



III-669 - AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM BELO HORIZONTE (MG) ATRAVÉS DE INDICADORES DE GESTÃO

Henrique da Silva Silveira Neto ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais. Assistente Técnico de Engenharia da Tractebel Engineering Ltda.

Raphael Tobias de Vasconcelos Barros ⁽²⁾

Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Cônego José Aristides, 92 - Mantiqueira - Belo Horizonte - MG - CEP: 31655-630 - Brasil - Tel: +55 (31) 97171-2967 - e-mail: netoh.2014@gmail.com

RESUMO

A compostagem continua representando uma alternativa muito atraente para lidar com resíduos sólidos orgânicos. Descontinuidades e desleixo na sua execução têm impedido que seja adotada e fique estabelecida definitivamente como prática das cidades e de seus habitantes. Belo Horizonte tem uma experiência de gestão de resíduos sólidos que estacionou e que precisa recuperar realizações, até por imposições legais. Este estudo analisa, baseado nos relatórios anuais do órgão municipal responsável pela limpeza urbana, a situação das iniciativas de compostagem. Com dados históricos são feitos gráficos que facilitam, em termos de percepção, o entendimento sobre esta problemática. Os resultados mostram uma iniciativa tímida e errática para lidar com os resíduos orgânicos, tanto diante da experiência acumulada pela cidade quanto pelas premências legais. Se a população não mostra interesse particular pelo método, a administração nos mandatos mais recentes ignora solenemente a importância e o alcance do processo: nota-se mesmo um retrocesso, mais grave diante da oportunidade de zelar pela qualidade do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduo orgânico, compostagem, Belo Horizonte.

INTRODUÇÃO

A incapacidade da maioria das grandes metrópoles em dispor seus resíduos sólidos (RS) domiciliares, de forma regularizada e dentro de seu perímetro, vem gerando preocupação e fomentando diversas discussões a respeito do tema nas últimas décadas. O manejo e a disposição final adequada de RS vêm sendo um grande desafio às três esferas do poder executivo (municipal, estadual e federal), dado o próprio caráter multidisciplinar que a gestão de resíduos possui, requerendo uma abordagem e sistêmica e integrada, e ao *delay* na implementação de medidas públicas no tocante a estas questões.

A disposição final em aterros sanitários, quando ocorre, acaba em municípios vizinhos às grandes metrópoles, como, por exemplo, em Duque de Caxias (RJ) (desativado), Caieiras (SP), Caucaia (CE), Biguaçu (SC) ou Sabará (MG). Segundo pesquisa feita pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dos municípios sobre os quais se possuem informações (62%), metade dispõe seus RS fora de sua extensão territorial [24].

Dados de 2017 apontam que foram coletados no Brasil pelo poder público, dos 91,2% de cobertura, cerca de 71,6 milhões de toneladas de RS urbanos (RSU) [2]: uma média de 1,03 kg/hab.dia, levando em conta todos os tipos de resíduos gerados. A gestão de resíduos ainda é deficiente em muitos municípios, com cobertura incompleta da coleta, baixas taxas de separação e de recuperação na fonte [4].

Ainda tomando por base o índice de cobertura, fica evidente que aproximadamente 6,9 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino inadequado. Ademais, estima-se que cerca 40,9% dos RS coletados foram despejados em 2017 em locais inadequados por 3.352 municípios (60% do total de municípios brasileiros), totalizando mais 29 milhões de toneladas em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente

contra impactos e degradações, com danos diretos à saúde de milhões de pessoas [2]. Ressalta-se que muitos dos RS gerados e coletados não passam pela gestão do Poder Público e acabam sendo descartados de forma clandestina, agravando a problemática em torno da disposição final no Brasil.

Mesmo se tratando da forma regularizada e prevista em lei, o aterro sanitário não se isenta de outros impactos, distintos daqueles que sua implementação já visa a minimizar, como aqueles que sobrevêm à saúde pública, com a veiculação de diversas doenças e a proliferação de vetores biológicos, visto o potencial poluidor do solo e dos recursos hídricos [9].

O gráfico a seguir aponta para as formas de destinação dos resíduos municipais em países da União Europeia, onde tem-se meta para o ano 2030 dar destinação ambientalmente sustentável a 65% dos RSU coletados, sob forma de reciclagem, compostagem ou biodigestão. Nota-se a expressividade que estas alternativas possuem (em média 48%) e a participação da compostagem e da biodigestão nos países mais próximos de atingir a meta estipulada.

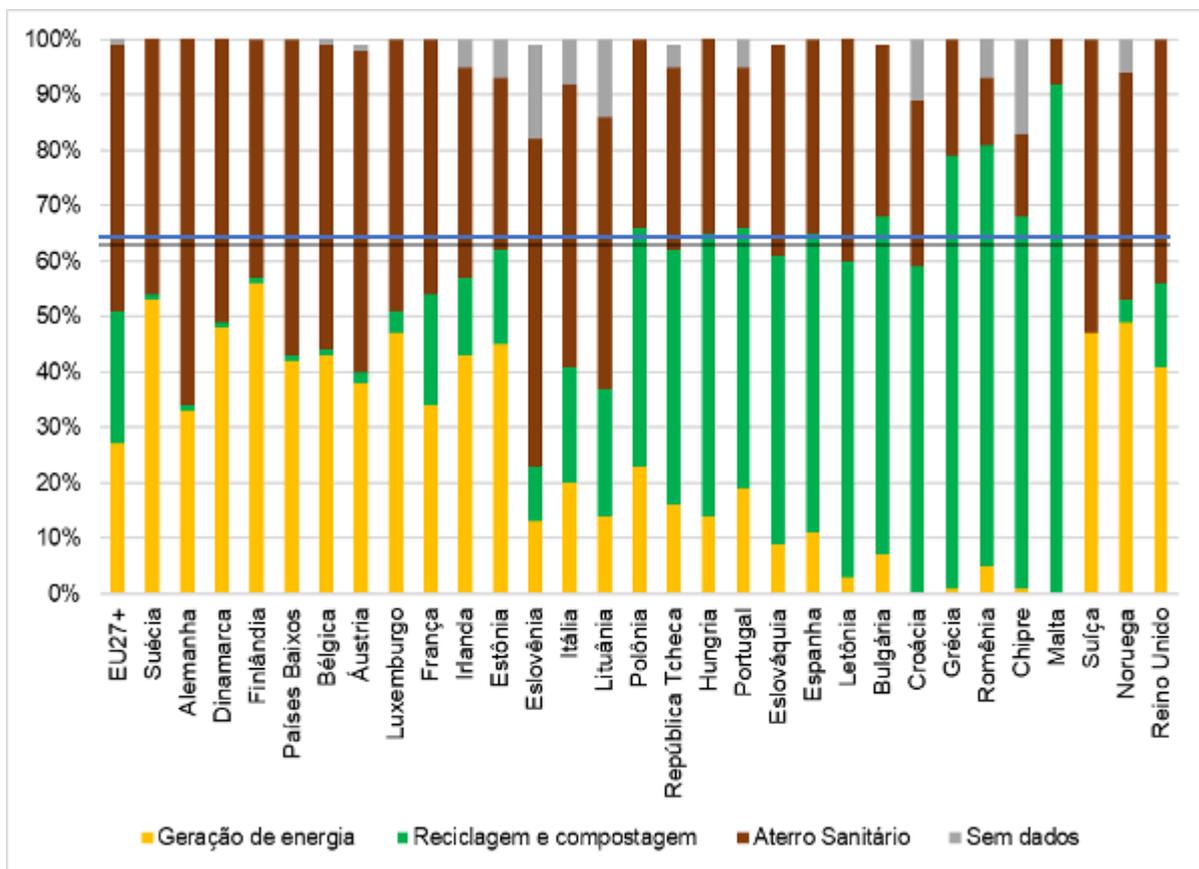


Figura 1: Formas de tratamento e disposição final de RS municipais na União Europeia (2012)
Fonte: CEWEP (adaptado) [5]

Dentre as possíveis alternativas à disposição final, a compostagem se mostra uma solução conveniente, desviando grande massa de resíduos orgânicos encaminhada para aterros sanitários. Ao mesmo tempo, produz-se um composto de qualidade usado para melhoria do solo e da vegetação e valorização dos espaços verdes urbanos [8]. Além disso, a compostagem promove a geração de empregos, sobretudo para a parcela mais pobre da população, revitaliza espaços ociosos da cidade, permite a recuperação energética e a produção de fertilizante e abre campo para medidas voltadas para a educação ambiental da população.

Contudo, sua operacionalização requer cuidados específicos: o produto final deve ser um composto com parâmetros orgânicos e biológicos satisfatórios, dado que, quando de baixa qualidade, causa impressão negativa e impactos. A insuficiência financeira de unidades de compostagem também pode ser onerosa aos



cofres públicos e a não segregação na fonte (idealmente: em casa), mantendo os RS orgânicos em contato com resíduos perigosos, contamina e inviabiliza o processo [10].

No Brasil, a escala das experiências de compostagem da fração orgânica é ainda relativamente pequena [11], mesmo sendo instituídas aos municípios pela Lei 12.305/2010, como destinação ambientalmente adequada, a implantação de sistemas de compostagem e a articulação com agentes econômicos e sociais de formas de utilização do composto produzido [14].

A legislação federal para estas questões é recente, tendo como marcos legais a Lei 12.305/2010 e a resolução 418/2017 do CONAMA. Pouco abrangente quanto aos elementos que compõem a compostagem, ainda é pautada em boa parte na qualidade do composto e na sua adequação aos pré-requisitos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo enquadrado como biofertilizante classe C [13] e apto a ser utilizado na agricultura. Contudo, a realidade mostra que, na maioria dos casos, o composto produzido não consegue ser classificado como tal e, nas poucas experiências com êxito, o composto é produzido em baixa escala e sem qualidade garantida, lastimável num cenário onde estimativas calculam que a fração orgânica de RS domésticos no Brasil corresponda a algo próximo a 50% das quantidades geradas.

