

## GESTÃO DE RESÍDUOS EM ESCOLA ATINGE 80% DE RECICLAGEM: UM ESTUDO DE CASO

MANFRED FEHR E ATNA GOMES SILVA PELET

*Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia MG Brasil*

Recebido em outubro de 2014. Aceito em setembro de 2015. Publicado em dezembro de 2015.

**RESUMO** – Confrontou-se a comunidade de uma escola de Uberaba MG com o desafio de montar um sistema de gestão de resíduos com o objetivo de desviar do aterro a maior parte possível dos mesmos. Separaram-se os resíduos em biodegradáveis, inertes recicláveis e rejeitos. Os biodegradáveis transformaram-se em composto nas dependências da escola. Os inertes repassaram-se à logística reversa da cidade. Somente os rejeitos destinaram-se ao aterro. Demonstrou-se que os alunos podem operar o sistema de gestão, inclusive a compostagem. A escola produzia 157,7 kg de resíduos por mês. A reciclagem atingiu 80,8%. O esquema gerencial está disponível para imitação e multiplicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Compostagem; gestão ambiental; gestão de resíduos em escolas; reciclagem de resíduos escolares.*

### A DEMONSTRATIVE CASE STUDY OF 80% WASTE RECYCLING IN THE SCHOOL CONTEXT

**ABSTRACT** – This study challenged a public school community in Uberaba MG Brazil to construct a waste management scheme with the objective to divert the maximum possible quantity of waste from the landfill. The method asked for separation of waste into biodegradable material, inert recyclable material and trash. Students operated the system. They produced compost from the biodegradable material on the school premises and delivered the inert recyclable material to reverse logistics operators. Only the trash ended up in the landfill. Of 157.7 kg of waste produced per month, the management scheme recycled 80.8%. The method is available for imitation elsewhere.

**KEY WORDS:** *composting; environmental management; waste management in schools; recycling school waste.*

### GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA ESCUELA LOGRA 80% RECICLAJE: UN ESTUDIO DE CASO

**RESUMEN** – Se propuso un reto a una escuela de Uberaba MG en el sentido de desviar la mayor parte posible de sus residuos del relleno por un sistema de gestión adecuado. Los residuos se separaron en biodegradables, inertes reciclables y basura. Los biodegradables se transformaron en compost en el recinto de la escuela. Los inertes se entregaron a la logística reversa existente en la ciudad. Solamente la basura se llevó al relleno. Se demostró que los propios estudiantes pueden operar el sistema de gestión, inclusive el compostaje. De los 157,7 kg de residuos producidos por mes, 80,8% fueron reciclados. El esquema está disponible para imitación.

**PALABRAS CLAVE:** *compostaje; gestión ambiental; la gestión de residuos en las escuelas; reciclaje de los residuos de la escuela.*

## INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos urbanos acompanham as atividades humanas e sempre existirão nas cidades. Eles originam nos setores domiciliar, institucional, comercial, industrial e de limpeza pública. Cada setor produz resíduos de quantidade e composição específicas. O segredo da gestão reside na correta separação na fonte no intuito de encaminhar as várias partes separadas a destinos outros que o aterro.

A equipe dos autores já experimentou com a gestão de resíduos industriais e domiciliares e mostrou caminhos de desviar a maior parte deles do aterro (Fehr & Kuranishi 1999, Fehr & Castro 1999, Fehr & Calçado 2000, Fehr, Castro & Calçado 2010). No presente estudo, a equipe desenvolveu um modelo de gestão para uma escola pública que representa o setor institucional. Partiu-se da hipótese que o modelo poderia ser extrapolado ao universo escolar por cause da semelhança organizacional e populacional.

Uma escola de ensino básico da cidade de Uberaba MG foi escolhida para criar e documentar um precedente. A população estudantil era de 1350 alunos distribuídos em três turnos com 590 no matutino, 520 no vespertino e 240 no noturno. Identificou-se a situação vigente no início da pesquisa quando todos os resíduos eram entregues à coleta mista e levados ao aterro municipal.

