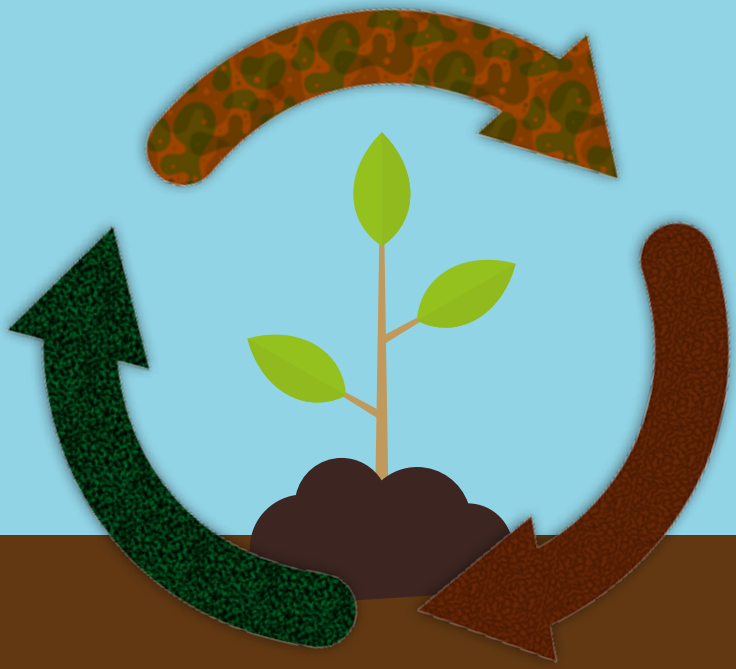
MANUAL PARA GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS



CLIMATE & CLEAN AIR COALITION
TO REDUCE SHORT-LIVED CLIMATE POLLUTANTS

ISWA
International Solid Waste Association

AGRADECIMENTOS

Este Manual se torna realidade graças à Climate and Clean Air Coalition e sua Municipal Solid Waste Initiative (CCAC MSWI), que acreditou na proposta e forneceu os recursos financeiros que permitiram transformar a ideia em um plano de trabalho, cujo objetivo é tornar a reciclagem de resíduos orgânicos uma realidade nas escolas de São Paulo e, possivelmente, do mundo.

Agradecimentos ao compromisso das Secretarias Municipais de Serviços (SES), do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), e de Educação (SME), além da Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB), em assumir o importante papel de difundir este Manual entre as 1.500 escolas municipais da rede pública de São Paulo.

Um "muito obrigado" especial à Diretoria Regional do Butantã (DRE Butantã), que acreditou no projeto desde o começo e liderou o contato com a maioria das escolas que participaram das atividades: EMEI Profª Clycie Mendes Carneiro; EMEF Profª Maria Antonieta D'alkimin Basto; EMEF Brasil Japão; EMEF Vila Munck; EMEF Tarsila do Amaral; EMEF Profº Olavo Pezzotti; EMEI Prof. Camillo Ashcár; EMEI Desembargador Dalmo do Valle Nogueira; EMEI Antonio Bento; EMEF Dep. Cesar Arruda Castanho; EMEI Anísio Teixeira; EMEI Emir Macedo Nogueira; EMEF Firmino Tibúrcio da Costa; EMEF Joel Fernandes de Souza; EMEF Coronel Romão Gomes; EMEF Profº Antonio Duarte de Almeida; EMEF Vinicius de Moraes; EMEI Dona Leopoldina.

Por fim, mas não por último, gratidão à Morada da Floresta pela administração da plataforma online de interação Escolas Mais Orgânicas, parte do projeto de Assessoria do CCAC à cidade de São Paulo, sob implementação da ISWA. Os dados e informações coletados junto às escolas participantes da plataforma online foram importantes para as estimativas e cálculos demonstrados ao longo deste Manual.

PERFIL TÉCNICO

Autor: Marco Ricci – Jürgensen (altereko.mail@gmail.com)

Marco possui 20 anos de experiência em planejamento da gestão de resíduos sólidos urbanos, projeção e aprimoramento de sistemas de coleta e transporte, avaliação de centrais de compostagem, planejamento de iniciativas de comunicação e participação, bem como na presidência de grupos de trabalho e projetos em diferentes idiomas e multidisciplinares.

É presidente do Grupo de Trabalho em Tratamento Biológico de Resíduos e membro do Comitê Técnico e Científico da ISWA (International Solid Waste Association), atuando também como consultor internacional e especialista sênior da Associação Italiana para Compostagem e Biogas (CIC).

Coordenação e consultoria local: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE

Colaboradoras:
Gabriela G.P. Otero – Coordenadora Técnica, ABRELPE (gabriela@abrelpe.org.br)
Fernanda Romero - Estagiária, ABRELPE
Jiao Tang – Chefe de Cooperação Técnica, ISWA (jtang@iswa.org)

O presente Manual faz referência a diversas fontes na literatura sobre compostagem doméstica, cabendo dar destaque a três documentos de especial valor: Alla Scoperta del Compostaggio Domestico, Scuola Agraria del Parco di Monza, 1998; The Composting troubleshooter, Jane Gilbert, 2015; Manual de Compostagem Doméstica com minhocas, Morada de Floresta, 2016.

SUMÁRIO

1 • PREFÁCIO • 7

O QUE QUEREMOS DIZER COM RESÍDUOS ORGÂNICOS? • 8

2 • A EDUCAÇÃO SOBRE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NAS ESCOLAS • 9

2.1 • COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E COMPOSTAGEM • 9

2.2 • RELAÇÃO COM OUTRAS ATIVIDADES EDUCACIONAIS • 10

2.3 • RELAÇÃO TAMBÉM COM A COMUNIDADE ESCOLAR! • 11

3 • AS ESCOLAS DE SÃO PAULO (BRASIL) E O POTENCIAL DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS COM MITIGAÇÃO DOS SLCPs • 13

3.1 • QUANTO RESÍDUO ORGÂNICO É GERADO NAS ESCOLAS?• 13

3.2 • QUANTAS ESCOLAS PODEM SER POTENCIALMENTE ENVOLVIDAS EM INICIATIVAS DE COMPOSTAGEM EM SÃO PAULO? • 15

3.3 • O IMPACTO DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE SLCPs • 16

4 • COMO SEPARAR RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS • 19

4.1 • QUAIS RESÍDUOS ORGÂNICOS SÃO GERADOS NAS ESCOLAS? • 19

4.2 • QUE TIPOS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PODEM SER SEPARADOS PARA A COMPOSTAGEM? • 20

4.3 • COMO SEPARAR RESÍDUOS DE JARDIM E DE COMIDA? • 21

5 • PARA ENTENDER O PROCESSO DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS • 23

5.1 • COMO RECICLAR RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS?• 23

5.2 • COMO FUNCIONA A COMPOSTAGEM AERÓBIA? • 24

5.3 • COMO FUNCIONA A VERMICOMPOSTAGEM? • 26

5.4 • O QUE É O COMPOSTO E COMO ELE PODE SER UTILIZADO? • 27

6 • COMO PRATICAR A COMPOSTAGEM EM ESCOLAS • 29

6.1 • COMO IMPLEMENTAR UMA INICIATIVA DE COMPOSTAGEM • 29

6.2 • MONTANDO UMA "SALA DE AULA VERDE" • 30

6.3 • COMPOSTAGEM AERÓBIA: GUIA PASSO A PASSO • 31

6.4 • VERMICOMPOSTAGEM: GUIA PASSO A PASSO• 35

6.5 • SOLUÇÃO DE PROBLEMAS • 37

7 • TROCA DE EXPERIÊNCIAS • 39

7.1 • A PLATAFORMA ONLINE DAS ESCOLAS DE SÃO PAULO • 39

7.2 • TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS DE SÃO PAULO • 40

7.2.1 • EMEI Anísio Teixeira • 41

7.2.2 • EMEI Camilo Ashcár • 42

7.2.3 • EMEI Profª Clycie Mendes Carneiro • 43

7.2.4 • EMEI Dona Leopoldina • 44

8 • FERRAMENTAS • 45

9 • CONCLUSÕES • 50

TABELA DE FERRAMENTAS

FERRAMENTA 1
EQUIPAMENTOS PARA A SEGREGAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA ESCOLA • 22

FERRAMENTA 2
EQUIPAMENTOS BÁSICOS NECESSÁRIOS PARA MANUSEAR A COMPOSTAGEM NA ESCOLA • 30

FERRAMENTA 3
DIFERENTES FORMAS DE COMPOSTEIRA AERÓBIA PARA ESCOLAS • 33

FERRAMENTA 4
DIFERENTES FORMAS DE VERMICOMPOSTEIRAS PARA ESCOLAS • 36

FERRAMENTA 5
COMO REALIZAR O TESTE DE TEMPERATURA • 45

FERRAMENTA 6
COMO REALIZAR UM TESTE DE UMIDADE • 46

FERRAMENTA 7
COMO REALIZAR O LEVANTAMENTO DA COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS• 47

FERRAMENTA 8
OS MATERIAIS SE DEGRADAM EM QUANTO TEMPO? • 49

1 PREFÁCIO

Este Manual foi desenvolvido no âmbito da segunda fase do Projeto de Assessoria ao município de São Paulo, com fundos da Climate and Clean Air Coalition em sua Iniciativa para os Resíduos Sólidos Municipais (em inglês, CCAC MSWI) e implementação liderada pela International Solid Waste Association (ISWA) em cooperação com seu membro nacional, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

A primeira fase foi dedicada ao diagnóstico da situação de São Paulo na gestão de seus resíduos sólidos e resultou em um Plano de Ações com o objetivo de mitigar suas emissões de gases poluentes de vida curta (SLCPs), que contribuem com as mudanças climáticas. Seu conteúdo foi desenvolvido em alinhamento aos compromissos assumidos no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Paulo, o PGIRS. Já a segunda fase concentrou esforços em oferecer assistência técnica e estratégica para a efetivação do Plano de Ações, além de capacitação nas áreas de comunicação e operacionalização de plantas de tratamento de resíduos orgânicos.

