



# GUIA PRÁTICO PARA MINIMIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS — USP SÃO CARLOS

Organizadores: Patrícia Silva Leme, João Luis Garcia Martins, Dennis Brandão

USP RECICLA • EESC-USP • CCSC-USP • SGA-USP



# GUIA PRÁTICO PARA MINIMIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS – USP SÃO CARLOS

**Organizadores:** Patrícia Silva Leme, João Luis Garcia Martins, Dennis Brandão

São Carlos, 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Guia prático para minimização e gerenciamento de resíduos - USP São Carlos /  
organizadores: Patrícia Silva Leme, João Luis Garcia Martins, Dennis Brandão.  
-- São Carlos : USP Recicla; EESC-USP; CCSC-USP; SGA-USP, 2012. 80 p.

ISBN 978-85-60591-60-2

1. Resíduos – gerenciamento. 2. Educação ambiental. I. Leme, Patrícia Silva. II.  
Martins, João Luis Garcia. III. Brandão, Dennis.

CDD 628.44

---

**USP**

**Reitor**

João Grandino Rodas

**Vice Reitor**

Hélio Nogueira da Cruz

**Vice-reitor Executivo de Administração**

Antonio Roque Dechen

**Vice-reitor Executivo de Relações Internacionais**

Adnei Melges de Andrade

**Superintendente de Gestão Ambiental**

Wellington Braz Carvalho Delitti

**EESC**

**Diretor**

Geraldo Roberto Martins da Costa

**Vice-Diretor**

Eduardo Morgado Belo

**CCSC**

**Coordenador**

Dagoberto Dario Mori

**Vice-Coordenador**

Artur de Jesus Motheo

**Programa USP Recicla - Campus São Carlos**

**Coordenador**

Dennis Brandão

**Equipe de Realização**

**Organização**

Patrícia Silva Leme

João Luis Garcia Martins

Dennis Brandão

**Diagramação e capa**

Somma Studio

**Impressão**

Midiograf · Londrina · PR

**Tiragem**

500 exemplares

**Apoio**

Biblioteca da Escola de Engenharia de São Carlos

**Revisão textual**

Lara Padilha Carneiro

Março de 2012

# SUMÁRIO

Resíduos sólidos: entre a educação e o gerenciamento • 05

**1** Educação na gestão de resíduos • 06

**2** Programa EESC sustentável • 10

**3** Política Nacional de resíduos sólidos no Brasil • 12

**4** Minimização de resíduos • 18

**5** Cartuchos e toners • 22

**6** Resíduos eletroeletrônicos • 25

**7** Resíduos da construção civil (RCC) • 28

**8** Resíduos gerados em eventos • 32

**9** Lâmpadas fluorescentes • 36

**10** Resíduos de marcenaria • 40

**11** Resíduos não recicláveis • 44

**12** Óleos e gorduras de uso domiciliar • 46

**13** Resíduos orgânicos • 50

**14** Pilhas e baterias pós-consumo • 54

**15** Rejeitos radioativos • 58

**16** Resíduos químicos • 62

**17** Materiais reutilizáveis e recicláveis • 66

**18** Resíduos de serviços de saúde • 72

Contatos para descarte de resíduos na USP e outras informações • 78



É possível diminuir a geração de resíduos? Qual é o destino adequado para o “lixo” gerado? Quais são as formas existentes de tratamento dos resíduos? Quem são os responsáveis pelo seu gerenciamento? Acreditamos que a universidade pode e deve contribuir com respostas e esta publicação, resultado de pareceria entre o Programa USP Recicla de São Carlos e o Programa EESC Sustentável, tem esse objetivo.

O *Guia prático para minimização e gerenciamento de resíduos – USP São Carlos* visa informar os leitores sobre os tipos existentes de resíduos, os aspectos envolvidos em seu gerenciamento e instrumentalizá-los para minimizar sua geração apresentando as formas mais adequadas de tratamento e disposição. Embora o Guia tenha como foco os resíduos da universidade, acreditamos que pode ser útil para outras instituições, como empresas, escolas, órgãos governamentais etc.

Para a realização deste Guia, contamos com a valiosa contribuição dos autores que assinam cada um dos capítulos. São acadêmicos e profissionais inseridos na universidade e comprometidos com a educação para minimização de resíduos e com o seu gerenciamento dentro e fora da universidade.

O Guia está dividido em duas partes: a primeira, que traz informações gerais e busca contribuir para formar novos hábitos, aborda a Política Nacional de Resíduos Sólidos, minimização de resíduos, os 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) e os Programas “USP Recicla” e “EESC Sustentável”. Na segunda parte, nos capítulos referentes a cada resíduo, podem-se encontrar informações sobre características, procedimentos para tratamento e descarte adequados, recomendações para minimização e aspectos legais e normativos. Ao final, apresentamos os dados para contato no câmpus da USP São Carlos, por meio dos quais podem ser adquiridas mais informações sobre descarte e gerenciamento.

Acreditamos que esta publicação pode fazer parte de um processo maior de contato com a temática da sustentabilidade, despertando reflexões e contribuindo para a incorporação da responsabilidade – compartilhada entre governos, empresas e sociedade – pela minimização e gerenciamento dos resíduos. Tendo em mente a função de agente transformador que a universidade exerce na sociedade, esperamos que esta leitura seja útil e realizada de forma crítica e participativa: estamos abertos para sugestões e aprimoramentos para futuras versões.

Boa leitura!

*Os organizadores.*

## **RESÍDUOS SÓLIDOS: ENTRE A EDUCAÇÃO E O GERENCIAMENTO**

# 1

## EDUCAÇÃO NA GESTÃO DE RESÍDUOS: A EXPERIÊNCIA DO PROGRAMA USP RECICLA



### **Patrícia Silva Leme**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar – 1994); mestrado em Educação pela UFSCar (2000) e doutorado em Educação pela UFSCar (2008). É educadora da Universidade de São Paulo junto ao Programa USP Recicla e tem experiência na área de Educação Ambiental, atuando principalmente na formação de educadores ambientais, minimização de resíduos, coleta seletiva e sustentabilidade ambiental em câmpus universitários.

O Programa USP Recicla nasceu em 1994, em meio às discussões levantadas na época da Conferência Eco-92, entre um grupo formado por professores, funcionários e estudantes da USP. Esteve sob coordenação da Coordenadoria de Cooperação Universitária e de Atividades Especiais (CECAE) até abril de 2005. Atualmente, está sediado no âmbito da Superintendência de Gestão Ambiental da USP, que articula e facilita seu desenvolvimento nas Unidades e órgãos da universidade.

O USP Recicla é um programa voltado à minimização de resíduos, à formação de pessoas e à difusão e à prática dos 3Rs - redução do consumo e desperdício, reutilização e reciclagem de materiais. Atua com o universo da comunidade universitária, constituída por mais de 100 mil pessoas, entre alunos, funcionários e professores, distribuída nos seus sete câmpus.

Assim, diferente do que possa parecer, a considerar o nome do Programa, o USP Recicla não é uma iniciativa voltada exclusivamente para a coleta seletiva e reciclagem. Podemos dizer que o que realmente se busca é “reciclar” determinados conhecimentos, valores e ações de pessoas e instituições.

De modo geral, o USP Recicla diferencia-se de outros programas de gestão ambiental em universidades principalmente por seu processo marcadamente educativo, estimulando a adoção de práticas institucionais socioambientalmente adequadas, incentivando a ação das pessoas no sentido de serem responsáveis e transformadoras da realidade ambiental da universidade e de seu entorno.

Diante da complexidade da temática ambiental, o USP Recicla assumiu uma perspectiva socioambiental que se traduz na sua missão: contribuir para a construção de sociedades sustentáveis por meio de ações voltadas à redução da geração de resíduos, conservação do meio ambiente, melhoria da qualidade de vida e formação de pessoas comprometidas com esse ideal.

O Programa parte do princípio de que a sustentabilidade está imbricada à formação socioambiental das pessoas e, num contexto universitário, pressupõe a formação de sua comunidade e a interiorização desses princípios em seu próprio funcionamento e práticas cotidianas.

Os conceitos de educação ambiental e sustentabilidade são fundamentados pela vertente denominada crítica, transformadora ou emancipatória. Essa abordagem baseia-se em Carvalho (1991; 2001a; 2001b; 2004); Guimarães (2004); Layrargues (2004); Lima (2002; 2003; 2004); Loureiro (2004), Quintas (2004; 2006) e Sorrentino (2000).

Em São Carlos, atualmente o USP Recicla está ligado à Prefeitura do câmpus e é desenvolvido por meio de comissões instaladas nas Unidades de Pesquisa e Ensino e órgãos centrais, o que garante a continuidade

das ações projetadas e implantadas, expandindo-as para além da universidade. Participam das Comissões do USP Recicla no câmpus, como atores e editores do Programa, aproximadamente 70 membros da comunidade universitária.

Nos últimos 15 anos, o Programa desenvolveu distintas estratégias educativas que permitiram incorporação de novos hábitos e uma visão mais crítica com relação ao estilo de vida e opções cotidianas de consumo por parte da comunidade universitária, além de reduzir significativamente os resíduos gerados.

As principais atividades educativas podem ser resumidas em três blocos, comentados a seguir.

- A.** Reuniões, encontros e palestras educativas, visando dialogar sobre os princípios, estrutura e função do Programa USP Recicla e sensibilizar o indivíduo/comunidade sobre questões sociais e ambientais e a necessidade de conservar os recursos naturais. Também procuram motivar e fornecer ferramentas para a comunidade universitária realizar ações individuais e coletivas, direcionadas para o uso racional dos recursos e minimização de resíduos. Participam anualmente cerca de três mil pessoas da comunidade da USP e externa.
- B.** Projetos de intervenção educativa, desenvolvidos dentro e fora do câmpus de São Carlos. Os projetos abrangem temas ligados à gestão de resíduos sólidos tendo como eixo condutor a formação educativoambiental dos envolvidos. No caso da gestão de resíduos do câmpus, trabalha-se com projetos de incentivo à minimização de resíduos, à coleta seletiva de papéis, plásticos, vidros, metais, eletroeletrônicos e lâmpadas fluorescentes e à compostagem. Para além do gerenciamento dos resíduos sólidos, a atuação do Programa está presente em projetos de promoção da mobilidade sustentável, organização de eventos mais sustentáveis, incentivo à Moradia Estudantil sustentável, propagação da ética ambiental em escolas do ensino fundamental e médio, geração de indicadores de sustentabilidade e de pegada ecológica do câmpus. Todos os projetos contam com apoio de docentes do câmpus provenientes de diversas Unidades de Ensino, da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão e da Superintendência de Gestão Ambiental da USP.
- C.** Formação ambiental de alunos de graduação em diversas áreas do conhecimento, por meio de mini-cursos, reuniões semanais para estudo e planejamento de ações, incentivos para a apresentação do projeto em eventos científicos técnicos etc.

Por fim, destacamos que a educação nos processos de gestão ambiental é fundamental para o grande desafio da construção de sociedades sustentáveis, ao fomentar a participação em discussões sobre nosso estilo de vida e sobre as implicações da geração de resíduos e ao desencadear processos de sensibilização e formação política para que as pessoas busquem as soluções em níveis individuais e coletivos.

## Bibliografia

- BLAUTH, P.; LEME, P.C.S.; SUDAN, D.C. Mitos populares pró-lixo. In: CINQUETTI, H.C.S.; LOGAREZZI, A. (Org). **Consumo e resíduo: fundamentos para o trabalho educativo**. São Carlos, SP: EDUFSCar, 2006, p.145-167.
- CARVALHO, I.C.M. **Territorialidades em luta: uma análise dos discursos ecológicos**. São Paulo: Instituto Florestal; Secretaria do Meio Ambiente, 1991. p. 1- 56. (Série Registros, 9).
- \_\_\_\_\_. As Transformações na cultura e o debate ecológico: desafios políticos para a educação ambiental. In: NOAL, F.O.; REIGOTA, M.;
- \_\_\_\_\_. **A Invenção ecológica: narrativas e trajetórias da educação ambiental no Brasil**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001a.
- \_\_\_\_\_. Qual educação ambiental? Elementos para um debate sobre educação ambiental popular e extensão rural. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.43-51, abr./jun.2001b.
- \_\_\_\_\_. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, P.P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 13-24.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, P.P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 25-34.
- LAYRARGUES, P.P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Diretoria de Educação Ambiental, 2004.
- LIMA, G.F.C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, C.F.B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R.S. (Org.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 109-141.
- \_\_\_\_\_. O Discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.6, n.2, p.99-119, jul./dez. 2003.
- \_\_\_\_\_. Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para educação ambiental. In: LAYRARGUES, P.P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 85-111.
- LOUREIRO, C.F.B. Educação ambiental transformadora. In: LAYRARGUES, P.P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 65-84.
- MEIRA, A.M. de; ROCHA, P.E.D.; LIMA, E.T.; LEME, P.C.S., SUDAN, D.C. USP Recicla – Gestão Compartilhada e Integrada de Resíduos Sólidos na Universidade de São Paulo. Programa USP Recicla/Agência USP de Inovação, SP. **I Encontro Latino Americano de Universidades Sustentáveis**. Passo Fundo, RS, 2008.
- QUINTAS, J.S. **Educação ambiental e sustentabilidade política**. V Congresso Ibero-americano de Educação Ambiental. Joinville, 2006. Disponível em: <<http://www.siberoea.org.br/downloader.php?a=upload/arquivos/0017671001149511952.pdf&b=Jose+Quintas>>. Acesso em: 03 jul. 2007.
- \_\_\_\_\_. Educação no processo de gestão ambiental: uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. In: LAYRARGUES, P.P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 113-140.
- SORRENTINO, M. Crise ambiental e educação. In: QUINTAS, J.S. (Org.). **Pensando e praticando a educação ambiental na gestão do meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 2000a. p. 93-104. (Coleção Meio Ambiente).
- SUDAN, D.C. et. al. **Da pá virada: revirando o tema lixo. Vivências em educação ambiental e resíduos sólidos**. São Paulo: Agência USP de Inovação / Programa USP Recicla. Universidade de São Paulo - USP. 2007. 246 p.
- SUDAN, D.C.; MEIRA, A.M.; LIMA, E.T.; LEME, P.C.S.; ROCHA, P.E.D.; JACOBI, P.; SORRENTINO, M.; MASSAMBANI, O. Educación ambiental y gestión de residuos en la Universidad de São Paulo - Brasil: 15 años de actuación, muchos puntos para reflexión. In: Congreso de Educación Ambiental para el desarrollo sostenible, 2009, La Habana. **Anais da VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y desarrollo**. La Habana, 2009.
- SUDAN, D.C.; LIMA, E.T.; MEIRA, A.M.; DIAZ-ROCHA, P.E. Sustentabilidade e Educação: caminhos na Universidade de São Paulo. Programa USP Recicla/Agência USP de Inovação, SP. **I Encontro Latino Americano de Universidades Sustentáveis**, Passo Fundo, RS, 2008.



# 2

## PROGRAMA EESC SUSTENTÁVEL



### **Rosane Aranda**

É Assessora Administrativa da Diretoria da Escola de Engenharia de São Carlos – USP. Possui graduação em Pedagogia com Habilitação em Administração Escolar pela UFSCar (1990), Especialização em Sustentabilidade Sócio Ambiental pela USP (2004) e MBA em Gestão Pública: Administração e Economia do Setor Público pelo GPublic-FEARP-USP e OEB (2008).

### **Geraldo R. M. da Costa**

É Diretor da Escola de Engenharia de São Carlos – USP e Professor Titular do Departamento de Engenharia Elétrica. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela EESC-USP (1980), mestrado em Engenharia Elétrica pela EESC-USP (1985) e doutorado em Engenharia Elétrica pela FEEC-UNICAMP (1990).

A preocupação com a preservação ambiental e a busca pela sustentabilidade vêm se constituindo grandes desafios da humanidade e, assim, conquistando a atenção dos mais diversos ambientes sociais e econômicos do planeta.