O objetivo geral do trabalho foi o de evoluir dessa situação inicial até a máxima proporção possível de reciclagem. Como objetivos específicos a equipe tinha: implantar a

separação na fonte, identificar destinos adequados para todas as parcelas separadas, estabelecer a composição dos resíduos e apontar o potencial de reciclagem, ilustrar a utilidade dos resíduos biodegradáveis por um projeto piloto de compostagem e finalmente documentar o modelo de gestão e quantificar o desvio do aterro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Ao identificar o modelo gerencial vigente, a equipe transmitiu à comunidade escolar toda a inconveniência do crescimento perpétuo dos aterros. Chamaram-se alunos e professores em pequenos grupos, em horários combinados, a observar o acúmulo diário de lixo na escola e a discutir seu destino. Como principais motivos da inconveniência do procedimento de coleta apontaram-se o balanço material e a degradação dos terrenos. A noção do balanço identifica o aterro como um receptor eterno de material que assim forma o ponto final dum sistema linear de movimento de recursos. Todo material ali depositado é para sempre perdido e de certa forma configura um planeta paralelo que cresce à custa do planeta Terra. Tal sistema linear é insustentável em longo prazo. A noção da degradação de terrenos urbanos veicula a imagem assustadora da multiplicação dos aterros que ocupam cada vez mais terrenos e os subtraem a usos mais nobres.

O raciocínio levou a comunidade a ensejar um sistema cíclico onde os diversos materiais descartados são separados e devolvidos a novos usos. O fechamento desse ciclo criaria um sistema sustentável.

O modelo do ciclo fechado evoluiu através dos seguintes passos: obter o apoio da direção da escola; promover discussões com alunos, docentes e funcionários; documentar a situação de partida em termos de quantidades aterradas; criar a infra-estrutura para a separação na fonte de todos os resíduos; emitir instruções para a separação; monitorar o sucesso da separação; quantificar o resultado da separação; identificar e utilizar os caminhos de logística reversa para resíduos inertes; produzir composto a partir dos resíduos biodegradáveis no quintal da escola; verificar o sucesso do empreendimento pela comparação com a situação de partida.

A direção da escola autorizou verbalmente a execução do projeto. A equipe explicou o objetivo do projeto aos docentes e funcionários. Entre os alunos, escolheram-se voluntários multiplicadores que recebiam explicações e instruções e logo as transmitiam aos colegas de maneira informal. A equipe identificou para todos eles a situação de partida de 100% de aterragem e lançou o desafio de trabalhar na redução desse percentual.

A equipe distribuiu recipientes em diversos lugares estratégicos da escola para coleta dos três tipos de resíduos: material biodegradável, material inerte reciclável e rejeitos. As instruções de separação davam as definições correspondentes que eram: material biodegradável - todo resto de alimento putrescível; material inerte - todo material de embalagem limpo e seco de vidro, plástico, papelão e metal e todo o papel proveniente das atividades escolares; rejeitos - todo material que não encaixa nas duas categorias anteriores. Os alunos voluntários se ocupavam de ficar perto dos recipientes e fiscalizar a separação dos resíduos. Semanalmente, esses mesmos alunos pesavam os três tipos de resíduos coletados e produziam planilhas para divulgação. A equipe de pesquisa ensinou aos voluntários a preparação do composto, e eles logo se encarregavam da compostagem. Ao final do período experimental, divulgou-se o resultado da reciclagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado numérico da separação e coleta na escola se apresenta na Tabela 1.

As flutuações semanais consideram-se aleatórias e oriundas da variação de hábitos alimentares dos alunos. A composição média dos resíduos separados reflete a situação típica da instituição onde o item de inertes predomina devido ao alto consumo de papel e ao baixo consumo de alimentos.

O resultado da separação na fonte foi usado para divulgar o retorno do esforço. Somente nos três meses de acompanhamento quantitativo do projeto, a comunidade desviou do aterro  $168,4 + 187,7 = 356,1$  kg de resíduos, o que corresponde a 80,8% de todos os resíduos gerados. Como manifestação do exercício de cidadania ficou claro aos alunos que com um esforço modesto, a quantidade de resíduos levados ao aterro pode ser reduzida de 100% a 19,2%. Isto

representa um avanço impressionante na passagem do sistema linear ao sistema cíclico do balanço de material.