A presente publicação é resultado da Atividade nº 2.2, de "desenvolvimento de um manual de gestão de resíduos sólidos para escolas, com foco na fração orgânica", cujos objetivos são:

- √ Ressaltar a importância do papel que as escolas desempenham tanto como agentes educadores que sensibilizam as futuras gerações em temas fundamentais para a sociedade, como unidades geradoras de resíduos sólidos – e demonstrar o potencial que possuem na redução do desperdício e das emissões de gases de efeito estufa por meio de ações de separação, reutilização e reciclagem dos resíduos orgânicos;
- √ Empoderar diretores e professores com conhecimentos técnicos sobre tratamento da fração orgânica dos resíduos sólidos: características, diferentes técnicas, seus desafios e benefícios;
- √ Apresentar algumas escolas paulistanas que foram bem sucedidas na gestão e tratamento da fração orgânica de seus resíduos sólidos;
- √ Estimular escolas que ainda não iniciaram ações dessa natureza;
- √ Divulgar, por meio do Manual, a educação em gestão de resíduos sólidos nas escolas paulistanas e também ao redor do mundo.

O Manual tem como alvo os professores que desejam introduzir o tema da reciclagem de resíduos orgânicos através de ações de compostagem nas escolas; mas, também visa produzir impactos positivos na correta separação dos resíduos recicláveis secos, como papel/papelão, plásticos, metais, etc. Sua intenção é oferecer uma visão geral das oportunidades e possibilidades de se aliar o ensino à prática da compostagem, orientar como fazer a separação dos resíduos orgânicos e realizar o processo de compostagem com o envolvimento de estudantes na faixa dos 3 aos 14 anos de idade.

Os nove capítulos do Manual trazem texto, ilustrações e fotos sobre o tratamento da fração orgânica das escolas; casos de escolas paulistanas são apresentados no capítulo 7.2, e uma "caixa de ferramentas" com técnicas e procedimentos para professores pode ser encontrada no capítulo 8.

1.1 O que queremos dizer com resíduos orgânicos?

O Manual define como resíduos sólidos orgânicos aqueles que podem ser compostados; nas escolas, isso engloba:

- √ Resíduos da preparação de alimentos;
- √ Sobras das refeições;
- √ Resíduos da manutenção das áreas verdes, jardins e hortas.

2 A EDUCAÇÃO SOBRE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NAS ESCOLAS

A natureza atua como uma economia circular com "desperdício zero": a matéria orgânica produzida e aparentemente "sem utilidade" para a vida (como folhas secas, fezes, cadáveres de animais, etc.) passam por um processo de decomposição pelos microrganismos do solo, que se encarregam de reintroduzi-la ao ciclo natural. Falar e trabalhar a gestão de resíduos sólidos nas escolas é uma excelente maneira de ensinar jovens cidadãos de que é possível prevenir a geração de resíduos, reciclar e, no caso da compostagem, aprender sobre processos naturais.

2.1 COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E COMPOSTAGEM

A coleta seletiva de resíduos sólidos é parte integrante das ações de limpeza pública estabelecidas pelo município, em conformidade com a infraestrutura existente e com as diretrizes das legislações estadual e federal; portanto, não é tarefa fácil para este Manual sugerir quais tipos de resíduos sólidos devem ser separados pela escola.

No caso do município de São Paulo, Brasil, de acordo com as estratégias de seu Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), ao menos a seguinte relação deve ser coletada de forma seletiva nas escolas:

- *Papel e papelão;*
- *Vidros;*
- *Plásticos;*
- *Metais.*

Que devem ser entregues ao sistema de coleta seletiva realizado pela empresa concessionária local, ou reaproveitados em atividades educativas na própria escola.

- *Resíduos orgânicos*

  Que devem ser utilizados em projetos de compostagem e ações educativas; as frações não utilizadas pela escola devem ser coletadas pelo sistema de coleta regular realizado pela empresa concessionária local.

O comprometimento da escola com a separação correta dos diferentes tipos de resíduos sólidos já é um bom começo, pois os mantém limpos – um pré-requisito que pode ser decisivo no processo de reciclagem, pois alguns processos industriais enfrentam dificuldades para reutilizar materiais contaminados com outros.

2.2 Relação com outras atividades educacionais

Há muitas oportunidades de relacionar um projeto de compostagem com o conteúdo de diversas disciplinas do ensino infantil e fundamental:

A relação entre compostagem e temas ambientais

Compostagem	Cultivar uma horta na escola	Educação sobre alimentação e nutrição
Reciclagem	Consumo e sustentabilidade	Gestão de resíduos de jardins e hortas
O ciclo natural da matéria orgânica	Expressão da criatividade	Gestão da água

Ciências:

- Demonstrar a capacidade da natureza em reciclar totalmente os resíduos orgânicos;
- Investigar o papel dos microrganismos;
- Testar a decomposição e a capacidade de compostagem de diferentes materiais.

Meio Ambiente e Sustentabilidade

- Ensinar sobre resíduos sólidos e questões ambientais locais;
- Estimular a coleta seletiva de todos os resíduos recicláveis, incluindo embalagens, eletroeletrônicos, entre outros gerados nas escolas e residências;
- Debater os problemas ambientais locais com os estudantes e propor soluções;
- Demonstrar o papel da compostagem como fertilizante no cultivo de plantas e hortas na escola.

Matemática

- Exercitar cálculos de volume e peso dos resíduos sólidos e do composto;
- Projetar dados em gráficos e tabelas;
- Registrar dados por meio de diagnóstico da geração de resíduos sólidos da escola.

Literatura

- Expressar opinião sobre a experiência com compostagem e reciclagem;
- Prestar atenção sobre as experiências e opiniões dos colegas sobre resíduos sólidos.

As vantagens pedagógicas oferecidas por iniciativas de compostagem e reciclagem são as do aprendizado pela prática, interação, expressão de opiniões e de criatividade oferecidas aos estudantes; estes, por sua vez, se dão conta de que o tema dos resíduos sólidos causa impactos em sua vida e no meio ambiente também fora da escola. O que os estudantes aprendem no ambiente escolar possui enorme potencial de aplicação imediata em suas casas e famílias.

2.3 Relação também com a comunidade escolar!

Um projeto de compostagem na escola tem a possibilidade de envolver diversos agentes da comunidade escolar: estudantes e professores estarão diretamente atuantes, mas os demais funcionários da equipe administrativa, da

cozinha e da manutenção, também podem ser envolvidos.

Os familiares dos estudantes e as autoridades municipais podem participar indiretamente por meio da realização de visitas e eventos abertos que mostrem e compartilhem os resultados atingidos pelo projeto – por exemplo, receitas preparadas com os vegetais e ervas cultivadas na horta escolar.

Uma relação dos diferentes agentes da comunidade escolar que podem ser envolvidos ativamente ou que podem ser impactados indiretamente pelas atividades de compostagem pode ser observada na Figura 1.

FIGURA 1: TABELA DOS DIFERENTES AGENTES ENVOLVIDOS EM UM PROJETO DE COMPOSTAGEM NA ESCOLA

ENVOLVIDOS DIRETAMENTE	ESTUDANTES	PROFESSORES	EQUIPE DA COZINHA	CONCESSIONÁRIAS DE LIMPEZA PÚBLICA	EQUIPE DE MANUTENÇÃO DE JARDINS E HORTAS
ATIVIDADE	APRENDER SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS	INCLUIR NOVOS TÓPICOS NA GRADE CURRICULAR	REALIZAR A SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS	AUXILIAR A INICIATIVA E PROMOVER VISITAS ÀS INSTALAÇÕES	ATUAR NA COMPOSTAGEM

ENVOLVIDOS INDIRETAMENTE	FAMILIARES	EMPRESAS TERCEIRIZADAS DE ALIMENTAÇÃO	AUTORIDADES LOCAIS
ATIVIDADE	REALIZAR A SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS EM CASA	TRABALHAR PORÇÕES ADEQUADAS E REDUZIR O DESPERDÍCIO	APRIMORAR AS ESTRATÉGIAS DE PROMOÇÃO DA RECICLAGEM

3 AS ESCOLAS DE SÃO PAULO (BRASIL) E O POTENCIAL DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS COM MITIGAÇÃO DOS SLCPs

3.1 QUANTO RESÍDUO ORGÂNICO É GERADO NAS ESCOLAS?

De acordo com investigações existentes[1;2], entre 40 e 50% do que é gerado pela escola refere-se à fração orgânica: resíduos de alimentos e da manutenção de suas áreas verdes. O mesmo se aplica para as escolas municipais de São Paulo (Figura 2), nas quais a média da geração diária de resíduos sólidos por um estudante ou professor é de 216 gramas, assumindo-se como referencial os dados obtidos na amostragem de escolas participantes da plataforma online Escolas Mais Orgânicas. Para aprender sobre como realizar uma avaliação da composição dos resíduos sólidos em sua escola, veja a **Ferramenta nº7.**

De acordo com os dados obtidos na plataforma online, cada estudante gera diariamente cerca de 40 gramas de resíduos recicláveis secos (papel/papelão, vidro, plásticos e metais) e uma estimativa de 42 gramas de rejeitos (que não são considerados recicláveis). Os resíduos orgânicos representam a maior fração gerada, 134 gramas/por pessoa/dia.

Como se observa, a maior parte dos resíduos sólidos de uma escola pode ser reciclada por meio da compostagem de sua fração orgânica, e assim:

- reduzir o montante encaminhado para disposição final (aterro sanitário, por exemplo) e os custos relacionados, como transporte e a taxa cobrada por tonelada;
- reduzir as emissões dos gases de efeito estufa, que são gerados na decomposição dos resíduos orgânicos em condições anaeróbias, ou seja, em confinamento;
- reciclar recursos naturais valiosos para o solo dos jardins e hortas da escola.

FIGURA 2: GRÁFICO DA COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS GERADOS NAS ESCOLAS PAULISTANAS PARTICIPANTES DA PLATAFORMA ONLINE ESCOLAS MAIS ORGÂNICAS.