No contexto educacional, a problemática ambiental demanda a formação de docentes, técnicos e estudantes ambientalmente mais instrumentalizados e reflexivos em todas as áreas de atuação, uma vez que os estudantes de hoje serão os futuros formadores de opinião e os futuros tomadores de decisões das organizações e sociedade em geral. Esse fato aumenta, e muito, a responsabilidade das instituições de ensino na formação de cidadãos conscientes das questões socioambientais e aptos a participarem das soluções desses problemas.

Nesse contexto, as Instituições de Ensino Superior (IES) destacam-se como um dos setores estratégicos para a inserção do tema sustentabilidade, pois, além do ensino e formação de profissionais, as IES têm grande atuação no desenvolvimento da ciência, o que contribui para a inovação tecnológica e para a geração de novos conhecimentos e paradigmas, os quais são fundamentais para o incremento e manutenção das mudanças necessárias.

Além do ponto de vista educacional e do desenvolvimento científico em prol da sustentabilidade, espera-se que as IES tenham a responsabilidade de desenvolver e implantar novos modelos de gestão, ou seja, incorporar na rotina das atividades de seus próprios câmpus todo o conhecimento e tecnologia que desenvolve e ensina, servindo, assim, de exemplo à sociedade.

A Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo (USP), no intuito de ampliar suas ações em prol da sustentabilidade, iniciou, em 2011, em parceria com o USP Recicla, a elaboração do **Programa EESC Sustentável**, que tem por objetivo a organização de uma política institucional que visa à inserção da sustentabilidade de forma ampla e integrada em suas atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração.

O Programa tem como proposta metodológica o envolvimento de toda a comunidade local na construção de programas, projetos e ações a serem implantadas na EESC e sugeridas às outras unidades do câmpus da USP de São Carlos.

O Programa EESC Sustentável deverá promover as seguintes ações:

1. **Ensino e capacitação de recursos humanos:** elaborar uma política de ambientalização dos cursos de engenharia da EESC e de formação da comunidade universitária para enfrentar os desafios da sustentabilidade;
2. **Pesquisa e inovação:** mapear as competências, as iniciativas e as pesquisas desenvolvidas que contribuam para a promoção da sustentabilidade, com o objetivo de divulgar e inserir este conhecimento nas soluções dos problemas ambientais do câmpus;
3. **Gestão ambiental:** intensificar as ações já implantadas por meio dos programas institucionais: Programa de Uso Racional da Água – PURA; Programa de Uso Racional de Energia – PURE e Programa USP Recicla. Incluir ações voltadas à mobilidade sustentável; gestão de resíduos; gestão territorial e edificações. Priorizar produtos e processos sustentáveis e utilizar ferramentas de avaliação do impacto ambiental e econômico;
4. **Extensão à comunidade:** promover a interação e colaboração com diversas instâncias da sociedade, com o objetivo de contribuir para a geração de soluções da problemática ambiental de forma mais ampla;
5. **Informação e comunicação:** divulgar e documentar todas as etapas do Programa, em diversos meios de comunicação, de modo a propagar o conhecimento e a provocar o debate e a participação da comunidade. Elaborar relatórios periódicos de sustentabilidade na EESC.

1

2

3

4

5

Espera-se que os esforços empenhados para a consolidação do **Programa EESC Sustentável** possam evoluir para uma Política de Sustentabilidade para o câmpus da USP de São Carlos e colaborar para que as instituições de ensino superior cumpram, com ética, o seu papel no contexto do desenvolvimento sustentável.

## Bibliografia

CARETO, H.; VENDEIRINHO, R. **Sistema de Gestão Ambiental e Universidades:** Caso do Instituto Superior Técnico de Portugal. Relatório Final de Curso. 2003. Disponível em: <[http://meteo.ist.utl.pt/~jjdd/LE-AMB/LEAmb%20TFC%20site%20VI/2002-2003/HCareto\\_RVendeirinho%20artigo.pdf](http://meteo.ist.utl.pt/~jjdd/LE-AMB/LEAmb%20TFC%20site%20VI/2002-2003/HCareto_RVendeirinho%20artigo.pdf)>. Acesso em 10 mai.2005.

HIDALGO, D.A. **Análisis de los procesos de gestión y educación para la sostenibilidad em las universidades públicas españolas.** Trabajo de investigación tutelada. Doctorado Interuniversitario en Educación Ambiental, Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid 2006.

LEME, P.C.S. **Formação e atuação de educadores ambientais:** análise de um processo educativo na universidade. 2008. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MOREIRA, M.S. **Estratégia e Implementação de Sistema de Gestão Ambiental.** Modelo ISO 14000. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001. ISBN 85-86948-31-4.

PAVESI, A.; FARIAS, C.R.O.; OLIVEIRA, H.T. Ambientalização da educação superior como aprendizagem institucional. **Revista Conscientia.** Disponível em: <[http://www.comscientianimad.ufpr.br/2006/02/acervo\\_cientifico/outros\\_artigos/artigo\\_sandra\\_pavesi.pdf](http://www.comscientianimad.ufpr.br/2006/02/acervo_cientifico/outros_artigos/artigo_sandra_pavesi.pdf)>. Acesso em: jan. 2008.

PLATAFORMA Informação, sensibilização e avaliação da sustentabilidade na Universidade. Disponível em: <<http://www.projetosustentabilidade.sc.usp.br>>. Acesso em 10 nov.2011.

SAVELY, S.M.; CARSON, A.I.; DELCLOS, G.L. An environmental management system implementation model for U.S. colleges and universities. **Journal of Cleaner Production.** ELSEVIER. 15 (2007), 664 p.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L.L. A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Modelo para Implantação em Campus Universitário. **Gestão & Produção**, V.13, p.503-515, set-dez, 2006.

VEIGA, J.E. **Desenvolvimento sustentável:** o desafio do século XXI. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

# 3

## POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL: GESTÃO E GERENCIAMENTO INTEGRADO



### **Valdir Schalch**

Engenheiro Químico pela Escola Superior de Química Oswaldo Cruz, mestrado e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (EESC/USP). Professor Associado do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC/USP. Tem experiência na área de Saneamento Ambiental, com ênfase em Resíduos Sólidos, atuando nos seguintes temas: gestão e gerenciamento integrado de resíduos sólidos, tratamento de resíduos sólidos e tecnologias em resíduos sólidos.

### **Wellington C. de Almeida Leite**

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia Civil de Araraquara, mestrado e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (EESC/USP). Professor Doutor na área de Saneamento Ambiental da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP. Tem experiência na área de Saneamento ambiental, com ênfase em gestão e gerenciamento integrado de resíduos sólidos, tratamento de resíduos sólidos e tecnologias em resíduos sólidos, controle da poluição ambiental e qualidade da água.

### **Introdução**

O Brasil tem a maior população e extensão territorial da América Latina. Sua economia encontra-se em franca evolução, passando, principalmente nos últimos 40 anos, de uma fase essencialmente agrícola e fornecedora de matérias-primas para uma fase de industrialização diversificada. Esse incremento na economia intensificou-se sobremaneira nos últimos dez anos e atualmente o Brasil ocupa a oitava posição entre as maiores economias do planeta. Evidentemente, esse crescimento econômico, embora bem-vindo, em múltiplos aspectos ainda não se fez acompanhar de um planejamento adequado capaz de amenizar a gritante desigualdade social, equacionar os problemas relativos à habitação, transporte, saúde, educação e os relativos ao ambiente do meio urbano, principalmente os relacionados aos recursos hídricos e à gestão dos resíduos sólidos, que será o tema central deste capítulo.

Segundo Leite (1997), na maioria dos municípios brasileiros, a ausência de modelos de gestão e de práticas adequadas para o gerenciamento dos resíduos sólidos dá lugar a uma variedade de “soluções” que, ainda nos dias atuais, parecem ser o grande complicador no processo decisório das administrações públicas e do setor privado. No Brasil, a titularidade dos serviços que envolvem os resíduos domiciliares é dos municípios, que, com poucas exceções, não dispõem de políticas consistentes e nem de recursos suficientes para o gerenciamento correto desses resíduos, o que acaba contribuindo para a ocorrência de sobreposição de poderes no setor, propiciando consideráveis impactos ambientais de difíceis soluções, além da pulverização de recursos públicos. Em suma, o país ainda carece de um modelo de gestão integrada para os resíduos sólidos que envolva os três níveis de governos (municipal, estadual e federal), enfatizando principalmente as diretrizes estratégicas, os arranjos institucionais, os aspectos legais, os mecanismos de financiamento, contemplando, ainda, instrumentos facilitadores para o controle social das políticas públicas, entre elas aquelas relacionadas aos resíduos sólidos.

A principal condição para a formulação e implantação desse modelo de gestão, no país, começou a ser delineada no dia 07 de julho de 2010, quando, após quase 20 anos de tramitação, foi aprovado, no Congresso Nacional Brasileiro, o Projeto de Lei nº 203/91, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada pelo presidente da República como Lei nº 12.305, em 02 de agosto de 2010, e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, em 23 de dezembro de 2010.

Cabe informar que o Estado de São Paulo conta com a Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, a qual foi regulamentada pelo Decreto Estadual nº 54.645, de 05 de agosto de 2009.

A PNRS, como formulada, será o marco regulatório no setor de resíduos sólidos no Brasil, integrando a Política Nacional do Meio Ambiente, articulando-se com a Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07), com desdobramentos nas Leis Federais de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/05); de Parceria Público-Privada (Lei nº 11.079/04); do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/01) e de Educação Ambiental (Lei nº 9795/99), entre outras afins.

A Política Nacional também se aplica aos resíduos sólidos nas normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

A nova Lei institui os princípios da gestão compartilhada dos resíduos sólidos, estabelece a obrigatoriedade da apresentação de planos plurianuais por parte dos entes federados, institui o sistema da logística reversa e prioriza financiamentos para os municípios que se articulam em consórcios para resolverem problemas comuns na área de resíduos sólidos.

### Síntese dos resíduos sólidos no Brasil

No Quadro 1 e nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados alguns dados gerais do Brasil e os números relacionados aos resíduos sólidos gerados nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

<b>Área</b>	8.511.985 Km <sup>2</sup>
<b>População total</b>	184.000.000 hab. (urbana + rural)
<b>Crescimento Demográfico</b>	1,28 % ao ano
<b>Estados</b>	26 + DF
<b>Municípios</b>	5.565 municípios

<b>Região</b>	<b>Pop. urbana (hab)</b>	<b>RSU gerado (ton/dia)</b>	<b>Índice (kg/hab/dia)</b>
Norte	11.482.246	12.072	1,051
Nordeste	38.024.507	47.665	1,254
Centro-oeste	11.976.679	13.907	1,161
Sudeste	74.325.454	89.460	1,204
Sul	22.848.997	19.624	0,859
<b>Total</b>	<b>158.657.883</b>	<b>182.728</b>	<b>1,152</b>

<b>Região</b>	<b>Pop. urbana (hab)</b>	<b>RSU gerado (ton/dia)</b>	<b>Índice (kg/hab/dia)</b>
Norte	11.482.246	3.405	0,297
Nordeste	38.024.507	15.663	0,412
Centro-oeste	11.976.679	10.997	0,918
Sudeste	74.325.454	46.990	0,632
Sul	22.848.997	14.389	0,630
<b>Total</b>	<b>158.657.883</b>	<b>91.444</b>	<b>0,576</b>

#### Quadro 1 Dados sobre o Brasil

FONTE: IBGE, 2007

#### Tabela 1 Produção diária de resíduos domiciliares (RD) no Brasil

FONTE: Abrelpe, 2010

#### Tabela 2 Quantidade coletada de resíduos da construção civil (RCC) no Brasil

FONTE: Abrelpe, 2010

**Tabela 3**  
**Quantidade coletada**  
**de resíduos de**  
**serviços de saúde**  
**(RSS) no Brasil**

FONTES: Abrelpe, 2010

<b>Região</b>	<b>Pop. urbana</b> (hab)	<b>RSD coletado</b> (ton/dia)
Norte	11.482.246	8,0
Nordeste	38.024.507	31,7
Centro-oeste	11.976.679	17,8
Sudeste	74.325.454	152,8
Sul	22.848.997	11,0
<b>Total</b>	<b>158.657.883</b>	<b>221,3</b>

### **A Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil (PNRS)**

Conforme comentado, vários textos legais fazem interface com o marco regulatório de resíduos sólidos. A Lei nº 12.305 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos; às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Essa Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Portanto, cabe aqui destacar os principais aspectos dos instrumentos, das diretrizes, dos arranjos institucionais, dos instrumentos legais e os mecanismos de financiamento e de controle social da nova lei nacional de resíduos sólidos.

#### **Dos instrumentos**

São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

- A.** a elaboração de planos federal, estaduais e municipais com horizonte de 20 anos, com revisão a cada quatro anos, contendo diagnósticos, proposição de cenários, metas de gerenciamento e aproveitamento energético, eliminação de “lixões”, o incentivo à inclusão social e emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, procedimentos operacionais e indicadores de desempenho, programas de capacitação técnica e de educação ambiental, forma de cobrança dos serviços prestados na área de resíduos sólidos, entre outros, sendo esses planos obrigatórios para o acesso dos municípios e dos estados aos recursos financeiros federais destinados ao setor;
- B.** os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;
- C.** a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- D.** o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;
- E.** a cooperação técnica e financeira entre os setores públicos e privados para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão e de gerenciamento de resíduos sólidos;

- F. o incentivo à adoção de consórcios intermunicipais e outras formas de cooperação entre os entes federados;
- G. o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, termo de compromisso e de ajustamento de conduta;
- H. cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras ou daquelas que utilizam recursos naturais;
- I. incentivos fiscais, financeiros e creditícios.

### **Das diretrizes**

São diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outras:

- A. na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- B. poderão ser utilizadas tecnologias de redução de volume e de tratamento com a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos (incineração), desde que comprovada sua viabilidade técnica e ambiental, com implantação de programas de monitoramento de gases tóxicos aprovados pelos órgãos ambientais;
- C. empreendimentos relacionados aos resíduos sólidos, de qualquer natureza, somente poderão operar após serem licenciados pelas autoridades competentes mediante comprovação de capacidade técnica e econômica para o gerenciamento adequado dos resíduos;
- D. a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos será compartilhada entre os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- E. a disposição final dos resíduos deve ser ambientalmente adequada, observando as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e ao meio ambiente;
- F. a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos devem buscar o desenvolvimento sustentável e a universalização dos serviços prestados, com o devido controle social.

### **Dos arranjos institucionais**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos demanda os seguintes arranjos institucionais:

- A. fica instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individual e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos em lei;
- B. são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de

forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos perigosos, conforme normas técnicas específicas; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor, de sódio e mercúrio e de luz mista e produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Os fabricantes e importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e embalagens;

- C. os consumidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos resíduos passíveis de logística reversa através de redes de recepção montadas pelos mesmos;
- D. sempre que estabelecidos sistemas de coleta seletiva, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, os consumidores são obrigados a acondicionar de forma adequada e diferenciada os resíduos sólidos gerados, disponibilizando-os para a reutilização, reciclagem ou devolução, podendo inclusive ser beneficiados com incentivos econômicos pelo poder público;
- E. incumbe ao distrito federal e aos municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais;
- F. os estados ficam incumbidos de promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, devendo ainda apoiar e priorizar iniciativas municipais de soluções consorciadas entre dois ou mais municípios;
- G. a União, os estados, o distrito federal e os municípios manterão de forma conjunta o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos (SINIR), articulado com o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SINISA) e sobre Meio Ambiente (SINIMA).

### **Dos mecanismos de financiamento**

Pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, o poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo, tais como:

- A. implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, formadas por pessoas de baixa renda;
- B. linhas de financiamento para o desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou regional.

Os incentivos instituídos pelo governo federal poderão priorizar os consórcios públicos, implantados com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos.



## Das proibições

Constam na Política Nacional de Resíduos Sólidos as seguintes proibições:

- A. destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos, os lançamentos in natura a céu aberto, excetuando os resíduos de mineração, a queima de resíduos a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;
- B. nas áreas de disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos, a sua utilização como alimentação, catação, criação de animais domésticos, fixação de habitações temporárias ou permanentes;
- C. importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como quaisquer outros cujas características causem dano à saúde pública e ao meio ambiente, incluindo os pneumáticos.

