

COMPOSTAGEM: UMA NECESSIDADE DOS CENTROS URBANOS

COMPOSTING: A NECESSITY OF URBAN CENTERS

Verônica Rosária Polzer

Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie – São Paulo (SP), Brasil.

Endereço para correspondência:

Verônica Rosária Polzer –
Universidade Presbiteriana
Mackenzie, Campus Higienópolis,
Ed. João Calvino – Rua da
Consolação, 930 CEP: 01302-
907 – São Paulo (SP), Brasil –
E-mail: vpolzer@yahoo.com.br

RESUMO

O artigo analisa como os centros urbanos enfrentam o problema dos resíduos sólidos orgânicos provenientes de domicílios, restaurantes, feiras livres, hortifrutigranjeiros, supermercados e outros. O destino desse material para a compostagem pode contribuir diretamente para o aumento da vida útil dos aterros sanitários. Além disso, a aplicação do composto em telhados verdes, jardins verticais, praças, hortas e canteiros públicos ou privados pode incidir na melhora da qualidade do espaço urbano e do aspecto paisagístico dos bairros, além de contribuir para a redução das ilhas de calor, e aumento do conforto térmico em edifícios. Como estudo de caso serão apresentados dois modelos de compostagem em larga escala, uma em São Paulo e outra em Vancouver. O objetivo é apresentar alternativas de aproveitamento dos resíduos orgânicos, de modo a desviar esse material dos aterros sanitários, por meio de técnicas de compostagem acelerada cujo composto pode ser utilizado em hortas urbanas, telhados verdes, além de conter valor comercial. Para desenvolvimento do artigo e obtenção dos objetivos estabelecidos foram consideradas análises quantitativas, por meio de visitas técnicas à usina de compostagem da Lapa em São Paulo, à usina de compostagem acelerada em Vancouver e a hortas urbanas como, por exemplo, a Horta das Corujas; e qualitativas, considerando a análise de técnicas consagradas utilizadas para compostagem urbana de forma a identificar as que se adequam às características limitadas de espaço das cidades.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; compostagem; telhado verde; sustentabilidade.

ABSTRACT

The article analyzes how urban centers face the problem of organic solid waste from households, restaurants, street fairs, horticultural, supermarkets and others. The destination of this material for composting can directly increase the landfill's life. Besides, the application of the compound in green roofs, vertical gardens, public squares, gardens and public and private raised can focus on improving the quality of urban space and of the landscaped appearance of neighborhoods, in reducing heat islands, and in increasing the thermal comfort in buildings. As a case study of two forms of accelerated composting of large-scale, one in São Paulo and another one in Vancouver, will be presented. The objective is to present the organic waste recovery alternatives, diverting this material from landfills through accelerated composting techniques, whose compost can be used in urban gardens, green roofs, and contain commercial value. Qualitative and quantitative analysis were considered for the development of the article and to achieve the established objectives, as follows: a) quantitative - through technical visits to Lapa composting plant in São Paulo, accelerated composting plant in Vancouver and urban gardens, for example, the *Horta das Corujas*; b) qualitative – it is considered analysis of standard techniques used for composting urban in order to identify which suit the characteristics of limited space of cities.

Keywords: municipal solid waste; composting; green roof; sustainability.

INTRODUÇÃO

Anualmente são produzidas cerca de 1,3 bilhão de toneladas de resíduos sólidos no mundo, de acordo com o Banco Mundial (2012). A produção de resíduos cresce num ritmo acelerado, superior ao crescimento populacional. O aumento da população somado ao consumismo são fatores que agravam o acúmulo dos resíduos nos grandes centros urbanos, fazendo com que novas formas de tratamento dos resíduos sejam colocadas em prática, a fim de desviá-los dos aterros.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em 2010, é sem dúvidas o grande marco regulatório do país no que diz respeito ao gerenciamento dos resíduos sólidos, e poderá impulsionar o desenvolvimento e emprego de técnicas avançadas de compostagem acelerada. Além disso, é esperado um aumento da eficiência em toda a cadeia de reciclagem, desde a coleta até a utilização do material nas indústrias recicladoras. A partir da PNRS, os municípios brasileiros deverão buscar soluções a médio e longo prazo para os resíduos recicláveis e orgânicos, desviando estes do aterro sanitário que, por sua vez, será autorizado a receber somente rejeitos. O material reciclável necessita ter outro destino, como o reaproveitamento e a reciclagem; já os materiais orgânicos poderão ser encaminhados para a compostagem, respeitando a hierarquia da PNRS: “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010, art. 3).

A lei da PNRS (BRASIL, 2010) foi bem assertiva ao esclarecer a diferença entre resíduos e rejeitos: o primeiro pode ser reaproveitado, reciclado ou compostado, enquanto o segundo representa aqueles materiais que, esgotadas todas as possibilidades de reciclagem ou compostagem, podem ser encaminhados para o destino final, seja aterros sanitários ou incineradores

de alta tecnologia, com baixo impacto ambiental e geração de energia.

Além disso, os municípios e regiões consorciadas são obrigados a extinguir os vazadouros a céu aberto substituindo-os por aterros sanitários. Devido ao alto custo de operação e manutenção dos aterros sanitários, a lei sugere que os municípios formem consórcios para redução dos custos de coleta, aquisição de equipamentos e infraestrutura necessária. O compromisso das cidades é, além da redução de custos, investir em coleta seletiva para os resíduos recicláveis e orgânicos (BRASIL, 2010).