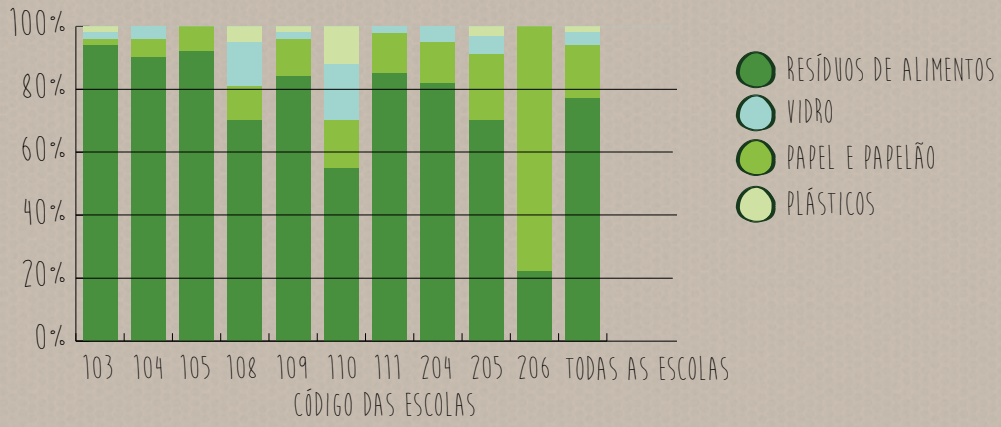
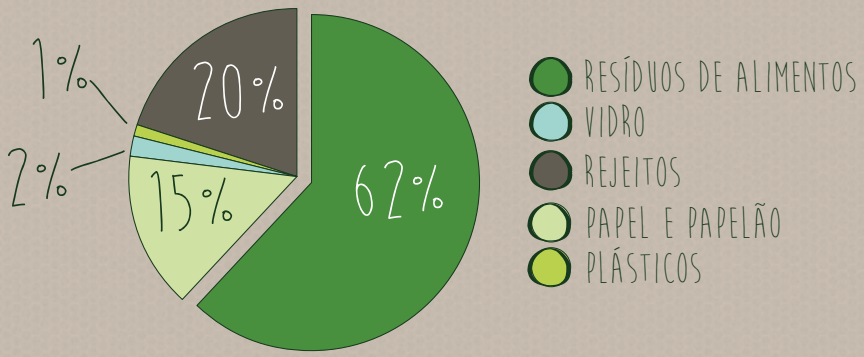


FIGURA 3: ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM UMA ESCOLA



A compostagem é um processo natural fácil de realizar, uma solução que transforma resíduos orgânicos (restos de alimentos, de manutenção de áreas verdes e até certa proporção de papéis/papelões) em composto – um fertilizante naturalmente rico em nutrientes e que pode ser utilizado nos jardins e hortas das escolas.

1 Digging Deep Through School Trash, Minnesota Pollution Control Agency, 2010

2 http://www.calrecycle.ca.gov/

3 A pesquisa, por meio da aplicação de questionários, foi aplicada a 18 escolas com um universo aproximado de 10.650 estudantes e 700 professores; de acordo com os dados coletados, a geração média de resíduos sólidos recicláveis (úmidos e secos) é de cerca de 118 gramas/pessoa/dia. A fração de rejeitos foi estimada em 30 gramas/pessoa/dia (20% da geração total).

4 Estimativa realizada pelo autor de acordo com análises existentes de resíduos sólidos urbanos.

3.2 QUANTAS ESCOLAS PODEM SER POTENCIALMENTE ENVOLVIDAS EM INICIATIVAS DE COMPOSTAGEM EM SÃO PAULO?

Esse potencial de tratamento de resíduos orgânicos em escolas foi abordado pelo PGIRS[5] com o "Programa Municipal para Manejo Diferenciado de Resíduos Sólidos nas Unidades Educacionais da Rede Municipal de Ensino", direcionado a cerca de 1500 escolas municipais. Com o intuito de estabelecer metas específicas para a gestão dos resíduos sólidos nas escolas, o Programa objetiva:

- Estabelecer a coleta seletiva de resíduos recicláveis das escolas, tanto da fração seca quanto da fração orgânica;
- Promover iniciativas de compostagem local e de cultivo de hortas com participação dos estudantes;
- Promover a educação ambiental como formação dos futuros cidadãos.

Foto: EMEI Dalmo do Vale

A avaliação preliminar do universo de estudantes (e seus familiares) que podem ser envolvidos em iniciativas de promoção da reciclagem e compostagem de resíduos orgânicos nas escolas, considerando a idade limite de até 14 anos de idade[6], utiliza como referência uma população que pode chegar a 675.000 estudantes da rede municipal de ensino, além de cerca de 64.000 professores e servidores administrativos.

Se todas as unidades municipais de ensino público puderem ser envolvidas, cerca de 340.000 famílias[7] ou 10% da população paulistana estarão indiretamente cientes das possibilidades de separação e reciclagem de resíduos orgânicos.

3.3 O IMPACTO DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE SLCPs

São mais de 245,7 milhões de refeições servidas anualmente nas escolas públicas municipais de ensino infantil, fundamental e médio de São Paulo, das quais estima-se um desperdício médio de 134 gramas por refeição[8].

Isso significa que ao menos 30.000 toneladas/ano de resíduos de alimentação podem ser recicladas por iniciativas de compostagem nas escolas, às quais é possível adicionar ainda as cerca de 15.000 toneladas/ano de resíduos de manutenção de jardins nessas unidades – cuja fração média geralmente corresponde a 45% da composição do grupo de resíduos orgânicos. Ou seja, as escolas públicas paulistanas podem evitar o envio anual de até 45.000 toneladas de resíduos orgânicos para aterros sanitários.

---

5 PGIRS, page 13.

6 Relatório Gerencial da Secretaria Municipal de Educação - Dados de Escolas, Turmas, Matrículas, Recursos Humanos. Outubro de 2015. Enviado por email em 22 de fevereiro de 2016.

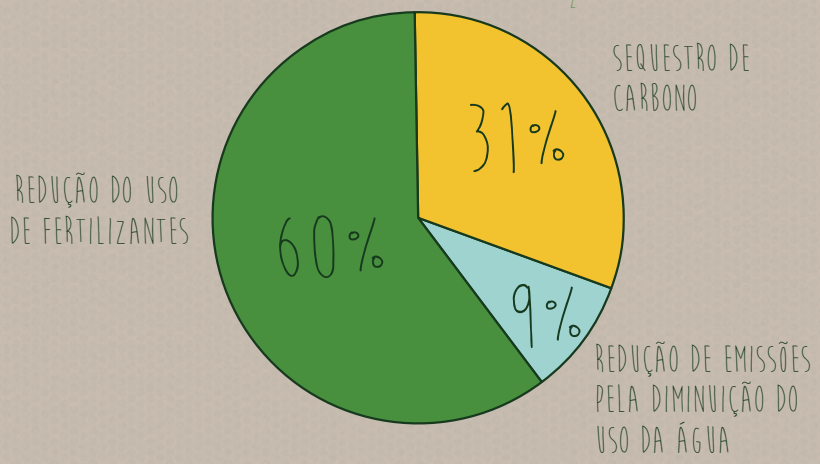
7 Média de duas crianças por família.

8 Informação fornecida via correio eletrônico em 01 Mar 2016 pela Divisão Técnica do Departamento de Alimentação Escolar da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo.

Realizar o cálculo da geração de gases de efeito estufa significa avaliar o balanço entre as emissões de um processo e os benefícios gerados por ele ou seus produtos. Alguns estudos sobre o cálculo das emissões de compostagem doméstica demonstram uma média de emissões em 49% de dióxido de carbono - CO_2, 0,21% de metano - CH_4, e 0,83 de óxido nitroso - N_2O (g/kg C), o que resulta em uma geração média de 80,64 kg de CO_2 eq/tonelada.

Os benefícios do uso do composto no solo vão desde a recuperação de fertilizantes minerais a vantagens como supressão de ervas daninhas, melhoria do desempenho do solo com a retenção de água e proteção de efeitos erosivos. Não são fatores fáceis de quantificar, mas uma avaliação conservadora estima que o benefício total é de -130,5 kg de CO_2eq/por tonelada de resíduos utilizado. Assim, considerando os valores estimados na relação entre emissões e benefícios, o saldo final para a compostagem doméstica é de -49,86 kg de CO_2 eq/tonelada de emissões evitadas.

FIGURA 4: BENEFÍCIOS DO USO DO COMPOSTO E DA REDUÇÃO TOTAL DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM -130,5 KG DE CO_2EQ/TONELADA



É preciso considerar também as emissões evitadas pelo desvio desses resíduos orgânicos dos aterros sanitários que possuem sistema de coleta de gás, onde se assume uma emissão líquida de 819,12 kg de CO_2eq/por tonelada.

9 To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment B.G. Hermann a, L. Debeer b , B. De Wilde b , K. Blok a , M.K. Patel. Polymer Degradation and Stability 96 (2011) 1159e1171

Dessa forma, em um cenário (ideal) onde as escolas públicas de São Paulo realizam compostagem local e reciclam as 45.000 toneladas anuais, a redução atingiria -39.104 toneladas/ano de CO_2eq ou -58 kg de CO_2eq por estudante/ano. Os efeitos positivos dessas iniciativas são ainda maiores por evitar a disposição final em aterros sanitários e pela aplicação do composto no solo das áreas verdes da escola.

CÁLCULO DO POTENCIAL DE EMISSÕES EVITADAS DE GEE ATRAVÉS DE COMPOSTAGEM NAS ESCOLAS DE SÃO PAULO

$$GHG_{AV} = (G1 + G2) * M_{ORG} / S$$

G1	EMISSÕES DE GEE EVITADAS PELA COMPOSTAGEM E USO DO COMPOSTO	-49,86	KG CO_2EQ /T.
G2	EMISSÕES DE GEE EVITADAS PELO DESVIO DOS ATERROS SANITÁRIOS	-819,12	KG CO_2EQ /T.
M_{ORG}	RESÍDUOS ORGÂNICOS DAS ESCOLAS DE SÃO PAULO	45.000	TON/ANO
S	ESTUDANTES POTENCIALMENTE ENVOLVIDOS	678.115	PESSOAS
GHG_{AV}	EMISSÕES DE GEE EVITADAS NAS ESCOLAS POR ESTUDANTE/ANO	- 57,7	KG CO_2EQ /ESTUDANTE

10 Informações mais detalhadas sobre cálculos de emissão de gases de efeito estufa (GEE) podem ser encontradas no documento "Strategy for organic waste diversion including collection, treatment and recycling and their challenges and opportunities" elaborado pela ISWA no âmbito do projeto de Assessoria do CCAC MSWI para a cidade de São Paulo.