Belo Horizonte foi reconhecida em nível nacional há anos [28], destacando-se por suas ações pioneiras, com a implementação do Plano de Gestão ainda na década de 1990, a transformação de seu aterro controlado (aberto em 1975) em aterro sanitário e a operação de uma Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS), em 2007 [17], antes mesmo da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Além destes equipamentos urbanos, através da autarquia (Superintendência de Limpeza Urbana) que administra seus serviços de limpeza urbana, Belo Horizonte registra e gera relatórios anuais com dados de coleta e disposição final dos diversos tipos de RS gerados na cidade. A coleta e a análise destes dados são fundamentais para administração do município pois, no processo de gestão, funcionam como ferramenta de diagnóstico e contribuem para tomadas de decisão condizentes com o que vêm ocorrendo de fato.

OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivos avaliar o processo de compostagem da fração orgânica dos RS orgânicos coletados, tomando por base o uso de indicadores de limpeza urbana de Belo Horizonte (MG).

METODOLOGIA UTILIZADA

Como revisão bibliográfica, foram pesquisadas referências acadêmicas e oficiais, através de endereços eletrônicos. Com os dados obtidos dos relatórios anuais da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU), autarquia municipal responsável pela limpeza urbana da cidade, foram elaborados fluxogramas e gráficos, dos quais foram feitas interpretações. Também foram realizados trabalhos de campo a estabelecimentos e equipamentos urbanos integrados à prática da compostagem em Belo Horizonte.

RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

Belo Horizonte é a quinta cidade mais populosa do Brasil, com pouco mais de 2,7 milhões de habitantes [10]. Sua unidade climática é o Tropical de altitude (Serras do Quadrilátero Ferrífero e Depressão de Belo Horizonte) com diferenças no clima dentro do município ocasionadas pela altitude, presença de vegetação ou circulação dos ventos [1].

A cobertura de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RDO) chega a 96% da população do município, sendo 100% da população da denominada “cidade formal” e 72% de extensão de vias de vilas e favelas [19]. A fração orgânica, como constatado no diagnóstico de gestão do município, representa 49% dos resíduos domiciliares gerados em Belo Horizonte [22]. Os RSO coletados e destinados ao processo de compostagem podem ser subdivididos em dois grupos:

- Resíduos de poda e similares: são definidos pela lei municipal nº 10.534/2012 como poda de manutenção de jardim, pomar ou horta, especialmente os troncos, aparas, galhadas e assemelhados [3]. Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), estes serviços estão sob responsabilidade dos seguintes órgãos:

- Gerências Regionais de Manutenção (GERMA/GERJAVs): responsáveis pelas ações relacionadas à arborização urbana de forma geral, com exceção de casos específicos de responsabilidade dos demais órgãos envolvidos, listados a seguir. Os resíduos gerados pela atividade de poda, realizada pelas GERJAVs, são destinados à Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Maquiné, localizada no município limítrofe de Santa Luzia, onde esse material é triado. Os troncos são triturados para produção de cavaco (biomassa) e os galhos finos, compostos basicamente por folhagem, são armazenados em área aberta. Não há procedimento padronizado de registro e controle nas Regionais, a não ser arquivamento dos *tickets* de pesagem emitidos pela área receptora.
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente/Fundação de Parques Municipais: responsável pelas ações nos parques e praças municipais;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente/Fundação Zoo-Botânica: responsável pelas ações na Fundação Zoo-Botânica/Jardim Zoológico (com unidade de compostagem própria, cujo material é proveniente de podas e das fezes de animais), Jardim Botânico e Parque Ecológico.
- Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG): responsável pelas ações quando há interferência da arborização com a rede elétrica, mas sendo realizados os serviços por empresa terceirizada, assim como a coleta, o transporte e a destinação final dos RS gerados. A destinação final ocorre conforme conveniência da contratada, exigindo-se que esta proceda de maneira regularizada: no caso, a mais comumente verificada é o aterro sanitário da CTR Macaúbas, no município vizinho de Sabará, sem nenhum aproveitamento do material e também sem registro nem divulgação dos dados quantitativos dos volumes gerados e da destinação de poda.

Ao serem analisados os dados de poda coletada e os quantitativos para cada destinação, nota-se que o Programa de Compostagem ainda capta uma pequena parte dos RS oriundos de serviços de poda, como ser evidenciado pelo gráfico abaixo. Em média, cerca de 13,36% dos resíduos de poda (RPO) é efetivamente destinada a compostagem. Um dado que chama atenção é relativo a 2012, quando 52,55% dos resíduos de poda foram encaminhados para a compostagem. São feitas ressalvas para os dados de triagem e disposição/aterro de inertes (TDI) não apresentados nos relatórios de 2013 a 2015, e para o valor excepcional destinado a compostagem em 2012. Ressalta-se também a quantidade irrisória de poda destinada a compostagem em 2019 (448,29 toneladas), correspondendo a apenas 0,94% do total. Os resíduos de poda destinados às Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs), e ali entregues de forma voluntária, nem sequer são citados ou contemplados pelo programa de compostagem e têm por destinação final o aterro.

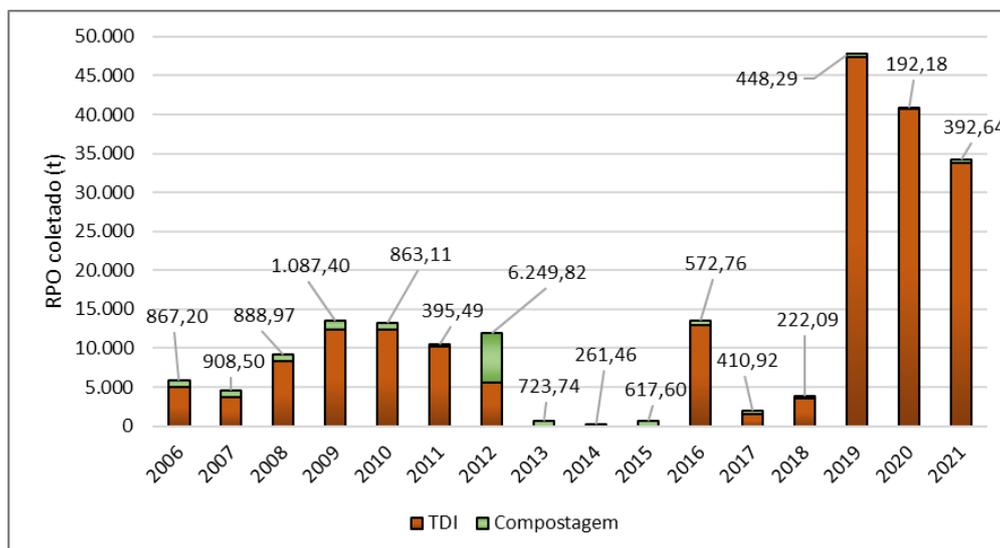


Figura 2: Destinação dada aos resíduos de podas (RPO) em Belo Horizonte (TDI: triagem e disposição/aterro de inertes)

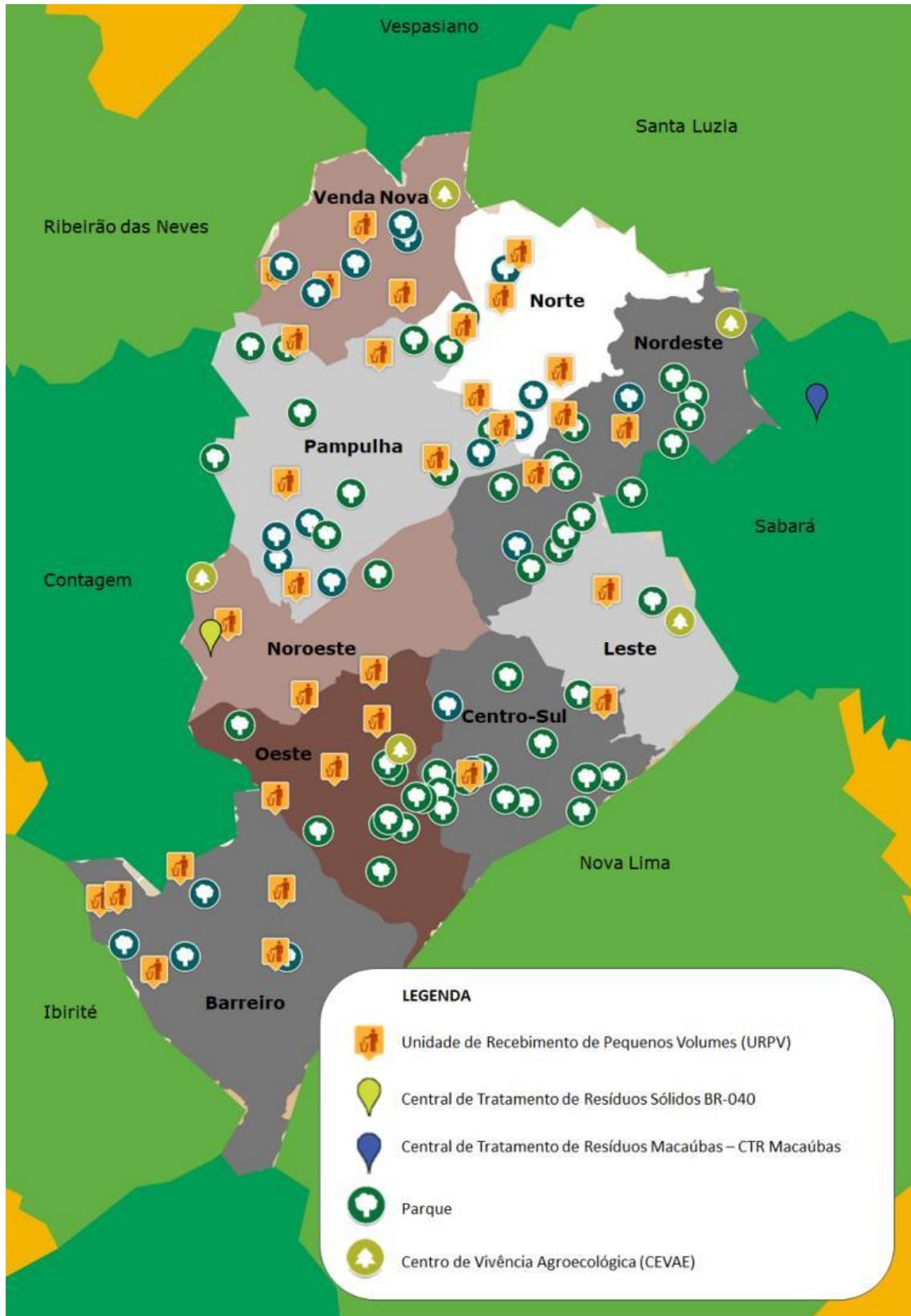


Figura 3: Locais de interesse da gestão de resíduos orgânicos das 9 regionais de Belo Horizonte
 Fonte: Autores, 2023