Segundo a Abrelpe (2014), o resíduo sólido domiciliar típico de um brasileiro contém 51% de matéria orgânica, o que representa uma fração significativa do total destinado aos aterros sanitários, quando não a vazadouros a céu aberto. Se esses resíduos fossem desviados do aterro para a compostagem, poderiam gerar emprego e renda por meio da venda do adubo, prolongando a vida útil dos aterros sanitários, reduzindo custos e minimizando o impacto ambiental provocado pelo aterramento da matéria orgânica.

Serão apresentadas duas soluções para a compostagem de resíduos orgânicos em centros urbanos, uma em Vancouver e outra em São Paulo. A região metropolitana de Vancouver possui um programa de conscientização populacional aliado à infraestrutura de coleta e ao tratamento, o que garante que o material orgânico seja destinado corretamente. Esse modelo foi escolhido para ilustrar como um centro urbano pode atingir bons resultados no tratamento do material orgânico por meio da participação popular e do uso de tecnologia avançada. O exemplo de São Paulo ainda é um piloto, mas demonstrou bons resultados e poderia ser replicado também em outros locais da cidade, bem como em outros municípios.

COMPOSTAGEM EM LARGA ESCALA

Os resíduos sólidos urbanos provenientes de domicílios apresentam basicamente três frações em sua composição: matéria orgânica (como restos de comida, vegetais, cascas de fruta, borra de café, cascas de ovos, guardanapos sujos e outros); materiais recicláveis (papel, papelão, metais, vidros e plásticos);

e, por fim, os rejeitos, que são aqueles resíduos que não podem ser encaminhados para a reciclagem ou para a compostagem. Os materiais especiais, como pilhas, baterias, tintas, vernizes, medicamentos, lâmpadas, eletrodomésticos, móveis, roupas e outros, não deveriam ser descartados para a coleta de lixo

doméstica, pois para esses materiais existem pontos de entrega voluntária ou coleta específica, de modo que não são considerados na composição do lixo doméstico, muito embora parte da população descarte esses itens indevidamente.

Tanto os resíduos orgânicos quanto os recicláveis poderiam ter outros destinos que não fossem o aterro sanitário, poupando essas unidades de receberem esse tipo de material. Os aterros sanitários deveriam receber apenas os rejeitos, aumentando assim sua vida útil e reduzindo a necessidade de abertura de novos aterros. O material reciclável poderia ter como destino as cooperativas de triagem de material reciclável. E o material orgânico, as usinas de compostagem acelerada.

Outras atividades urbanas também são geradoras de grandes quantidades de matéria orgânica que seriam fontes adicionais para alimentar a compostagem acelerada. Tem-se como exemplo as feiras livres e os hortifrutigranjeiros, cujos resíduos estão livres de contaminação por materiais recicláveis, o que facilitaria o processo de compostagem. Restaurantes, cafés e supermercados também poderiam fornecer esse tipo de material para a compostagem.

Há várias técnicas de compostagem acelerada para grandes quantidades de resíduos sólidos urbanos, porém, para esse artigo, serão analisadas duas delas: uma por meio de aeração, empregada na usina de Richmond, que recebe os resíduos orgânicos da região metropolitana de Vancouver, e outra por meio de leiras estáticas com aeração natural, empregada na central de compostagem da Lapa, em São Paulo.

Define-se por “compostagem” o processo de fermentação dos resíduos orgânicos, que após sua degradação abastecem o solo com nutrientes. A compostagem relaciona-se ao aproveitamento de tais resíduos, que têm diversas origens: urbana, agrícola ou florestal.

Compostagem acelerada por aeração, em Vancouver

A cidade de Vancouver possui mais de 600 mil habitantes e a sua região metropolitana ultrapassa 2,3 milhões de habitantes, sendo a terceira maior metrópole do Canadá, atrás de Montreal e Toronto. A cidade de Vancouver, relativamente recente, foi reconhecida e incorporada ao Canadá em 1886 e o primeiro assentamento permanente se deu em 1862, devido à instalação de

Basicamente, a compostagem como processo controlado da degradação da matéria orgânica constitui-se de duas fases principais: a primeira em que ocorrem as reações bioquímicas de forma intensa, e a segunda, que é a fase de estabilização e maturação do composto (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A compostagem pelo método convencional, mais tradicional, é utilizada em larga escala desde a Antiguidade. Compostagens aceleradas são feitas por meio de processos tecnológicos que diminuem o tempo das reações bioquímicas, resultando no mesmo composto em menos tempo. Pelo processo convencional, o composto leva em média 120 dias para ser considerado maduro e estável, pronto para ser utilizado (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Já o tempo da compostagem acelerada varia de acordo com a tecnologia empregada, chegando a 60 dias no caso daquela empregada pela empresa Harvest, em Richmond, e pela Inova, em São Paulo.

Segundo Miller (1993), a compostagem trabalha com dois grupos de micro-organismos: os mesófilos, que atuam com a temperatura ótima de 45°C; e os termófilos, que possuem atividade numa temperatura acima de 45°C, atingindo até 75°C. Como a partir de 55°C é possível eliminar patógenos humanos e larvas de moscas, as usinas de compostagem buscam técnicas (como melhorar a aeração e o controle de umidade) para que a temperatura esteja sempre alta, se possível acima de 63°C, de modo a eliminar também sementes de ervas daninhas (RYNK, 1992).