4 COMO SEPARAR RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS

4.1 QUAIS RESÍDUOS ORGÂNICOS SÃO GERADOS NAS ESCOLAS

As escolas geram diferentes tipos de resíduos orgânicos, conforme suas atividades e em locais específicos de suas instalações: folhas secas e restos de podas de árvores e gramas são gerados pela manutenção das escolas que possuem áreas verdes, jardins e hortas; já restos de alimentos cozidos são produzidos nas cozinhas e refeitórios.

RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS	RESÍDUOS VERDES	RESÍDUOS DE ALIMENTOS (VERDURAS, LEGUMES E FRUTAS)	SOBRAS
DESCRIÇÃO	APARAS DE GRAMA, PODAS, FOLHAS	CASCAS, POLPAS E OUTRAS PARTES CRUAS NÃO UTILIZADAS NA PREPARAÇÃO DAS REFEIÇÕES	RESTOS DE ALIMENTOS COZIDOS DAS MERENDAS E REFEIÇÕES
FONTE GERADORA	JARDINS E HORTAS	COZINHA	REFEITÓRIO E COZINHA
AGENTES EVOLVIDOS	EQUIPES DA JARDINAGEM E DA ADMINISTRAÇÃO	EQUIPE DA COZINHA	ALUNOS E PROFESSORES

4.2 QUE TIPOS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PODEM SER SEPARADOS PARA A COMPOSTAGEM?

Nem todos os tipos de resíduos orgânicos podem se tornar composto, pois depende da técnica escolhida pela escola, se é compostagem (decomposição aeróbia) ou vermicompostagem, e da capacidade de manutenção do processo de tratamento. Lembre-se: a compostagem aeróbia geralmente recicla facilmente grandes quantidades de resíduos de jardins e áreas verdes, incluindo resíduos de alimentação; já a vermicompostagem demanda quantidades menores e constantes de resíduos de comida para a alimentação das minhocas.

Para fins de orientação geral, é possível definir quatro grupos de resíduos orgânicos para compostagem. Se em sua escola são manuseados alimentos frescos e as porções das refeições são adequadas, há o mínimo de desperdício e os resíduos orgânicos gerados são, em sua maioria, restos de frutas e vegetais do preparo das refeições.

RESÍDUOS VERDES	RESÍDUOS DE ALIMENTOS CRUS	RESÍDUOS DE ALIMENTOS COZIDOS	RESÍDUOS DE ALIMENTOS COZIDOS
√	√	!	X
FOLHAS GRAMAS PODAS	BORRAS DE CAFÉ E SACHÊS DE CHÁS, MIGALHAS DE PÃO, BISCOITOS E BOLOS, CASCAS E POLPAS, FOLHAS DE SALADAS, BARRAS DE CEREAIS	VEGETAIS COZIDOS, CASCAS PICADAS DE OVOS, QUEIJOS, MASSAS E ARROZ, SOPAS	CARNES E PEIXES, LÍQUIDOS GORDUROSOS, COMO ÓLEOS E SOPA QUENTE

Nota: os sinais verdes indicam "ok" para a compostagem na escola; a exclamação laranja pede cautela em sua utilização; o xis vermelho não recomenda adicionar esses materiais à compostagem.

4.3 COMO SEPARAR RESÍDUOS DE JARDIM E DE COMIDA?

Os resíduos orgânicos devem ser coletados em recipientes de plástico rígido que possam ser facilmente esvaziados e higienizados com água, garantindo assim as condições de higiene para não atrair vetores.

Resíduos de jardim correspondem à fração dos resíduos orgânicos mais fácil de coletar de forma separada, gerada nas atividades de manutenção de jardins e áreas verdes; é geralmente composta de galhadas e folhas que são importantes para o equilíbrio do processo de compostagem. Esses resíduos podem ser facilmente armazenados em áreas reservadas ou em sacos plásticos que possibilitem a circulação de ar e cobertura suficiente para proteger da chuva.

Resíduos de alimentos gerados **nas cozinhas** também são facilmente segregados em coletores com capacidade entre 30 litros e 120 litros (com rodinhas), que podem ser forrados com jornais ou mesmo sacos compostáveis para conter o excesso de líquidos. Se a compostagem na escola não recebe restos de alimentos cozidos, como carnes e peixes, então estes devem ser separados dos demais resíduos orgânicos, como restos de alimentos crus e de jardins.

Restos de refeições como o almoço, podem ser separados pelos próprios alunos por meio de um sistema de dois coletores de até 30 litros, de fácil assimilação: um para os restos de comida cozida e outro para os restos de alimentos crus, como saladas e frutas. Outros coletores menores, com capacidade entre 6 e 10 litros, podem ser distribuídos pelas dependências da escola, como o parquinho e a sala dos professores, para restos de frutas e lanches.

Não coloque sacos plásticos tradicionais na composteira, pois estes não se decompõem! Tente utilizar algo que seja possível observar a decomposição, como sacos compostáveis (se possível, certificados) ou sacos de papel.

FOTOS DE PRÁTICAS DE COLETA SEPARADA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: (ESQUERDA) NA EMEF VILA MUNCK (SÃO PAULO, BRASIL): CASCAS DE OVOS E VEGETAIS SÃO ACONDICIONADOS EM CAIXAS DE PAPELÃO PARA O TRANSPORTE ATÉ O LOCAL DE COMPOSTAGEM; (DIREITA) NA EMEI DALMO DO VALE (SÃO PAULO, BRASIL): RESTOS DE COMIDA SÃO COLETADOS EM BALDE PLÁSTICO E DESPEJADOS EM COMPOSTEIRA.

A **Ferramenta 1** mostra algumas opções de coletores que podem ser adquiridos para o acondicionamento de diferentes tipos de resíduos orgânicos e em locais específicos da escola. No entanto, é possível desenvolver seus próprios coletores pela reutilização de embalagens de óleo, margarina, ou simplesmente utilizar baldes e lixeiras de plástico rígido já existentes na escola, bastando apenas identificar esses materiais com uma etiqueta.

FERRAMENTA 1: EQUIPAMENTOS PARA A SEGREGAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Coleta de resíduos de jardim		Galhadas, aparas de grama, folhas		Galhadas, aparas de grama, folha
Coleta de resíduos de comida na cozinha Coleta de restos de comida no refeitório		Coletores (20-30 litros) com alça e tampa		Coletores com rodinhas (até 120 litros) que permitem o acondicionamento de maior quantidade e por mais tempo, mas são dificeis de esvaziar e higienizar
Coleta de restos de comida no parquinho, salas de aula e sala dos professores		Coletores (6-10 litros com alça e tampa)		

5 PARA ENTENDER O PROCESSO DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

5.1 COMO RECICLAR RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS?

O processo de geração do composto é o mesmo feito pela natureza – e há duas técnicas de compostagem que podem ser utilizadas para os resíduos de jardins e de alimentos produzidos nas escolas:

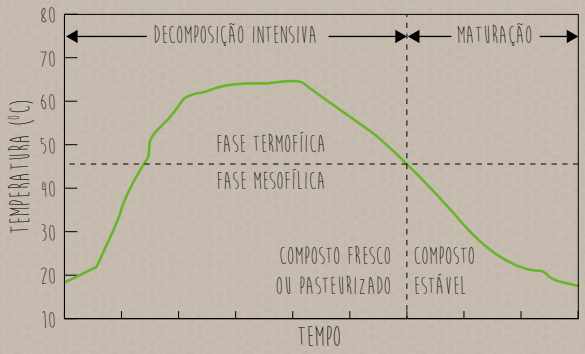
- **Compostagem aeróbia:** é uma degradação intencional da matéria orgânica; a decomposição é realizada em condições aeróbias (com presença de oxigênio) por microrganismos, principalmente bactérias, mas também fungos. O composto pronto possui coloração entre marrom escuro e preto e textura de terra.
- **Vermicompostagem:** é a decomposição da matéria orgânica utilizando minhocas, geralmente as vermelhas (conhecidas como californianas), entre outras. Elas produzem uma mistura heterogênea de resíduos de alimentos em decomposição, material estruturante e húmus de minhocas (ou outra denominação para estrume da minhoca), rica em nutrientes como fertilizante.

As duas técnicas envolvem a bioxidação da matéria orgânica e resultam em um material rico, parecido com húmus; é a presença do oxigênio que permite um desempenho ideal de ambas as técnicas. Já sua ausência estimula outros microrganismos que causam fermentação e putrefação, gerando um odor muito forte.

A principal diferença entre as duas técnicas está nos tipos de resíduos orgânicos que podem ser reciclados, as quantidades e aspectos específicos do seu processo. Além disso, enquanto a compostagem aeróbia só produz composto, a vermicompostagem pode gerar também fertilizante líquido.

	COMPOSTAGEM AERÓBIA	VERMICOMPOSTAGEM
PROS +	POSSIBILITA O PROCESSAMENTO DE GRANDES QUANTIDADES DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PODE PROSSEGUIR DE FORMA RELATIVAMENTE RÁPIDA SOB CONDIÇÕES IDEAIS PODE ELIMINAR SEMENTES DE ERVAS DANINHAS E PATÓGENOS	MENOS TRABALHOSA — NÃO HÁ NECESSIDADE DE REVOLVIMENTO/AERAÇÃO O PROCESSO É RÁPIDO ADAPTÁVEL A AMBIENTES INTERNOS E EXTERNOS
CONTRAS −	PODE SER TRABALHOSA (REVOLVIMENTO, MISTURA, ETC) PODE REQUERER O ARMAZENAMENTO DE MATERIAL ESTRUTURANTE (FOLHAS SECAS, GALHARIA, ETC) EXIGE CUIDADOS COM A UMIDADE SOMENTE AMBIENTES EXTERNOS	NÃO ELIMINARÁ SEMENTES DE ERVAS DANINHAS E NÃO É TÃO EFICIENTE NA ELIMINAÇÃO DE PATÓGENOS. PROCESSA QUANTIDADES LIMITADAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NÃO É ADEQUADA A GRANDES QUANTIDADES DE RESÍDUOS DE JARDINS.

5.2 COMO FUNCIONA A COMPOSTAGEM AERÓBIA?



A compostagem ocorre em duas fases consecutivas.