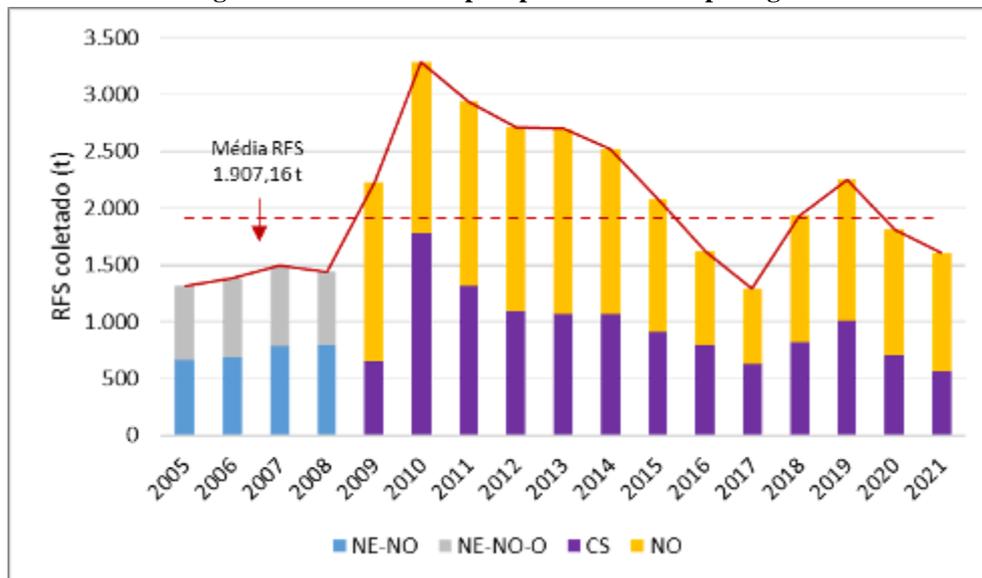
Baseado nos dados disponibilizados pela prefeitura de Belo Horizonte, a Figura 2 apresenta o município e suas 9 regionais com locais de relevância para a gestão de RS orgânicos e em âmbito público, direta ou indiretamente relacionado à poda. Além destes, a cidade possui 790 praças e, conforme dados do IBGE, em 2010, contava com 82,7% de vias arborizadas. O mapa também indica a maior concentração de população nas regiões com tons mais escuros, como Oeste (308.549 hab.), Nordeste (290.353 hab.) Centro-Sul (283.776 hab.) e Barreiro (282.522 hab.).

- RS orgânicos gerados por feiras, sacolões e congêneres: pela mesma legislação, são definidos como restos de matadouros de animais, restos de entrepostos de alimentos, restos de alimentos sujeitos à rápida deterioração aqueles provenientes de feiras públicas permanentes, mercados, supermercados, açougues e estabelecimentos congêneres, alimentos deteriorados ou condenados, ossos, sebos e vísceras [3]. No caso, os RS orgânicos aproveitados pelo processo de compostagem são apenas os resíduos verdes.

Sem qualquer tipo de cobrança, mas com exigências para segregação na fonte e acondicionamento, a SLU realiza a coleta dos RS orgânicos com destinação à compostagem desde 1995, mesmo ano da implementação do Programa de Compostagem da cidade. Historicamente têm sido contemplados 35 estabelecimentos, com rotas pré-definidas e com frequência diária (de segunda a sábado), ou alternada (às terças, quintas e sábados, ou às segundas, quartas e sextas-feiras). O material é armazenado em bombonas de 60 litros e são utilizados 2 caminhões compactadores para coleta, os quais foram adaptados com tanque para armazenamento de chorume [22].

Num cenário onde mais Regionais fossem atendidas e um trabalho fosse realizado junto aos RDO, muitos dos deslocamentos com destino ao aterro sanitário seriam reduzidos, como o próprio mapa ilustra. Ainda que sejam feitas solicitações para integrar a coleta diferenciada, são aceitos apenas estabelecimentos dentro dos itinerários existentes e condicionados à capacidade de absorção da massa de resíduos pelo caminhão coletor [23]. A Figura 4 apresenta o gráfico do histórico em massa de resíduos de feiras e sacolões (RFS). Os dados têm como ano de partida 2005 por ser o ano em que passam a constar nos relatórios de limpeza urbana.

Figura 4: RFS recebido pelo processo de compostagem



Os itinerários são codificados de acordo com as regionais da cidade que abrangem (CS = Centro-Sul, NE = Nordeste, NO = Noroeste e O = Oeste) e a mudança dos mesmos se deve à inclusão, em dezembro de 2009, de um segundo caminhão de coleta: o novo roteiro de coleta passou a recolher os resíduos provenientes de seis sacolões, localizados na área central da cidade [28]. Fica nítido o impacto positivo imediato, com aumento de coleta em 47% de 2009 para 2010. O gráfico apresenta queda progressiva a partir daí, retomando crescimento da quantidade de RFS destinada à compostagem daí em diante. A Figura 4 mostra o comportamento da coleta de RFS ao longo dos meses na série histórica.

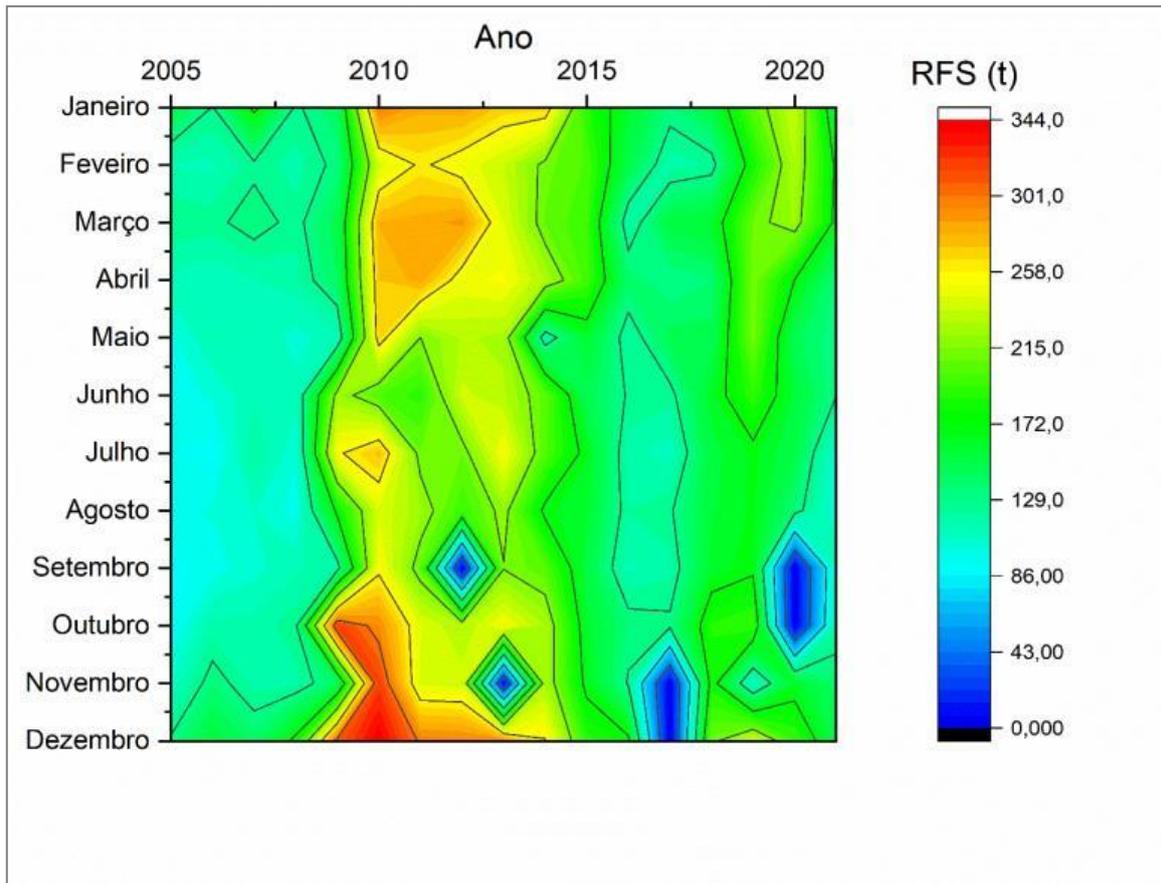


Figura 5: Massa de RFS mensal absorvida pelo processo de compostagem

Pelo gráfico de superfície é possível notar como a quantidade de resíduos aumentou de escala, saindo de valores médios modestos, próximos de 130 t/mês, para um valor médio de 274 t/mês em 2010. Resultados como este mostram a reação do sistema às intervenções feitas e seus benefícios. Entretanto, nota-se uma graduação desmobilização no processo de coleta de RFS para compostagem, com valores inconstantes, retornando a partir de 2016 a médias anuais baixas (com 134 t/mês), valor que seria ainda menor se não fossem os valores excepcionais de fim de ano, como o próprio gráfico confirma. Nota-se que a partir de 2017 o comportamento tende a ser mais constante e o gráfico passa a ter ligeira melhora dos dados, na faixa verde, próxima a faixa amarela, atingindo uma média de 188 t/mês, maior do que a média da série histórica.