O resultado do processo irá liberar vapor d'água, calor e CO₂ obtidos na degradação biológica com o auxílio de O₂. Para o processo de compostagem ocorrer perfeitamente, sem produzir odor desagradável e atrair vetores, é necessário o equilíbrio entre aeração (fornecimento de O₂), umidade e temperatura (EPSTEIN, 1997). Nessas condições, o composto produzido terá aspecto de terra escura, sem odor e rico em nutrientes.

uma madeireira que permitiu o crescimento econômico da cidade (GVRD, 2013).

A região metropolitana de Vancouver é composta por 24 cidades, que possuem os seguintes equipamentos de gestão de resíduos sólidos: uma usina de compostagem acelerada em Richmond; um incinerador com

geração de energia em Burnaby; usinas de triagem de resíduos recicláveis; e dois aterros sanitários, sendo um público (na cidade de Delta, distante 20 km do centro de Vancouver) e um particular (em Cache Creek, a 340 km leste de Vancouver, que recebe resíduos de outras regiões da Columbia Britânica e possui sete estações de transbordo, em Vancouver, North Shore, Surrey, Coquitlam, Langley, Matsqui e Maple Ridge).

Toda a produção de resíduo orgânico coletada é enviada para a usina de compostagem acelerada em Richmond. As prefeituras das 24 cidades que compõem a região metropolitana de Vancouver disponibilizam para os cidadãos um contêiner específico para o resíduo orgânico. O município recebe a informação dos horários e dias de cada coleta, não só sobre a coleta dos orgânicos, mas também das outras duas coletas: dos recicláveis e dos rejeitos. Já os resíduos especiais podem ser entregues pela população nos pontos de coleta específicos, nas estações de transbordo ou nos aterros sanitários (POLZER, 2012).

A Metro Vancouver, órgão que administra os serviços de saneamento básico, drenagem e resíduos sólidos de toda a região metropolitana de Vancouver, iniciou suas atividades em 1960, sendo que a gestão dos resíduos sólidos efetivamente passou a fazer parte das suas responsabilidades em 1973. Entre as importantes atividades desenvolvidas pelo órgão, destaca-se o Plano de gestão de resíduos sólidos urbanos para a Grande Vancouver, aprovado em 1985, que estabeleceu como meta a redução do descarte de resíduos orgânicos e recicláveis em 50%, indicando as metas e a regulamentação para o descarte de resíduos sólidos domiciliares (GVRD, 1998).

A grande mudança por parte da população e do governo em relação aos resíduos sólidos se iniciou na década de 1970, quando alternativas para a disposição final dos resíduos sólidos começaram a surgir, substituindo os aterros sanitários pelos incineradores de alta tecnologia com geração de energia. Em paralelo, a população se envolvia cada vez mais com a separação dos resíduos recicláveis e orgânicos para reciclagem e compostagem. Em 1981, foi publicado um relatório conhecido como o Plano das 5 Diretrizes (*District's 5-Part Plan*), que reunia as principais necessidades dos municípios da Grande Vancouver em relação à gestão dos resíduos sólidos urbanos:

- abertura de um novo aterro sanitário para atender a parte leste da região metropolitana;
- ampliação do aterro de Vancouver, na cidade de Delta, para atender à porção oeste da metrópole;
- construção de um incinerador (*waste-to-energy*) de alta tecnologia com geração de energia, para receber parte dos rejeitos que estavam sendo enviados para o aterro sanitário;
- construção de novas estações de transbordo para tornar mais eficientes a logística e o transporte dos resíduos nas cidades;
- incentivo e promoção de reciclagem e compostagem, diminuindo cada vez mais os resíduos dispostos em aterro sanitário.

Todas as ações foram realizadas, exceto a construção de um novo aterro sanitário na parte leste da região metropolitana (GVRD, 1998).

A partir de então, a demanda pública pela redução dos resíduos e soluções para compostagem e reciclagem tornaram-se mais constantes. Em 1989, a Metro Vancouver desenvolveu um plano de ação que tinha como meta inicial desviar em 30% os resíduos orgânicos e recicláveis destinados aos aterros sanitários por meio das seguintes diretrizes:

- implantação da coleta seletiva em todas as cidades;
- melhorias nos centros de triagem de recicláveis e na sua comercialização;
- incentivo do uso de composteiras e minhocários domésticos pela população, de modo a reduzir a fração orgânica destinada aos aterros sanitários;
- incentivo de redução e reciclagem dos recicláveis gerados pelos setores comerciais e industriais;
- implantação de programas de conscientização ambiental para a sociedade, com o objetivo de atingir as metas de redução e reciclagem estabelecidas.

Houve sucesso em relação às diretrizes do plano de ação de 1989, em especial nas campanhas de cons-

cientização ambiental. Mas ainda havia dificuldades na comercialização dos recicláveis, pois as indústrias que recebiam esse material como matéria-prima para a sua produção ainda estavam se formando. Em 2008, foi abandonada a ideia de se construir novos aterros sanitários; em vez disso, o foco seria na redução dos resíduos rumo ao *zero waste*. Dessa forma, naquele ano os resíduos orgânicos oriundos da poda de árvores e recicláveis foram banidos do aterro sanitário, sob pena de multa em caso de descumprimento. Em 2009, foi estabelecido como meta desviar 70% dos resíduos para a reciclagem e compostagem até 2015 e, neste mesmo ano, foi fechado o acordo com a Fraser Richmond Soil and Fibre para receber os resíduos orgânicos e de poda de árvores para a compostagem acelerada.