Durante a primeira fase, moléculas orgânicas complexas são decompostas por microrganismos, como bactérias e fungos, e se tornam componentes químicos mais simples e estáveis: sais minerais, água e dióxido de carbono. A atividade bacteriana intensiva pode aumentar significativamente a temperatura, alcançando entre 55-60°C, eliminando assim sementes de ervas daninhas e patógenos e garantindo higienização.

Na segunda fase, os microrganismos sintetizam o húmus e o produto final é

denominado composto, um material estável no qual a maioria das transformações químicas já ocorreu; o que resta não envolve o consumo excessivo de oxigênio ou produção de substâncias fitotóxicas prejudiciais às plantas.

A compostagem aeróbia demanda uma mistura equilibrada de resíduos orgânicos, divididos em dois grupos: os marrons e os verdes. Os marrons são ricos em Carbono (C), pobres em Nitrogênio (N) e se degradam lentamente; os verdes são as "cargas de energia" do processo de compostagem – possuem alto teor de umidade, são ricos em Nitrogênio (N), pobres em Carbono (C) e se degradam rapidamente.

Um processo efetivo de compostagem aeróbia demanda a mistura certa de materiais marrons e verdes – a proporção C:N ideal está entre 25:1 e 40:1; em outras palavras, na prática comum a regra de ouro é misturar os verdes e os marrons em uma proporção de 1:1.

Os verdes	
Características	Resíduos/Fontes
• Macio • Úmido • Rico em Nitrogênio • Degrada rapidamente • Compacta facilmente	• Grama cortada • Cabeças de flores e caules • Plantas • Legumes e frutas descartadas

Os marrons	
Características	Resíduos/Fontes
• Lenhoso • Seco • Rico em Carbono • Volumoso • Degrada lentamente	• Troncos e galhos de árvores • Folhas caídas • Palha • Papel e papelão picados

Uma planta de compostagem de pequena escala levará de 4 a 6 meses para produzir composto, cujo aspecto será de coloração uniforme amarronzada e odor de terra molhada. E será cheio de vida – matéria orgânica possivelmente com minhocas vivas, pequenos besouros e outros insetos.

5.3 COMO FUNCIONA A VERMICOMPOSTAGEM?

A vermicompostagem é utilizada para compostar restos de alimentos em recipientes feitos de plástico e é especialmente útil em ambientes domésticos que não possuem quintais – ou acesso direto a jardins. Diferente da compostagem aeróbia em leiras, pilhas ou composteiras robustas, a vermicompostagem depende quase exclusivamente dos materiais verdes.

Os micróbios ainda desempenham um papel fundamental na degradação dos resíduos orgânicos, sendo responsáveis pela decomposição dos verdes; e eles se tornam também a fonte de alimentação das minhocas. O composto de minhocas é rico em nutrientes e biologicamente ativo, o que o torna um excelente biofertilizante.

CARACTERÍSTICAS DE UMA CAMA IDEAL PARA VERMICOMPOSTAGEM

- ALTA ABSORÇÃO
- BOM POTENCIAL ESTRUTURANTE
- BAIXO CONTEÚDO DE PROTEÍNA E/OU NITROGÊNIO

A mistura de resíduos orgânicos deve agir como um ambiente vivo acolhedor, conhecido como "cama", para as minhocas. Alguns materiais por si só já fazem ótima camas, enquanto outros são ausentes de uma ou mais características mencionadas no quadro ao lado e precisam ser utilizados em combinações diferentes. Papelão picado e serragem são materiais adequados para se montar uma cama para suas minhocas.

Altos níveis de nitrogênio podem resultar em uma degradação rápida e estão associados a aquecimento da temperatura, o que pode criar condições inóspitas para a vida das minhocas. Carnes e comidas com alto teor de gordura (como queijos e azeites) não devem ser utilizadas pois podem gerar odores, atrair vetores e condições anaeróbias fatais para as minhocas.

A “chave” do processo é garantir níveis corretos de umidade (entre 70% e 90% de conteúdo de água na massa) e a temperatura ideal entre 15-30°C. Se a umidade estiver muito baixa, as minhocas vão desidratar; se estiver muito alta, os canais de ar ficarão entupidos pela água e, na ausência de oxigênio, o resíduo orgânico começa a gerar odores. Por isso, muitas composteiras comerciais possuem uma torneira na última caixa para facilitar o escoamento do excesso de líquido, que pode ser utilizado como fertilizante.

5.4 O QUE É O COMPOSTO E COMO ELE PODE SER UTILIZADO?

O principal benefício do composto é sua composição rica em matéria orgânica e húmus, uma substância marrom importante para o solo; o húmus age como uma espoja que absorve a água e impede a perda de nutrientes das plantas, bem como evita os processos erosivos decorrentes. A matéria orgânica, por sua vez, reduz a compactação do solo criando pequenos canais para o avanço das raízes de plantas, minhocas e outras criaturas; também atua como fonte de alimentação de micróbios e invertebrados, auxiliando a manutenção de um solo com diversidade biológica.

Há duas formas principais de uso do composto: como um corretivo de solo ou como substrato.

- Corretivos de solo: são materiais acrescentados ao solo para a melhoria de suas propriedades físicas e estrutura; os efeitos dependem da matéria orgânica contida no composto.
- Substrato: são materiais diferentes do solo e que proporcionam o crescimento de plantas.

Dependendo do uso e dos tipos de plantas existentes nas escolas, quantidades diferentes de composto podem ser utilizadas diretamente na manutenção dos solos.

HORTA

Objetivo: para uma fertilização cruzada que favorece o crescimento de plantas

Dose: 2-3 kg/m^2

Aplicação: espalhe o composto no solo e o enterre a uma profundidade de 10-15 cm

VASOS DE PLANTAS

Objetivo: como substrato para vegetais e plantas ornamentais

Dose: depende do tamanho de cada vaso

Aplicação: faça uma mistura de composto e turfa adicionando entre 30% a 50% de composto.

CANTEIROS DE FLORES

Objetivo: fertilização dos canteiros de flores na preparação do plantio de plantas ornamentais

Dose: 10-15 kg/m^2

Aplicação: espalhe o composto no solo e o enterre a uma profundidade de 10-15 cm

GRAMADO

Objetivo: para a fertilização do solo durante as operações de plantio.

Dose: faça uma camada fina de 1 cm

Aplicação: misture composto com areia e terra (30% - 40% composto), distribua uma camada fina e homogênea no gramado existente e então semeia a grama nova.

ÁRVORES E ARBUSTOS

Objetivo: como fertilizante para árvores e arbustos

Dose: 10-20 litros/cova de plantio

Aplicação: misture composto e terra na mesma proporção; antes do plantio da muda, coloque a mistura no fundo da cova.

Fonte: CIC, Italian Composting e Biogas Association.

6 COMO PRATICAR A COMPOSTAGEM EM ESCOLAS

Esse capítulo dará orientações práticas sobre como implementar uma iniciativa de compostagem na escola, considerando que sua unidade possui áreas verdes com árvores, arbustos ou pelo menos um gramado.

6.1 COMO IMPLEMENTAR UMA INICIATIVA DE COMPOSTAGEM?

É possível estabelecer uma iniciativa que demonstre e ensine os alunos sobre as possibilidades de reciclagem dos resíduos orgânicos através dos seguintes passos:

DECISÃO PELO TIPO DE INICIATIVA

- Compostagem para demonstração
- Compostagem consistente de resíduos orgânicos

DECISÃO PELO TIPO DE RESÍDUO ORGÂNICOS A SER COMPOSTADO

- Resíduos de jardins
- Resíduos de comidas (parcial, total)
- (Não esqueça de separar os recicláveis secos também!)

PREPARE ATIVIDADES E TAREFAS ESPECÍFICAS

- Quais turmas serão envolvidas
- Defina tarefas para estudantes, professores e administração
- Informe e envolva as concessionárias de limpeza

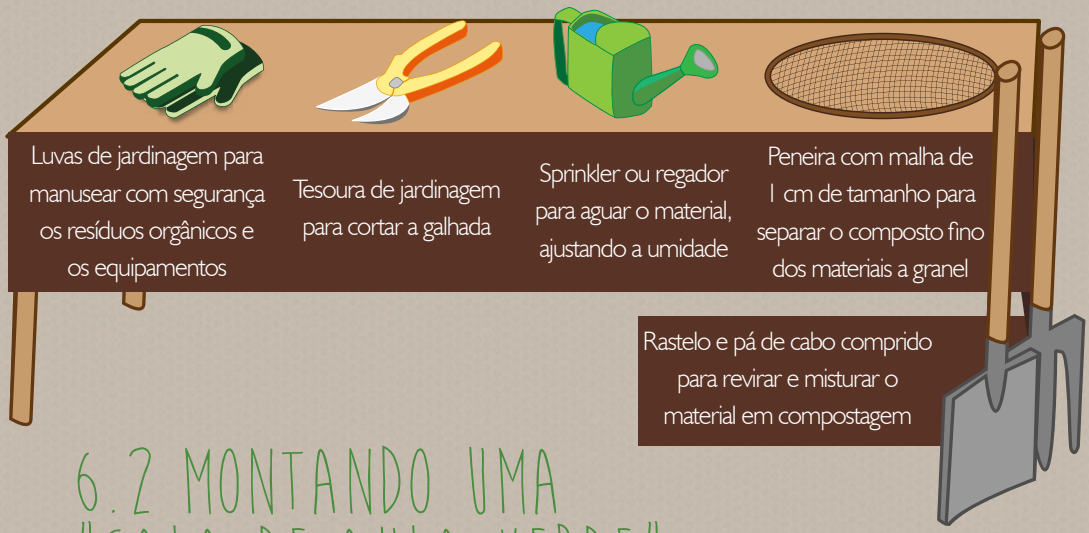
PREPARE OS EQUIPAMENTOS E O MATERIAL DE ENSINO

- Busque informações sobre esse tipo de iniciativa na escola
- Compre/desenvolva os coletores para a coleta separada
- Compre /desenvolva o material do processo de compostagem

COMECE A INICITIVA

- Ensine os conceitos
- Envolva todos na coleta separada
- Realize a compostagem
- Utilize o composto

FERRAMENTA 2: EQUIPAMENTOS BÁSICOS NECESSÁRIOS PARA MANUSEAR A COMPOSTAGEM NA ESCOLA



6.2 MONTANDO UMA "SALA DE AULA VERDE"

Realizar compostagem na escola implica em duas atividades: ensino e prática. Assim, defina um local na área verde ou próximo à horta da escola e instale uma pequena composteira, ao redor da qual se consolidará uma sala de aula verde onde os estudantes aprenderão sobre como funciona a compostagem e a aplicação do composto.