## Considerações finais

Com a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos, o grande desafio brasileiro é recuperar quase duas décadas de atraso, mesmo sabendo que a nova Lei não modificará o cenário brasileiro da noite para o dia, principalmente na erradicação dos incômodos “lixões”, que agora passam a ser proibidos. A obrigatoriedade, por parte de todos os entes federados, de elaborar planos e promover pactos setoriais realmente consistentes é outro ponto alto da nova política, pois fornecerá instrumentos adequados para que todo cidadão e cada setor da sociedade façam a sua parte na gestão compartilhada dos resíduos sólidos, observando-se a prevenção quanto à geração, à reutilização, à reciclagem, ao tratamento e à disposição final ambientalmente adequada.

---

## Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. ABRELPE. **Panorama Nacional de Resíduos Sólidos 2009**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/download/2009.php>>. Acesso em: jul. 2010.

BRASIL. Projeto de Lei nº 203/91, de 7 de julho de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 jul. 2010.

\_\_\_\_\_. Decreto-lei no 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. Lei no 11.445, de 6 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

\_\_\_\_\_. Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre as normas gerais para a contratação de consórcios públicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jan. 2007.

\_\_\_\_\_. Lei no 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas para licitação e contratação de parcerias público-privada no âmbito da administração pública. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 2004.

\_\_\_\_\_. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. Estabelece as diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

\_\_\_\_\_. Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999. Institui a política nacional de educação ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

IBGE; BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pesquisa Nacional Censo 2010**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em dez. 2007.

LEITE, W.C.A. **Estudo da gestão de resíduos sólidos**: uma proposta de modelo tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) como referência. 1997. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.



# 4

## MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS



### Renata Castiglioni Amaral

Formada em Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo. Atualmente, é voluntária do Programa USP Recicla de São Carlos e trabalha como consultora da Menos Lixo: projetos e educação em resíduos sólidos, em São Paulo. Já participou de diversos projetos relacionados à minimização de resíduos e educação ambiental. Foi, por dois anos, consultora técnica de um projeto de cooperação entre a Universidade de São Paulo e a Universidade Autônoma de Madri (UAM) sobre sustentabilidade socioambiental universitária.

*Lixo: 1. Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. 2. Tudo o que não presta e se joga fora. 3. Sujidade, sujeira, imundície. 4. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor (FERREIRA, 1986).*

Para muitos, lixo é aquilo que não queremos mais; é tudo o que sobrou de uma atividade qualquer, que não tem mais utilidade e que descartamos; é aquilo que deve desaparecer, ir para longe. Mas, será que tudo aquilo que “jogamos fora” é realmente lixo? Vamos conferir...

Cada brasileiro produz em média 1,2 kg/resíduos/dia (ABRELPE, 2010). Os moradores da região sudeste juntamente com os da região nordeste são os que mais geram resíduos, em torno de 1,3 kg/hab-dia, enquanto a geração dos habitantes da região sul apresenta o menor índice: 0,879 kg/hab-dia (ABRELPE, 2010). Já paramos para pensar quanto lixo produzimos em um ano? E nossa cidade? Como nós, cidadãos, nos posicionamos frente a isso?

De acordo com o IBGE (2010), São Carlos possui 221.950 habitantes e produz 4,73 toneladas mensais de lixo (SÃO CARLOS EM REDE, 2010). É difícil imaginar quanto esse valor significa em termos de volume, de espaço e de impactos. Para ter uma ideia, levemos em consideração que a cidade de São Paulo produz atualmente mais de 17.000 toneladas de lixo por dia, o equivalente a um prédio de 34 andares (LIMPURB, 2011)!

Para onde vai todo esse lixo? No Brasil, apenas 57,8% de todo o resíduo gerado são levados para aterros sanitários – obras de engenharia para disposição dos resíduos sólidos urbanos, em que há: compactação de seu volume, recobrimento com terra ou algum material inerte, impermeabilização, drenagem e tratamento dos líquidos e dos gases que ali são gerados. Os 42,4% restantes são dispostos em valas, lixões, terrenos baldios entre outros (ABRELPE, 2010).

O resíduo disposto incorretamente causa graves problemas ambientais, tais como poluição e contaminação do solo, da água e do ar, além dos inconvenientes derivados dos odores e vetores de doenças. Os resíduos sólidos também são responsáveis por 6,7% da geração de gases de efeito estufa pela decomposição anaeróbica nos aterros sanitários no estado de São Paulo (CETESB, 2011). Na cidade de São Paulo correspondem a 23,48% da emissão, sem contar todos os gases gerados na produção de todos os objetos que agora são resíduos (SVMA, 2005).

E de onde vem tanto lixo? Nos Estados Unidos, 99% das coisas consumidas se tornam lixo em menos de seis meses (THE STORY OF STUFF, 2008)! Será, então, que o que consumimos é realmente necessário? Onde está a linha que separa o supérfluo do essencial? De acordo com alguns psicanalistas, o

consumo hoje virou identidade, um valor da sociedade moderna. Cada um de nós se define pelos seus gostos e pelo que possui. Vivemos hoje numa sociedade do “ter” e não do “ser”.

Muitos desses gostos e vontades são despertados por um funcionamento cíclico de insatisfação: quanto mais insatisfeitos, mais consumimos para “tapar esse buraco”. E não são somente insatisfações a nível funcional, mas a nível emocional também. Somos seduzidos por milhares de propagandas diárias que nos tornam insatisfeitos e nos levam a consumir em busca de uma sensação, muitas vezes efêmera, de bem estar e felicidade. Só nos EUA são 3.000 anúncios/dia (THE STORY OF STUFF, 2008).

Além desse fator individual, nosso sistema de produção é altamente impactante e gera milhares de toneladas de resíduos. De acordo com a animação/documentário THE STORY OF STUFF (2008), estima-se que a cada volume de produto produzido, restem, em média, 70 volumes iguais de resíduos na produção (extração de matérias-primas, processos produtivos etc.). Ou seja, se pensarmos bem, não geramos apenas 1,2 kg/dia de resíduo, mas outros muitos quilos agregados indiretamente pelo processo de fabricação dos produtos que adquirimos.

Sendo assim, devemos nos importar não somente com o pós-consumo (o que fazer com a embalagem que já não serve mais), mas também com o pré-consumo (de onde vem, como vem, quem fabrica, entre outros questionamentos). E é nessa hora que se torna importante praticarmos o consumo responsável e consciente: a busca de um equilíbrio entre a satisfação pessoal, a sustentabilidade do planeta e os efeitos sociais de nossa decisão. Refletir na hora de fazer nossas escolhas. Desconstruir nossos paradigmas.

Desse modo, concordamos com a ideia de que é mais sustentável e melhor para o planeta evitar a geração de resíduos do que tratá-los ou dispô-los depois, com tecnologias avançadas e ocupando enormes áreas. Esse ponto de vista vem ao encontro do princípio dos 3Rs – reduzir, reutilizar e reciclar – que ficou mundialmente conhecido pela sua aparição na Agenda 21 (BRASIL, [20--]), um documento elaborado por 179 países durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92).

**Reduzir o consumo e o desperdício** implica em repensar o que consumimos, evitar a geração de resíduos e refletir sobre o que é realmente necessário. Podemos adotar algumas ações: substituir descartáveis por duráveis, utilizar sacolas de pano para o supermercado, utilizar frente e verso das folhas de papel, recusar panfletos e anúncios que não nos interessam, imprimir menos, comprar produtos que possuam refil entre outras.

Algumas experiências bem sucedidas podem ser vistas no câmpus de São Carlos da USP: a) substituição permanente de todos os copos plásticos por canecas duráveis, principalmente no Restaurante Universitário - apenas com essa ação, são poupados aproximadamente 500 mil copos plásticos ao ano; b) obrigatoriedade de impressão de teses e monografias em frente e verso; c) utilização de envelopes vai-e-vem entre outras.

**Reutilizar produtos e materiais** significa atribuir ao que seria descartado uma nova função, prolongando a sua vida útil por meio de conserto, restauração e/ou reaproveitamento. Além disso, essa atitude colabora para o resgate e a valorização de profissões quase extintas: restauradores, costureiras etc. Um grande exemplo do segundo R que acontece anualmente em São

R

R

# R

Carlos (SP) é a Feira da Sucata e da Barganha, um espaço para troca e venda de materiais usados que estariam entulhados em nossas casas e que recebem uma nova utilidade. O que para nós, muitas vezes, é inútil pode ser útil para outras pessoas.

**Reciclar** é proceder à transformação físico-química de um material para obtenção de um novo produto ou matéria-prima. A reciclagem dos materiais (plástico, vidro, metal, papel) é um processo industrial que contribui para a diminuição dos impactos socioambientais, pois utiliza menos recursos naturais (água e energia) do que seria consumido na nova produção desses materiais, aumenta a vida útil dos aterros, diminui gastos públicos e pode gerar renda para os catadores de material reciclável. Porém, é importante lembrar que a reciclagem não é a solução para os problemas do lixo. Ela é necessária, mas, sozinha, não é suficiente, pois também consome e demanda recursos.

Vale lembrar que a participação da população é importantíssima na adoção e na incorporação dos 3Rs em seu cotidiano. Como municípios, nossa atuação na separação prévia dos materiais para a coleta seletiva, por exemplo, é fundamental para que o programa continue e para diminuirmos o volume de resíduos encaminhados para o aterro.

Dados da Prefeitura Municipal de São Carlos, na reportagem de DANTAS (2011), mostram que 75% das residências da cidade, atualmente, são atendidas pelo Programa Municipal de Coleta Seletiva, que beneficia mais de 50 catadores da cooperativa “Coopervida”, por meio de um sistema de coleta porta a porta (ECONOMIA SOLIDÁRIA SÃO CARLOS, 2010). Nas proximidades dos 25% restantes do município, estão espalhados “Ecopontos” ou Postos de Entrega Voluntária (PEV).

Mas, afinal, o que devemos separar para a coleta seletiva? A coleta seletiva recolhe apenas os materiais recicláveis (plásticos, vidros, metais, papéis, embalagens cartonadas entre outros). Os rejeitos (fraldas descartáveis, papel higiênico, adesivos, tecidos etc.) devem ser encaminhados para a coleta regular de lixo da cidade e os orgânicos (restos de alimentos, cascas de frutas, verduras, poda e capina), quando possível, devem ser compostados, caso

## Quadro 1 Materiais potencialmente recicláveis

FONTE: elaborado pela autora

<b>Plástico</b>	Embalagens plásticas (garrafas PET, sacolas plásticas, tubos de produtos de limpeza etc.), tubos, vasilhas e tampas
<b>Vidros</b>	Garrafas, vidros de cosméticos, alimentos, medicamentos, produtos de limpeza e cacos protegidos
<b>Papéis</b>	Sulfites, papéis coloridos, papelão, revista, jornais e embalagens de papel
<b>Metais</b>	Latas de alumínio e aço, fios, arames, pregos, chapas, cantoneiras e embalagens de marmitta
<b>Outros</b>	Embalagens longa-vida, plásticos aluminizados, isopor, óleo de cozinha, canos e esponjas de aço
<b>Não recicláveis</b>	Papéis carbono e plastificados, cerâmicas, espumas, tecidos, guardanapos e papéis sujos e engordurados, madeira, espelhos e vidros planos

contrário, devem ir junto com os rejeitos para a coleta regular.

Muitas vezes, os materiais inclusos no item Outros do Quadro 1 não são reciclados, mesmo possuindo potencial para reciclagem industrial, devido a elevados custos de recolhimento e transporte ou inexistência de empresas recicladoras na região (falta de mercado). A coleta desse tipo de material varia de município a município e de estado a estado e os responsáveis (catadores ou prefeitura) devem ser consultados sobre a possibilidade de esses materiais serem destinados à coleta seletiva.

De acordo com o Compromisso Empresarial para a Reciclagem, em 2009, do total produzido, foram reciclados no Brasil 21,2% de plásticos, 46% de papel, 98,2% das latas de alumínio, 49% das latas de aço, 47% do vidro e 22,2% das embalagens tipo longa-vida.

Esperamos que todas essas informações sejam um estímulo para “pensarmos globalmente e agirmos localmente”. Porque, afinal, “se quisermos ter menos lixo, precisamos rever nosso paradigma de felicidade humana, em que ter menos lixo significa ter... mais cultura, menos símbolo de status, mais tempo para as crianças, menos dinheiro trocado, mais animação, menos tecnologia de diversão, mais qualidade, menos maquiagem” (GILNREINER, 1992).

## Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS PÚBLICAS E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2010**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_2010.php](http://www.abrelpe.org.br/panorama_2010.php)>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- ECONOMIA SOLIDÁRIA SÃO CARLOS. **Cooperativa responsável pela coleta seletiva no município tem projeto aprovado pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA**. 2010. Disponível em: <<http://economiasolidariasaoCarlos.blogspot.com/2010/11/cooperativa-responsavel-pela-coleta.html>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Departamento de Cidadania e Responsabilidade Socioambiental. **Agenda 21**. [20--]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18>>. Acesso em 22 dez.2011.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa diretos e indiretos do estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2011. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/inventario\\_sp/primeiro\\_inventario\\_gee\\_v3.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/inventario_sp/primeiro_inventario_gee_v3.pdf)>. Acesso em: 12 ago. 2011.
- COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Fichas técnicas**. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em: 20 jun. 2011.
- DANTAS, A. Geração de lixo cresce 6,8% no Brasil. **Jornal A Folha**, São Carlos, 01 mai.2011. Disponível em: <[http://www.afolha.com.br/imprimir\\_noticia.php?noticia=2326](http://www.afolha.com.br/imprimir_noticia.php?noticia=2326)>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- FERREIRA, A.B.H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- GILNREINER, G. **Estratégias de minimização de lixo e reciclagem e suas chances de sucesso**. Cracóvia: Universidade de Cracóvia, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades@ - São Carlos**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- SÃO CARLOS EM REDE. **São Carlos assina PPP que promete modernizar coleta do lixo na cidade**. 2010. Disponível em: <<http://www.saocarlosemrede.com.br/portal/noticias/item/11657-s%C3%A3o-carlos-assina-ppp-que-promete-modernizar-coleta-do-lixo-na-cidade>>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- SÃO PAULO (Cidade). Departamento de Limpeza Urbana (LIMPURB). **Saiba o dia e o horário que a coleta é realizada em sua rua**. 13 set.2010. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/noticias/index.php?p=21490>>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- \_\_\_\_\_. Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa do município de São Paulo – síntese**. São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/meio\\_ambiente/Sintesedoinventario.pdf](http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/meio_ambiente/Sintesedoinventario.pdf)>. Acesso em: 12 ago. 2011.
- THE STORY OF STUFF PROJECT. **The Story of Stuff**. 2008. Disponível em: <<http://www.youtube.com/storyofstuffproject#p/u/22/9GorqroiqM>>. Acesso em: 09 jun. 2011.

# 5

## CARTUCHOS E TONERS



### **Neuci Bicov Frade**

Graduada em Licenciatura Matemática IME/USP. Possui Pós graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental do Espaço Urbano (Unifieo). Integrante da Comissão de Sustentabilidade do CCE USP desde 2007, atuando no estudo e pesquisa de tratamento adequado de resíduos eletroeletrônicos no CEDIR USP.

### **Características**

Existem muitas dúvidas a respeito de qual é a melhor destinação a ser dada aos toners e cartuchos de tinta usados. Como o preço dos cartuchos é muito alto, chegando por vezes a custar o mesmo preço de algumas impressoras inteiras, muitos usuários têm a tendência a enviá-los para recarga, ou mesmo vendê-los aos chamados recicladores.

A recarga do cartucho é somente o reabastecimento com tinta, seja por meio de seringas, seja por meio de máquinas elétricas ou mecânicas. A tinta é de baixa qualidade e muitas vezes o cartucho é lavado em água corrente, gerando contaminação. Já o processo de recondicionamento de cartuchos contempla a limpeza total das carcaças, a substituição de todas as suas peças internas por novas e a adição de toner ou tinta. Esse processo pode ser feito de forma ambientalmente correta por algumas empresas que possuem licenças ambientais emitidas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), porém fica difícil ao usuário comum identificar essas empresas.