Como é possível observar, uma série de leis e regulamentos foram surgindo de forma a incentivar as indústrias da reciclagem, conscientizar a população e garantir por parte do governo a gestão e a infraestrutura necessárias para atingir as metas de redução de resíduos. Por isso, hoje a Grande Vancouver consegue desviar 60% dos resíduos orgânicos e recicláveis dos aterros e do incinerador. O desafio atual do programa *Zero Waste* é reduzir cada vez mais os resíduos e enviar às unidades de destino final apenas os rejeitos (METRO VANCOUVER, 2016).

Na cidade de Vancouver, em especial, cabe destacar o programa *Keep Vancouver Spectacular* (2016), que mobiliza a população por meio de campanhas específicas nos bairros para a redução dos resíduos sólidos, combate ao descarte em pontos ilegais e aumento da conscientização e participação de todos na reciclagem e compostagem. Em relação à compostagem dos resíduos orgânicos, o governo ainda subsidia a venda de minhocários e composteiras, que podem ser adquiridos pelo preço de custo. Em 2010, Vancouver possuía 43.593 composteiras e 5.805 minhocários — uma grande evolução se comparado ao início do programa, em 1999, quando haviam 28.100 composteiras e 2.280 minhocários. Isso representa um aumento de 55% no uso da composteira e 155% no uso do minhocário em um período de 10 anos (SOLID WASTE, 2011).

Os minhocários e composteiras domésticas ajudam na redução da quantidade de resíduos orgânicos enviados para os aterros sanitários, mas não são suficientes para atender toda a demanda da cidade para esse tipo de resíduo. Por isso, a usina de compostagem acelerada em

Richmond possui um papel essencial nesse processo, pois recebe, desde 2009, todo o resíduo orgânico da região metropolitana, incluindo podas de árvores e madeiras em geral. Sendo a maior instalação do segmento na América do Norte, a usina processa anualmente 240 mil toneladas de resíduos. A empresa Fraser Richmond Soil & Fibre é uma das companhias da Harvest que contam com outras unidades além da Columbia Britânica, como Califórnia, Pensilvânia e Ontário. Juntas, essas instalações já reciclaram mais de 3 milhões de toneladas desde o início das atividades, em 1993 (HARVEST, 2014).

A Metro Vancouver está desenvolvendo, ainda, mecanismos para impedir que os resíduos orgânicos da região metropolitana tenham como destino o aterro sanitário ou incineradores: a meta é desviar 70% dos resíduos para a compostagem. A matéria orgânica corresponde a 40% de todo o resíduo depositado em aterros sanitários e, devido a essa proibição, mais de 265 mil toneladas de resíduos orgânicos deverão ser desviadas dos aterros anualmente. Em 2008, podas de jardim foram banidas dos aterros sanitários e, atualmente, mais de 270 mil toneladas desse material são coletadas pelos municípios e compostadas, sendo a Harvest Power responsável por processar cerca de 200 mil toneladas por ano de poda de jardim (OPUS DAYTONKNIGHT 2014).

O processo de compostagem acelerada utilizado pela empresa Harvest é denominado *Covered Aerated Static Pile Composting* (CASP), ou seja, o processo de compostagem é feito por meio de uma pilha coberta por uma camada de material orgânico, aerada por injetores de ar e estática, sem necessidade de revirar o composto. A tecnologia consiste em utilizar uma camada orgânica que cobre as pilhas, um processo de aeração negativa e um sistema de biofiltros que minimizam e controlam o odor. A tecnologia empregada, segundo a Harvest (2014), é simples e de baixo custo, apresentando muitas vantagens. Nesse método, as pilhas estáticas aeradas são altas, o que otimiza a capacidade do terreno ocupado, com menor exposição ao ar externo; o tempo de maturação do composto é menor do que o do sistema tradicional, sendo de dois meses em vez de seis a oito meses; não é necessário nenhum pré-processo, como triturar a matéria orgânica; o consumo energético é menor devido à eliminação da trituração, comum em processos tradicionais de compostagem; a cobertura orgânica age como um biofiltro natural, tratando as partículas odoríferas; e, por fim, o composto atinge

um alto nível de qualidade devido ao rigoroso processo empregado. Na Figura 1, observa-se a entrada da usina em Richmond e as pilhas estáticas (HARVEST, 2014).

O sistema CASP opera da seguinte forma:

1. Uma nova pilha é constituída sobre uma célula do sistema CASP, de modo a se empilhar o material sobre a base da célula por meio de uma escavadeira ou outro equipamento similar. Normalmente leva-se de uma a duas semanas para completar a célula, dependendo da estação do ano.
2. Depois de finalizada a pilha, é colocada sobre ela uma camada de um material orgânico, cuja composição foi desenvolvida e patenteada pela Harvest. Essa cobertura irá impedir que os odores dentro da pilha escapem por meio do vento ou convecção devido às altas temperaturas. Depois essa camada será removida e utilizada novamente em outra pilha, sucessivamente, até não ter mais utilidade e ser compostada junto aos resíduos.
3. Um sistema de tubulações é introduzido abaixo da pilha, criando uma rede de tubos perfurados em aço inoxidável que irá fornecer ar para a pilha de maneira a criar as condições aeróbicas necessárias para a compostagem. Esse sistema elimina a necessidade de revirar as pilhas, por isso o sistema é chamado de estático. Dessa forma, a mistura atinge altas temperaturas e o ar injetado pode ser ajustado em condições ideais, além de também ser favorável ao controle dos odores.
4. O ar injetado nas pilhas contém partículas odoríferas; por isso, antes de ser solto para a atmosfera, é submetido a um tratamento, que consiste em passar por um biofiltro formado por lascas e cascas de madeiras. O calor e a umidade fazem com que micro-organismos adiram às lascas e cascas de madeira e se alimentem das partículas odoríferas. Depois de dois anos, esse material é substituído e segue para a compostagem.