Fotos de exemplo de sala de aula verde (EMEI Dona Leopoldina, São Paulo, Brasil)

6.3 COMPOSTAGEM AERÓBIA: GUIA PASSO A PASSO

A compostagem exige pouco esforço, mas requer certos cuidados para que os microrganismos trabalhem bem. Escolha a forma que for melhor para a escola: uma composteira de plástico, feita à mão ou no formato de leiras – veja as sugestões da **Ferramenta nº3.**

Há algumas regras simples para manusear o processo corretamente:

1 ENCONTRE O LOCAL APROPRIADO

O espaço ideal para compostagem deve receber sol e ser sobre solo descoberto; se tiver que ser sobre uma laje de concreto ou no pátio, o faça sobre uma camada de galhos ou um pallet. A localização deve ser de fácil acesso para a adição dos resíduos orgânicos e retirada do composto.

2 ADICIONE OS MATERIAIS CORRETOS

Acrescente os resíduos de comida junto com os resíduos de jardim na composteira ou leira. Uma mistura 50/50, com partes iguais de verdes (resíduos orgânicos ricos em N, como alimentos e grama cortada) e de marrons (resíduos orgânicos ricos em C, como madeira e papel), é a receita ideal para uma boa prática de compostagem.

3 FAÇA O FORMATO CORRETO

A leira de compostagem precisa de ventilação natural e não pode exceder 1,2m de altura, evitando assim a compactação dos resíduos. Caso seja necessário acrescentar maior quantidade de resíduos orgânicos, amplie horizontalmente a leira.

4 CONFIRA A UMIDADE

A umidade varia conforme a mudança das condições climáticas (insolação extrema, chuvas extremas); para checa-la no processo de compostagem, realize o teste de umidade (veja a Ferramenta nº5).

5 DEIXE VENTILAR

O processo de compostagem demanda a presença de oxigênio para assegurar uma boa transformação e a ausência de maus odores. Revire o material periodicamente (uma vez por mês) para recuperar sua porosidade.

6 NÃO TENHA PRESSA

A compostagem é um processo natural. Se a composteira estiver cheia ou a leira tiver atingido sua dimensão máxima, é hora de parar de acrescentar resíduos frescos. São necessários de 6 a 9 meses para que o composto esteja pronto para uso – deixe a natureza fazer seu trabalho. Continue o seu, que é adicionar as proporções de verdes e marrons quando a pilha estiver reduzindo volume.

7 SEPARE O COMPOSTO PRONTO

Geralmente localizado no fundo, o composto pronto possui coloração marrom escuro e odor de terra molhada. Este deve ser peneirado (malha de 1cm) para separá-lo de pedaços não decompostos de madeira.

Não se esqueça de picar os resíduos de jardim e outros mais volumosos em pequenos pedaços para facilitar o processo de decomposição feito pelos microrganismos. Apenas adicione serragem para corrigir a umidade do material, e não como estruturante do processo de compostagem.

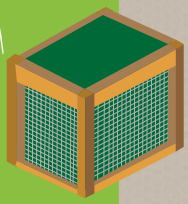
Cuidado ao acrescentar resíduos de alimentos cozidos (ricos em gorduras), carne e peixes; comece com pequenas proporções (até 10%) e só aumente quando adquirir mais experiência. Observe se não há odores ou atração de vetores e, se isso acontecer, cubra imediatamente a mistura com folhas ou outros vegetais.

FERRAMENTA 3: DIFERENTES FORMAS DE COMPOSTEIRA AERÓBIA PARA ESCOLAS

CAIXA DE MADEIRA

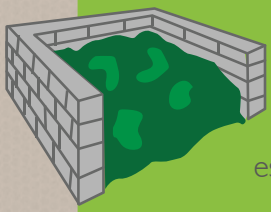
Pode ser construída com pallets que permitem a ventilação de baixo para cima; faça o formato de cubo com 1 metro de altura e forre com uma camada inicial de 2 cm de galhada.

CAIXA DE MADEIRA E MALHA METÁLICA



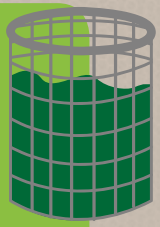
Os resíduos são despejados na caixa que possui estrutura de madeira e paredes de rede metálica, sendo uma com dobradiças que permitem abri-la para retirada do composto.

PAREDES DE CONCRETO



Durável, pode ser construída com três paredes de 1m x 1m e espaços de 2 cm entre os tijolos de concreto para permitir a ventilação.

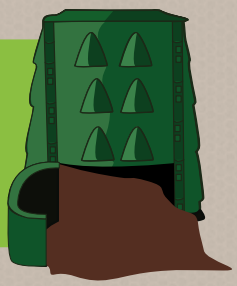
CILINDRO DE MALHA METÁLICA



Use uma rede metálica no formato cilíndrico e a prenda no solo com estacas de madeira.

PLÁSTICO

Há diversos modelos comerciais; prefira um com boa ventilação, sem a base e uma portinhola inferior para retirada do composto.



Exemplos de composteiras em escolas: (esquerda) de paredes de concreto na EMEI Dona Leopoldina, São Paulo, Brasil; (direita) de caixa de madeira na EMEF Tarsila do Amaral, São Paulo, Brasil; (direita inferior) em leiras na Creche dos Ingleses, projeto do CEPAGRO, Florianópolis, Brasil

6.4 VERMICOMPOSTAGEM: GUIA PASSO A PASSO

A vermicompostagem pode ser realizada com equipamentos comerciais ou soluções feitas artesanalmente, compostas por recipientes empilhados verticalmente e um compartimento de base para acondicionamento do líquido (veja a **Ferramenta nº 4**). Há algumas regras simples para manusear o processo corretamente:

1 ENCONTRE O LOCAL APROPRIADO

Instale sua vermicomposteira em um local arejado e abrigado do sol, em temperatura ambiente (entre 15 e 22°C), para proteger as minhocas.

2 ESCOLHA A CAMA APROPRIADA

Utilize pedaços grosseiros de serragem sem verniz ou galhada; outras opções são jornal picado e papelão. Forre a composteira e umedeça o material da cama.

3 ENCONTRE AS MINHOCAS ADEQUADAS

Na vermicompostagem, as minhocas mais utilizadas são as vermelhas californianas *(Eisenia foetida ou Eisenia andrei)* e as europeias, conhecidas como Night Crawlers *(Eisenia hortensis)*.

4 ADICIONE OS MATERIAIS CORRETOS

Acrescente somente resíduos frescos de alimentos que possam ser consumidos pelas minhocas, especialmente vegetais e frutas em tamanho não muito pequeno; não adicione carne e evite alimentos cozidos ou ricos em gordura. Misture esses resíduos orgânicos frescos com materiais estruturantes (ricos em C), como resíduos de jardins e serragem, e cubra-os completamente; repita esse processo a cada nova adição. Dessa forma, a decomposição será mais efetiva e evitará a atração de vetores.

FERRAMENTA 4: DIFERENTES FORMAS DE VERMICOMPOSTEIRAS PARA ESCOLAS

Caixas plásticas	Recipientes plásticos reutilizados
Composteiras comerciais são geralmente compostas de três caixas plásticas e podem ser adquiridas em tamanhos diferentes.	É possível construir uma vermicomposteira com embalagens plásticas de alimentos; faça furos na base dos dois recipientes superiores

5 INSTALE A VERMICOMPOSTEIRA

Primeiro encha a caixa do topo e depois a troque de posição com a caixa do meio, reiniciando o processo de forrá-la com material para a cama e depois adicionar os resíduos orgânicos; as minhocas migrarão espontaneamente para a nova caixa escalando as paredes internas e entrando pelos orifícios da base.

6 CONTROLE O EXCESSO DE UMIDADE

Não esqueça de esvaziar a última caixa quando fizer a troca de posição das caixas superiores, pois esta armazena os líquidos resultantes da decomposição.

7 NÃO TENHA PRESSA

A compostagem com minhocas é um processo natural, que demanda 30 dias para que elas realizem a digestão do resíduo orgânico e o transforme em fertilizante.

8 RETIRE O COMPOSTO E PRESERVE AS MINHOCAS

É preciso separar as minhocas antes de esvaziar a caixa cheia de composto; posicione a caixa no sol e o calor fará com que as minhocas se refugiem no fundo – retire as camadas superiores do composto com cuidado, mantendo a camada de 5 cm onde as minhocas estão concentradas.

6.5 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

É preciso identificar as causas antes de pensar na solução de problemas, então rever as opções de ação, fazer as mudanças necessárias no processo de compostagem e observar os efeitos. Os principais problemas encontrados em iniciativas de compostagem estão geralmente relacionados a erros na mistura dos verdes e marrons, entre outros relacionados a seguir:

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
O MATERIAL CONTEM OVOS DE INSETOS E A PRESENÇA DE INSETOS, COMO A TESOURINHA	A COMPOSTAGEM ESTÁ OCORRENDO CORRETAMENTE	OS INSETOS SÃO UM BOM SINAL DE QUE A COMPOSTAGEM ESTÁ CORRETA E PRODUTIVA!
O MATERIAL ESTÁ ATRAINDO RATOS, CÃES E OUTROS VETORES, COMO MOSCAS	QUANTIDADE OU TIPO INCORRETOS DOS VERDES	EVITE CARNES, OSSOS E GORDURAS
	PEDAÇOS EXPOSTOS DE ALIMENTOS	POSICIONE OS PEDAÇOS DE ALIMENTOS NO CENTRO DO MATERIAL E O CUBRA COM MATERIAL ESTRUTURANTE.
	A COMPOSTEIRA PRECISA DE MANUTENÇÃO	CONSERVE A COMPOSTEIRA EM BOAS CONDIÇÕES
O COMPOSTO NÃO ESTÁ AQUECENDO	SE O MATERIAL PARECE ÚMIDO E COM CHEIRO DOCE, PODE SER FALTA DE NITROGÊNIO	MISTURE PEDAÇOS DE ALIMENTOS OU OUTROS MATERIAIS RICOS EM NITROGÊNIO
	UMIDADE INSUFICIENTE	ADICIONE ÁGUA
	FALTA DE OXIGÊNIO	REVIRE A PILHA DE MATERIAIS, AFOFANDO-A
	A PILHA DE MATERIAIS É MUITO PEQUENA	MONTE UMA PILHA COM DIMENSÕES DE 1MX1MX1M

