonstraram interesse em ter conhecimento sobre compostagem caseira (Figura 10).

Figura 10: Itens relevantes para realização da separação dos resíduos orgânicos de acordo com os entrevistados.



Como só havia a possibilidade de uma resposta, esta questão na verdade indicou qual seria o fator que mais facilitaria no processo de separação dos ROC. Nesse caso, o recipiente apareceu como o mais importante, concluindo-se que a escolha por um vasilhame para acondicionar os respectivos resíduos está no fato de o morador já ter o hábito de acondicionar os RSD em recipientes.

Pode-se verificar diante das informações que a maior parte dos entrevistados apresenta um bom entendimento sobre compostagem, bem como dos resíduos que podem ser compostados. Apesar de não haver nenhuma iniciativa no município,

uma parcela dos entrevistados já realiza a separação dos ROC para outras finalidades de aproveitamento. Assim, mediante constatação de que a maior parte dos entrevistados estaria disposta a fazer a separação prévia dos ROC, as perspectivas são favoráveis para implantação de um processo de compostagem.

5. CONCLUSÃO

Apesar de o processo de compostagem se caracterizar como uma das formas mais antigas de reciclagem de resíduos, ainda vem sendo pouco praticado em países como o Brasil, em que a composição média dos RSD apresenta mais de 50% de ROC.

No entanto, esse panorama tende a mudar, pois de acordo com a Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), a compostagem é vista como uma forma de destinação final dos resíduos orgânicos, ambientalmente adequada, em que a adoção desse processo pelos municípios passa a ser uma imposição legal e não mais uma escolha tecnológica.

No caso estudado, constatou-se através das caracterizações gravimétricas que 80% dos RSDu enviados para o aterro sanitário é de matéria orgânica, seguida pelos resíduos sanitários (9,5%). Tais valores refletem a existência de coleta seletiva de recicláveis secos com boa eficiência e alta adesão da população.

Diante do percentual considerável de matéria orgânica produzida, a implantação de um sistema de compostagem seria viável para o tratamento desses resíduos, permitindo ampliar a vida útil do aterro sanitário, bem como reduzir custos na operação do mesmo.

Quanto à escolha do método de compostagem, a indicação do processo natural dos sistemas de leiras com revolvimento manual seria mais atrativa, levando em consideração os aspectos técnicos de implantação e operação. Apesar do sistema simplificado de compostagem se caracterizar pela

necessidade de mão de obra mais intensiva e de maiores áreas para seu desenvolvimento, não fica inviabilizada sua aplicação, pois há disponibilidade local de ambos.

No que diz respeito ao local de implantação da unidade de compostagem, a pesquisa apontou pelo menos duas alternativas, porém, ambas apresentaram características positivas e negativas. A decisão ficará a cargo do poder executivo, levando em consideração os impactos no entorno, bem como as consultas públicas com a população, visando escolher a área que melhor atenda aos requisitos.

Os resultados das entrevistas com moradores indicaram que os mesmos participam da coleta seletiva, bem como estão satisfeitos com os serviços de gestão dos RSD executados pela Prefeitura Municipal. Com relação ao conhecimento dos entrevistados sobre o processo de compostagem, verificou-se que, apesar da metade dos entrevistados afirmar ter ouvido falar sobre o processo, a outra metade desconhecia o processo, fato esse que implica em um trabalho mais intensivo de orientação e conscientização sobre o assunto.

Pode-se constatar também que os respondentes que afirmaram ter conhecimento sobre compostagem apresentaram um bom entendimento sobre quais resíduos podem ser compostados. Apesar de não haver atualmente qualquer iniciativa pública de coleta e aproveitamento dos ROC, 26% dos entrevistados já fazem a separação dos mesmos. Além disso, 98% dos entrevistados se mostraram receptivos à ideia de separar os resíduos orgânicos, caso o poder público venha a implantar um sistema de coleta e compostagem. Pode-se deduzir que esse processo de assimilação e participação seria, em parte, resultado do município já ter instituído o programa da coleta seletiva e o próprio morador já ter adquirido o hábito de fazer a separação dos resíduos.

De um modo geral, as perspectivas são favoráveis em relação à implantação de um processo de

compostagem no município de Corumbataí. Pois um dos aspectos fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho está na participação dos moradores em realizar a separação prévia dos ROC, o que foi constatado nos resultados da pesquisa de avaliação e opinião, em que a população entrevistada se mostrou receptiva em separar os ROC. Mesmo assim, tem-se a necessidade da realização de um trabalho mais amplo de conscientização, de modo a induzir a participação de toda a comunidade.

BIBLIOGRAFIA

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais – ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br>>. Acesso em abril de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AQUINO, L. Subsídios para implantação do processo de compostagem em município de pequeno porte: estudo de caso em Corumbataí – SP. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. São Carlos: UFSCar, 2012.

CAMPBELL, STU. Manual de compostagem para hortas e jardins. Como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico; tradução de Marcelo Jahnel. São Paulo: Nobel. 1999. 144p.

CETESB (São Paulo) Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos 2013 (recurso eletrônico). CETESB, coord. Cristiano Kenji Iwai, Maria Heloisa P. L. Assunção, et al. São Paulo: CETESB, 2014.

CORUMBATAÍ. Plano Diretor de Perdas Totais em Sistemas de Abastecimento Público de Corumbataí. Corumbataí: [s.n.], 2010.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2010. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>>. Acesso em: 28 out. 2015.

KIEHL, E.J. Novos fertilizantes orgânicos. 1.ed. Piracicaba: Ceres, 2010.

LIMA, J.D. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. Campina Grande: ABES, 2001.

LOPES, M. et al Evaluation of MSW organic fraction for composting: Separate collection or mechanical sorting. Resources, Conservation and Recycling. [s.l.]: 2010. p. 222-228.

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