Fonte: POLZER (2011).

Figura 1 – Fotos da Usina de compostagem acelerada em Richmond.

5. O sistema CASP demora aproximadamente duas semanas para ser finalizado. Cada célula é reestruturada periodicamente, começando todo o processo novamente, por meio de um método desenvolvido pela Harvest. A vantagem dessa tecnologia é que não é necessário mover, transferir, reconstruir e homogeneizar a mistura, evitando assim odor incidental e, também, a utilização de mão de obra, energia, combustível e equipamentos para revirar o composto.
6. Seguindo o processo CASP, o produto é livre de contaminantes e segue para um período de maturação de um a dois meses para aumentar ainda mais a qualidade do composto. O resultado é um composto estável, de alta qualidade, livre de agentes patológicos e com cheiro de terra. O produto pode ser comercializado em atacado ou varejo, ser ensacado e distribuído em supermercados e ser aplicado para diversos fins como agricultura, controle de erosão e paisagismo.

Compostagem em São Paulo

A cidade de São Paulo possui uma população em torno de 12 milhões de habitantes (IBGE, 2016) e produz diariamente cerca de 20 mil toneladas de resíduos sólidos. Destes, aproximadamente 12 mil são resíduos domésticos e o restante é proveniente de outras fontes de geração, como construção civil, varrição, saúde etc. (PMSP, 2014).

A coleta domiciliar é realizada por duas concessionárias, a Ecourbis e a Loga. O resíduo coletado é encaminhado para três estações de transbordo (Vergueiro, Santo Amaro e Ponte Pequena) e, de lá, é direcionado para os dois aterros sanitários que recebem os resíduos da cidade de São Paulo: um público, Central de Tratamentos Leste (CTL), e outro privado, em Caieiras (PMSP, 2016).

O município de São Paulo conta também com a coleta seletiva de materiais recicláveis, atendendo 46% dos domicílios por meio de 22 centrais de triagem, 73 ecopontos e 1.500 pontos de entrega voluntária. Com baixa adesão e falta de infraestrutura, o índice de reciclagem ainda é baixo e corresponde a apenas 2% de todo o resíduo gerado em 2015 (PMSP, 2014).

A compostagem urbana torna-se, então, também pela lei da PNRS, um recurso e uma possibilidade para o município aproveitar a matéria orgânica, que corresponde a mais de 50% do resíduo domiciliar do cidadão brasileiro, para gerar emprego e renda. Hoje, esse material é destinado para os aterros sanitários controlados e lixões em todo o país. O desafio é recolher e destinar a matéria orgânica para a compostagem.

Um paulistano típico gera em torno de 51% de resíduos orgânicos, 35% de recicláveis e 14% de rejeitos (PMSP, 2014). Com o objetivo de desviar parte do material or-

gânico dos aterros sanitários, a Prefeitura de São Paulo lançou, em 2014, o programa Composta São Paulo e distribuiu dois mil minhocários (COMPOSTA SÃO PAULO, 2016), com o objetivo de incentivar a população a reduzir e tratar localmente os resíduos orgânicos, gerando adubo com os restos alimentares.

Além disso, um projeto piloto de compostagem foi iniciado na Lapa no segundo semestre de 2015. A central de compostagem da Lapa (Figura 2) recebe em média 35 toneladas de resíduos semanais de 26 feiras. O projeto foi desenvolvido por uma parceria entre a subprefeitura da Lapa, a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB) e a empresa Inova, responsável pela coleta e execução (PMSP, 2016a).

Segundo o plano de metas da prefeitura, o objetivo é aumentar a coleta de material reciclável para 10% e realizar a compostagem do material orgânico das 900 feiras livres e dos serviços de poda. Até o momento, apenas a central da Lapa está operando, mas já foram definidos os locais onde serão instaladas as quatro novas usinas de compostagem e outros nove pontos aguardam definição da localização (PMSP, 2016b).

O método utilizado na central de compostagem da Lapa é baseado num sistema desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o Centro de Promoção e Estudos da Agricultura de Grupo (Cepagro) (PMSP, 2016a). A Inova faz a coleta das feiras livres, deposita o material coletado em uma área de recebimento e de lá o material segue para a leira de compostagem. Há seis leiras no local, uma para cada dia da semana em que há feiras livres. Assim, a leira recebe material em um dia e descansa os outros seis dias. Esse descanso faz com que a temperatura atinja em torno de 70°C, tornando o processo mais eficiente.

A técnica utilizada é a de leiras estáticas com aeração natural, ou seja, não é necessário revolver o composto. As leiras não podem ultrapassar a largura de dois metros para permitir uma boa aeração, sete metros de comprimento, dois metros de altura e podem acumular cerca de oito toneladas de resíduos orgânicos (ABREU *et al.*, 2015).

A área utilizada para a realização da compostagem é um pátio inutilizado de 3.000 m² (PMSP, 2016a). O acabamento original do piso era de asfalto que recebeu uma camada de brita e uma manta de impermeabilização nos locais de operação das leiras. Todo o líquido percolado é coletado e armazenado em tanques. Devido à concentração de nutrientes, o líquido é chamado de biofertilizante, e é reinserido nas leiras para manter a umidade ideal.

