

III-263 - ANÁLISE DA COMPOSTAGEM EM BELO HORIZONTE (MG): PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS E DE CONTROLE DO PROCESSO

Raphael Tobias de Vasconcelos Barros⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela UFMG. Doutor pelo *Institut National des Sciences Appliquées* (INSA) de Lyon (França). Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG)

Ronaldo Marcucci Barbosa da Silveira

Biólogo pela UFMG. Técnico de Nível Superior da Superintendência de Limpeza Urbana da Prefeitura de Belo Horizonte (SLU/PBH)

Laryssa Freitas

acadêmica de Engenharia Civil - UFMG

João Mata Machado

acadêmico de Engenharia Civil - UFMG

Endereço⁽¹⁾: Escola de Engenharia EE/UFMG – Av. Antônio Carlos, 6627 - *campus* Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais - CEP: 31270-901 - Brasil - E-mail: raphael@desa.ufmg.br

RESUMO

Entre os diversos resíduos sólidos gerados em quantidades crescentes, destacam-se os orgânicos, cuja importância não parece ter sido devidamente reconhecida pelas administrações urbanas no Brasil. No caso de Belo Horizonte, a cidade mostra várias tentativas, de modo geral descontínuas, de lidar com esta problemática com iniciativas relevantes. Este estudo resgata um pouco da história relativa aos resíduos orgânicos, registrando atitudes meritórias que precisariam ser consolidadas como políticas mais definitivas. Foram consultadas fontes oficiais (relatórios, planilhas) da cidade e feitas discussões, a partir de alguns gráficos que tentam facilitar o entendimento. Nota-se o caráter episódico, nem por isto com menos mérito, de se tentar reaproveitar a fração orgânica, que ainda conta com falta de apoio político e com descaso por parte da população. Os resultados dos monitoramentos irregulares da qualidade do composto (através de alguns parâmetros) mostram um material que reúne boas condições para usos que não sejam muito exigentes. A história da gestão de resíduos sólidos orgânicos de Belo Horizonte tem elementos que ajudam a comunidade a estabelecer e a cumprir os planos que lhe são necessários, em observância à lei nacional de resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduos sólidos orgânicos, compostagem, controle de processo.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos (RS), embora tenha que obedecer a princípios universais se pretende ser ambiental (e sustentável e integrada), deve ser feita “à la carte”: cada comunidade, em função de características históricas e culturais (e geográficas) particulares, e que variam no tempo, definirá o que lhe convém num horizonte de médio e longo prazo. Com as experiências de outras sociedades e com o próprio aprendizado derivado do monitoramento de suas iniciativas, as cidades podem equacionar suas questões, a serem ajustadas na prática.

Apesar da lei nacional de 2010 de RS, não se notou desde então um avanço significativo em termos nacionais na questão dos resíduos sólidos, mesmo tendo sido observadas melhorias isoladas e, constata-se, algum movimento – lento – no sentido de melhorias (a guisa de exemplo, cita-se o caso dos acordos setoriais). A obrigação dos estados e municípios terem seus planos de gerenciamento (o que acaba sendo mais restrito que a gestão) não tem sido respeitada quanto aos prazos, mas a real qualidade destes documentos e os resultados concretos de sua implementação não serão conhecidos rapidamente. Decerto haverá muitas dificuldades nos próximos anos.

No ano em que completa 120 anos de existência, Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, é o 6º município mais populoso do país, com 2,49 milhões de habitantes (IBGE, 2014). A capital coleta diariamente

quase 4.000 toneladas de resíduos sólidos (parte desta produção não é coletada, pelo menos não formalmente), dos quais 2.419 t (aproximadamente 61%) são de RS orgânicos, portanto compostáveis. Não se observa, em particular, um grande mérito da cidade na sua gestão de RS, embora seja considerada referência nacional: têm havido iniciativas que estacionaram em patamares baixos, comparativamente aos recursos de que a cidade dispõe. Exigências legais deverão provocar um salto qualitativo e quantitativo nesta gestão, já que outras motivações não foram bem-sucedidas.

OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é analisar, através dos passos metodológicos do processo de sua implantação e do monitoramento, as tentativas de utilização da compostagem em Belo Horizonte.

METODOLOGIA

Foram consultados documentos existentes na Superintendência de Limpeza Urbana, autarquia da Prefeitura de Belo Horizonte responsável pelos serviços, relativos à compostagem. Além de relatórios anuais, editados sistematicamente desde 2000, outros documentos mais antigos, históricos e registros de terceiros, também foram utilizados, resgatando o processo. Algumas entrevistas informais com profissionais, na ativa e já aposentados, completam o levantamento de dados. É feita uma compilação dos dados, com tabelas e gráficos de algumas séries históricas, e desenvolvida uma análise sob uma perspectiva ambiental. É feito um histórico da gestão de RS em BH, concentrando na questão dos RS orgânicos. O estudo se vale também de registros fotográficos, alguns dos quais vão aqui à guisa de exemplos.

RESULTADOS e ANÁLISE

Fundada sob forte contexto higienista do final do século XIX, a preocupação com a limpeza e o saneamento foi constante nas determinações dos primeiros administradores da capital. Já no decreto nº 826/1894, que cria a Comissão construtora da capital, a higiene e a salubridade são incluídas como requisitos fundamentais para a escolha do local a ser instalada a nova capital mineira (Belo Horizonte, 2000).

A relação da cidade com os resíduos orgânicos inicia-se com o estabelecimento de um convênio, em 1929, entre a Prefeitura da capital e a Secretaria de Agricultura do Estado para a construção de uma estrutura com 100 células (ver Fig. 1) para a fermentação do lixo orgânico em um processo conhecido por Sistema Beccari⁽¹⁾. As 100 unidades de tratamento biológico dos resíduos via fermentação da massa orgânica foram instaladas em conjuntos de 30, 50 e 20 celas nas então denominadas, respectivamente, Fazendas Gameleiras, do Horto e da Baleia, ao longo dos anos 1930 e 1931.

¹ Sistema Beccari: processo biológico misto de tratamento de resíduos sólidos orgânicos, desenvolvido em 1922 pelo italiano Giovanni Beccari, em Florença (Itália). Preconizava o confinamento da matéria em celas ou células fechadas, dentro das quais ocorreria primeiramente um período de decomposição por microrganismos anaeróbicos. Num segundo momento, seria introduzido um fluxo contínuo de ar e o processo se tornava majoritariamente aeróbico seguindo assim até seu termo, o que dependia ainda de fatores como umidade, temperatura, pH, teor matéria orgânica e da relação carbono:nitrogênio (C:N) presente na massa sob tratamento (Lima, 1990).



Figura 1 – Sistema Beccari na década de 1930 em Belo Horizonte
(Fonte: Belo Horizonte, 2000)

O período de operação do sistema e os resultados do processo, ao longo das décadas de 1930 até a primeira metade dos anos 1950, é conhecido apenas por meio dos poucos registros relacionados à rotina dos serviços. O último governo municipal que investiu no processo de tratamento Beccari, mandato 1955-1958, construiu 85 celas numa área denominada Várzea do Felicíssimo (Belo Horizonte, 2000). A partir do início da década de 1960, percebe-se a desarticulação da proposta de tratamento diferenciado dos resíduos orgânicos por meio do sistema Beccari e o fortalecimento da prática da disposição inadequada dos resíduos em um local que ficou conhecido como *Boca do lixo*.

O que se tem de registros sobre a execução da compostagem na cidade é uma sequência desuniforme de dados, com interrupções sem razões conhecidas, muita vez sem maiores explicações metodológicas, sem análises anotadas que permitam conhecer mais a fundo a situação de então. Neste trabalho, serão usadas algumas destas partes, tentando acompanhar e entender a história como se fosse um mosaico onde faltam peças embora se consiga perceber o todo.