Já o toner é um pó negro, fino, resinoso, usado para tornar visíveis as imagens latentes e que substitui a tinta nas impressoras a laser (SBRT, 2008). Esse pó é um produto que deve ser manuseado com certos cuidados, pois é extremamente fino e pode atingir o pulmão se inalado, o que ocorre frequentemente quando é feita a recarga dos cartuchos sem equipamentos de proteção adequados.

O cartucho de tinta, assim como as lâmpadas, possui uma resistência térmica conectada a um circuito, responsável por aquecer a tinta em centenas de graus criando uma bolha de ar que empurra a tinta para fora, em grande velocidade.

Devido a esse sistema de trabalho, a vida útil dos cartuchos é reduzida e muitas vezes a recarga simples acaba não produzindo o resultado esperado, pois o cartucho recarregado dura pouco e muitas vezes nem funciona, já que pode ocorrer facilmente a queima da resistência.

### **Descarte e tratamento**

A melhor alternativa para esse material é a devolução ao fabricante. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), “os fabricantes e importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidas ou devolvidas, sendo o rejeito

encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente” (BRASIL, 2010).

A venda de cartuchos aos chamados recicladores não é aconselhável, pois na maioria dos casos eles não são reciclados e sim simplesmente lavados ou aspirados e reabastecidos, o que é poluente e pode comprometer a saúde de quem faz esse tipo de procedimento. Em São Carlos (SP), o destino desse tipo de resíduos dentro da USP deve ser os setores de informática ou almoxarifado da Unidade que ficará responsável pelo envio do material ao Programa Recicl@tesc. Já os municípios podem entregar esse material diretamente ao Recicl@tesc. Esse projeto atende três tipos de inclusão: social, digital e ambiental.

### Minimização

As impressoras têm alto custo, tanto na compra do equipamento, quanto na reposição dos consumíveis (cartuchos ou toners). Portanto, o uso de impressão deve ser limitado a documentos importantes que não possam ser armazenados ou acessados em mídias digitais (pendrives, HDs etc.).

Quando a impressora ficar longos períodos sem uso, ou for ser descartada, retire os cartuchos de tinta ou toner vazios, acondicionando-os em caixas para evitar vazamento. Se a impressora for virada ou tombada, qualquer resíduo de tinta neles pode vazar e estragar o mecanismo de tração, circuito lógico ou outras partes sensíveis da impressora, que poderiam ainda ser reutilizadas.

### Aspectos legais e normativos

Os resíduos de cartuchos devem ser tratados, separados e acondicionados adequadamente para o transporte até sua destinação final. Está em vigor a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e, no Estado de São Paulo, as Leis nº 12.300/2006 e nº 13.576/2009, que, respectivamente, versam sobre o tratamento de resíduos industriais e a destinação dos resíduos eletroeletrônicos. Pela PNRS, artigos 3º, 6º e 9º (BRASIL, 2010), nenhum material reciclável poderá ser encaminhado para aterro antes de receber tratamento e apenas os que forem considerados rejeitos (após o processamento) é que poderão ter essa destinação. Jogar resíduos potencialmente poluentes no lixo comum será em breve considerado crime contra o meio ambiente (BRASIL, 2008).

**Figura 1 · Cartuchos arrecadados no CEDIR – Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP**



FONTE: Neuci Bicov Frade

**Figura 2 · Cartuchos toner arrecadados no CEDIR – Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP**



FONTE: Neuci Bicov Frade

De acordo com a Associação Brasileira de Recondicionadores de Cartuchos de Impressoras (ABRECI), as empresas localizadas no Estado de São Paulo necessitam da obtenção do Certificado de Aprovação para Destinação de Resíduos Industriais (CADRI) – emitido pela CETESB, para o transporte desse resíduo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECONDICIONADORES DE CARTUCHOS PARA IMPRESSORAS, 2011).

---

## Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECONDICIONADORES DE CARTUCHOS PARA IMPRESSORAS (ABRECI). **Destinação de resíduos – CADRI**. Disponível em: <<http://www.abreci.org.br/quemsomos/ler/5/>>. Acesso em 21 out.2011.
- BRASIL. Decreto federal nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Artigo 62. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm)>. Acesso em: 21 out. 2010.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 10 nov.2011.
- HP do Brasil. **Você sabia?** Disponível em: <[http://www.hp.com/latam/br/lar/suprimentos/voce\\_sabia.html?jumpid=reg\\_f1002\\_brpt](http://www.hp.com/latam/br/lar/suprimentos/voce_sabia.html?jumpid=reg_f1002_brpt)>. Acesso 21 out.2011.
- HP Invent. **Folha de dados de segurança**. Disponível em: <[http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdata/pdf/lj\\_c3102a\\_pt\\_por\\_v4.pdf](http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdata/pdf/lj_c3102a_pt_por_v4.pdf)>. Acesso em 11 jun. 2011
- JORDÃO, F. **Mito ou verdade:** cartuchos remanufaturados não prestam e estragam a impressora? Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/4404-mito-ou-verdade-cartuchos-remanufaturados-nao-prestam-e-estragam-a-impressora-.htm#ixzz1dMG0tqH3>>. Acesso em 11 jun.2011.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS (SBRT). **Resposta técnica**. Rede de Tecnologia da Bahia - RETEC/IEL-BA. 28 abr.2008. Disponível em: <<http://sbrtvi.ibict.br/upload/sbrt-referencial5595.pdf>>. Acesso em 10 nov.2011.
- SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/2006%20Lei%2012300.pdf>>. Acesso em 21 out.2011.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/817923/lei-do-lixo-tecnologico-lei-13576-09-sao-paulo-sp>>. Acesso em 21 out.2011.

# 6

## RESÍDUOS ELETRÔNICOS



### Características

Uma das características do mundo atual é a rápida inovação no desenvolvimento de produtos e processos, impulsionada pelo consumo de produtos de tecnologia avançada. Maior quantidade e diversidade de equipamentos elétricos e eletrônicos são produzidas para substituição de antigos produtos em velocidade crescente. No Brasil, há mais de 96 celulares para cada 100 habitantes (AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, 2010), com média de uso de dois anos, e os computadores totalizam 50 milhões, devendo chegar a 100 milhões em 2012, que são trocados a cada quatro ou cinco anos. Proporcionalmente, aumenta também o volume de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), que engloba desde os eletrônicos até os produtos da linha branca (eletrodomésticos de maior porte, como geladeira, fogão, microondas, freezer etc.). O manejo desse tipo de resíduo sólido é urgente devido à presença não só de metais pesados em sua constituição, como de outras substâncias tóxicas.

Quando descartado junto do lixo comum, o lixo eletrônico termina nas mãos de recicladores informais para extração de materiais como ouro e cobre, por meio da incineração, ocasionando a liberação de gases tóxicos e a inviabilidade de reaproveitar os demais materiais constituintes desses resíduos (UNEP, 2009).

Assim, o tratamento do lixo eletrônico tem se mostrado como um dos grandes desafios da atualidade, não só pelo volume a se processar, como pela diversidade de equipamentos, produtos e componentes descartados (LI, 2004; -E-WASTEGUIDE, 2009).

### Descarte e tratamento

O usuário do câmpus de São Carlos da USP, bem como toda a população do município, pode dar uma destinação adequada ao seu lixo eletrônico. Basta descartar seu resíduo em um dos pontos de coleta do Projeto Recicl@tesc. Nesse projeto, todos os resíduos são triados e destinados ou para o reuso em projetos sociais ou para a reciclagem por empresas devidamente capacitadas e licenciadas para tal finalidade.

Esse projeto inovador para a cidade de São Carlos, conhecida nacionalmente como Capital da Tecnologia, apresenta um destino adequado para o descarte do lixo eletrônico (sobretudo equipamentos de informática). O Recicl@tesc, por meio de sua metodologia, que integra

#### *Neuci Bicov Frade*

Graduada em Licenciatura Matemática IME/USP. Possui Pós graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental do Espaço Urbano (Unifiteo). Integrante da Comissão de Sustentabilidade do CCE USP desde 2007, atuando no estudo e pesquisa de tratamento adequado de resíduos eletroeletrônicos no CEDIR USP.

#### *Dennis Brandão*

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (1998), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2000) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2005). Atualmente é professor doutor no Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.



**Figura 01 - Resíduos eletro-eletrônicos dentro do CEDIR**



FONTE: Neuci Bicov Frade

parceiros para a execução das atividades, contribui para a solução desse problema e promove o desenvolvimento local da cidade.

Em São Paulo, uma iniciativa semelhante trata os resíduos de telefonia e informática do câmpus da capital: o Centro de Descarte e Reuso de Equipamentos de Informática (CEDIR), que tem os mesmos princípios de sustentabilidade do Recicl@tesc e é mantido pelo Centro de Computação Eletrônica da USP (CCE) e pela Coordenadoria de Tecnologia da Informação (CTI).

As Unidades da USP em São Carlos e nos demais câmpus do interior devem providenciar a baixa patrimonial dos equipamentos inservíveis por meio da sua seção de patrimônio. A baixa deve ser feita ao Recicl@tesc e depois deverá ser agendada a data para entrega do material. Esse agendamento pode ser feito por telefone ou nos postos de coleta.

### Minimização

Ao contrário do que ocorria antes com os equipamentos inservíveis da Universidade, hoje os equipamentos são verificados e, quando possível, remontados e encaminhados a instituições sem fins lucrativos, na forma de empréstimo, para que retornem no final de sua vida útil e sejam então encaminhados aos recicladores.

Existe a preocupação também em devolver aos fabricantes os equipamentos que exigem tratamento especial, pela quantidade de contaminantes em sua composição, como monitores, cartuchos e toner (tratados no capítulo 5). Pilhas e baterias também são corretamente encaminhadas, conforme tratado no capítulo 14 deste Guia.

Hoje é uma tendência mundial efetuar o reuso de equipamentos antes de encaminhá-los para reciclagem. No relatório *Recycling – from e-waste to resources* (Reciclando – do lixo eletrônico aos recursos), publicado em fevereiro de 2010 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente<sup>1</sup> (UNEP, 2009), uma análise comparativa muito interessante entre reutilização e reciclagem de resíduos de informática demonstrou que a reutilização criou 11 vezes mais empregos e gerou 15 vezes mais receita do que uma quantidade equivalente de material reciclado. Geração de emprego e renda, além de inclusão digital, diminuindo a geração de resíduos e a extração de matéria prima do meio ambiente.

1 UNEP na sigla em inglês: United Nations Environment Programme.

## Aspectos legais e normativos

As legislações em implantação ao redor do mundo, seguindo o exemplo europeu, têm considerado os fabricantes como responsáveis por toda a cadeia de ciclo de vida do produto, desde seu projeto até o descarte final (ROTTER; CHANCEREL; SCHILL, 2008).

Seguindo o mesmo modelo, o Ministério do Meio Ambiente brasileiro conseguiu a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual foi sancionada pelo presidente em agosto de 2010.

No estado de São Paulo, a Lei Estadual 13.576 de 2009 também institui normas para a reciclagem, gerenciamento e destinação final do lixo eletrônico. Sob a mesma abordagem do problema, fabricantes, importadores e comerciantes desses produtos terão que reciclar ou reutilizar, total ou parcialmente, o material eletrônico descartado.

No município de São Carlos, a Lei Municipal 15.072 de 2009 dá ao assunto a mesma tratativa.

O tratamento de resíduos eletroeletrônicos foi incluído na legislação estadual, por meio da Lei nº 13.576/2009, e federal, através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A responsabilidade compartilhada pelo tratamento dos REEE ficou estabelecida em toda a cadeia. A Lei dita que todos são responsáveis por encaminhar corretamente os equipamentos eletrônicos, desde o fabricante, o importador e o comerciante, até o consumidor, que é citado na Lei como responsável por efetuar a devolução desses equipamentos para o descarte ambientalmente correto.

---

## Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Dados de acessos móveis**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do#>>. Acesso em set.2010.

BRASIL. Projeto de Lei nº 203/91, de 7 de julho de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 jul. 2010.

E-WASTEGUIDE. Disponível em: <<http://ewasteguide.info/>>. Acesso em nov.2009.

LI, J. et al. **Printed circuit board recycling: a state-of-art survey**. IEEE Transaction on Electronic Packaging Manufacturing, v. 27, p. 33-42, 2004.

ROTTER, V.S.; CHANCEREL, P.; SCHILL, W.P. **Practical Aspects of Individual Producer Responsibility** - Lessons to be learned from experiences in Germany, Electronics Goes Green 2008, p. 47-58, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.576, de 6 de julho de 2009. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/817923/lei-do-lixo-tecnologico-lei-13576-09-sao-paulo-sp>>. Acesso em 21 out.2011.

SILVA, M. **Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2007. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf>>. Acesso em: set.2010.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Recycling - From e-waste to resources - Final Report**, 2009. Disponível em: <[http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste\\_publication\\_screen\\_FINALVERSION-sml.pdf](http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf)>. Acesso em: nov.2011.

# 7

## RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)



### **Rodrigo Eduardo Córdoba**

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Mestre e Doutorando em Ciências – Área de Concentração: Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Tem experiência nas áreas de Engenharia Civil e Saneamento Ambiental, com ênfase em Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

### **Javier Mazariegos Pablos**

Doutor em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pela Universidade de São Paulo. Atualmente é docente e coordenador do Laboratório de Construção Civil do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Construção Civil e Engenharia de Materiais, com ênfase em Materiais de Construção e Sistemas Construtivos, atuando principalmente nos seguintes temas: aglomerantes minerais, agregados, concretos, argamassas, aços, polímeros, vidros, materiais cerâmicos e reutilização/reciclagem de resíduos sólidos.

### **Características**

Os resíduos da construção civil (RCC) são popularmente conhecidos como entulho de obras, calça ou metralha. Geralmente, esses resíduos são compostos por fragmentos ou restos de argamassa, tijolos, concreto, solos, metais, madeiras, gesso e plásticos, originários de desperdícios em canteiros de obras, demolições de edificações ou demolições resultantes de desastres. Alguns autores denominam esses resíduos como resíduos de construção e demolição (RCD), dividindo-os em resíduos da construção: provenientes de construções, reformas e reparos, e resíduos da demolição: oriundos de construções derrubadas. Os RCC apresentam situação preocupante em virtude da grande parte que representam em massa e volume do total de resíduos sólidos gerados em meio urbano.

Segundo Bidone (2001), os RCC estão entre os resíduos sólidos mais heterogêneos, pois são oriundos de um setor que possui vários métodos construtivos que geram resíduos compostos por materiais como: argamassa, areia, solo, componentes cerâmicos, concretos, madeiras, papel, pedras, asfalto, tintas, gesso, plástico, borracha e matéria orgânica. Em concordância com esses fatos, Córdoba (2010) revelou o quanto a composição dos RCC no município de São Carlos (SP) é heterogênea, mediante a caracterização qualitativa dos RCC destinados às áreas de tratamento e disposição final.

O município de São Carlos (SP) gera diariamente 600 m<sup>3</sup> (720 toneladas) de RCC, que representa uma taxa de geração aproximada de 3,0 kg/hab.dia. Cerca de 85% (500m<sup>3</sup>/dia) desses resíduos não são reaproveitados e têm como destino final as valas do aterro de RCC do município. Atualmente, são recicladas 100 t/dia de RCC, por meio da fabricação de blocos (3000/dia), peças para pavimentação (150 m<sup>2</sup>/dia), bancos e outros artefatos de cimento.

Toneladas de resíduos da construção civil (RCC) são descartadas em áreas impróprias, como: áreas não licenciadas, terrenos baldios, córregos, vias públicas e áreas de preservação permanente. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos 2010, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, a situação desses resíduos merece atenção, uma vez que foram coletados em 2010 aproximadamente 31 milhões de toneladas de RCC somente em áreas de disposição clandestina.