Na década de 1970, a cidade possuía duas usinas de compostagem que recebiam cerca de 11% dos resíduos domiciliares e de varrição produzidos. Os resíduos chegavam misturados e eram separados em recicláveis, orgânicos e rejeitos. No final do processo, era possível reciclar e compostar 8% dos resíduos gerados na cidade

(JACOBI, 2006). Portanto, o município de São Paulo chegou a ter um índice de aproveitamento maior dos resíduos nesse período do que em 2015, em que desviava apenas 2% do resíduo coletado para a reciclagem.

As reclamações da população próxima às usinas da Vila Leopoldina e de São Matheus, referentes principalmente ao mau cheiro, fizeram com que as instalações fossem fechadas em 2004. A maioria das usinas de compostagem instaladas no país passou pelas mesmas dificuldades e apresentou problemas na qualidade do composto e em todo o processo de separação e tratamento, o que levou essas instalações a caírem em descrédito (PEREIRA NETO, 1996; LELIS & PEREIRA NETO, 2001).

Se as usinas de compostagem tivessem passado por reformas que considerassem técnicas modernas para neutralização de odores e melhorias em todo o processo, os índices de compostagem e reciclagem poderiam ser muito mais altos. O fechamento das usinas fez com que o tratamento dos resíduos orgânicos fosse negligenciado e elevou a barreira para a implantação de um sistema de coleta e tratamento desse material.

Aplicação do adubo nos centros urbanos

O composto orgânico é rico em nutrientes e pode ser utilizado largamente na agricultura em geral, em jardins, canteiros, hortas urbanas e telhados verdes, no

paisagismo, no combate e controle de erosão etc. Trata-se de uma matéria-prima abundante nos centros urbanos e que é desperdiçada ao ser destinada aos



Fonte: POLZER (2016).

Figura 2 – Central de compostagem da Lapa em São Paulo.

aterros sanitários. O adubo gerado poderia estimular o aumento de áreas verdes, tão importantes para aumentar a qualidade de vida da população local, melhorar o microclima, reter água de chuva, minimizar as ilhas de calor além de colaborar com o bem-estar da população, que poderá usufruir dessas áreas, tão escassas em centros urbanos.

A utilização de telhados verdes traz novas possibilidades de uso para uma área que normalmente é destinada apenas para equipamentos de ar-condicionado e demais instalações do edifício. Com o telhado verde, essa área recebe um uso adicional e ainda contribui para retenção e absorção de água pluvial, melhora da qualidade do ar e do microclima local, além de gerar emprego e renda para a população que produz o adubo orgânico e faz a manutenção dos jardins e hortas.

As cidades, por serem locais normalmente sem espaços verdes, têm a oportunidade de utilizar o composto produzido a partir da matéria orgânica para aumentar a qualidade de áreas verdes já existentes e ainda criar novos espaços em locais impermeáveis como calçadas, muros, coberturas e outros.

Na Grande Vancouver é comum a população que mora nas periferias ter sua própria horta em casa e utilizar os restos de alimentos para enriquecer o solo. Os terrenos em geral são ocupados no centro do lote, deixando um jardim na frente e uma horta no fundo. Já a população que mora no centro, em edifícios residenciais e que, portanto, não possuem área verde para plantio, podem

usufruir das hortas urbanas, que são espaços públicos cedidos pelo governo para a população realizar o plantio. Cada grupo de pessoas recebe um canteiro e todos os equipamentos necessários, que ficam em um abrigo no próprio local. As hortas urbanas variam de tamanho, algumas são canteiros pequenos e outras são quadras inteiras, proporcionando à população alimento orgânico produzido por eles mesmos.

Em São Paulo, há um movimento para o desenvolvimento das hortas urbanas em espaços públicos e já existem alguns exemplos de sucesso, como a Horta das Corujas na Vila Madalena, a Horta do Ciclista no cruzamento da Avenida Paulista com a Rua da Consolação, e outras. A grande dificuldade em São Paulo ainda é a falta de consciência ambiental e o entendimento por parte da sociedade de que essa atividade tem muito a contribuir para elevar a qualidade de vida da população local, pois não é só o aspecto ambiental que deve ser considerado, mas também o aspecto social, pois essa atividade promove o encontro de pessoas do mesmo bairro, além de ser uma atividade de lazer.

Além dos aspectos já mencionados, a compostagem urbana gera uma nova atividade econômica, por meio da comercialização do adubo, que tem potencial para trazer emprego e renda para a população. Segundo Epstein (1997), a compostagem pode ser também uma alternativa economicamente mais viável do que o envio e a manutenção de aterros sanitários. O composto é considerado estável, semelhante ao húmus da minhoca, e pode ser utilizado para diversos usos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo como destino os aterros sanitários na maior parte dos casos, os resíduos orgânicos irão se degradar lentamente dentro da célula de lixo, juntamente com materiais inorgânicos. O processo de decomposição é prolongado, pois dentro da célula a matéria orgânica é isolada do contato com o solo, não recebendo umidade, troca de calor e aeração. Dessa forma, os resíduos orgânicos, além de demorarem mais para se decompor, também estão misturados com outros tipos de materiais descartados que podem ser inertes ou perigosos, como pilhas, baterias, tintas, medicamentos e outros. Os produtos da reação de oxidação da matéria orgânica são altamente contaminantes. Como exemplos, há o chorume, líquido tóxico que percola pelas

células de lixo do aterro e é captado por um sistema de drenagem horizontal, e o gás metano, captado por drenagens verticais. Mesmo em aterros sanitários, que são considerados ambientalmente adequados em relação às demais formas de deposição de resíduos no solo, como os vazadouros a céu aberto, não é possível coletar totalmente os gases e líquidos produzidos pela decomposição da matéria orgânica. Depois de diversos estudos sobre análise de ciclo de vida de aterros sanitários, os pesquisadores assumiram que tecnicamente 50% do metano produzido em uma célula de lixo é de fato capturado para gerar energia (IPCC, 2006). Se essa matéria orgânica fosse desviada para a compostagem, todos os efluentes e emissões seriam tratados de ma-

neira mais eficiente e com menor risco e impacto ao meio ambiente.