Percebe-se que a coleta do RFS pelo programa de compostagem vem ocorrendo historicamente de forma ainda discreta, por sua frota e pelo seu itinerário, restrito a poucas regiões, ainda que sejam as mais populosas e que concentrem a maior parte dos serviços. Belo Horizonte contava em 2019/2020 com 20 sacolões ABC, distribuídos pelas regionais, fora aqueles estabelecimentos sem vínculo com o Estado, e que poderiam ser alvo de uma potencial ampliação da cobertura de coleta.

USINA E PROCESSO DE COMPOSTAGEM

A matéria orgânica provinda destas fontes é coletada e transportada para a Usina de Compostagem de [Resíduos] Orgânicos, localizada na BR-040, sendo parte integrante da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS) e dividindo espaço com outras instalações como a Central de Aproveitamento Energético do Biogás. Na Figura 5 é possível observar a contribuição de cada fonte ao longo do tempo: dois momentos na gestão de RS, principalmente influenciadas pelo aumento expressivo dos RFS coletados, com duas médias distintas, antes e depois de 2010.

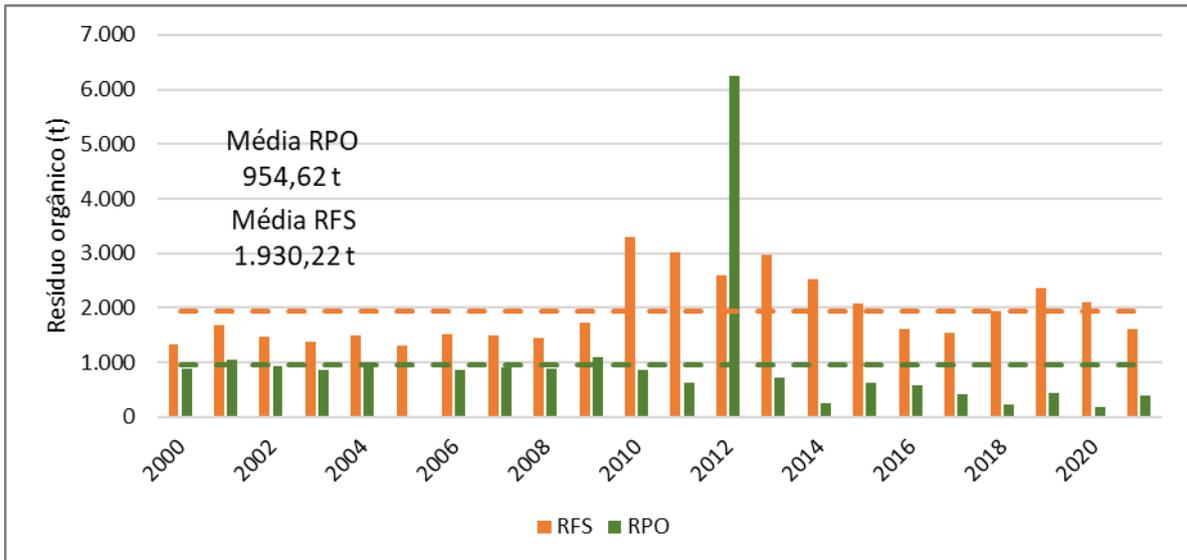


Figura 6: Histórico de RFS e RPO destinados à compostagem em BH

A poda triturada garante boas condições de degradabilidade aos RFS [23] e a união dos dois tipos de resíduos forma a matéria-prima necessária à compostagem (RO). A Figura 7 trata das parcelas percentuais de cada tipo de RS que compõem os RSO coletados para a compostagem.

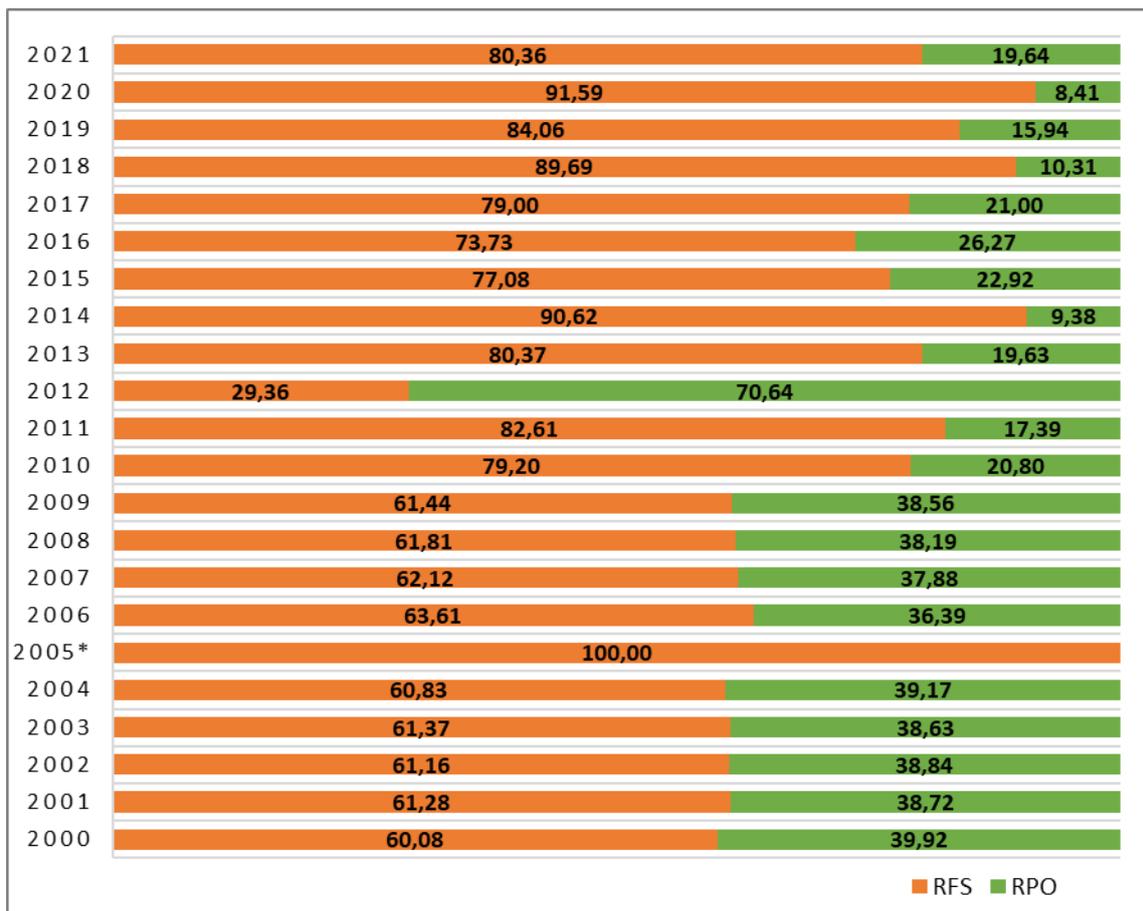


Figura 7: Participação de RFS e RPO no processo de compostagem

Num primeiro momento, anterior a 2012, nota-se uma proporção constante entre RFS e RPO, ainda que os valores absolutos sejam modestos, conforme apresenta a Figura 3. Assim, ainda que a parcela de poda de 2012

distorça a média, nota-se pelo segundo gráfico que os valores ainda são baixos e que não acompanharam o crescimento dos RFS. Ressalte-se o valor dos dados não apresentados para poda em 2005, sendo mostrada apenas a contribuição dos RFS.

A área onde se encontra a Usina de Compostagem de Orgânicos fica onde, por muitos anos, foi o aterro sanitário da cidade, cujas atividades se encerraram em 2007, quando o aterro de RDO passou a ser realizado no município de Sabará, vizinho à capital. A unidade possui um pátio com área pavimentada de aproximadamente 10.000 m², dos quais 1.000 m² são cobertos, e tem capacidade para processar 20 t/dia de resíduos orgânicos [23].

O método utilizado na unidade é o *Windrow* com revolvimento de leiras, e as etapas do processo de compostagem e as atividades desenvolvidas dentro da unidade podem ser esquematizadas pelo fluxograma abaixo: o ciclo completo até obter o composto próprio para ser utilizado dura aproximadamente quatro meses, com reviramentos, ciclos de molhagem, controle de temperatura e coletas periódicas de amostras.