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
EMARANHADO DE CAMADAS MAL DECOMPOSTAS DE FOLHAS OU PEDAÇOS DE ALIMENTOS	COMPACTAÇÃO, POUCA VENTILAÇÃO	DESFAÇA AS CAMADAS COM GARFO DE JARDINAGEM E REVIRE A PILHA DE MATERIAIS. EVITE FORMAR CAMADAS GROSSAS DE MATERIAIS VOLUMOSOS
O MATERIAL EXALA MAUS ODORES, COMO UMA MISTURA DE MANTEIGA RANÇOSA, VINAGRE E OVOS PODRES.	FALTA DE OXIGÊNIO, COMPACTAÇÃO	REVIRE A PILHA E AGITE OS MATERIAIS PARA SOLTAR E VENTILAR
	FALTA DE OXIGÊNIO, EXCESSO DE UMIDADE	REVIRE A PILHA E ADICIONE MATERIAIS SECOS GROSSEIROS COMO FOLHAS, GALHOS, SERRAGEM OU JORNAL PICADO PARA ABSORVER A UMIDADE.
O COMPOSTO EXALA UM ODOR DE AMÔNIA	A PILHA ESTÁ COM EXCESSO DE NITROGÊNIO	ADICIONE E MISTURE MATERIAIS RICOS EM CARBONO COMO FOLHAS, GALHOS, SERRAGEM OU JORNAL PICADO.
O MATERIAL PRODUZ MUITAS MOSCAS DE FRUTA	AS MOSCAS DE FRUTA SÃO "HABITANTES" NATURAIS DE UM PROCESSO DE COMPOSTAGEM, ONDE DEPOSITAM SEUS OVOS NO MATERIAL ESTRUTURANTE OU NA MISTURA	PARA EVITÁ-LAS, ENTERRE OS PEDAÇOS DE ALIMENTOS ALGUNS CENTÍMETROS ABAIXO DO MATERIAL ESTRUTURANTE DE SUPERFÍCIE (VERMICOMPOSTEIRAS). REDUZA A FRAÇÃO DE RESÍDUOS DE COMIDA.

7 TROCA DE EXPERIÊNCIAS

7.1 A PLATAFORMA ONLINE DAS ESCOLAS DE SÃO PAULO

A plataforma online "Escolas Mais Orgânicas" é uma das atividades do projeto de Assessoria do CCAC MSWI para a cidade de São Paulo, implementado pela ISWA[11]. A ideia de se trabalhar com as escolas surgiu em Março de 2015, quando a equipe do projeto visitou a EMEI Dona Leopoldina, uma escola de ensino infantil da rede pública de ensino, localizada no distrito da Lapa, em São Paulo. A escola possui um conjunto de atividades que promovem a reciclagem de seus resíduos sólidos, dos secos aos orgânicos – para estes, são aplicadas as duas técnicas de tratamento local: a vermicompostagem e a compostagem aeróbia, cujo composto é aplicado nos jardins e hortas da escola.

A proposta da plataforma online é a de que as escolas com diferentes iniciativas de compostagem possam interagir com suas dúvidas e conquistas, trocar experiências, conselhos, entre outros. Espera-se que, mais adiante, a plataforma online atraia escolas que não possuem a prática da compostagem, mas desejem inicia-la a partir das que são mais experientes.

Os objetivos da plataforma são:

- Coletar informações sobre iniciativas existentes nas escolas;
- Promover a troca de ideias e informações entre as escolas;
- Oferecer uma plataforma online de fácil utilização e que estimule a interação entre seus usuários;
- Promover uma cooperação de longo prazo entre as escolas.

A plataforma "Escolas Mais Orgânicas" foi criada como um grupo no Facebook e lançada oficialmente em Fevereiro de 2016; passados dois meses de funcionamento, a plataforma registrava 50 membros representantes de 17 escolas, interagindo entre si e compartilhando relatos e iniciativas de compostagem. Dois exemplos de publicações feitas pelos usuários podem ser observados a seguir

[11] A plataforma, hospedada no Facebook como um grupo, será administrada pela Morada da Floresta no período de Dezembro de 2015 a Agosto de 2016.

Exemplos de publicações de iniciativas de compostagem nas escolas e interação nos comentários na plataforma "Escolas Mais Orgânicas".

7.2 TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS ESCOLAS DE SÃO PAULO

Algumas das melhores práticas encontradas pelo projeto nas escolas de São Paulo são apresentadas nessa seção, com breve descrição de suas iniciativas: estas incluem as técnicas de compostagem aeróbia e vermicompostagem, e o uso do composto e/ou do líquido fertilizante em suas hortas e jardins.

7.2.1 EMEI ANÍSIO TEIXEIRA

A escola possui cerca de 500 alunos e 50 professores e funcionários.

A geração mensal de resíduos orgânicos é de 1,5 toneladas, entre restos de alimentos e da manutenção dos jardins, que são tratados pela vermicompostagem. Cada sala de aula é equipada com uma composteira de plástico.

O composto resultante é aplicado nas atividades da horta.

Treinamento de professores sobre a vermicompostagem

Ensino com vermicomposteira nas salas de aula

7.2.2 EMEI CAMILO ASHCÁR

Com cerca de 350 estudantes e 50 professores e funcionários, a escola gera 230 kg mensais de resíduos de alimentos e jardinagem.

Todos os resíduos gerados na manutenção dos jardins e quase todos resíduos de alimentação são tratados pela compostagem aeróbia, cujo composto gerado é manuseado pelos estudantes na aplicação nos jardins e horta. Dessa forma, o funcionamento do ciclo do carbono é ensinado na teoria e na prática.

Uma parte dos vegetais cultivados na horta é preparada e consumida na própria escola.

Estudantes envolvidos no peneiramento do composto pronto; a fração "refinada" do composto é nas atividades com horta.

A horta da escola e o envolvimento dos estudantes na aplicação do composto como fertilizante natural.

7.2.3 EMEI PROFª CLYCIE MENDES CARNEIRO

A escola conta com 250 estudantes e aproximadamente 35 professores e funcionários, e uma geração mensal de 220 kg de resíduos orgânicos.

Ambas técnicas de vermicompostagem e compostagem aeróbia são aplicadas para tratar os resíduos de alimentação e da manutenção de suas áreas verdes; os estudantes são envolvidos diretamente nas atividades.

Começando a compostagem aeróbia, primeiro com os resíduos de alimentos (esquerda) e depois com os resíduos dos jardins (direita);

Atividade de mistura dos tipos de resíduos orgânicos na compostagem aeróbia.

7.2.4 EMEI DONA LEOPOLDINA

A escola possui cerca de 230 estudantes e 40 professores e funcionários, com geração mensal média de 300 kg de resíduos orgânicos entre alimentos e manutenção das áreas verdes.

Todos os resíduos orgânicos são tratados pelas duas técnicas, de vermicompostagem e compostagem aeróbia; essa última é manuseada por um funcionário de manutenção das áreas verdes com a participação da comunidade escolar.

A escola está tentando incluir em seu cardápio, ao menos uma vez por semana, um tipo de vegetal cultivado na horta da escola.

Sobre o impacto positivo dessas atividades na comunidade escolar, a diretora Márcia Covelo afirma: *"O maior impacto das práticas de compostagem é a promoção do desperdício zero de alimentos, uma vez que os resíduos orgânicos se transformam em composto que é aplicado nas hortas e jardins da escola. Além disso, a compostagem é parte de um projeto de educação ambiental onde não há lixo e a higiene adquire novos significados para as crianças e seus pais".*

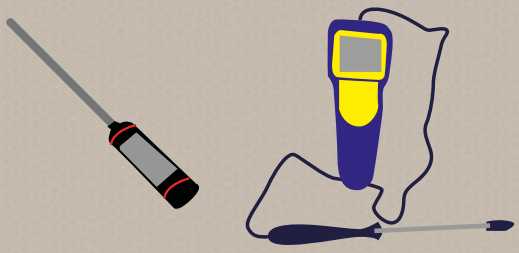
Adição de restos de alimentos frescos no local de compostagem aeróbia na escola

Colheita dos vegetais cultivados na horta da escola e entrega à equipe da cozinha para seu preparo.

8 FERRAMENTAS

FERRAMENTA 5: COMO REALIZAR O TESTE DE TEMPERATURA

A temperatura do processo de compostagem pode ser medida com um termômetro básico com uma sonda de 10 a 20 cm de profundidade. Faça a medição em diferentes pontos do processo de compostagem, o intervalo é de 30 e 45°C, geralmente, mas pode ser mais alto (até 65°C) se for uma pilha de compostagem maior.



A medição da temperatura deve ser feita antes da abertura ou revolvimento da pilha de compostagem; a frequência deve ser diária no início e, depois de um mês, pode se resumir a uma vez por semana.

Registre os dados em um gráfico, onde o tempo (dias) é representado no eixo X e a temperatura no eixo Y.

Exemplo de uma tabela para registro da temperatura do processo de compostagem.

Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T externa (°C)															
T composto (°C)															
Dia	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T externa (°C)															
T composto (°C)															
Dia	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98					
T externa (°C)															
T composto (°C)															

FERRAMENTA 6: COMO REALIZAR UM TESTE DE UMIDADE

Uma pilha de compostagem deve possuir um teor de umidade ideal entre 50-60%. Mas, como é possível saber isso sem precisar de um equipamento caro?

Um teste simples pode ser realizado com o seu punho!

Como fazer o teste de umidade:

1. Encha sua mão (use luvas) com material retirado do centro da leira de compostagem ou de sua composteira. Tente não pegar os resíduos orgânicos frescos adicionados recentemente.

2. Esprema o material cerrando seu punho e observe o que acontece:

- Se escorre água ao espremer > o composto está muito úmido;
- Se escorre apenas algumas gotas ou nada > está correto;
- Se nada escorre e o composto se esfarela ao abrir sua mão > o composto está muito seco.