Geralmente, os pequenos geradores (população em geral) e coletores (carroceiros e transportadores autônomos) utilizam áreas de descarte clandestino como método de disposição final para pequenos volumes de RCC (cerca de 1 m<sup>3</sup>). As áreas clandestinas podem se tornar pequenos “lixões” nos

Componente	Classe	% média em volume	% média em massa
Areia/ Solo	Classe A	31,33	37,20
Componentes cerâmicos	Classe A	24,65	25,46
Concreto	Classe A	13,86	15,47
Argamassa	Classe A	10,65	13,76
Papel/Papelão	Classe B	7,57	1,17
Madeira	Classe B	6,76	4,25
Plástico	Classe B	1,79	0,18
Pedra	Classe A	1,31	1,48
Metais	Classe B	0,93	0,42
Outros <sup>1</sup>	–	0,60	0,01
Gesso	Classe B	0,43	0,51
Fibrocimento	Classe D	0,06	0,03
Asfalto	Classe D	0,06	0,06
Vidro	Classe B	–	–
<b>Total</b>	–	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabela 1**  
**Estimativa percentual da composição volumétrica e gravimétrica dos RCC gerados no município de São Carlos (SP)**

1. Materiais classificados como rejeitos (espumas, borrachas, pincéis, panos e matéria orgânica).

FONTE: Córdoba, 2010

aglomerados urbanos e acabar gerando o depósito de outros tipos de resíduos junto aos RCC. Essas medidas inadequadas possibilitam a proliferação de vetores e intensificam o potencial de periculosidade desses resíduos, além de dificultar procedimentos de triagem e disposição final adequada.

Não diferente dos demais municípios brasileiros, o município de São Carlos (SP) também sofre com o aumento dos descartes clandestinos. Em 2010, foi constatada a existência de 42 áreas de descarte clandestino, as quais causam os seguintes impactos negativos: poluição visual, obstrução de ruas e passeios públicos, riscos potenciais de incêndio, entupimento dos sistemas de drenagem urbana, assoreamento de córregos, degradação de áreas de preservação e proliferação de animais peçonhentos e vetores de doenças (CÓRDOBA, 2010).

A Figura 1a apresenta uma antiga área de descarte clandestino que causava impactos ambientais, como: poluição visual, danos ao meio ambiente e obstrução do passeio público e a Figura 1b ilustra a situação da mesma área após a implantação de um ecoponto (ponto de entrega voluntária de pequenos volumes, até 1m<sup>3</sup> por pessoa).

## Legislação e Gerenciamento

Em 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou a Resolução nº 307, que teve por finalidade disciplinar o manejo dos RCC em todo Brasil, proibindo seu descarte em áreas clandestinas e aterros sanitários e instituindo que todo município deve ter um plano de manejo desses resíduos adaptado à realidade local, entre outras medidas.

Em concordância com a Resolução nº 307, o município de São Carlos (SP) implantou o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (Lei Municipal

**Figura 01 -**

**A. Área de disposição clandestina;**  
**B. Ecoponto do Jd. São Carlos VIII**



FONTE: Córdoba, 2010

nº 13.867/2006). A partir desse Plano, ficou instituído no município o sistema integrado de gerenciamento de RCC e resíduos volumosos, o qual atualmente é composto pelos geradores desses resíduos, atores de coleta (caçambeiros, carroceiros, transportadores autônomos e veículos de limpeza pública) e equipamentos públicos como: usina de reciclagem de RCC, central de triagem, aterro de RCC e quatro ecopontos.

Cabe ressaltar que ambas as legislações contribuem com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois o manejo dos resíduos deve ter como objetivo principal a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, a recuperação energética e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

### Minimização

O processo de redução da geração de RCC inicia na fase de planejamento e projeto, priorizando a opção por sistemas construtivos otimizados ou industrializados, e continua na fase de construção por meio de um gerenciamento adequado.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a responsabilidade por qualquer forma de descarte não é somente do poder público, devendo ser compartilhada com os geradores. Visando auxiliar para o correto manejo desses resíduos, tanto o poder público quanto a sociedade deverão participar por meio de:

- A. ações voltadas para a informação, orientação e educação ambiental dos geradores, transportadores de resíduos, munícipes, instituições sociais multiplicadoras (Ex: incentivar o uso de ecopontos);
- B. ações para o controle e fiscalização do conjunto de agentes envolvidos (Ex: disque denúncia de descartes clandestinos);
- C. participação nas reuniões de planejamento do manejo dos RCC no município (Ex: para discussão sobre implantação de ecopontos, aterros, cobrança de impostos e taxas).

O processo de separação na fonte é o mais indicado para obter maior sucesso na reutilização, reciclagem e recuperação energética de resíduos sólidos. Os RCC seguem a mesma regra, porém, seu elevado peso e volume dificultam o processo de triagem. Portanto, os geradores devem ser incentivados a separar os RCC de acordo com suas classes:

- A. *Classe A* – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados: argamassas, concretos, solos, tijolos, telhas;
- B. *Classe B* – resíduos recicláveis para outras destinações: papel, vidro, plástico, metal, madeiras e gesso;
- C. *Classe C* – resíduos sem tecnologia ou aplicações economicamente viáveis para reciclagem: madeira tratada;
- C. *Classe D* – resíduos perigosos: tintas, solventes, óleos, amianto e outros produtos nocivos à saúde.

**Figura 02 - A. Caçamba para coleta de RCC; B. Descarte irregular na Área 2 da USP - São Carlos**



FONTE: Somma Studio; João Martins, 2012



FONTE: Rodrigo E. Córdoba

Apesar de o gesso ser um material reciclável, quando disposto em aterros de RCC pode causar impactos ao meio ambiente. Recomendações para a disposição desse tipo de resíduos vêm sendo adotadas em diversos países. Nos Estados Unidos, por exemplo, foi banida sua presença em aterros de RCC, devido à formação do gás sulfídrico ( $H_2S$ ) – gás de forte odor, inflamável e tóxico.

Para viabilizar a coleta seletiva dos RCC por classe, devem-se rever os conceitos de armazenamento. Os resíduos da classe A, que representam a maior parcela em volume e massa, podem ser despejados em caçambas. Para os RCC das demais classes, devem ser disponibilizados três *bags*, identificados com as letras B, C e D. Ao mesmo tempo, os caminhões de transporte das caçambas devem ser adaptados para também coletar os *bags*.

Dados fornecidos pela Escola de Engenharia de São Carlos, relativos aos meses de julho de 2010 a março de 2011, indicam uma média de geração de aproximadamente 2,8 ton/dia na EESC/USP. De acordo com a Coordenadoria do câmpus, foram gerados nos meses de março de 2010 a junho de 2011 cerca de 0,4 ton/dia de RCC provenientes de reformas e reparos na infra-estrutura interna.

A Figura 2a mostra caçamba disponibilizada pela EESC para a coleta de RCC e a Figura 2b apresenta uma área de descarte irregular na Área 2 da do câmpus de São Carlos da USP.

## Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos 2010**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br /download\\_2010.php](http://www.abrelpe.org.br/download_2010.php)>. Acesso em: ago. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem – diretrizes para projetos, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15.113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterro - diretrizes para projetos, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15.114**: Resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem - diretrizes para projetos, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15.115**: Resíduos sólidos da construção civil – execução de camadas de pavimentação - procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15.116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e concretos sem função estrutural - requisitos. Rio de Janeiro, 2004.
- BIDONE, F.R.A. (coord). **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais**: reciclagem e disposição final. Rio de Janeiro, Editora RiMa, ABES, 2001. 240p. il. Projeto PROSAB 2. ISBN: 85-86552-20-2.
- BRASIL. Decreto nº 7.404/2010, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 12.305/2010, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 307 – Dispõe sobre gestão dos resíduos da construção civil. CONAMA, Brasília, DF, 2002.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 348 – Altera a Resolução CONAMA nº 307, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. CONAMA, Brasília, DF, 2004.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 431 – Altera o art. 30 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. CONAMA, Brasília, DF, 2011.
- CÓRDOBA, R.E. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos da construção e demolição do município de São Carlos**. 2010. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

# 8

## RESÍDUOS GERADOS EM EVENTOS



### **Alan Frederico Morteau**

É engenheiro ambiental formado na Universidade de São Paulo, câmpus de São Carlos, em 2010. Atuou como estagiário e como voluntário do Programa USP Recicla durante metade de sua graduação, onde aprendeu que devemos ser nós mesmos as mudanças que queremos ver no mundo. Atualmente é voluntário numa ONG no México.

### **Características**

Segundo Leme e Morteau (2010), no câmpus de São Carlos da USP são realizadas, anualmente, cerca de 20 Semanas de cursos de graduação, diversos *workshops* internacionais e cursos de extensão, além de aproximadamente 20 palestras mensais. São cerca de 200 eventos por ano sediados no câmpus, que contam com um público de cerca de 20 mil pessoas. Esses eventos envolvem elementos de consumo que, de acordo com Fontes et al (2008), em um estudo de caso realizado na Universidade Federal de São Carlos, são constituídos principalmente por materiais de divulgação, uniformes para a equipe organizadora, *kits* de apoio aos participantes e alimentação.

Morteau (2010), analisando três eventos acadêmicos no câmpus da USP São Carlos, com um total de 1.150 participantes, separou a produção de resíduos em três categorias - *coffee-break*, *kit* do participante e divulgação - cada uma responsável pela geração de, em média, 36%, 15% e 49% dos resíduos totais, respectivamente.

### **Descarte e tratamento**

Para efetuar a correta destinação dos resíduos gerados nos eventos, recomenda-se conversar com a equipe de limpeza responsável pelo local, dialogando sobre os tipos de resíduos que serão gerados e sua logística de coleta. É interessante que os resíduos sejam separados, durante o evento, em recicláveis, orgânicos e rejeitos, para possibilitar sua correta destinação.

Resíduos recicláveis devem estar limpos e secos e armazenados em sacos de lixo diferenciados (azuis no caso do câmpus de São Carlos) dos usados para lixo comum e devem ser enviados ao galpão de recicláveis do USP Recicla, onde, posteriormente, são recolhidos pela cooperativa de catadores de recicláveis de São Carlos.

Resíduos orgânicos podem ser enviados à composteira do USP Recicla ou à Horta Municipal de São Carlos, que os utiliza para fazer o composto aplicado em sua produção de alimentos orgânicos.

Rejeitos devem ser acondicionados em sacos pretos e destinados à coleta de lixo comum. Na USP São Carlos, esse tipo de resíduo é acondicionado em caçambas amarelas espalhadas pelo câmpus e é destinado ao aterro sanitário do município.

Categoria	Constituição
<b>Coffee-break</b>	<b>Recicláveis:</b> bandejas descartáveis, papel para embalar alimentos, garrafas PET, plástico mole para cobrir alimentos, embalagens de plástico duro como de iogurte e requeijão, copos e talheres descartáveis, tecido tipo TNT <b>Orgânicos:</b> restos de alimentos <b>Rejeitos:</b> guardanapos usados, embalagens metalizadas, lacres de embalagens de iogurte
<b>Kit do participante</b>	<b>Recicláveis:</b> <i>folders</i> , panfletos etc., embalagens para caneca
<b>Divulgação</b>	<b>Recicláveis:</b> <i>folder</i> , cartaz, panfleto, faixa, <i>banner</i> , <i>outdoor</i>

## Quadro 1 Categorias de resíduos produzidos em eventos e sua constituição

FONTE: Morteau, 2010

## Minimização

Seguem algumas sugestões e dicas para minimizar a geração de resíduos em eventos, lembrando que, para alcançarem resultados satisfatórios, requerem planejamento por parte da comissão organizadora.

Segundo estudo de caso realizado por Morteau (2010), a troca de materiais descartáveis por duráveis nos *coffee-breaks* possibilitou uma redução de 62% na geração de resíduos nessa categoria e de 22% nos resíduos totais em eventos. Podem-se substituir garrafas PET por utensílios duráveis, como jarras ou garrafas térmicas com suco natural ao invés de refrigerantes; utilizar cestas ao invés de bandejas descartáveis para os alimentos; incentivar o uso de canecas duráveis e utilizar toalhas duráveis, que podem ser lavadas e reutilizadas em outros eventos.

Uma boa gestão dos alimentos servidos pode evitar o desperdício. Nesse sentido, é interessante planejar antes do início do evento o que fazer com possíveis sobras, que podem ser doadas a alguma entidade social do município ou distribuídas entre os participantes do evento. Além disso, diferentes tipos de alimentos geram diferentes quantidades de resíduos em sua produção. Nesse sentido, é interessante escolher alimentos menos industrializados e processados, que geralmente são mais saudáveis e geram menos resíduos em sua produção.

Para o *kit* do participante, podem-se discutir com os patrocinadores formas alternativas de divulgação, ao invés de deixar panfletos no *kit*, que podem tornar-se resíduos rapidamente. Além disso, outra sugestão é a redução ao mínimo da quantidade de embalagens no *kit*, como as embalagens de canecas duráveis ou canetas.

**Figura 01** - Caçamba no câmpus  
para recolhimento de rejeitos



FONTE: USP Recicla São Carlos

**Figura 2** - Leiras de compostagem na  
Horta Municipal de São Carlos



FONTE: USP Recicla São Carlos



**Figura 3 - Exemplo de disposição de coletores de resíduos em eventos**



FONTE: USP Recicla São Carlos

Na divulgação do evento, sugere-se fazer uso intenso da internet por meio de listas de e-mails, sites e redes sociais, divulgação em outros eventos e em salas de aula. É interessante promover meios de divulgação que abrangem um número grande de pessoas, como cartazes, em detrimento de *folders* ou panfletos, que são individuais. No caso de uso destes últimos, colocar um lembrete para o leitor passá-los adiante após a leitura possibilita maior efetividade na divulgação, mas o melhor é não utilizá-los. Enviar a programação do evento por e-mail aos participantes, projetá-la numa tela nos intervalos de atividades, afixar algumas cópias em pontos estratégicos do evento são alternativas à distribuição da programação impressa a todos os participantes.

Em relação aos certificados, pode-se imprimi-los na quantidade exata, após o evento, ou apenas enviar certificados digitais aos participantes, por correio eletrônico, com assinaturas digitais e arquivos protegidos contra cópia, para que os certificados tenham credibilidade.

### Aspectos legais e normativos

Não há normas específicas que tratam de resíduos produzidos em eventos, mas de acordo com a Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) n° 10.004, Classificação de Resíduos Sólidos, podemos classificá-los em tipo II A e II B, ou seja, não perigosos não inertes, como os orgânicos, e não perigosos inertes, como os plásticos, por exemplo. A Política Nacional de Resíduos Sólidos também não trata especificamente de resíduos gerados em eventos, mas

**Figura 4 - Coffee-break de um evento na USP São Carlos que diminuiu a produção de resíduos ao evitar o uso de copos, talheres e embalagens descartáveis para os alimentos servidos**



FONTE: USP Recicla São Carlos

**Figura 5 - Conjunto de coletores num evento e cartaz afixado em local visível, com exemplos de resíduos recicláveis e de rejeitos**



FONTE: USP Recicla São Carlos

afirma, em seu artigo 9º, que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, o que pode (e deve, por ser uma legislação federal) servir de parâmetro para a minimização da produção de resíduos em eventos.

---

## Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.004**: Classificação de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Seção 1, p. 3.

FONTES, N. et al. **Eventos mais sustentáveis**: uma abordagem ecológica, econômica, social, cultural e política. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

LEME, P.C.S.; MORTEAN, A.F. **Guia prático para organização de eventos mais sustentáveis**: câmpus USP de São Carlos / Patrícia Cristina Silva Leme, Alan Frederico Morteau. São Carlos: EESC-USP, 2010.

MORTEAN, A.F. **Quantificação da produção de resíduos sólidos e organização de eventos mais sustentáveis**: estudo de caso na USP de São Carlos. 2010. Trabalho de Graduação (Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2010.

# 9

## LÂMPADAS FLUORESCENTES



### **Sandra Márcia de Castro**

Graduada em Engenharia Mecânica Plena pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Aperfeiçoamento em Biossegurança - ENSP/FIOCRUZ Rio de Janeiro. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Franca e especialização em Formação de Agentes Locais de Sustentabilidade Sócio-Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. MBA em Gestão Ambiental pela FUNDACE / Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Engenheira de Segurança do Trabalho da USP Campus de Ribeirão Preto.

### **Características**

As lâmpadas fluorescentes têm sido cada vez mais utilizadas, em substituição às lâmpadas incandescentes, visando reduzir o consumo de energia elétrica. Se de um lado existe um ganho ambiental, já que elas que são mais eficientes, por outro lado existe uma preocupação crescente com seu destino final, pois em seu interior existem metais pesados que podem ocasionar problemas ambientais e conseqüentemente aos seres humanos.