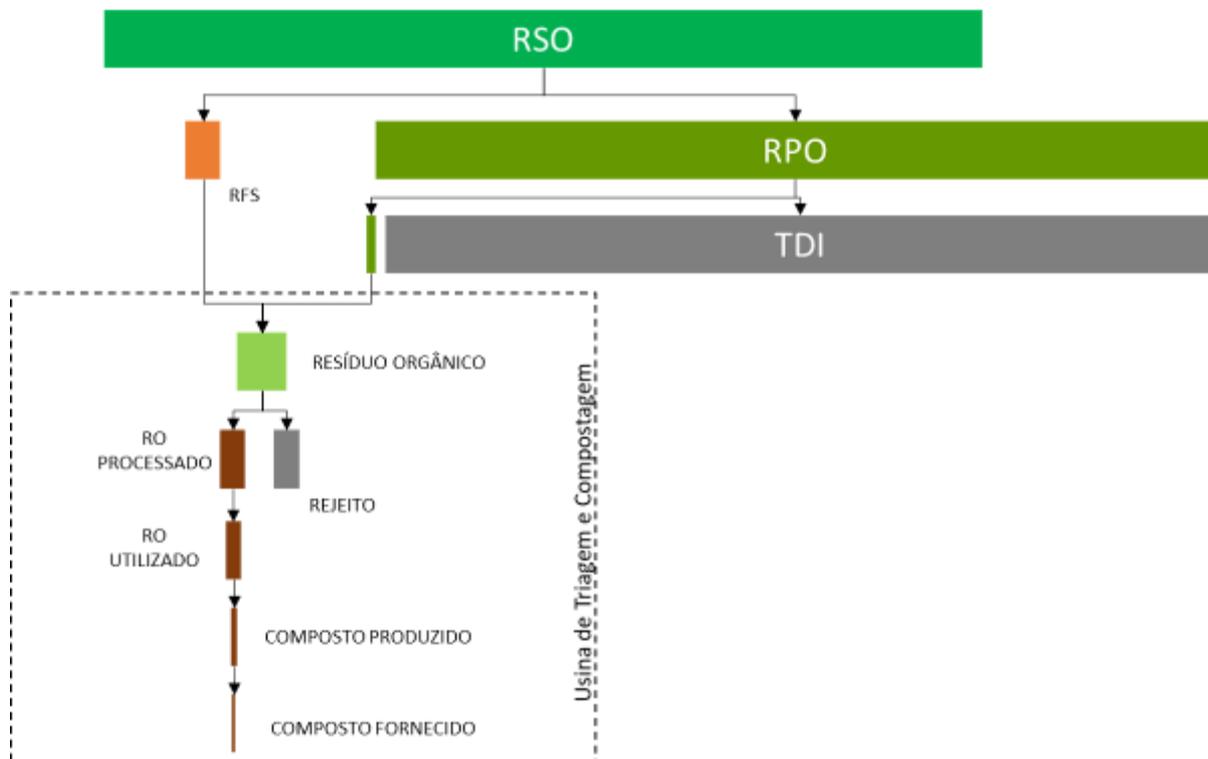


Figura 8: Fluxograma do ciclo de compostagem adotado

A largura dos retângulos do fluxograma foi inserida proporcionalmente à quantidade de resíduo, tomando por base os dados do relatório de 2021. Como já dito, a matéria orgânica utilizada na compostagem se subdivide em resíduos de feiras e sacolões (RFS) e de podas (RPO). Uma parcela dos RFS é descartada por apresentar um nível de putrefação que não propicia sua utilização, tornando-se, portanto, rejeito do processo (em cinza). Em paralelo, uma parcela da poda é destinada à triagem e disposição/aterro de inertes (TDI), enquanto a outra parcela é triturada em um picador de madeira, adquirido em 2012 [23].

A Figura 9 apresenta os dados dos RS orgânicos recebidos e processados por aquela unidade nos últimos anos. Estas duas classificações deveriam ser, em termos práticos, sinônimas, em vista da putrefação rápida da matéria orgânica, sobretudo do RFS. Contudo, observa-se que uma parcela expressiva não é processada, ou seja, não é objeto da compostagem dentro da unidade.

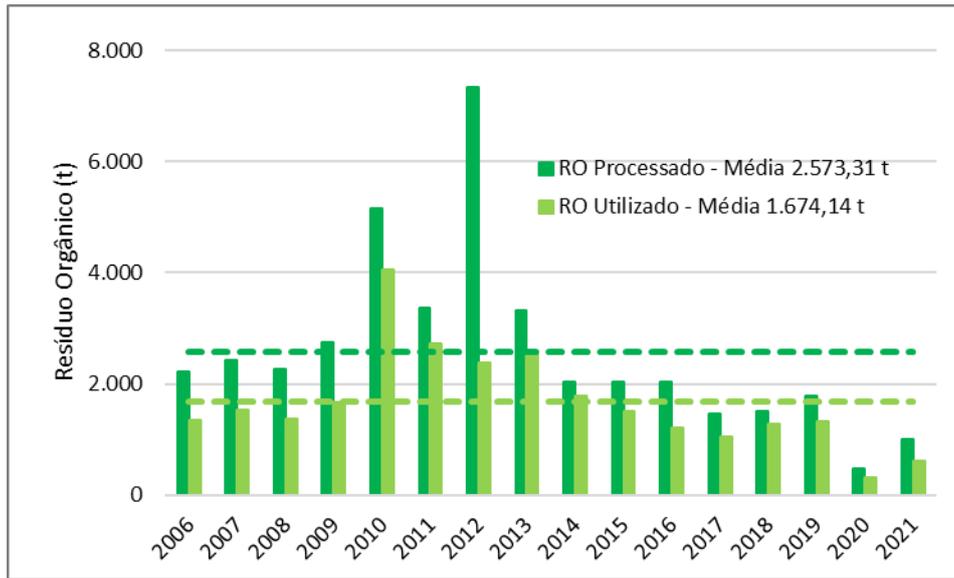


Figura 9: Composto processado e utilizado pela Usina de Compostagem

Destaca-se a massa utilizada em 2010, associada a possíveis medidas tomadas naquele ano (utilização do segundo caminhão compactador), apesar do decréscimo gradativo nos anos subsequentes. Outro ponto relevante é a quantidade de RS orgânicos processados em 2012, cujo valor pode estar associado à aquisição do triturador de poda naquele ano, implicando em maior mobilização e dinamismo das atividades.

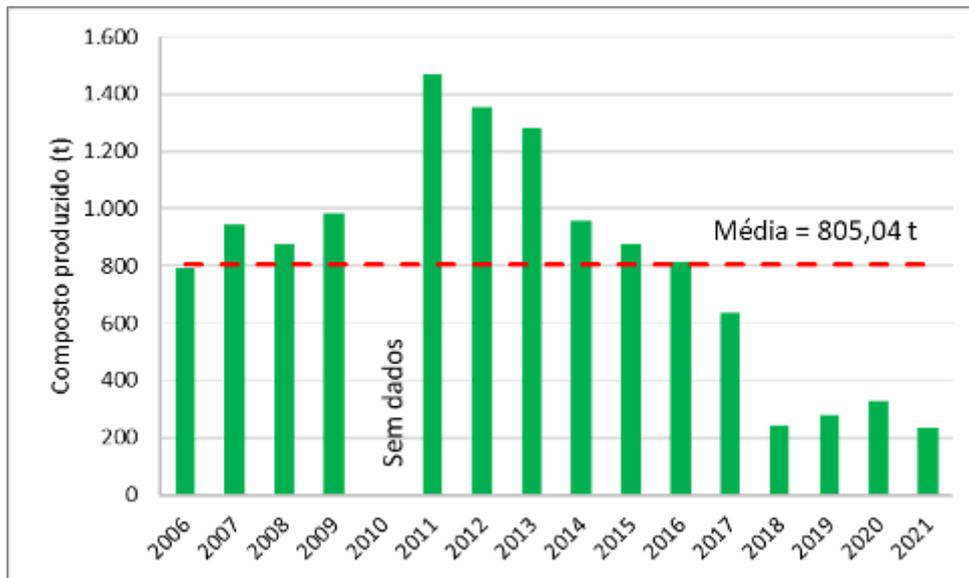


Figura 10: Composto produzido pela Usina de Compostagem

Observa-se que o comportamento ao longo dos últimos anos obedece a uma tendência de decréscimo, similar ao observado no gráfico da Figura 8, denotando uma desmobilização do processo na última década. O composto produzido, por não existir contrato ativo para realização de análises laboratoriais que atestem sua qualidade, tem sido utilizado com restrições [23], algo preocupante visto que são desconhecidas suas propriedades e sua eficiência no cultivo agrícola para consumo humano, ainda mais se tratando de um processo que ocorre em média/larga escala. As análises laboratoriais dos parâmetros de controle investigam a presença de metais pesados, coliformes fecais e outros patógenos, bem como atestam a qualidade do produto final, em conformidade com os padrões estabelecidos pelas normativas do MAPA [22]. Sua utilização, em potencial, também poderia ser a comercialização, de acordo com o preço público definido pelo Decreto Municipal nº 16.217/2016, contribuindo assim para a sustentabilidade financeira da iniciativa.

O composto produzido é fornecido gratuitamente, sem beneficiamento, de acordo com os critérios definidos em Portaria da extinta Secretaria Municipal de Limpeza Urbana – SMLU nº 004/2001, que prevê a liberação em caráter não oneroso para uso na requalificação da área da CTRS/BR-040, escolas da rede municipal de ensino, órgãos e unidades da Administração Pública de Belo Horizonte que desenvolvem projetos de educação ambiental, agroecológico ou paisagístico e para manutenção das áreas verdes da cidade [23]. O gráfico da Figura 11 mostra os números do composto produzido que vêm fornecido.

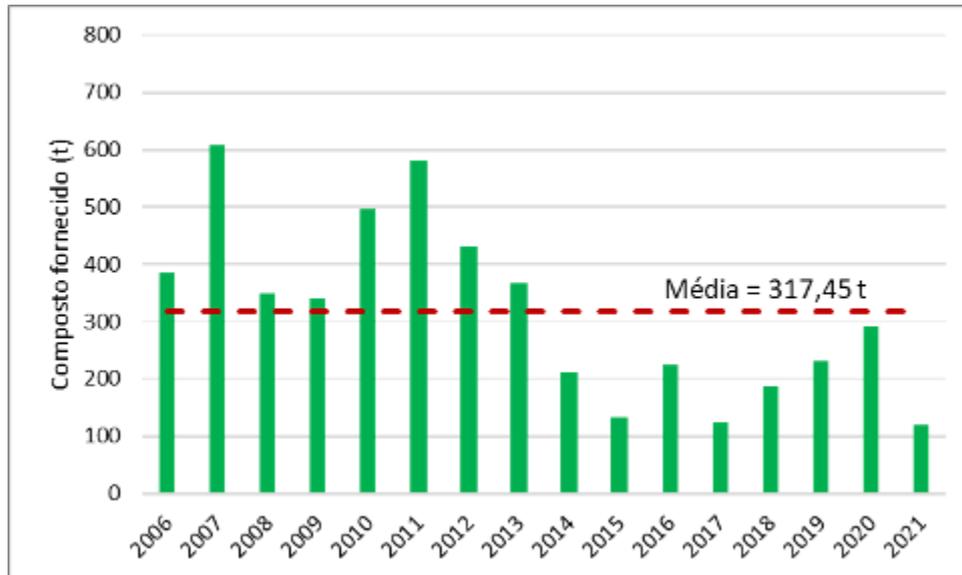


Figura 11: Histórico das quantidades de composto fornecido pelas centrais de compostagem

A expectativa em torno deste gráfico era de apresentar uma tendência de crescimento, ainda que pequeno, ao longo dos anos analisados, vistas as medidas e aquisições em prol da compostagem do município. Entretanto, os dados apontam instabilidade, com oscilação nas quantidades (em massa) de composto produzido na usina, mas com uma linha decrescente de tendência a partir de 2011.