Tabela 1 – Resumo de parte dos serviços de limpeza executados de 1961 a 1964 em Belo Horizonte

ESPECIFICAÇÃO	MOVIMENTO EM			
	1961	1962	1963	1964
I - COLETA				
1 - DOMICILIAR				
a - Viagens dadas - nº	13.797	13.442	12.754	18.131
b - Volume - m ³	134.650	137.166	127.876	185.580
2 - PÚBLICA				
a - Viagens dadas - nº	9.459	12.412	19.166	205.095
b - Volume - m ³	48.800	46.560	67.792	612.608
II - DISTRIBUIÇÃO POR CELAS E DEPÓSITOS (m³)				
1 - Baleia	2.299	1.820	3.890	0
2 - Cercadinho (Gameleira)	232	0	0	0
3 - Horto Municipal	12.769	0	0	0
4 - Jardim Zoológico	0	0	0	0
5 - Várzea do Felicíssimo	96.897	107.452	74.466	0
6 - Outros	21.666	27.894	0	0
Total	133.863	137.166	78.356	0

Fonte: Belo Horizonte, 2000

A Tabela 1 apresenta os serviços de coleta e disposição de resíduos da primeira metade dos anos 60. O volume da coleta domiciliar, que era totalmente encaminhado para o sistema Beccari até 1962, é reduzido para 61% em 1963 e interrompido no ano seguinte.



Fig. 2 – vistas gerais do pátio de compostagem na área do aterro da BR-040, em Belo Horizonte.

Tragédias sucessivas em temporadas de chuva no começo dos anos 70, com mortes pelo escorregamento do material ali depositado, forçaram a adoção de medidas mais seguras num local adequado (idealmente, aterro, que funcionou até 2009) que recebessem de modo sanitário os resíduos sólidos da cidade. Em 1973, em virtude da situação caótica que se estabeleceu na *Boca do lixo*, cria-se, por meio da Lei Municipal 2.220, uma autarquia (SLU – Superintendência de Limpeza Urbana) para gerir a limpeza urbana da capital e adquirem-se dois terrenos de cerca de 100 ha cada para a destinação adequada dos resíduos. Respectivamente em fevereiro e em junho de 1975, instala-se, em um deles, um aterro controlado e uma usina para reciclagem de lixo pelo sistema DANO com capacidade para beneficiar 150 t/dia. Iniciava-se uma nova etapa na história do tratamento de resíduos orgânicos a partir de processos biológicos em Belo Horizonte.

A Figura 2 mostra aspectos do pátio de compostagem que vem sendo utilizado há anos pela cidade, na área onde funcionou durante mais de 30 anos o bota-fora da cidade, que foi sendo melhorado e se encerrou em 2009 como aterro sanitário. O pátio a céu aberto é asfaltado, tem declividades pequenas para evitar empocamento e para conduzir o chorume para um sistema de tratamento. O reviramento é feito com pá-carregadeira. Observar placas de controle em cada leira e pilha.

A produção de composto orgânico via processo industrial se deu durante duas décadas e o produto foi colocado à disposição dos hortifrutigranjeiros e da população em geral da região metropolitana de Belo Horizonte. Em julho de 1992, ao completar 17 anos de funcionamento a usina de beneficiamento da BR040 havia processado 516.718 t de RS e produzido 170.520 t de composto orgânico (Belo Horizonte, 2000). Nessa época, a autarquia afirmava que a usina processava 19% dos resíduos gerados pela capital e aguardava a liberação de financiamento do Banco Mundial para reformas que ampliariam a capacidade de beneficiamento de resíduos pela mesma para 750 t/dia.

Entretanto, o mesmo documento que fornecia esses dados revelava (ver Tabela 2) uma queda na produção dos resíduos beneficiados pela usina DANO. Verifica-se que do quadriênio apresentado, no período analisado do ano de 1992, a produção média foi de 44,4 t/dia, 29,6% da capacidade total diária da usina.