Quando intactas, as lâmpadas fluorescentes não oferecem riscos, mas, quando se rompem, o mercúrio existente em seu interior pode contaminar o solo, o ar e os cursos d'água.

Estudos de especiação do metal em resíduos sólidos de lâmpadas fluorescentes mostraram que o metal, introduzido na forma metálica na produção das lâmpadas, pode sofrer oxidação e, uma vez que elas sejam descartadas inadequadamente, ganhar mobilidade no meio ambiente.

Ingerido ou inalado pelos seres humanos, o mercúrio tem efeitos desastrosos no sistema nervoso, podendo ser causa de lesões leves, de vida vegetativa ou até morte, conforme a concentração.

O principal sítio para deposição dos compostos organomercuriais é o cérebro. Dependendo da concentração e do tempo de exposição ao mercúrio, pode haver intoxicação a curto ou longo prazo, com os seguintes efeitos: a) **Intoxicações a curto prazo:** exposições a elevadas concentrações de mercúrio elementar podem provocar febre, calafrios, falta de ar e cefaléia, sintomas adicionais envolvem diarreia, câimbras abdominais e diminuição da visão, casos severos progridem com enfisema pulmonar e morte; b) **Intoxicações a longo prazo:** gengivite, salivação e estomatite, tremor e alterações psicológicas. Autópsias de indivíduos intoxicados por alquimercurio revelaram níveis decrescentes de mercúrio na seguinte ordem: (36 mgHg<sup>2+</sup>/m<sup>3</sup>) sangue, rins, fígado e cérebro (7,38–12,3 mgHg<sup>2+</sup>/m<sup>3</sup>).

A quantidade de mercúrio pode variar de acordo com o tipo de lâmpada, o fabricante e o ano de fabricação. Essa quantidade vem diminuindo com o decorrer dos anos, tendo sido reduzida em cerca de 40% de 1995 a 2000. Atualmente, a quantidade de mercúrio em uma lâmpada fluorescente de 40 W está em torno de 21 mg. Existe controvérsia quanto à quantidade das espécies de mercúrio nas lâmpadas, que pode ser explicada por meio de possíveis interações do metal que resultam na formação de novas espécies (mais tóxicas ou mais solúveis).

Cuidados também devem ser tomados na reciclagem do vidro, uma vez que ele apresenta mercúrio, extraído somente a temperaturas altas. A utilização

desse vidro para outros fins quaisquer, como armazenamento de bebidas ou confecção por crianças e adolescentes do conhecido cerol utilizado em linhas de pipas, apresenta um risco potencial.

### **Descarte e tratamento**

Como vimos, qualquer quantidade de mercúrio que deixe de ser jogada no ambiente é significativa, principalmente quando se verifica o uso cada vez maior desse tipo de lâmpadas.

Quando as lâmpadas são devidamente descontaminadas, utilizando-se diferentes tecnologias, é possível reaproveitar quase todo o material do qual são compostas. A poeira fosforosa pode ser utilizada como material fluorescente na produção de novas lâmpadas ou como pigmento na produção de tintas. O vidro pode ser utilizado na fabricação de contêineres não alimentícios, na produção de asfalto e como esmalte para vitrificação de cerâmicas. O alumínio não pode ser utilizado na fabricação de latinhas, mas pode ser usado na produção de soquetes para novas lâmpadas. O mercúrio recuperado apresenta grande pureza e pode ser usado na fabricação de termômetros comuns ou pode retornar ao ciclo produtivo de novas lâmpadas fluorescentes.

Em 1996, o Serviço de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) da Universidade de São Paulo acompanhou o processo de encaminhamento, descontaminação e reciclagem das lâmpadas fluorescentes na única empresa que prestava este serviço na época no Estado de São Paulo, em Paulínia. Verificou-se na ocasião que a empresa descontaminadora e recicladora armazenava cerca de 40 a 45 mil lâmpadas usadas que eram colocadas intactas no equipamento denominado “reator”. As lâmpadas eram quebradas apenas no interior do equipamento, quando se encostavam ao seu eixo, em uma temperatura de 550 °C e pressão negativa, separando-se neste momento os vapores de mercúrio. As poeiras eram separadas por meio de lavagem e condensação formando uma pasta misturada com mercúrio. Esse material era levado a outro equipamento, chamado “retorta”, que, por meio de destilação a vácuo, separava o material sólido do mercúrio na forma líquida. Por outro compartimento do reator eram separados o vidro, os soquetes, o fósforo e filamentos que passavam por processo de moagem e peneiramento. Os filamentos eram separados magneticamente do vidro, que era reutilizado em tintas para pisos cerâmicos e o mercúrio vendido na forma líquida.

Após aprovação da metodologia utilizada pela empresa, o câmpus da USP de Ribeirão Preto iniciou, em março de 1996, a coleta especial de lâmpadas fluorescentes e o coordenador do Programa USP Recicla em São Paulo pleiteou um acordo junto a essa empresa descontaminadora, solicitando a redução no custo por unidade de lâmpadas encaminhadas, incentivando o mesmo procedimento de envio para descontaminação e reciclagem em todos os outros câmpus.

Em São Carlos, esse processo foi iniciado em 1997. Todas as Unidades recolhem as lâmpadas fluorescentes e compactas e as enviam, com registro documentado, ao almoxarifado da Prefeitura do câmpus onde ficam armazenadas em containeres. Posteriormente, são levadas para empresas especializadas para descontaminação e reciclagem.



Nos últimos três anos, foram enviadas para descontaminação pelas Unidades do campus de São Carlos, em 2009 - 4180 lâmpadas, em 2010 - 3455 lâmpadas e em 2011 - cerca de 4000 lâmpadas.

No Brasil, atualmente, existem algumas empresas que atuam na reciclagem de lâmpadas fluorescentes: Apliquim (Paulínia, SP), Brasil Recicle (Indaial, SC), HG Descontaminação (Nova Lima, MG), Mega Reciclagem (Curitiba, PR), Naturalis Brasil (Itupeva, SP), Recitec (Belo Horizonte, MG), Tramppo (São Paulo, SP), entre outras. A CIME Comercial (Lapa - São Paulo, SP) é uma prestadora de serviços e distribuidora de materiais elétricos que recebe e encaminha para reciclagem e descontaminação lâmpadas de fregueses que compram suas lâmpadas no local ou outras não compradas na distribuidora, mediante pagamento do serviço.

A USP tem mantido esse sistema de coleta seletiva de lâmpadas exclusivamente utilizadas na universidade, contando com a garantia da empresa contratada de que essas lâmpadas estão tendo o destino correto. É importante ressaltar que, caso alguma Unidade resolva aplicar a política da logística reversa, deve especificar em seu contrato que quer que as lâmpadas sejam devidamente descontaminadas antes de serem enviadas para reciclagem, caso contrário, não terá garantias de que o descarte será feito de forma correta pela empresa contratada que as está recebendo de volta.

### Aspectos legais e normativos

Apenas no final de 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos foi sancionada pelo governo federal, após uma espera de quase 19 anos. Essa lei define que esse tipo de resíduo deverá ser recebido e encaminhado para tratamento pelos seus revendedores e fabricantes. É importante a responsabilidade das empresas que produzem e comercializam os produtos, para que realizem o correto procedimento com os resíduos pós-consumo.

Recuperar e reciclar os componentes da lâmpada fluorescente em vez de simplesmente descartá-los no ambiente é a forma verdadeira de contribuir para a preservação do meio ambiente, pois dessa forma evita-se a formação de passivos ambientais e contaminação de aterros.

---

### Bibliografia

DURÃO JR., W.A.; WINDMOELLER, C.C.. A questão do Mercúrio em lâmpadas fluorescentes. *Química Nova na Escola*, v.28, p.15-19, 2008.

MOMBACH, V.L.; RIELLA, H.G., KUHNEN, N.C., CARVALHO, E.F.U. Produção de fritas cerâmicas a partir do vidro de lâmpadas fluorescentes. In: **17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais**. Foz do Iguaçu, Paraná, 15 a 19 de novembro de 2006. p. 1935-1943.

NAIME, R.; GARCIA, A.C. Propostas para o gerenciamento dos resíduos de lâmpadas fluorescentes. *Revista Espaço para a Saúde*. Londrina, v.6, n.1. p. 1-6, dez 2004. Disponível em: <<http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude>>. Acesso em: 17 jun.2009.

# 10

## RESÍDUOS DE MARCENARIA



### **Jeremias Valério da Silva**

Ingressou na Escola de Engenharia de São Carlos em 17/6/1980 junto ao Setor de Marcenaria. Atua na área desde essa época e a partir de 1º/12/2003 foi designado como Chefe da Seção de Marcenaria e Carpintaria.

### **Sandra Helena Tanaka Sebin**

Bacharel em Administração formada pelo Centro de Ensino Superior de São Carlos - Associação de Escolas Reunidas. Ingressou na Escola de Engenharia de São Carlos em 1986 junto à Assistência Administrativa. Em 2010 foi designada como Assistente Administrativo, a cuja área estão vinculados os setores de expediente, limpeza e conservação, marcenaria, mecânica de motores, pessoal, publicações e transportes.

### **Apresentação**

A Seção de Marcenaria e Carpintaria (SCMARCA) da Escola de Engenharia de São Carlos compõe, juntamente com mais seis setores, a Assistência Administrativa da Instituição. É uma Seção estruturada, instalada numa área de 655m<sup>2</sup>, onde abriga máquinas e equipamentos, sendo algumas de grande porte como prensas, lixadeiras, serras, parafusadeiras, tupias, tornos, plainadeiras, compressores, coladeiras e outros.

As atividades desenvolvidas visam ao atendimento das necessidades administrativas, como confecção de móveis e manutenção, e das relacionadas ao ensino e pesquisa, como fabricação de bancadas, balcões e móveis especiais como capela de ensaios para atender a grupos de pesquisa que necessitam de peças adequadas para laboratórios. Confecciona, para a área de Engenharia Civil, formas para ensaios nas pesquisas nos níveis de mestrado e doutorado, obedecendo às especificidades de projetos. Para a área de Engenharia Aeronáutica, produz moldes que são utilizados como modelos nas peças para estudos na graduação (aeronaves). Confecciona, também, lousas panorâmicas para as salas de aula e anfiteatros, portas, batentes, painéis, quadros de aviso além de cuidar da manutenção de todo o mobiliário da Escola. Colabora, ainda, com outras Unidades do câmpus.

Para atender essa demanda, a SCMARCA conta com um quadro de funcionários qualificados e treinados no manuseio de máquinas e ferramentas pertinentes à área, conforme figuras 1, 2 e 3.

### **Características**

Segundo Uhl et al. (1996), o aumento da eficiência do processo industrial da madeira também teria efeito direto na quantidade da área reflorestada necessária para manter os atuais níveis de produção. Por exemplo, apenas 35% de cada tora são transformados em produto serrado, mas essa eficiência poderia ser aumentada para 55% por meio do melhoramento simples na manutenção de máquinas e no treinamento de mão-de-obra (SECTAM, 2002).

De acordo com esses dados, 65% da tora são desperdiçados, transformando-se em resíduo não aproveitado pela indústria. A legislação brasileira aponta a responsabilidade das próprias empresas pela remoção, estocagem e tratamento de resíduos gerados pelos processos de produção, com o uso de procedimentos adequados para a conservação do meio ambiente (LEEuwSTEIN, 2001).

**Figura 1 · Servidores operando equipamento**



FONTE: Sandra H. Tanaka Sebin

É comum encontrar pessoas que trabalham com madeiras considerarem problemática a sua reutilização, alegando que se leva mais tempo para lidar com pedaços menores, recortados e também dificuldade para usar peças metálicas como parafusos, corredeiras, fechaduras entre outros.

Segundo estudos realizados pelo Diário Catarinense (2005), os resíduos de madeira viraram um grande negócio para o setor madeireiro, pois o produto oriundo de serrarias e fábricas de móveis deixou de ser um empecilho para o segmento e se tornou um gerador de receitas.

O motivo é a utilização de serragens, cavacos, maravalha e chips de madeira no abastecimento de caldeira e nas usinas de biomassa. A conscientização dos profissionais em reaproveitar esses materiais é fundamental para a redução do impacto ambiental, diminuindo o desperdício de madeira e a emissão do gás metano, em decorrência da decomposição dos resíduos.

Os resíduos gerados nas atividades desenvolvidas na Seção de Marcenaria e Carpintaria da EESC são constituídos por sobras de:

- A. Madeira: conjunto de tábuas, barrotes e outros materiais extraídos de plantas arbóreas e usados em carpintaria, construção, marcenaria etc.;
- B. Serragem: pó de fragmentos ou lascas que saem da madeira que se serra, serradura;
- C. *Medium Density Fiberboard* ou Painéis de Fibras de Média Densidade (MDF): constituído por fibras de madeira sendo sua composição homogênea em toda a sua superfície como em seu interior;
- D. Compensado: chapa de madeira cujo miolo é feito de sarrafos colados entre si pelos lados e revestido com duas camadas de folheado grosso de fibras cruzadas, em relação às dos sarrafos;
- E. E, quando são desmontados os móveis, toda a ferragem – como parafusos, rodízios, trilhos, corredeiras de metal, fechaduras, dobradiças, porcas com arruelas, suportes – é reaproveitada na sua totalidade.

Respeitando-se as devidas características (tipo de madeira, densidade, espessura), a SCMARCA confecciona novas peças tais como: escadas, cavaletes, remendos de formas de madeira para concreto, conserto de *pallets*, cunhas, sarrafos; utiliza material no enchimento de portas e outras são prensadas formando novas chapas de madeira.

### **Descarte e tratamento**

Quando se fala em trabalhos que utilizam a madeira como matéria-prima, é impossível dissociá-los da geração de resíduos. Esses resíduos podem ser utilizados na confecção de material combustível, na agricultura, na geração de energia elétrica em termoelétricas e, principalmente, na indústria de painéis reconstituídos (IBQP, 2002, p.95).

Figura 02 - Instalações



FONTE: Sandra H. Tanaka Sebin

Para JOHN (apud CASAGRANDE JR et al, 2000), “produção na geração de resíduos, uma vez que existem impurezas na matéria-prima, envolve custos e patamares de desenvolvimento tecnológico”. Na gestão de resíduos, cita a seguinte hierarquia de objetivos: redução da geração do resíduo na fonte; reutilização dos resíduos; reciclagem; incineração recuperando energia ou depósitos de resíduos em aterros sanitários.

Os resíduos da madeira, se utilizados racionalmente, podem contribuir para a preservação florestal, cujos benefícios são amplamente percebidos do meio ambiente às indústrias, por exemplo utilizando-os em caldeiras como fonte geradora de energia.

Quanto aos outros resíduos gerados pelos trabalhos desenvolvidos na Seção de Marcenaria e Carpintaria, como serragem e pó de madeira, são armazenados em coletores de pó (filtro) e, posteriormente, são descartados de maneira convencional.

### Minimização

A consciência ambiental é mister e premente e a minimização do desperdício vem sendo abordada há muito tempo.

Apesar disso, o desperdício ainda é grande. Sugerimos a realização e divulgação de atividades educacionais, pois a educação é o ponto de partida para que ações individuais sejam desenvolvidas e direcionadas, visando à continuidade para as gerações futuras.

Para as pessoas é difícil estabelecer uma conexão entre o seu estilo de vida e o impacto ao meio ambiente. Daí a necessidade de pensar a mudança climática em nível local, doméstico e cotidiano, para poder superar a atual percepção como uma questão distante. E, além disso, as pessoas têm dificuldade de entender qual a sua contribuição concreta para o agravamento do fenômeno. Portanto, é fundamental promover a ideia de que as mudanças do clima não são assunto restrito à esfera da ciência e da tecnologia, e que as soluções deverão emergir das construções e mobilizações coletivas (GAUDIANO & MEIRA, 2009).

Ações de conscientização ambiental, promovidas por iniciativas individuais, associações e entidades não governamentais possuem grandes chances de obter resultados positivos uma vez que mobilizam a sociedade. Nos últimos anos, esse comportamento também tem influenciado instituições públicas dos mais diversos segmentos que, por sua vez, disseminam essa conscientização entre seus parceiros, colaboradores e usuários. Lacava (2004, p.155) as interpreta como ações que “servem para conquistar corações e mentes, causar impacto com novas ideias e visões de mundo e tentar influenciar aqueles que têm mandato público e prerrogativa de decidir”.