Se os resíduos forem dispostos em vazadouros a céu aberto a contaminação é ainda maior, pois nesse local o solo não foi impermeabilizado e preparado para receber os resíduos. Não há rede de drenagem de chorume e nem captação do gás metano, ou seja, todos os efluentes e emissões são despejados diretamente no local, contaminando o ar, o solo, os lençóis freáticos e corpos d'água, assim como a população ao redor.

A produção de resíduos orgânicos é agravada, também, pela alta taxa de desperdício de alimentos, tanto por parte do consumidor quanto por parte dos distribuidores e intermediários. Uma correção a esse problema seria a redução na origem por meio do consumo consciente e práticas de doação de alimentos para a população carente, evitando o desperdício e a produção de mais resíduo orgânico.

A utilização dos resíduos orgânicos urbanos apresenta uma série de vantagens para a cidade e ainda é pouco ou mal explorada. São diversas oportunidades que poderiam ser largamente empregadas trazendo muitos benefícios, como:

- **benefícios sociais:** envolvimento da população na separação dos resíduos orgânicos e recicláveis nas residências e estabelecimentos comerciais; sua aplicação no meio urbano trazendo bem-estar para a população local; promoção da consciência ambiental e divulgação de novas práticas sociais;
- **benefícios econômicos:** geração de renda e emprego por meio da comercialização do adubo; redução dos custos de operação e manutenção dos aterros sanitários e o prolongamento da sua vida útil sem necessidade de abertura de novos aterros sanitários;
- **benefícios culturais:** o envolvimento da sociedade nas hortas urbanas e outros eventos relacionados à prática do plantio e a oficinas de compostagem; aproveitamento de áreas públicas para ampliação de áreas verdes e espaços de lazer;
- **benefícios políticos:** participação e envolvimento da sociedade exercendo seus direitos de cidadãos nas políticas públicas e garantindo a expansão e a qualidade das áreas verdes;

- **benefícios espaciais:** promoção dos espaços públicos transformando-os em áreas verdes de qualidade; mais espaços de lazer e convívio público; prolongamento da vida útil dos aterros sanitários;
- **benefícios ambientais:** redução da ilha de calor por meio da inserção de áreas verdes sobre áreas impermeabilizadas por coberturas verdes e jardins verticais; redução das enchentes com a absorção de água de chuva pela vegetação introduzida nos centros urbanos; aumento da consciência ambiental por parte da população; melhora do microclima local por intermédio da vegetação inserida e outros.

O desafio das cidades é recolher o material orgânico das residências, estabelecimentos comerciais como escritórios, supermercados, hortifrutigranjeiros e outros e destinar para usinas de compostagem acelerada, onde a matéria orgânica será então processada e transformada em adubo, cujas aplicações são muitas, como coberturas verdes, agricultura, hortas urbanas, parques etc.

O encerramento das usinas de compostagem na cidade de São Paulo foi crucial para impedir o desenvolvimento de técnicas mais avançadas de compostagem e fez com que o município retrocedesse na gestão dos resíduos sólidos. Segundo Barreira *et al.* (2006), as usinas de compostagem são equipamentos necessários e importantes para desviar o material orgânico dos aterros sanitários e proteger o meio ambiente.

Porém, a instalação da usina piloto na subprefeitura da Lapa pode permitir que novas usinas sejam instaladas e que essa atividade seja retomada com técnicas mais modernas de neutralização de odores, o que garantiria a qualidade do composto orgânico para que este fosse comercializado e empregado em diversos usos.

A técnica utilizada em Vancouver demonstra que é possível tratar grandes quantidades de material orgânico, mas o material deve ser separado na origem para que não ocorra contaminação de plásticos e metais pesados presentes nas tintas das embalagens em geral.

Para que a compostagem nos centros urbanos tenha sucesso é necessário não somente o emprego de técnicas e infraestrutura mais atuais, mas também o envolvimento da sociedade na correta separação do material, garantindo que não haverá contaminação de outros resíduos como material reciclável e rejeitos.

CONCLUSÃO

Devido à grande produção de resíduos orgânicos nos centros urbanos, faz-se necessário o emprego de técnicas de compostagem acelerada, de forma a aproveitar esse material transformando-o em recurso para novas atividades, como hortas urbanas, jardins, combate à erosão, agricultura e outros. Além disso, a comercialização do composto gera emprego e renda para a população.

Ao ser acelerada, a compostagem otimiza o espaço físico necessário para essa atividade, o que é determinante nos centros urbanos, que não possuem extensos locais para desenvolvimento de processos artesanais tradicionais. O uso de tecnologia para acelerar a compostagem urbana é tão necessário quanto imprescindível para atender a demanda de produção de resíduos orgânicos de forma eficiente e econômica num espaço reduzido. Além disso, os municípios também sofrem com a falta de espaços ambientalmente adequados para a implantação de novos aterros sanitários. Somado a isso, também há o alto custo de operação e manutenção e o grande impacto ambiental provocado por esses equipamentos. Portanto, a compostagem urbana é um dos mais importantes me-

canismos de redução dos resíduos que são depositados nesses locais, aumentando sua vida útil e diminuindo os custos dessa instalação para os municípios.