Tabela 2 – Evolução da produção de lixo usinado 1989/1992

MESES / ANO	PRODUÇÃO (t)
janeiro / Agosto - 1989	12.499,06
janeiro / Agosto - 1990	7.376,05
janeiro / Agosto - 1991	9.764,71
janeiro / Agosto - 1992	7.813,72

Fonte: SLU/PBH

Em julho de 1995, depois de mais um período de redução do volume de resíduos beneficiados e conseqüentemente, de composto produzido e de materiais recicláveis triados, e devido ao elevado custo com manutenções em seus componentes eletro-mecânicos, a usina foi paralisada de forma definitiva. O gráfico da Figura 3 apresenta os valores de resíduos processados (usinados) e de composto orgânico produzido pela Usina durante o período de seu funcionamento, de 1975 a 1995. Como segue acontecendo, sem uma coleta seletiva de qualidade, os materiais que chegam às unidades de tratamento, muito misturados (alguns nem deveriam ser coletados nesta oportunidade) não se prestam a produzir um composto cuja qualidade seja adequada a usos mais nobres. A possibilidade de contaminação por metais pesados e outras substâncias químicas, tais como venenos que são postos entre os resíduos domésticos e comerciais, como também por contaminação bacteriológica, é altíssima e precisa ser monitorada. Além de ter mau cheiro, se não estiver bem estabilizado vai causar mais problemas às plantas (à vegetação em geral) que ajudar.

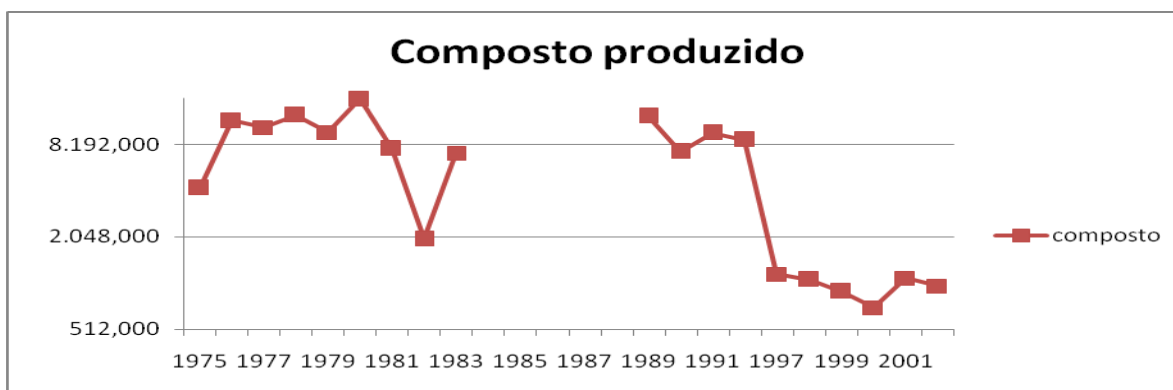


Fig. 3 – Quantidades de composto produzidas entre 1975 e 2001 em Belo Horizonte (fonte: SLU)

Esse cenário começa a mudar e desenvolve-se ao longo do quadriênio 1993/96 a partir da adoção de uma série de procedimentos oriundos de um ambiente acadêmico desperto para a questão dos RS, particularmente a fração orgânica destes. No entanto, conforme se observa na Figura 2, a produção nestes anos diminuiu acentuadamente. No final deste período, resolveu-se então terminar com o funcionamento do digestor (ou bioestabilizador), manifestamente inadequado para as características dos RS a ele encaminhados: além do uso indevido do equipamento, produzia-se um composto de má qualidade que acabou gerando críticas por parte da população.

Do ponto de vista do registro histórico do processo de manejo dos resíduos orgânicos em Belo Horizonte, esse é um período de destaque, tendo em vista o conjunto de relatórios mensais, bimensais e anuais gerado ao longo do mesmo. Entretanto, esse registro focou os aspectos operacionais e administrativo-financeiros, de tal forma que as questões relativas à qualidade do composto orgânico produzido e de suas condições de uso aparecem apenas pontualmente.