3. Faça o que for de acordo com o resultado do teste:

- Muito úmido > acrescente materiais secos (os marrons) ou revire a pilha em um dia ensolarado e quente (a umidade evaporará);
- Muito seco > acrescente água e misture ou revire a pilha.

Aprendizado:

A umidade pode ser ajustada ao se misturar corretamente os verdes e os marrons (veja o capítulo 5), mas também através de:

- Cobertura da pilha nas épocas de chuvas;
- Irrigação com água nas épocas secas (se necessário).

Ferramenta 7: Como Realizar o Levantamento da Composição dos Resíduos

A composição dos resíduos é geralmente avaliada por meio da separação e pesagem de frações homogêneas separadamente.

Se a escola possui seus próprios coletores ou sacos, realize a pesagem deles antes de disponibilizá-los para o serviço municipal de coleta dos resíduos sólidos urbanos. Isso permitirá a avaliação da geração per capita de resíduos sólidos na escola.

Equipamentos necessários:

Folha de plástico (2x2 m), Luvas de plástico, uma balança com precisão mínima de 100 gr, cestas de plástico, uma câmera.

Como fazer a análise da composição dos resíduos:

1. Colete o montante produzido em uma semana por ao menos 5 salas de aula;
2. Despeje os resíduos sobre a folha de plástico;
3. Inicie a segregação dos resíduos em diferentes frações, conforme sugestão da tabela a seguir;
4. Pese cada fração colocando-a na cesta ou em um saco plástico – não esqueça de descontar a tara;
5. Calcule a porcentagem que cada fração representa no total analisado;
6. Classifique as frações conforme as quantidades relativas, por exemplo, qual é a maior fração, a segunda maior, a terceira, e assim por diante;
7. Para cada fração, defina se ela pode ser reciclada ou não conforme o sistema público de limpeza vigente; também defina o que é biodegradável (restos de comida, resíduos de jardinagem, papel e papelão).

Exemplo de tabela para registro da geração de resíduos sólidos na escola e análise de sua composição

GERAÇÃO ESPECÍFICA DE RESÍDUOS EM UMA ESCOLA

NÚMERO DE SALAS DE AULA	
NÚMERO DE ESTUDANTES	
NÚMERO DE PROFESSORES	
NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS	
POPULAÇÃO TOTAL DA ESCOLA	

RESÍDUOS MISTURADOS GERADOS	KG
RECICLÁVEIS SECOS GERADOS	KG
RESÍDUOS DE ALIMENTOS GERADOS	KG
RESÍDUOS DE JARDINAGEM GERADOS	KG
OUTROS RESÍDUOS GERADOS	KG
TOTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA ESCOLA	**KG**

GERAÇÃO MÉDIA PER CAPITA/SEMANA NA ESCOLA	KG/PESSOA

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA ESCOLA

PAPEL E PAPELÃO	KG	%
GARRAFAS PLÁSTICAS	KG	%
OUTROS PLÁSTICOS	KG	%
LATAS E LATINHAS	KG	%
OUTROS METAIS	KG	%
GARRAFAS DE VIDRO	KG	%
OUTROS TIPOS DE VIDRO	KG	%
MADEIRA	KG	%
RESÍDUOS DE ALIMENTOS	KG	%
RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	KG	%
FRALDAS	KG	%
RESÍDUOS MISTURADOS (NÃO RECICLÁVEIS)	KG	%
TOTAL ANALISADO	**KG**	**100%**

FERRAMENTA 8: OS MATERIAIS SE DEGRADAM EM QUANTO TEMPO?

O conceito de degradação (pela atividade dos microrganismos) é muito importante ao se ensinar sobre resíduos e compostagem.

Um teste simples permite que os alunos aprendam de forma intuitiva sobre quais materiais são biodegradáveis, e deve ser aplicado antes ou depois da explicação sobre o conceito de degradação. O público-alvo de estudantes não deve ultrapassar os 10 anos de idade.

Como apresentar o teste aos estudantes:

Cada um desses objetos é feito de um material diferente; se forem largados ao sol, vento e chuvas, eles vão possivelmente se decompor.

Embaixo de cada objeto, escreva o nome do material de que ele é feito.

Desenhe um traço para ligar o material ao tempo que você acredita que ele demora para se decompor.

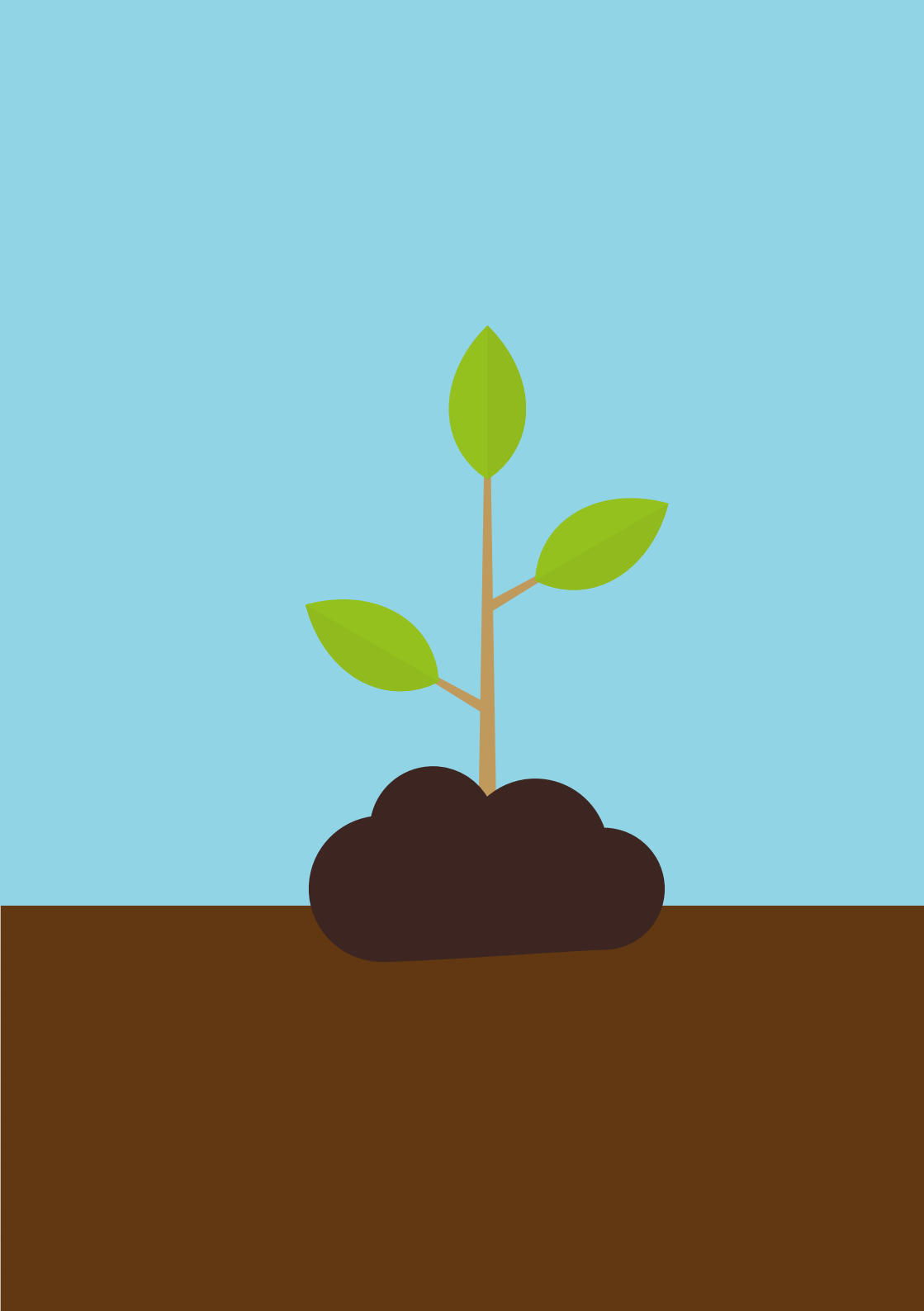
	1 mês	
	6 mês	
	5 anos	
	80 anos	
	200 anos	
	400 anos	

9 CONCLUSÕES

Os resíduos orgânicos – restos de alimentos da preparação das refeições e dos pratos, bem como resíduos de jardinagem, representam a maior fração dos resíduos sólidos gerados nas escolas. Sua destinação correta representa um desafio e uma oportunidade para a comunidade escolar adotar uma postura proativa para evitar o desperdício, reduzir a geração, realizar sua correta separação e reciclar.

Este Manual foi desenvolvido pensando em sua distribuição nas escolas de São Paulo, uma megacidade com 12 milhões de habitantes, para estimular iniciativas de reciclagem dos resíduos orgânicos pela compostagem local. O objetivo é evitar que a matéria orgânica se torne rejeito, reciclá-la com técnicas de baixa tecnologia e baixo custo e aplicar o composto e/ou o líquido fertilizante nos jardins e hortas escolares. Iniciativas únicas e projetos didáticos já são realidade prática em algumas escolas paulistanas e os estudantes estão aprendendo como o ciclo natural da matéria orgânica funciona.

Há muitas iniciativas locais e organizações não governamentais de caráter ambiental que oferecem assistência para projetos de compostagem in situ, e formam uma rede de conhecimentos, aprendizados e cooperação que pode ser acessada por professores e escolas interessadas. A plataforma online Escolas Mais Orgânicas é um exemplo de rede social que está se consolidando com a construção coletiva das escolas participantes.

Evitar ao máximo o envio de resíduos orgânicos para os aterros sanitários é um elemento chave na diminuição das emissões de poluentes de vida curta, como o metano e o carbono negro, que contribuem para as mudanças climáticas. A reciclagem de todos os resíduos orgânicos gerados nas escolas de São Paulo através de compostagem local poderia diminuir as emissões de GEE ao dispensar o transporte e a disposição final em aterros sanitários, além de gerar composto que repõe fertilizantes minerais no solo e melhora suas condições.

Estimamos que a compostagem no próprio local de geração levaria a uma redução de cerca de -58 kg CO2 eq por estudante por ano em São Paulo. Assim, com as ferramentas e o conhecimento certos, a reciclagem de resíduos orgânicos nas escolas é possível, contribui com a redução das emissões de SLCPs, é uma importante atividade de educação ambiental e pode ser divertida.