## Aspectos legais e normativos

A legislação aqui mencionada não é específica aos resíduos de madeira gerados por marcenarias, mas tem relação com o tema deste trabalho.

Lei no 4.771 de 15 de setembro de 1965 – Institui o Código Florestal.

Lei no 6.902 de 27 de abril de 1981 – Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.

Lei no 7.347 de 24 de julho de 1985 – Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências.

Lei no 9.795 de 27 de abril de 1999 – Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

Lei no 7.735 de 22 de fevereiro de 1989 – Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências.

Lei no 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

---

## Bibliografia

CASAGRANDE JR, E.F. et al. Indústria moveleira e resíduos sólidos: considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação e Tecnologia**. Curitiba: Editora do CEFETPR, v. 8, p. 209-228, 2004. Disponível em: <[http://www.pessoal.utfpr.edu.br/macloviasilva/arquivos/indus\\_moveleira\\_ambiental.pdf](http://www.pessoal.utfpr.edu.br/macloviasilva/arquivos/indus_moveleira_ambiental.pdf)>. Acesso em: 29 ago.2011.

GAUDIANO, E.; MEIRA CARTEA, P. Educación, comunicación y cambio climático. **Trayectorias**, Revista de ciencias sociales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, v. 11, n. 29, México: julio-diciembre, 2009, p. 6-38.

INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO PARANÁ (IBQP). **Análise da competitividade da cadeia produtiva da madeira no estado do Paraná**. Curitiba. 2002. 345 f. Relatório Final.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113p. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em 18 ago. 2003.

LACAVA, U. Campanhas de mobilização. In: **Manual de comunicação e meio ambiente**. São Paulo: Editora Peirópolis, IIEB, WWF. 2004. p. 154-161.

LEEUWSTEIN, J.M. **Gerenciamento Ambiental**. São Paulo: v. 3, n.13, p. 52-53, jan./fev. 2001.

BELÉM (Município). Secretaria Executiva da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTAM. **Relatório de Gestão**. Belém, 2002.

SOUZA, M.M. **Desenvolvimento de produtos a partir de resíduos de madeiras: a importância do design na sustentabilidade do setor moveleiro**. Belém, PA. 2008. Disponível em: <<http://dspace.universia.net/bitstream/2024/728/1/MCC+PROJETO+FINAL+1.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

UHL, C.; ALMEIDA, O. O desafio da exploração sustentada da Amazônia. In: ALMEIDA, O. (org.). **A evolução da fronteira amazônica: oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. Belém, PA: Imazon, 1996.

TAMAILO, I. **Documento descritivo contendo proposta de campanha sobre educação ambiental e mudanças climáticas, incluindo estratégia de execução**. Brasília: DEA/MMA-PNUD, 2011, 51 p. Produto 2 do Projeto PNUD-BRA/00/011. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_arquivos/produto\\_ii\\_relatorio\\_finalcampanha\\_irineu\\_tamaio\\_20.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/produto_ii_relatorio_finalcampanha_irineu_tamaio_20.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2011.

# 11

## RESÍDUOS NÃO REICLÁVEIS



### **Gabriela De Nadai**

É estudante de Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Foi estagiária do Programa USP Recicla de São Carlos por três anos e atualmente é voluntária do NAPRA (Núcleo de Apoio à População Ribeirinha da Amazônia), ONG formada por estudantes universitários que desenvolve projetos socioambientais em comunidades ribeirinhas do município de Porto Velho (RO).

### **Características**

Os resíduos não recicláveis, ou simplesmente rejeitos, são resíduos não perigosos e que por algum tipo de limitação não são passíveis de reciclagem. Essa limitação pode ser consequência da sua composição, como pedaços de tecido, vidros contendo tela metálica, plástico termofixo; da presença de resíduos orgânicos e/ou contaminantes, como papel engordurado, papel higiênico e papel plastificado; ou ainda de dificuldades na comercialização e/ou no processo de reciclagem propriamente dito. Essa última limitação se dá porque, para a reciclagem acontecer, deve existir uma cadeia que permita a coleta dos materiais descartados e sua venda a indústrias de reciclagem que, por sua vez, transformarão esses materiais em novas matérias-primas/produtos.

Dessa forma, dependendo do local onde certo material é descartado, ele pode não ser reciclado por falta de separação/coleta, por não apresentar valor comercial ou por não existir indústria/tecnologia para sua reciclagem, e todos esses fatores podem variar ao longo do tempo e/ou de um lugar para outro.

Alguns exemplos são o isopor, que ocupa muito espaço, o que encarece sua coleta e transporte; as lâmpadas incandescentes, que, segundo Mansor (2010), não têm valor comercial que justifique sua recuperação, e os vidros planos, que, apesar de recicláveis, têm menos mercado que as garrafas de vidro.

Outros exemplos de materiais não recicláveis são: tecidos, lâmpadas incandescentes, espelhos, vidros que contenham tela metálica, embalagens sujas, papéis “contaminados” (papéis sanitários, plastificados, metalizados, parafinados, papel carbono, fotografias, papel vegetal, termossensíveis – como fax e extrato bancário, guardanapos e lenços de papel, fitas e etiquetas adesivas), plásticos termofixos (telhas transparentes, proteções para telefones públicos), plástico filme, madeira, esponja de aço, materiais orgânicos, embalagens aluminizadas (algumas embalagens de biscoitos, chocolates, barrinhas de cereal etc.), fraldas e absorventes descartáveis, utensílios de cerâmica e porcelana e espumas (MANSOR, 2010; MEIRA et al, 2010)

### **Procedimentos**

Os resíduos não recicláveis gerados no câmpus da USP São Carlos devem ser depositados nas lixeiras para resíduos comuns/não recicláveis. Além disso, todos os resíduos depositados nas lixeiras externas às unidades, onde não há coleta seletiva, são também tratados como resíduos não recicláveis.

Os resíduos não recicláveis são recolhidos pelas equipes de limpeza em sacos plásticos pretos e são armazenados em locais específicos. A coleta final

desses resíduos é realizada pela empresa São Carlos Ambiental, responsável pelos serviços de limpeza pública no município de São Carlos, que encaminha tais resíduos para o aterro sanitário municipal.

## Minimização

Para minimizar a geração de resíduos não recicláveis, recomenda-se:

- A. compre apenas aquilo que será consumido;
- B. evite o uso de produtos descartáveis;
- C. procure produtos de menor impacto ambiental/geração de resíduos em toda sua cadeia produtiva;
- D. adquira produtos mais resistentes;
- E. reutilize sempre que possível;
- F. adquira produtos com o mínimo de embalagens;
- G. prefira produtos em embalagens retornáveis;
- H. dê preferência a produtos/embalagens recicláveis;
- I. separe os orgânicos dos demais resíduos e encaminhe para compostagem (veja o capítulo 13 deste Guia);
- J. encaminhe recicláveis, devidamente secos e limpos, para a reciclagem através da coleta seletiva.

## Aspectos legais e normativos

A NBR 10.004, de 2004, classifica os resíduos sólidos como perigosos, não perigosos inertes e não perigosos não inertes. Por essa norma, os resíduos não recicláveis podem ser classificados como resíduos não perigosos e não inertes, os quais podem apresentar biodegradabilidade, solubilidade em água ou combustibilidade, segundo a definição dada.

Já pela Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (PERS), de 2006, os resíduos não recicláveis aqui definidos podem ser enquadrados na categoria de resíduos urbanos, pois a PERS os define como sendo aqueles “provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, da varrição de podas e de limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana”.

Por fim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, recentemente aprovada, define rejeitos como sendo “os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”, já que tem como alguns de seus objetivos “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

## Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. ABNT: Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2004.
- MANSOR, M.T.C. et. al. **Resíduos Sólidos**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2010.
- MEIRA, A.M. et al (Coord.). **Guia para o gerenciamento de resíduos – campus “Luiz de Queiroz”**: saiba o que fazer para reduzir, reutilizar e encaminhar resíduos. Piracicaba: Serviço de Produções Gráficas, 2010.
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente / Coordenadoria de Educação Ambiental. **Guia pedagógico do lixo**. São Paulo: SMA/CEA, 2011.
- SÃO PAULO (Est.). Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. São Paulo, SP, 2006.
- SUDAN, D.C.; MEIRA, A.M.; ROSA, A.V.; LEME, P.C.S.; ROCHA, P.E.D. **Da pá virada**: revirando o tema lixo: vivências em educação ambiental e resíduos sólidos. São Paulo: Programa USP Recicla, 2007.

# 12

## ÓLEOS E GORDURAS DE USO DOMICILIAR



### Rodrigo Eduardo Córdoba

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Mestre e Doutorando em Ciências – Área de Concentração: Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Tem experiência nas áreas de Engenharia Civil e Saneamento Ambiental, com ênfase em Gestão e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

### Valdir Schalch

Engenheiro Químico pela Escola Superior de Química Oswaldo Cruz, mestrado e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (EESC/USP). Professor Associado do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC/USP. Tem experiência na área de Saneamento Ambiental, com ênfase em Resíduos Sólidos, atuando nos seguintes temas: gestão e gerenciamento integrado de resíduos sólidos, tratamento de resíduos sólidos e tecnologias em resíduos sólidos.

### Características e principais impactos negativos

Os óleos e gorduras de uso domiciliar possuem origem vegetal ou animal, tais como: óleos de soja, de milho, de canola, de girassol e demais óleos vegetais de qualquer espécie estipulados pelo fabricante, bem como gordura vegetal hidrogenada e gordura de origem animal (banha).

Atualmente, muitas residências, restaurantes, bares e lanchonetes fazem o descarte inadequado desses óleos e gorduras diretamente na pia. Esse procedimento pode causar impactos negativos à infraestrutura urbana e ao meio ambiente, como: entupimento das redes de coleta de esgoto (Figura 1), impermeabilização de solos e poluição das águas.

De acordo com a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os óleos vegetais e gorduras animais não podem ser lançados nas águas em concentração superior a 50 mg/L. Isso porque cada litro de óleo ou gordura despejados na pia podem contaminar cerca de 25.000 litros de água.

### Descarte e tratamento

#### Coleta e reciclagem em São Carlos (SP)

No município de São Carlos, a coleta de óleos e gorduras usados é realizada pela cooperativa de coleta seletiva que passa em 75% das residências. Contudo, o município também conta com o apoio de pontos de entrega voluntária situados em escolas municipais e centros comunitários. De acordo com a Prefeitura Municipal, o Programa coleta cerca de 500 litros por mês de óleos e gorduras.

O município também conta com projetos de entidades, associações e empresas privadas, como supermercados, que estabelecem pontos de entrega voluntária de óleos e gorduras e encaminham esses resíduos para reciclagem.

As principais possibilidades de reciclagem consistem na fabricação de produtos, como: **sabão, detergente, glicerina, massa para vidro, produção de resina para tintas, ração para animais e biodiesel.**

#### Geração, coleta e reciclagem no câmpus USP São Carlos

Atualmente, o câmpus da de São Carlos da USP gera aproximadamente 1.109 litros de óleos e gorduras usados por mês. Aproximadamente 90% (1.000 litros/mês) da geração correspondem a óleos utilizados na fritura

de alimentos do restaurante universitário, os demais 10% (109 litros/mês) correspondem a óleos e gorduras utilizados na fritura de salgados, pastéis e peixes nos bares, restaurantes particulares e lanchonetes do câmpus.

No câmpus de São Carlos, o óleo proveniente do restaurante universitário é acondicionado dentro de um suporte de descarte e posteriormente encaminhado ao Projeto Cata Óleo da USP Ribeirão Preto (Figura 2a). Aproximadamente 1000 litros/mês de óleo são destinados a esse projeto, o qual transforma o óleo usado em biodiesel.

Os óleos e gorduras gerados em bares, restaurantes e lanchonetes são armazenados temporariamente em garrafas PET, galões e baldes (ver Figura 2b). Semanalmente esses óleos e gorduras – aproximadamente 105 litros por mês – são doados a entidades ou integrantes da comunidade do câmpus para a fabricação caseira de sabão.

A Figura 3 enfatiza uma perda de 0,4% (4 litros/mês) com rejeitos desse óleo. Os rejeitos consistem no material precipitado no fundo dos recipientes de armazenamento temporário, os quais são descartados junto à coleta regular de resíduos domiciliares.

Algumas estratégias simples de gestão podem ser realizadas para facilitar o descarte adequado e reciclagem desses resíduos, tais como:

- A. Acondicionar os óleos e gorduras utilizados em recipientes resistentes e vedados como garrafas PET ou baldes plásticos;
- B. Armazenar os baldes e garrafas PET com óleo e gordura em locais arejados e protegidos, a fim de evitar odores indesejáveis e danos ao meio ambiente caso ocorra algum vazamento;
- C. Evitar o acúmulo de muitos recipientes com óleo e gordura nos estabelecimentos e moradias;

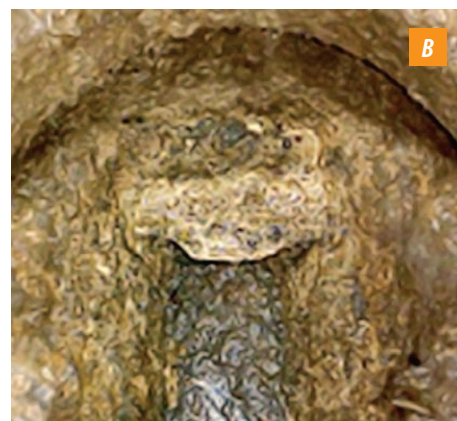


FONTE: Rodrigo Eduardo Córdoba, 2011



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

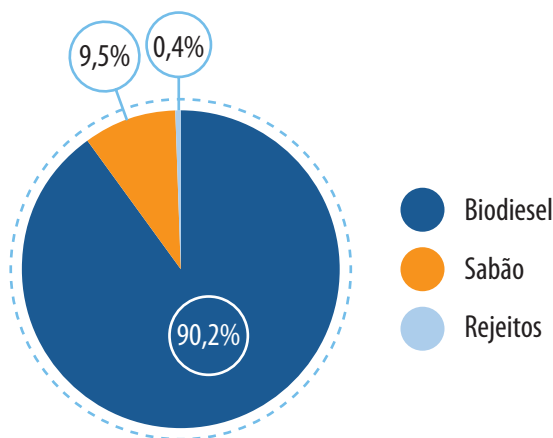
**Figura 01 - A. Rede de esgoto limpa;  
B. Rede de esgoto obstruída  
(massa de resíduos e óleo)**



FONTE: SABESP, 2011

**Figura 02 - A. Recipiente de descarte de  
óleo do restaurante universitário;  
B. Recipiente de descarte de  
gordura em uma lanchonete**

**Figura 03 - Destino final dos óleos e gorduras coletados no câmpus USP São Carlos**



FORNTE: Elaborado pelos autores

- D. Encaminhar esses óleos e gorduras para fabricação caseira de sabão, PEVs – pontos de entrega voluntária de óleos e gorduras – ou coleta seletiva.

### Minimização

Algumas ações, dicas e sugestões para minimizar a geração desses resíduos:

- redução das frituras no restaurante universitário, bares, lanchonetes e restaurantes particulares;
- incentivo à utilização de fritadeiras e panelas que demandem menor uso de óleo ou gordura.

### Aspectos legais e normativos

As principais leis que tratam sobre o tema gestão e gerenciamento de óleos e gorduras são:

Lei Estadual nº 12.047/2005 – Institui o Programa Estadual de Tratamento e Reciclagem de Óleos e Gorduras de Origem Vegetal ou Animal e Uso Culinário;

Lei Municipal nº 14.171/2007 – Institui o Programa para a Destinação e Recolhimento de Óleo Vegetal ou Gordura no município de São Carlos (SP) e dá outras providências;

Resolução SMA nº 038/2011 (Estadual) – Estabelece a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental, para fins do disposto no artigo 19, do Decreto Estadual nº 54.645, de 05 de agosto de 2009, que regulamenta a Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006 e dá outras providências correlatas.