DATA	Nº DE DIAS	FÍSICO-QUÍMICOS					QUÍMICOS			FÍSICOS			Nº LEIRA:
		pH (CaCl ₂)	UMIDADE (%)	C TOTAL (%)	SÓLIDOS VOLÁTEIS	RELAÇÃO C/N	NITROGÊNIO (%)	FÓSFORO (%)	POTÁSSIO (%)	DENSIDADE (Kg/m ³)	TEMPERATURA (°C)	PESO DA LEIRA (t)	INÍCIO: Observações
VALORES DESEJADOS		> 7,5 ⁽¹⁾	< 30 % ⁽¹⁾	< 15 % ⁽²⁾		12 a 18 ⁽¹⁾	> 0,6 % ⁽¹⁾	> 0,5 % ⁽¹⁾	> 0,3 % ⁽¹⁾			< 40°C ⁽²⁾	
DATA	Nº DE DIAS	PARÂMETROS MICRO BIOLÓGICOS			GRAU DE MATURAÇÃO								
		Coliformes totais (mo/g)	Coliformes fecais (mo/g)	Estreptococos (mo/g)	Capacidade de troca catiônica (CTC)	Ácidos Húmicos	Redução de SV - Sólidos voláteis (%)						
VALORES DESEJADOS		< 10 ³ ⁽²⁾	< 10 ² ⁽²⁾	< 10 ² ⁽²⁾	500 a 700 me/g ⁽²⁾	8,0 cg/g de sv ⁽¹⁾	35 % ⁽²⁾						
METAIS PESADOS (ppm)													
DATA	Nº DE DIAS	ZINCO	COBRE	CÁDMIO	CHUMBO	CROMO	MERCÚRIO	NÍQUEL					
VALORES DESEJADOS (ppm) ⁽³⁾													
Alemanha		400	160	2,6	160	160	3,4	24					
Áustria		1500	250	6,0	900	300	4,0	200					
Bélgica		1000	100	5,0	600	150	5,0	50					

⁽¹⁾ Egreja Filho, F. B. 1996. Reestruturação do Laboratório de Análises da SLU
⁽²⁾ Pereira Neto, J. T. 1994. Manual de Compostagem
⁽³⁾ Egreja Filho, F. B.; Reis, E. L.; Jordão, C. P.; Pereira Neto, J. T. 1999. Avaliação quimiométrica da distribuição de metais pesados em composto de lixo urbano domiciliar. Química Nova, v.22, n.3, p.324-328.

Fig. 4 – Planilha usada para monitoramento entre 1993 e 1996

Entre 1993 e 1996, havia um monitoramento das leiras que usava uma planilha (ver Figura 4), preenchida manualmente, a partir da qual foram feitos gráficos para facilitar o entendimento e a discussão (ver Fig. 5). Ela trazia alguns parâmetros físico-químicos [pH (em termos de CaCl₂), teores de umidade (%), de sólidos voláteis e de carbono total, relação C:N; parâmetros químicos (%) de nitrogênio, fósforo e potássio]; parâmetros físicos [densidade (kg/m³); temperatura (°C), peso da leira], parâmetros biológicos [coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos (mo/g)], o grau de maturação [em termos de capacidade de troca iônica, de teor de ácidos húmicos, redução de SV(%)], e metais pesados [zinco, cobre, chumbo, cromo, mercúrio, níquel (medidos em ppm)].