A cidade de Vancouver tem a preocupação em destinar corretamente os resíduos sólidos produzidos e, para isso, conta com a participação da população, que separa as frações de materiais orgânicos, recicláveis e rejeitos. Conta também com a infraestrutura necessária para a realização da coleta e tratamento dos orgânicos. Trata-se de um sistema eficiente e que pode ser considerado como exemplo para outras cidades.

Apesar da falta de infraestrutura, como coletas por tipo de material, condições de armazenamento e usinas de tratamento de material orgânico, as cidades brasileiras têm o dever, segundo a PNRS, de desviar os materiais orgânicos assim como os recicláveis dos aterros sanitários. Sendo assim, usinas de compostagem como a de Vancouver e a da Lapa em São Paulo são duas formas de tratamento que poderiam ser utilizadas, dependendo das condições locais de espaço e recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*, 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 21 jun. 2016.
- ABREU, M. J. de; PALERMO, P. R. O.; BOTTAN, G. A. et al. A Compostagem Termofílica como metodologia para restauração de áreas degradadas dentro de uma Unidade de Conservação, Florianópolis (SC). In: IX Congresso Brasileiro de Agroecologia, Belém, PA. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n. 3, 2015.
- BANCO MUNDIAL. *What a waste. A Global Review of Solid Waste Management*, n. 15. Washington, 2012.
- BARREIRA, L. P.; PHILIPPI JUNIOR, A.; RODRIGUES, M. S. Usinas de compostagem do estado de São Paulo: qualidade dos compostos e processos de produção. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 11, n. 4, p. 385-363, 2006.
- BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 24 out. 2016.
- COMPOSTA SÃO PAULO. *Projeto Composta São Paulo*, 2016. Disponível em: <<http://www.compostasaopaulo.eco.br/>>. Acesso em: 21 jun. 2016.
- EPSTEIN, E. *The Science of Composting*. Pennsylvania: Technomic Publishing, 1997.
- GVRD – GREATER VANCOUVER REGIONAL DISTRIC. *Census Demographic Bulletins and Maps*. 2013. Disponível em: <<http://www.metrovancouver.org/about/statistics/Pages/CensusBulletins.aspx>>. Acesso em: 30 jun. 2013.

_____. *Solid Waste Manual*. Vitória: Queen's Printer, 1998.

HARVEST, P. *Organics Management*. 2014. Disponível em: <<http://www.harvestpower.com>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *São Paulo – população estimada*. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Japan: Waste, IGES, 2006. v. 5.

JACOBI, P. R. (org.). *Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil: inovação com inclusão social*. São Paulo: Annablume, 2006.

KEEP VANCOUVER SPECTACULAR. *Keep Vancouver spectacular! Vibrant and clean neighbourhoods start with you*. 2016. Disponível em: <<http://vancouver.ca/people-programs/keep-vancouver-spectacular.aspx>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

LELIS, M. P. N.; PEREIRA NETO, J. T. Usinas de reciclagem de lixo: porque não funcionam. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. *Anais...* João Pessoa: ABES, 2001. p. 1-9.

METRO VANCOUVER. *Planning for 2020*. Disponível em: <<http://www.metrovancouver.org/services/solid-waste/about/planning/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

MILLER, Frederick. C. Composting as a process base on the control of ecologically selective factors. In: METTING JUNIOR, F. B. *Soil Microbial Ecology: application in agricultural and environmental management*. [Boca Raton]: CRC Press, 1993. p. 515-541.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M. de; NETO, M. T. de C. *Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 76. 1. ed. Bahia, 2005. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/circulares/circular_76.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2014.

OLIVEIRA, E. C. A. de; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. *Compostagem*. Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Programa de Pós-graduação em solos e nutrição de plantas. Piracicaba, 2008. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2016.

OPUS DAYTONKNIGHT. *Harvest Energy Garden*. The future of organic waste management. 2013. Disponível em: <http://www2.canadianconsultingengineer.com/awards/pdfs/2013/D6_HarvestEnergyGarden.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2014.

PEREIRA-NETO, J. T. Composting Experiences and Perspectives in Brazil. In: BERTOLDI, M.; SEQUI, P.; LEMMES, B.; TIZIANO, P. *Science of Composting Part 2*. 1. ed. England: Chapman & Hall (Edit.), 1996. p. 729-735.

PMSP – PREFEITURA DE SÃO PAULO. *Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo, versão 2014*. PMSP: 2014. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

_____. *A coleta de lixo em São Paulo*. 2016. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/coleta_de_lixo/index.php?p=4634>. Acesso em: 21 jun. 2016.

_____. *Prefeitura inaugura central de compostagem para reciclar resíduos das feiras livres*. 2016a. Disponível em: <<http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/9368#ad-image-0>>. Acesso em: 21 jun. 2016a.

_____. *Programa de metas 2013-2016*. 2016b. Disponível em: <<http://planejasampa.prefeitura.sp.gov.br/metasp/>>. Acesso em: 21 jun. 2016b.

POLZER, V. R. *Fotos da visita técnica à usina de compostagem acelerada em Richmond*, 2011.

_____. *Gestão dos resíduos sólidos urbanos domiciliares em São Paulo e Vancouver*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

_____. *Foto da central de compostagem da Lapa em São Paulo*, 2016.

RYNK, Robert. *On-Farm composting handbook*. Ithaca – NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1992, 188p.

SOLID WASTE, City of Vancouver. *Solid Waste Management Branch*. Solid Waste Division Report 2010. Publicado em: dez. 2011.