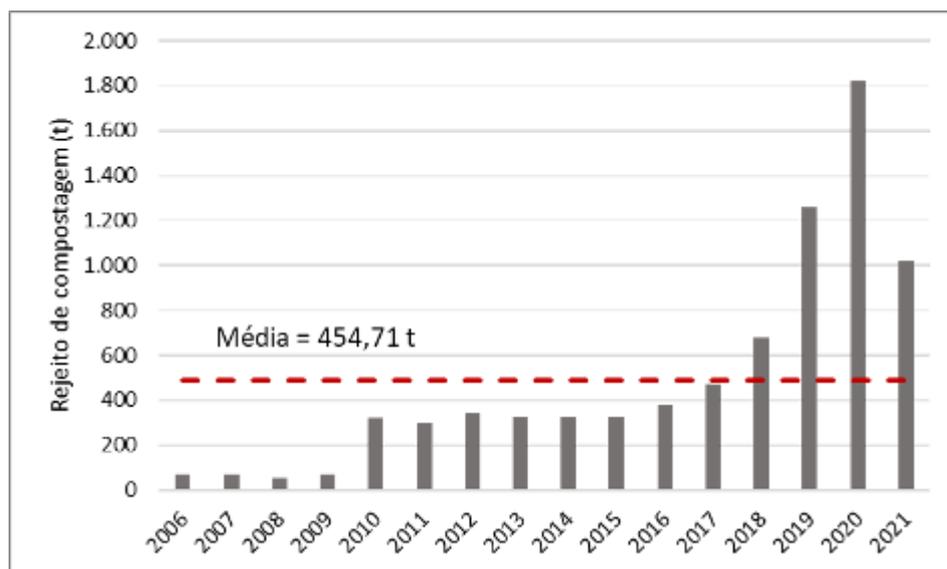


Figura 12: Quantidades de rejeito do processo de compostagem

Além de produzir o composto, o processo de compostagem também tem seus próprios resíduos (rejeitos) cujas quantidades estão no gráfico da Figura 12. Percebe-se um crescimento exponencial, destoando dos demais gráficos anteriores, onde há decréscimo, em massa.

ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS E ESPERADOS

O reconhecimento obtido pela cidade na gestão de RSU vem se erodindo, acompanhando o acanhamento das quantidades compostadas. Os números mais positivos estão estacionados há anos em patamares acanhados e sua a gestão tem sofrido certo esvaziamento em termos de apoio político local, e mesmo no que tange à colaboração da população, indo destarte na contramão das tendências e necessidades mundiais e mesmo nacionais. [28]

Tratando-se dos RS orgânicos de modo geral, ainda que tais iniciativas sejam muito bem-vindas, ainda distam bastante de terem um impacto efetivo sobre a disposição de RSU em aterros sanitários. O gráfico da Figura 12 faz uma comparação entre as quantidades geradas de RSU, a fração orgânica do RSU e o montante destinado a compostagem na série histórica. Ressalta-se que as quebras na série histórica se dão por conta da inconstância de registro destes dados.

Observando em uma maior escala, nota-se que o material destinado a compostagem não teve aumento ao longo dos anos analisados, demonstrando ausência de medidas e de políticas públicas que a tornassem possível. É importante frisar que, dos resíduos domésticos (RDO), 49% equivalem à parcela orgânica, sem distinção da origem (vegetal ou animal). Projetando uma linha de geração de RDO nesse percentual e numa escala logarítmica, esta seria ainda centenas de vezes maior do que o material compostado, enfatizando assim a importância de promover a compostagem em nível residencial e condominial, pois se trata de uma fonte expressiva de matéria orgânica e que tem por destinação final o aterro sanitário.

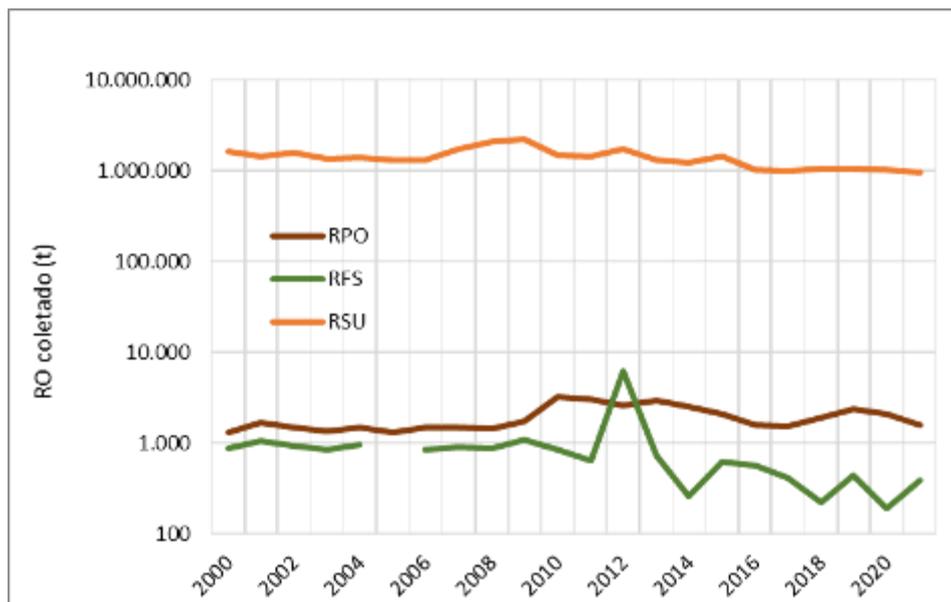


Figura 13: Massas de RDO, RFS E RPO coletados em BH

O gráfico da Figura 13 apresenta inconstância das quantidades dos RS coletados ao longo dos anos (2004-2020), com queda progressiva a partir de 2008 e estabilizando após 2015, próximos a 1,1 milhões de toneladas anuais. Os RS compostados seguem um padrão similar ao da maioria dos gráficos apresentados, com ascensão, queda e ligeiro aumento no último ano, representando então apenas 0,21% de todos os RS coletados.

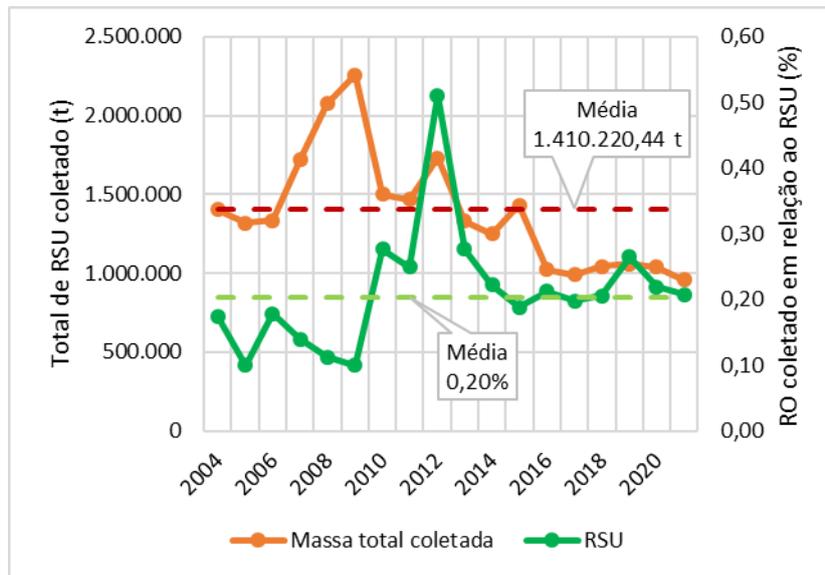


Figura 14: Percentual de resíduos compostados relativamente aos RSU

Tratando do processo de compostagem, desde a chegada dos RS orgânicos até o fornecimento do composto, observa-se que a quantidade de resíduos efetivamente aproveitada vem diminuindo expressivamente ao longo dos anos, devido tanto à redução da quantidade de RS destinados à usina quanto ao crescimento de rejeitos do processo. O gráfico da Figura 14 mostra a queda da quantidade de resíduos realmente aproveitados pela usina.

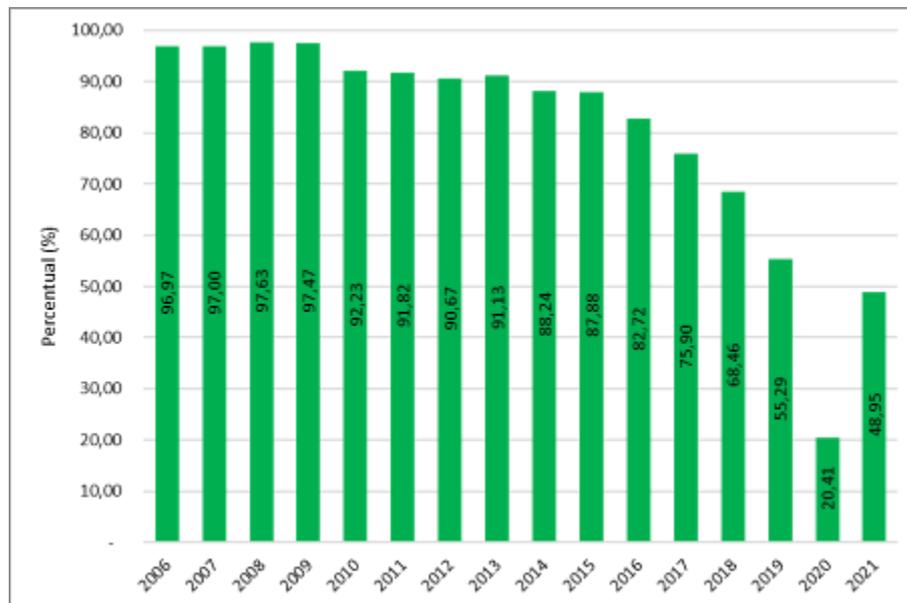


Figura 15: Percentual de aproveitamento do RS coletados em Belo Horizonte

Um comparativo entre a massa de RS recebida pela unidade de compostagem e a parcela de rejeitos leva ao percentual do material que é efetivamente utilizado pela unidade: cada vez mais os RS a serem utilizados no processo vêm se tornando rejeitos, que exigem cuidados para disposição final.