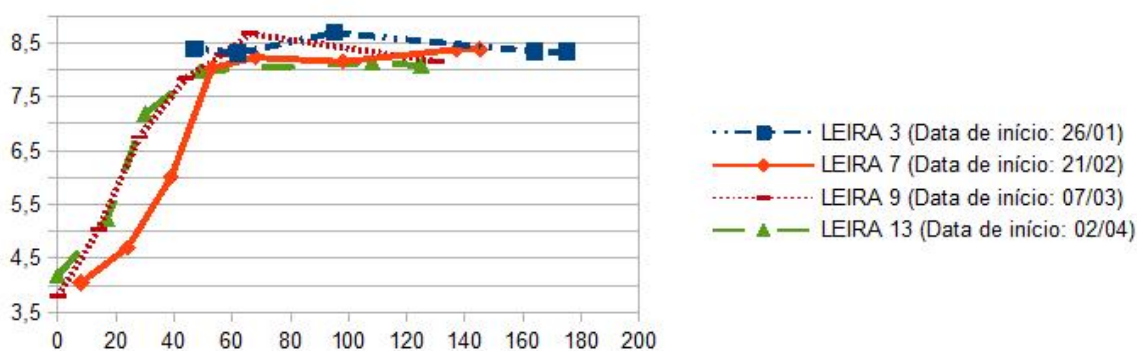


Figura 5: valores de pH em função dos dias de compostagem

Fonte: SLU

Conforme se depreende das amostras de algumas leiras representadas na Fig. 4 (todas começando a compostagem no período chuvoso), o comportamento do pH se mostrava bastante homogêneo, começando bem ácido e aumentando acentuadamente nos primeiros dois meses e se estabilizando por volta de 8,50 até o final do processo.

Para o período de compostagem de cada leira, eram previstas 10 medições dos parâmetros físico-químicos, químicos e físicos, duas medições dos parâmetros biológicos e do grau de maturação, e quatro para os metais pesados (ver exemplo na Fig. 6). Para todos estes parâmetros, havia na tabela os valores desejados. De modo geral, como se observa na Fig. 6, os valores medidos estiveram sempre abaixo dos limites preconizados pela legislação então vigente.

Em 1994, foi feito um estudo de reestruturação do laboratório de análises da SLU, uma vez que havia variedade de técnicas de análise para um mesmo analito, variação nos parâmetros operacionais dentro de uma mesma técnica, com resultados diferentes, e resultados de análises encomendadas não tinham descrição de metodologia e tratamento estatístico. Seus objetivos foram de desenvolver marchas analíticas para uso no laboratório da SLU, treinar seus técnicos e recomendar procedimentos experimentais e de tratamento de dados. Foram otimizadas as metodologias para determinação de pH, umidade e calcinação, e descritos protocolos de análise química e físico-química.

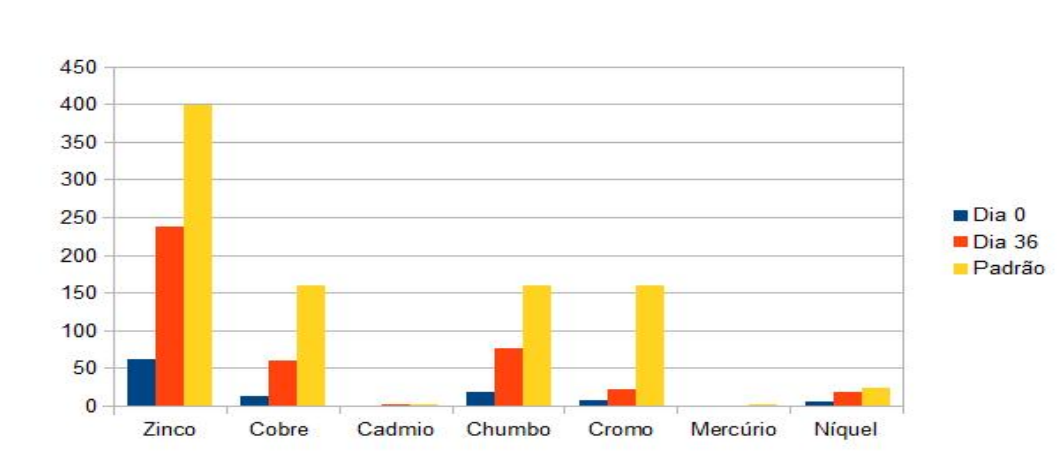


Fig. 6 – valores de teores de metais pesados encontrados nas amostras de composto

Fonte: SLU

Em 1996, usaram-se outras planilhas de controle de material para montagem das leiras. Eram identificadas a data, a leira, o que era resíduo orgânico (de sacolão e do restaurante popular) e substrato maturado, este subdividido entre composto maturado e poda triturada, ambos sujeitos a correções. O peso total da leira somava portanto o de resíduo orgânico com o do substrato orgânico, e se registravam os percentuais de cada um destes dois componentes. Ao longo daquele ano, foram montadas 51 leiras (portanto, aproximadamente em média uma por semana). No primeiro semestre, houve aportes de resíduos de sacolão a cada 2 dias e diários de poda; no segundo, ambos os aportes se mostraram diários. Os pesos originais das leiras mostravam grandes variações, entre 6,8 t e 36,3 t, sem que houvesse explicação para tal (seguramente a disponibilidade de equipamento mecânico é uma das condicionantes).