**Tabela 1. Quantidades de resíduos separados e recolhidos na escola em kg, ano 2008.**

| Período       | biodegradável | inerte | rejeito |
|---------------|---------------|--------|---------|
| 14/04 a 18/04 | 22,8          | 18,2   | 11,0    |
| 22/04 a 25/04 | 9,75          | 19,0   | 6,0     |
| 28/04 a 02/05 | 9,75          | 13,1   | 5,5     |
| 05/05 a 09/05 | 14,6          | 20,25  | 7,0     |
| 12/05 a 16/05 | 18,15         | 20,75  | 9,2     |
| 19/05 a 23/05 | 10,15         | 13,35  | 5,5     |
| 26/05 a 30/05 | 13,1          | 17,8   | 7,2     |
| 02/06 a 06/06 | 9,15          | 17,5   | 6,25    |
| 09/06 a 13/06 | 12,7          | 9,4    | 4,8     |
| 16/06 a 20/06 | 15,25         | 8,75   | 6,2     |
| 23/06 a 27/06 | 10,5          | 8,75   | 6,25    |
| 30/06 a 08/07 | 22,50         | 20,85  | 10,0    |
| Total kg      | 168,4         | 187,7  | 84,9    |
| 441,0 %       | 38,2          | 42,6   | 19,2    |
| 100,0         |               |        |         |

(Erro de medição +/- 25 gramas a cada pesagem)

Os alunos aprenderam também que as pessoas geram resíduos em todos os lugares que frequentam durante o dia, principalmente na residência e no local de trabalho ou estudo. No caso em questão a comunidade discente produzia 441,0 kg de resíduos em 85 dias ou 5,2 kg por dia ou  $441,0 \times 30,4 / 85 = 157,7$  kg por mês. Quando reduzido ao nível individual a geração corresponde a 5200 gramas por 1350 alunos ou à aparentemente insignificante quantia de 3,8 gramas por dia por aluno. Os alunos aprenderam aqui o efeito multiplicador de esforços. Se cada um faz sua parte e separa 80,8% de seus resíduos, o resultado chega ao desvio de  $157,7 \times 0,808 = 127,4$  kg por mês ou  $127,4 \times 12 = 1,529$  tonelada por ano.

O experimento continha um fator invisível que corresponde à mensagem que os alunos levam para casa. Somente no caso da escola em questão, a mensagem chega a 1350 famílias. É fácil perceber que com a consciente replicação do modelo em todas as escolas da cidade, a idéia da separação na fonte pode penetrar na população sem necessidade de intervenção da administração pública.

Os próprios alunos cuidavam da produção de composto a partir dos resíduos biodegradáveis. Durante o período do estudo, foram formadas duas leiras de compostagem como se mostra na Tabela 2.

As leiras foram formadas ao longo dos períodos indicados na Tabela 2 e logo acompanhadas durante cem dias até a maturação do composto. Além dos restos de comida da cantina e do bar, agregaram-se podas de jardim da escola e frutas descartadas por um sacolão da vizinhança. As folhas secas formavam a cobertura para proteger as leiras do tempo. Adicionou-se água sempre que se constatava falta de umidade nas leiras. As leiras encontravam-se cercadas por tijolos vazados e cobertas por um toldo de eternit. Na fase inicial houve a presença de larvas devido à intensa atividade biológica que fez

subir a temperatura nas leiras acima de 55°C. Depois de aproximadamente 60 dias, as larvas desapareceram devido à escassez de alimento. As leiras então permaneceram em repouso até a maturação.