Outra observação dos dados mostra que, apesar da acanhada abrangência da coleta de RS orgânicos que poderia ser destinada à compostagem, a infraestrutura para receber este material é limitada. Em outras palavras, por maior que seja ampliada a captação destes resíduos, as instalações da cidade não seriam capazes de processar todo o material recebido que, por consequência, estaria fadado a ser perdido em boa parte.

O gráfico da Figura 15 mostra a série histórica de destinação de RS orgânicos para a compostagem e a capacidade de processamento mensal (22 dias úteis x 20 t/dia), os números reais distando muito do potencial da usina. Em contrapartida, nos oito primeiros meses de 2012 a quantidade de RS orgânicos encaminhados à usina foi duas vezes maior do que a capacidade nominal. O Plano Municipal de Gestão Integrada de RS (PMGIRS) propõe um estudo prévio de melhoria/ampliação dessa unidade, voltado para expansão do Programa. Tal medida acarretaria aumento de massa coletada e, conseqüentemente, de produção de composto, estimando atingir capacidade de tratamento de 80 t/dia de RS orgânicos até 2036 [22]. Pela óptica do que é coletado, o aumento na capacidade seria mais do que suficiente e até permitiria expandir a coleta e a destinação de RFS e RPO, exigindo inclusive pesquisa de mercado para identificar os potenciais receptores [22].

O gráfico da Figura 17, abordando os quantitativos dentro da questão da compostagem, mostra que a quantidade de RS orgânicos utilizados na compostagem manteve-se a mesma, prova de que apenas considerar a captação/coleta dos resíduos orgânicos é insuficiente quando não se tem capacidade de processá-lo.

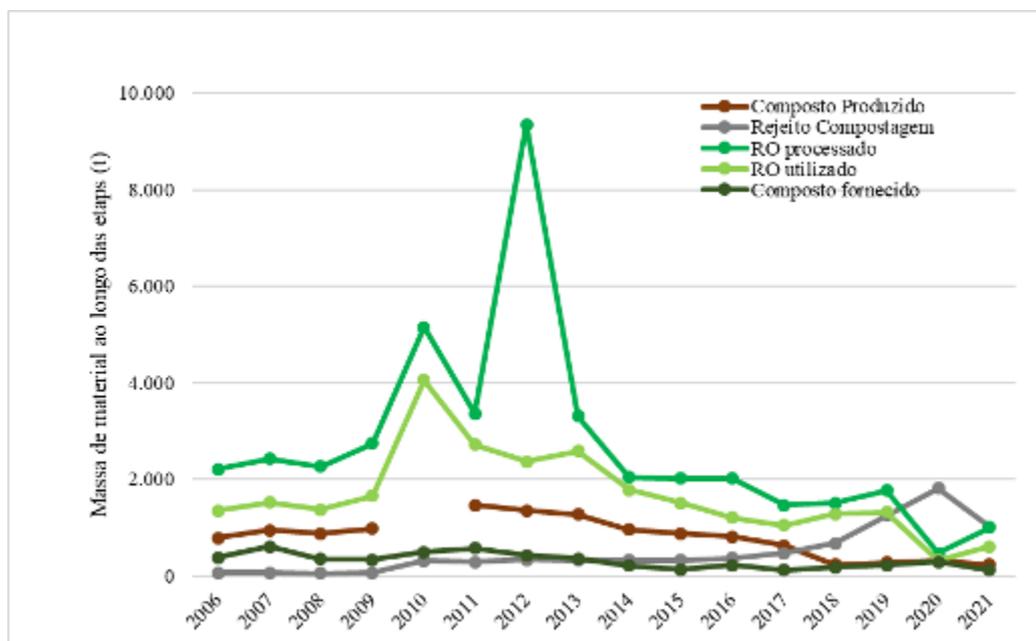


Figura 17: Histórico do quantitativo de material em todas as etapas de compostagem

Deste mesmo gráfico se esperava certa sobreposição das curvas “RO processado”, “RO utilizado” (mostrando proximidade entre si) e “produção composto”, em seqüência ao ordenamento do processo de compostagem e suas perdas. Porém, como evidenciado no gráfico da Figura 11, o aumento da massa de rejeitos (resíduos da compostagem) vem superando a massa de composto produzido. Diante das limitações e da performance abaixo do potencial instalado, um conjunto de propostas e soluções se faz necessário a fim de reestabelecer resultados satisfatórios a compostagem.

MEDIDAS E PROPOSIÇÕES

Tanto o PMGIRS como o Plano Municipal de Saneamento (PMS) de Belo Horizonte fazem comentários e apresentam propostas para a gestão de RS, com menção à inclusão dos RS orgânicos. São listados como pauta a melhoria no manejo, formas de melhorar o reaproveitamento [23] [22], a rastreabilidade dos RS e o aumento da quantidade de RS orgânicos tratados [22], todos com o intuito de que o sistema de compostagem possa captar mais RSO em detrimento do transbordo ou da destinação ao reaproveitamento energético, no caso o RPO. Estas requerem complementação em termos de aumentar a capacidade de receber os RSO nas proporções pretendidas e dar vazão ao composto produzido.

Outras propostas apresentadas, ligadas à educação ambiental, ao combate ao desperdício e à implantação de alternativas de tratamento de RS orgânicos [22], abrem novas possibilidades, com soluções que possam

partilhar responsabilidades com seus geradores. Contudo, estas necessitam de ideias mais detalhadas, explicando como serão materializadas.

A hierarquia na gestão de resíduos, presente na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece como princípio a não-geração de resíduos. Assim, o combate ao desperdício de RS orgânicos deveria ser priorizado: a não-geração de resíduos orgânicos começa com cuidados no manejo, acondicionamento e transporte de alimentos. Um estudo aponta que a razão entre disponibilidade de alimentos e seu requerimento no Brasil é de 0,85, ou seja, a demanda de alimentos, descontados os valores desperdiçados, seria menor do que a oferta nacional [7]. Num cenário sem desperdício e com estimados 26,3 milhões de toneladas de alimentos que se tornam resíduo, seria possível distribuir anualmente a cada brasileiro 131,5 kg de alimento [12]. O desperdício de alimentos, no mundo como um todo, equivale a 1/3 do valor produzido e 54% destas perdas sejam por conta de mal manuseio e transporte [16]. A Central Estadual de Abastecimento (CEASA) decerto tem contribuições importantes para estas questões.

Outra maneira de combater o desperdício de alimentos seria garantir condições para que refeições prontas pudessem ser fornecidas antes que se tornem impróprias ao consumo, e que alimentos de supermercados, feiras e sacolões não se tornassem resíduos. Dados da Associação Mineira de Supermercados (AMIS) apontam o desperdício mensal de 450 toneladas de hortifrutigranjeiros [12].

O próprio PMGIRS já traz uma proposta de desenvolvimento de Projeto de Lei Municipal visando à proibição do descarte de alimentos em condições de consumo, sendo que restaurantes, supermercados, sacolões e estabelecimentos similares deveriam encaminhar suas sobras para programas específicos de banco de alimentos [22] - ainda não existente -, com prazo emergencial estipulado para 2018 (*sic*). Claro que medidas como essa requerem cautela, visto que a legislação federal prevê penalização criminal do doador, caso o alimento venha a intoxicar seu receptor, devendo estar em boas condições de consumo.

Escolas municipais e estaduais também poderiam, em pequena escala, ser alvo de um estudo de viabilidade técnico-econômica para a instalação de sistemas de compostagem ou biodigestão anaeróbica, dado que são servidas refeições nos dias letivos que acabam por gerar resíduos. A compostagem no ambiente escolar possibilita um contato mais próximo com iniciativas ligadas à educação ambiental, ainda nas primeiras idades. Contudo, faz-se necessário verificar a viabilidade de implementação, levando em contas questões tais como custo de implementação, forma de operacionalização, se há área disponível, os impactos ao entorno e a destinação do composto produzido. Pode-se verificar também a disponibilidade que as instituições apresentam de receber hortas, quando não as têm, nas quais os resíduos pudessem ser utilizados no cultivo de alimentos que seriam consumidos pela própria escola em suas refeições diárias.

Em se tratando pela perspectiva domiciliar, de onde a maior parcela de matéria orgânica provém, a promoção da compostagem doméstica e a criação de mecanismos para que ocorra são das soluções mais bem-vistas. A compostagem caseira não pode ser cara nem trabalhosa, para poder abranger a maior parte da população, sobretudo a parcela mais pobre, para não competir com atividades essenciais e para que o residente não desista de dar continuidade. Além disso, faz-se necessária orientação técnica para a execução correta da compostagem, instruções que fazem parte da educação ambiental ainda pouco disponível para a população, de modo geral. Com a crescente difusão do uso da *internet* e com a capacidade de replicação de conteúdo, esta será uma forte ferramenta para a disseminação de ideias como estas, permitindo alcançar um maior número de pessoas.

Dada a concentração demográfica elevada e crescente verticalização de Belo Horizonte, aventa-se a possibilidade de tratamento dos RS orgânicos em nível comunitário. A compostagem em nível dos condomínios residenciais, idealizada desde a fase de projeto ou adaptada às condições pré-existentes, é uma ótima alternativa, proposta inclusive presente no PMGIRS. Contudo, itens tais como condução e manutenção do processo, disponibilidade de espaço para a realização da compostagem e destinação do composto produzido devem ser levados em consideração.