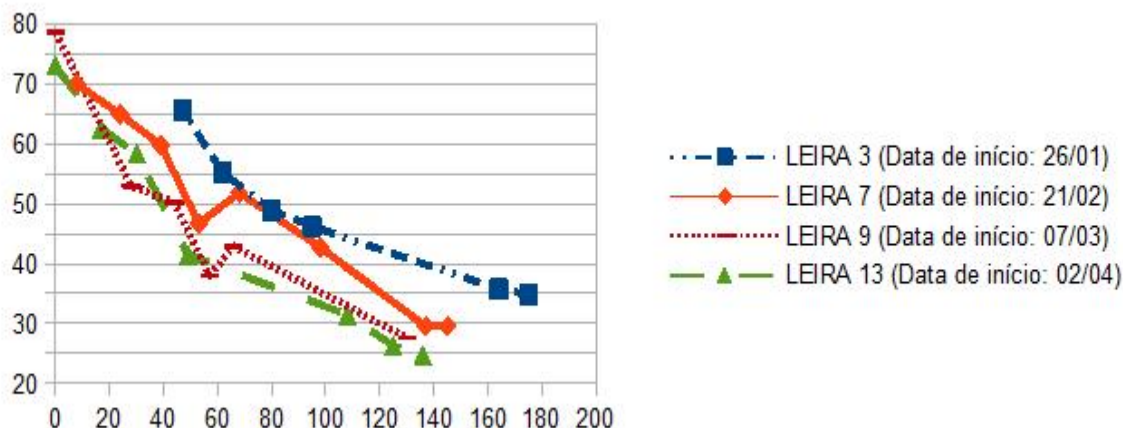


Fig. 7: valores de teor de umidade em função dos dias de compostagem
Fonte: SLU

Observa-se, na Fig. 7, o comportamento previsível – pelo menos em faixas - de variação dos teores de umidade das leiras. Notar que as quatro amostras aqui representadas como exemplo foram obtidas de leiras montadas no período chuvoso da cidade, o que aumenta os valores do teor de água ao longo do processo. Não há registro de que as leiras tivessem sido artificialmente molhadas no período aqui examinado, tampouco reviradas com intuito de diminuir o teor de umidade.

Foi sugerida uma compostagem simplificada, com previsão de instrumentos para operação basicamente manual (enxadas, pás, rastelos, garfos, balança, termômetro) e de equipamentos para análises de laboratórios (medidor de pH, estufa, mufla, triturador de bancada, peneira).