**Tabela 2 - Ingredientes das leiras de compostagem em kg.**

|                          | leira 1<br>14/04 a 23/05 | leira 2<br>26/05 a 08/07 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Lavagem de cozinha       | 85,2                     | 83,2                     |
| Podas de jardinagem      | 15                       | 19                       |
| Frutas podres de sacolão | 18                       | 20                       |
| Folhas secas de árvores  | 45,2                     | 44,6                     |
| Água para umidificação   | 34                       | 33                       |
| <i>Total</i>             | <i>197,4</i>             | <i>190,8</i>             |

A Tabela 3 mostra o balanço de massa das leiras.

**Tabela 3 - Entradas e saídas de material das leiras em kg.**

|         | Ingresso de material | Composto peneirado | Retido na peneira | Biogás e vapor (por diferença) |
|---------|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| Leira 1 | 197,4                | 57,2               | 49,38             | 90,82                          |
| Leira 2 | 190,8                | 59,2               | 47,65             | 83,95                          |

O composto peneirado estava disponível imediatamente para uso na jardinagem. O material retido na peneira pode ser usado como estruturante em futuras leiras em substituição das podas.

Análises do composto em laboratórios especializados mostraram valores de pH de 6,6 e relação carbono / nitrogênio de 16 / 1. O conteúdo de potássio e fósforo foi adequado para uso em correção de solo com 1386 e 53 mg/litro respectivamente (EPAMIG 2008, UFU 2008).

No contexto escolar, o resultado mais valioso foi a aprendizagem e o engajamento dos alunos que além de reduzirem a tamanho do aterro tiveram a satisfação de fabricar um produto útil a partir da matéria que anteriormente chamavam de *lixo*.

## CONCLUSÃO

O estudo de caso na escola escolhida cumpriu seu propósito de lançar uma semente para germinação e reprodução. Em apenas 85 dias, os 1350 alunos desviaram do aterro 356,1 kg de resíduos que assim foram retornados ao ciclo econômico.

A porcentagem de resíduos encaminhados ao aterro por essa comunidade passou de 100% a 19,2%. Os alunos levaram a mensagem a 1350 famílias.

Dos 441,0 kg de resíduos gerados no período em questão, 187,7 kg foram encaminhados à logística reversa para reciclo, 168,4 kg foram usados para produzir 116,4 kg de composto maturado e peneirado, e somente 84,9 kg ou 19,2% foram levados ao aterro.

O objetivo inicial de construir um modelo de gestão de resíduos escolares foi alcançado.

A hipótese da extrapolação continua válida porque o modelo está disponível para imitação em outras escolas.

O experimento proporcionou aos alunos uma atividade extra-curricular onde aprenderam as noções básicas da gestão ambiental e da fabricação de um produto.

## AGRADECIMENTOS

O CNPq apoiou a pesquisa através do processo 301120/2007-2 PQ.

## REFERÊNCIAS

- Calçado MR. 1998. **Resíduos sólidos domiciliares: da proposta aos testes dum modelo pró-ativo de gestão.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia.
- Castro MSMV de. 1998. **Uma análise comparativa do modelo de gestão de resíduos domiciliares em Uberlândia.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia.
- EPMIG. 2008. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. *Boletim 17398, Análise de amostra de composto.*
- Fehr M & Calçado MR. 2000. **A coleta diferenciada do lixo domiciliar funciona,** Saneamento Ambiental, Signus Editora, 11(66):24-28.
- Fehr M & Kuranishi VH. 1999. **Desafiando os aterros.** Saneamento Ambiental, Signus Editora, 10(60):30-33.
- Fehr M, Castro MSMV, Calçado MR. 2001. **Lixo biodegradável no aterro: nunca mais.** Banas Ambiental, Editora EPSE, 2(10):12-20.
- Fehr M, Castro MSMV, Calçado MR. 2010. Condominium waste management by private initiative: a report of a ten-year project in Brazil. **Waste Management and Research,** Sage Publications, 28(4):309-314.
- Fehr M, Castro MSMV. 1999, *Lixo: Análise induz modelo de gestão,* **Saneamento Ambiental,** Signus Editora, 10 (55): 38-41.
- UFU. 2009. Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Análises de Solos. **Laudo de Análise de Composto Orgânico 201/2009.**