Tratar os resíduos *in loco* possibilita reduzir gastos com transbordo e transporte, como também aumenta as chances do mesmo não se torne rejeito, visto que elimina as chances de putrefação durante o período em que é coletado e transportado para o local onde será compostado. Além disso, composto produzido pode aumentar a

fertilidade aos terrenos que compõem as diversas iniciativas de agricultura urbana, no plantio de árvores, flores ou alimentos [6], seja para o próprio consumo ou para um mercado local.

Em paralelo, a coleta seletiva de RS - ainda incipiente, necessita expansão -, é restrita apenas a algumas localidades da cidade, como aponta o mapa abaixo. A segregação dos RS na fonte geradora é fundamental para que não haja contaminação mútua, com formação de rejeito e inviabilizando tanto a compostagem como a reciclagem. Além disso, os RSO apresentam pH ácido, o que contribui para a corrosão das caçambas de caminhões de coleta, aumentando custos de manutenção [26].

Modelo descentralizado: um modelo de gestão de RSO centralizado pode ser ineficiente. Encaminhar os resíduos coletados a uma única unidade implica restrições de processamento, área disponível nas proporções necessárias e custos no transporte, seja pelo aumento da frota ou pelo número de viagens realizadas. A inviabilização do processo acaba levando à forma mais conveniente e legalmente aceitável, que é o aterro.

A descentralização do tratamento do RSO em diversas localidades e escalas (domiciliar, comunitária e central) se mostra mais eficiente e abrangente, alinhada com a premissa de gestão compartilhada, presente na PNRS, com a atribuição de responsabilidades aos geradores. Sistemas descentralizados diminuem os custos com transporte e mão de obra ociosa, geram trabalho e renda localmente, propiciam a compostagem por terem um destino local ao composto produzido, aumentam o controle social e ambiental por estarem próximos dos geradores dos RS, têm menor custo de implantação das plantas de tratamento, têm menores custos de manutenção das plantas de tratamento e são mais flexíveis para mudanças que os sistemas centralizados [26], além se adequarem às demandas locais.

Contudo, este modelo não prescinde de outros esforços massivos e de investimentos ligados à educação ambiental, capacitação, e acesso a itens necessários para o processo de compostagem. Caso contrário, acarretarão em descrédito e resistência em dar prosseguimento.

Belo Horizonte dispõe de alguns espaços potencialmente alinhados com estas ideias, ainda que sua operação e atividades não venham operando como proposto, a exemplo dos Centros de Vivência Agroecológica (CEVAEs), com cinco sedes no município. Estes consistem em espaços público-comunitários que foram criados com o objetivo de difundir práticas ecologicamente adequadas de segurança alimentar, saúde, educação ambiental e agricultura urbana, entre a população carente da cidade [20]. Áreas degradadas e espaços ociosos da cidade, com localização estratégica, também poderiam ganhar nova função na implementação de pequenas plantas de compostagem.

Um aspecto a ser relevado é a amigabilidade dos espaços onde as atividades seriam desenvolvidas, transparecendo um ambiente saudável. Devem ser minimizados os potenciais impactos, eliminando maus odores, a presença de animais e vetores de doenças, bem como o tratamento e destinação adequados dos RS gerados nas unidades. Tornar o ambiente convidativo, além de evitar a repulsa por parte da comunidade circunvizinha, propicia o voluntariado. Pessoas engajadas e com conhecimento sobre o processo de compostagem reduzem custos com mão-de-obra e fortalecem a educação ambiental.

Todas estas iniciativas, operando em diversas frentes simultaneamente, aliviam a demanda por uma única usina tida como centro, sendo destinados a esta apenas os RS orgânicos cujo tratamento seja inviabilizado pelas demais, como ocorre para os RPO. A ideia seria contemplar a maior parte dos RSO gerados na cidade, aumentando a massa de RFS, de RPO e a parcela orgânica de RDO destinada, e garantir capacidade ao município para tal.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A posse de indicadores confiáveis serve como valiosa ferramenta para o controle do processo de gestão, avaliação e tomadas de decisão, ainda pouco observado nos municípios brasileiros. Por esta razão, a elaboração de relatórios de limpeza urbana, tais como foram os utilizados neste trabalho, é de extrema importância na elaboração de um diagnóstico da situação de RS, incluindo os orgânicos. Contudo, a descontinuidade, a ausência, a inconsistência e a incoerência de alguns dados apresentados dificultam a formulação de algumas análises, fato que pode ser evidenciado na variação dos anos estudado nos gráficos.

A análise aponta para uma desmobilização do processo de compostagem, com queda na quantidade de composto produzido e aumento da massa de rejeitos do processo. Observam-se progressos pontuais na captação de RSO, desacompanhados de crescimento na capacidade processamento. Fica evidente que a execução do processo de compostagem deve ser revista.

O PMGIRS reconhece que problemas operacionais enfrentados, ligados à manutenção dos equipamentos e à coleta que é realizada, foram agravantes para números modestos diante do potencial instalado. Declara que a experiência obtida pela SLU, em tantos anos atuando na compostagem dos RS orgânicos, deve ser considerada como diferencial e deve ser empregada para a melhoria e ampliação do processo, visando a atender o grande potencial apresentado pelo município, oriundo de estabelecimentos tanto comerciais como residenciais [22].

Faz-se necessário um estudo de viabilidade técnico-econômica do modo descentralizado de compostagem, com ações multilaterais que simultaneamente contemplem maior massa e diversidade de RS orgânicos, como também estejam dentro da capacidade de processamento. Também é fundamental a formulação de propostas com maior detalhamento. Mesmo se tratando de uma forma relativamente simples e barata de tratar a fração biodegradável dos RS [8], a compostagem ainda sofre graves problemas relacionados ao *lobby* dos aterros, que negligencia soluções alternativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSIS, W. Os climas naturais do município de Belo Horizonte – MG. ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012. pp.115-
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2017. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
3. BELO HORIZONTE. Lei nº 10.534, de 10 de setembro de 2012. Dispõe sobre a limpeza urbana, seus serviços e o manejo de resíduos sólidos urbanos no município, e dá outras providências. Câmara Municipal de Belo Horizonte, 2007. DI BERNARDO, L. Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade. 1993/1995.
4. COLVERO, D. et alli. Economic analysis of a shared municipal solid waste management facility in a metropolitan region. Waste Management & Research. Volume 102, 1 fevereiro de 2020, p. 823-837.C
5. CONFEDERATION OF EUROPEAN WASTE-TO-ENERGY PLANTS (CEWEP). Municipal Waste Treatment in 2019 - EU 27 + Switzerland, Norway and the UK. Bélgica, 2021. Disponível em <https://www.cewep.eu/municipal-waste-treatment-2019/>. Acesso em 26 de agosto de 2021 às 22:05
6. COUTINHO, M. N.; COSTA, H. S. M. Agricultura urbana: prática espontânea, política pública e transformação de saberes rurais na cidade. Revista Geografias, v. 7, n. 2, p. 81-97, 2012.C
7. FAO, OPS, WFP y UNICEF. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en America Latina y el Caribe 2018. Santiago, 2018C
8. FREITAS, L., BARROS, R. Comparação entre sistemas de compostagem de cidades do mundo e de Belo Horizonte (MG). Gestão e valorização de resíduos orgânicos biodegradáveis – Volume 1. Editora Casa Leiria. 9-37p. São Leopoldo, 2017. C
9. GOMES, L., LOBATO, C. Compostagem para tratamento da parcela facilmente degradável dos resíduos sólidos domésticos rejeitada nos processos de triagem de inertes. Gestão e valorização de resíduos orgânicos biodegradáveis – Volume 1. Editora Casa Leiria. 73-89p. São Leopoldo, 2017.C
10. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2019. Brasil, 2019C
11. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília, 2012C
12. JORNAL ESTADO DE MINAS. Supermercados de Minas descartam 450 mil quilos de alimentos todos os meses. Disponível em https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2015/08/24/internas_economia,681236/supermercados-de-minas-descartam-450-mil-quilos-de-alimentos-todos-os.shtml. Acesso em 04 de junho de 2020 às 09:29C
13. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA/MAPA Normativa 25/2009. Brasil, 2009
14. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gestão de Resíduos Orgânicos. Disponível em <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/10615.html#o-que-sao-residuos-organicos>. Acesso dia 24 de abril de 2020 às 10:44

15. NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivo 2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods2/>. Acesso em 06 de junho de 2020 às 09:40
16. PEIXOTO, M. & PINTO, H. S. Desperdício de Alimentos: questões socioambientais, econômicas e regulatórias. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/ Senado, fevereiro/2016 (Boletim Legislativo nº 41, de 2016).
17. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Central de tratamento de resíduos sólidos. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores>. Acesso dia 24 de abril de 2020, às 11:05
18. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Estatísticas e Indicadores. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores>. Acesso dia 24 de abril de 2020, às 11:03
19. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Números da Limpeza Urbana. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/numeros-limpeza-urbana>. Acesso dia 24 de abril de 2020, às 10:36
20. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Parques Municipais. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/estrutura-de-governo/parques>. Acesso dia 24 de abril de 2020 às 10:39
21. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (cartilha). Belo Horizonte, março de 2017.
22. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH). Belo Horizonte, 2017
23. PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Plano de Saneamento Básico de Belo Horizonte 2016-2019. Volume I/II – Texto. Belo Horizonte, novembro de 2016.
24. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). 17º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília, dezembro de 2019
25. SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA (SLU-PBH). Relatórios anuais de atividades de limpeza urbana (2001- 2021). Belo Horizonte, 2019.
26. TASSINARI, D. Análise dos resíduos sólidos urbanos no município de Igarapé (MG): Subsídios para a Gestão de Resíduos Sólidos Orgânicos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental, Mestrado Profissional da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental. Ouro Preto, 2020