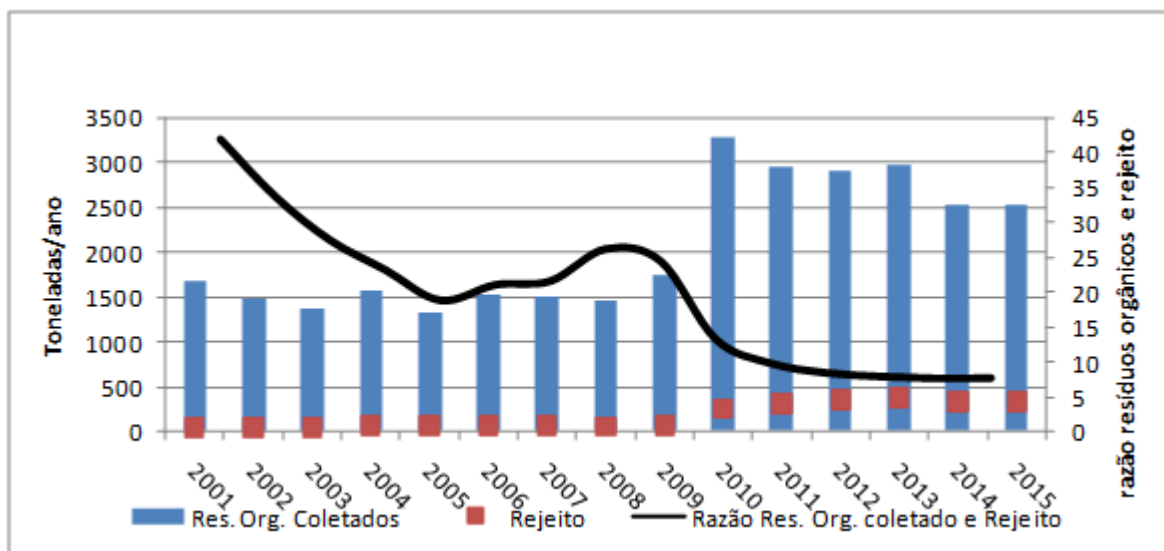


Fig. 8 – Quantidades de resíduos orgânicos coletados e de rejeitos em Belo Horizonte
Fonte: relatórios SLU

A Figura 8 reúne dados que permitem comparar as proporções entre os resíduos coletados e os rejeitos nos últimos anos em BH e a curva mostra a razão entre estas duas variáveis. A forma da curva evidencia a inconstância desta razão, que deveria ser mais uniforme. Parte da explicação sobre esta variação se deve a falhas na separação do material a ser coletado, permitindo que uma fração significativa de rejeito (ou de material não compostável) seja encaminhada ao processo, denotando portanto deficiências na gestão deste procedimento.

CONCLUSÕES

Infelizmente, como as demais cidades do Brasil, Belo Horizonte não valoriza seus RS: se antes era uma mera atitude política e de entendimento reduzido desta problemática (há um enfoque higienista e, em tempos mais recentes, ambientalista), desde a promulgação da lei nacional de RS (agosto de 2010) o problema ficou de ordem legal, uma vez que a situação está em flagrante desrespeito.

Notam-se iniciativas interessantes quanto à gestão de RS, associadas ao caráter de modernidade que alguns políticos e estudiosos tentam usar como propaganda da cidade. No entanto, a maior parte delas não se prolongou além do curto período que duraram as gestões municipais – e em particular da própria SLU -, numa enésima constatação da descontinuidade administrativa que caracteriza os governos no país.

No que tange aos RS orgânicos, a miopia das administrações municipais que não os valoriza fica mais grave, uma vez que seu aproveitamento (como composto ou, já que os avanços tecnológicos permitem, na biometanização) ajudaria na solução de dois problemas: daria um destino adequado em termos ambientais a estes materiais e melhora as condições de produção de alimentos e de manutenção das áreas verdes da cidade e seus arredores, sejam públicas ou particulares.

É imprescindível que seja adotada uma política mais sólida (a ironia do trocadilho não é acidental) para os RS da cidade, tanto para fazer jus à importância que esta questão tem na administração da cidade e na qualidade de vida de seus moradores, quanto para contribuir para atenuação dos impactos ambientais que o funcionamento das sociedades de consumo gera.

Com a onda ambientalista que tomou força no mundo no final do século passado, a cidade mostra uma demora incompreensível em adotar medidas, ainda que inicialmente antipáticas (já que dependem fundamentalmente de recursos financeiros, a serem bancados pelos contribuintes), que venham ao encontro das boas práticas que a manutenção da qualidade de vida no planeta impõe.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colegas da SLU e à instituição pelo apoio, e à FAPEMIG pela ajuda para a participação no congresso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3106200> Acesso em 23fev17
2. LIMA, L. Tratamento do Lixo. Ed Hemus, 1993
3. PBH/SLU. “Limpeza Urbana na Belo Horizonte centenária”. SLU, BH, 2000, 175 pág.
4. Relatórios anuais SLU/PBH (2000-2015)