### Bibliografia

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): Brasília, DF, 2005.
- SÃO CARLOS (Município). Lei nº 14.171, de 9 de agosto de 2007. Autoriza a instituição do "Programa para a Destinação e Recolhimento de Óleo Vegetal ou Gordura" São Carlos e dá outras providências. São Carlos, SP, 2007. Disponível em: <<http://leis.saocarlos.sp.gov.br/>>. Acesso em jun. 2011.
- SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.047, de 21 de setembro de 2005. Institui o Programa Estadual de Tratamento e Reciclagem de Óleos e Gorduras de Origem Vegetal ou Animal e Uso Culinário. São Paulo, SP, 2005. Disponível em: <<http://www.legislacao.sp.gov.br/>>. Acesso em jun. 2011.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SABESP. **Programa de reciclagem do óleo de fritura** (PROL). São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=82>>. Acesso em jun. 2011.
- SÃO CARLOS (Município). Programa Municipal de Coleta Seletiva de Óleo Vegetal Residual. Folder de divulgação. São Carlos, 2011.
- SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA nº 038/2011 (Estadual) – Estabelece a relação de produtos geradores de resíduos de significativo impacto ambiental, para fins do disposto no artigo 19, do Decreto Estadual nº 54.645, de 05 de agosto de 2009, que regulamenta a Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006, e dá outras providências correlatas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Diário Oficial do Estado de São Paulo** (DOE), 03 de ago. 2011.

# 13

## RESÍDUOS ORGÂNICOS



### *Luciana Miyoko Massukado*

É graduada em Engenharia Civil e mestre em Engenharia Urbana (UFSCar). Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC/USP). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – Câmpus Planaltina. Possui experiência em gestão de resíduos sólidos.

### Características

Os resíduos orgânicos são aqueles que têm origem vegetal (folhas, galhos, serragem, cascas de verduras, frutas e legumes, guardanapo, borra de café etc.) ou animal (carne vermelha, carne branca, casca de ovos, ossos, dejetos animais etc.). Os resíduos orgânicos podem ser gerados em diversos ramos da economia, tais como feiras livres, supermercados e restaurantes, agricultura, pecuária, atividades domiciliares, escolares e industriais e também a partir dos processos de tratamento de água e esgoto.

Ao contrário do grande volume ocupado pelos recicláveis e do grande tempo que necessitam para se degradar, os resíduos orgânicos têm como principal característica a rápida degradação, estando também entre os principais responsáveis pela produção de gás metano<sup>1</sup> e de chorume<sup>2</sup> nos diversos locais de disposição final hoje existentes no Brasil (lixões a céu aberto, aterros controlados e aterros sanitários), ambos com elevado potencial de poluição.

### Descarte e tratamento

Uma das formas de tratamento dos resíduos orgânicos é a compostagem. A compostagem é o processo controlado de decomposição da matéria orgânica de origem vegetal (restos de frutas, verduras, gramas, folhas etc.) ou animal, por meio de microrganismos na presença de oxigênio, cujo produto final é o composto orgânico (adubo). O processo ocorre em duas fases distintas: a primeira de degradação ativa, na qual ocorre decomposição da matéria orgânica facilmente degradável e quando a maioria dos microrganismos patogênicos é eliminada. A principal característica dessa fase é o alto consumo de oxigênio e elevação da temperatura para valores acima de 50 °C. A outra fase da compostagem é a de maturação, quando outra população de microrganismos se estabelece iniciando assim a humificação do composto. A temperatura nessa fase tende a ser mais baixa estabilizando-se próxima à temperatura ambiente.

---

1 **Metano:** Gás liberado pela decomposição anaeróbia dos compostos biodegradáveis dos resíduos orgânicos. Também conhecido como um dos gases responsáveis pelo efeito estufa, sendo 21 vezes mais poluente que o gás carbônico.

2 **Chorume:** Líquido de cor escura, mal cheiroso e com alto poder de poluição devido a sua carga orgânica, resultante do processo de decomposição de matéria orgânica.

Para o bom desenvolvimento da compostagem, é necessário controlar alguns parâmetros tais como temperatura, umidade, aeração e relação entre carbono e nitrogênio, que são fundamentais para o crescimento das bactérias. O processo pode durar de 60 a 120 dias dependendo do tipo de material utilizado e da técnica empregada.

As vantagens da compostagem são a economia de espaço físico do aterro sanitário aumentando sua vida útil; a inativação de microrganismos patogênicos; a transformação de resíduos em insumos (composto orgânico) e a redução dos gastos com o tratamento do chorume nos aterros sanitários.

A biodigestão é outra alternativa para tratar os resíduos orgânicos. A diferença está no processo, que é anaeróbio (sem presença de oxigênio) e na possibilidade de geração de energia.

### Procedimentos na USP São Carlos

O câmpus de São Carlos da USP, por meio do Programa USP Recicla, tem um projeto de formação de Recursos Humanos em Educação Ambiental e Compostagem que prevê a difusão de técnicas de compostagem no câmpus e nas comunidades do entorno por meio de oficinas, atendimento a consultas e esclarecimento de dúvidas.

Nos câmpus existem três composteiras:

- A. a do USP Recicla** – feita de tijolos com três compartimentos. Ali são depositados restos de alimentos consumidos no USP Recicla ou trazidos pelos estudantes e funcionários. É gerenciado pelos estagiários e o composto fica à disposição para quem tiver interesse;
- B. a do bloco de moradia estudantil** – feita de tijolos com três compartimentos onde são depositados restos de alimentos produzidos na cozinha do alojamento. É gerenciada pelos moradores e o composto fica à disposição dos mesmos;
- C. a de folhas:** feita de estrutura metálica com uma tela, está localizada atrás de um dos blocos do alojamento onde são depositados restos de folhas, de poda e de capina do câmpus. É gerenciada pela equipe de áreas verdes do câmpus e acompanhada por um estagiário do USP Recicla. O composto é utilizado em oficinas de compostagem e também é distribuído aos interessados.

Os resíduos resultantes do preparo dos alimentos do refeitório são armazenados em câmara fria, coletados e encaminhados para a Horta Municipal de São Carlos, onde é realizada a compostagem.

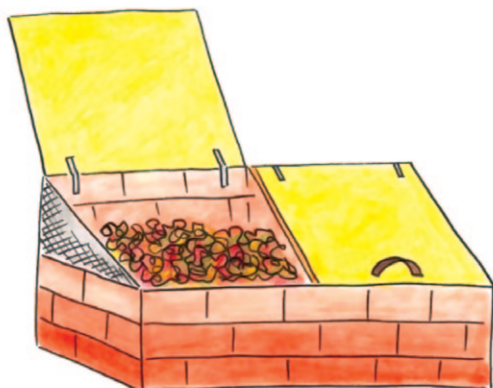
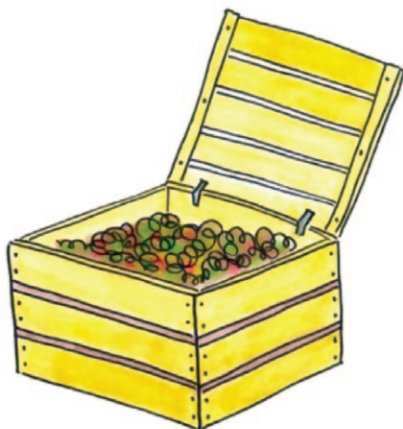
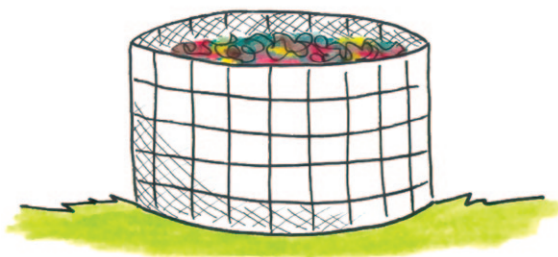
A sobra dos alimentos prontos no restaurante universitário é doada para duas instituições de caridade. O resto de alimentos das bandejas (desperdício) é triturado e encaminhado para o sistema de tratamento de esgoto do câmpus. Atualmente, são realizadas cerca de 4000 refeições diárias no câmpus 1 em São Carlos, gerando cerca de 380 kg por dia de resíduos orgânicos.

**Figura 01** - Composteira de folhas





**Figura 02 - Modelos de composteiras caseiras**



Parte dos resíduos de poda é levada até a composteira de folhas do próprio câmpus. O excedente de resíduos verdes finos (restos de grama, folhagens, galhos pequenos etc.) é enviado para a Horta Municipal e os resíduos grosseiros (troncos, galhos maiores) são destinados ao aterro de inertes do município.

### Minimização

Algumas atitudes podem minimizar a produção de resíduos orgânicos. Por exemplo, durante as refeições, colocar no prato somente o que for suficiente ao consumo. No momento da compra, pensar se realmente se conseguirá consumir tudo aquilo que se pretende comprar, principalmente no caso das hortaliças, que se degradam mais rapidamente. Assim, o bom dimensionamento das necessidades da pessoa, da família ou da empresa é o primeiro passo para que o resíduo orgânico não seja produzido.

Mesmo durante o preparo das refeições, quando inevitavelmente alguns resíduos serão produzidos – cascas de frutas e legumes, talos e folhas de hortaliças – há ainda a opção de reaproveitá-los. Vejamos alguns exemplos:

- A. as cascas de banana, mamão e laranja podem ser ingredientes de deliciosos bolos e pães;
- B. os talos de verduras podem ser misturados no preparo do arroz e também nas sopas (enriquecimento nutricional).

E o que fazer com o que não puder ser reaproveitado, por exemplo, caroços de frutas, sementes, partes estragadas dos alimentos, sobras das refeições e os resíduos do jardim (grama, folhas secas, galhos)?

Pode-se fazer uma composteira caseira, cujo objetivo é tratar o resíduo no local onde ele é produzido, no próprio quintal de uma casa ou na área de serviço de um apartamento, ou ainda incentivar que o condomínio construa ou disponibilize um local para a compostagem.

Existem diversas formas de fazer a compostagem caseira com modelos que variam desde a formação de montes ou pilhas sobre o chão até composteiras, que são recipientes construídos para que os resíduos possam se decompor adequadamente. As composteiras também podem ser feitas com caixas de madeira, de tijolo, caixas plásticas, tambores plásticos entre outros.

### Aspectos legais e normativos

**Lei 12.305/2010 – Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Art. 3º, inciso VII. A compostagem é

considerada uma forma de destinação final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos.

**Lei 11.445/2007 – Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Art. 7º, inciso II. Considera a compostagem como um tratamento que por sua vez é enquadrado como atividade do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos.

**Decreto 4.954/2004.** Regulamenta a Lei 6.894/1980, que estabelece a inspeção, fiscalização da produção e comercialização de fertilizante.

**Instrução Normativa nº 23 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2005).** Denomina o composto de lixo como “fertilizante orgânico composto”, estabelece especificações granulométricas do fertilizante e determina limites e tolerância quanto à sua qualidade.

**Instrução Normativa nº 27 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2006).** Dispõe sobre os fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. Estabelece concentrações máximas admitidas para fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas.

**Instrução Normativa nº 24 e nº 28 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007).** Estabelece os métodos para análise do composto.

---

## Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.591:** Compostagem: Terminologia. Rio de Janeiro, 1996.

BRASIL. Decreto nº 4954, de 14 de janeiro de 2004. Aprova o regulamento da Lei nº 6894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 jan. 2004. Seção 1, Página 2.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.445. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm)>. Acesso em: 20 ago. 2011.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.305. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Seção 1.

FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C.P. **Manual Prático para compostagem de bioresíduos.** Rio de Janeiro: ABES, 1999.

KIEHL, E.J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto.** 4. ed. Piracicaba, SP: 2004. 173 p.

MASSUKADO, L.M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares.** 2008. Tese (doutorado). Escola de Engenharia de São Paulo. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP. 2008.

# 14

## PILHAS E BATERIAS PÓS-CONSUMO



**Jaqueline Aparecida  
Bória Fernandez**

Engenheira de Materiais - UFSCar (1998); Mestre em Engenharia Urbana - UFSCar (2003); Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental - EESC/USP (2008). Atualmente é coordenadora dos Cursos de Engenharia Ambiental e Civil, do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB. Atua no Grupo de Pesquisa “Gestão Ambiental e Tecnologias Sustentáveis”. Participou da equipe técnica para a elaboração da proposta do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, como pesquisadora visitante do IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

### Características

As pilhas e baterias são produtos de uso comum, podendo ser compradas de forma livre, sem restrições. Contudo, o aumento do seu consumo e posteriores descarte e disposição inadequados podem representar um risco de contaminação ambiental e à saúde pública.

Esses produtos podem conter chumbo, cádmio e mercúrio. Apresentam ainda características corrosivas, tóxicas, inflamáveis e reativas. Esses elementos podem ocasionar efeitos adversos à saúde humana, pois afetam o sistema nervoso central, o fígado, os rins e os pulmões.

As pilhas que não contêm cádmio, mercúrio e chumbo possuem metais como lítio, manganês, níquel, cobre, zinco e cobalto, que também podem contaminar o meio ambiente, a partir da migração e/ou integração dos metais pesados à cadeia alimentar. Ainda, podem causar efeitos adversos nos ecossistemas, por serem bioacumulativos.

### Descarte e tratamento

O consumidor deve descartar corretamente as pilhas e baterias, em locais de coleta ou pontos de recebimento, instituídos pelos estabelecimentos de venda, para o caso das pilhas e baterias de recolhimento obrigatório.

De forma semelhante, o consumidor pode entregar suas pilhas e baterias em pontos de coleta ou programas de coleta seletiva disponibilizados por iniciativas privadas ou por órgãos públicos.

A reciclagem das pilhas e baterias permite a recuperação dos metais pesados e outros constituintes, sendo esses transformados em óxidos e sais utilizados na indústria química, metalúrgica e outras. Esse processo envolve a triagem dos resíduos, seguida pelo tratamento físico (moagem) e separação de constituintes e, por último, o tratamento metalúrgico, que depende da tecnologia adotada pela unidade de reciclagem.

Os fabricantes ou importadores de pilhas e baterias têm a responsabilidade de encaminhar esses resíduos para a destinação ambientalmente adequada, conforme Resolução CONAMA nº 401/2008. Segundo essa resolução, as pilhas e baterias recebidas ou coletadas devem ser “acondicionadas adequadamente e armazenadas de forma segregada, até a destinação ambientalmente adequada, obedecidas as normas ambientais e de saúde pública pertinentes, contemplando a sistemática de recolhimento regional e local” (Art. 3º, Inciso III, Parágrafo 3º).

**Figura 01** - Tipos de pilhas. **A.** Recarregáveis de níquel-cádmio; **B.** Primárias de "botão"; **C.** Primárias cilíndricas



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei nº 12.305/2010) estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e pelo descarte e gerenciamento dos resíduos entre geradores, poder público, fabricantes e importadores.

Para tanto, a PNRS prevê a implementação da logística reversa, conforme estipulado na Seção II, no Artigo 33, que determina a obrigatoriedade de retorno dos produtos após o uso, incluindo as pilhas e as baterias, entre outros.

- ♦ Seguir corretamente as instruções de uso do fabricante para aumentar a vida útil;
- ♦ Optar por pilhas e baterias recarregáveis;
- ♦ Comprar produtos originais. Não usar pilhas e baterias “piratas”;
- ♦ Na hora de trocá-las em um equipamento, substituir todas ao mesmo tempo;
- ♦ Retirá-las se o aparelho for ficar um longo tempo sem uso, pois podem vaziar;
- ♦ Não misturar pilhas diferentes (alcalinas e comuns; novas e usadas), pois pode prejudicar o desempenho e a durabilidade;
- ♦ Guardar as pilhas em local seco e em temperatura ambiente;
- ♦ Nunca guardar pilhas e baterias junto com brinquedos, alimentos ou remédios;
- ♦ Não expor pilhas e baterias ao calor excessivo ou à umidade. Elas podem vaziar ou explodir. Pelas mesmas razões, não as incinerar e nem tentar abri-las;
- ♦ Nunca descartar pilhas e baterias no meio ambiente;
- ♦ Não permitir que crianças brinquem com as mesmas;
- ♦ Evitar comprar aparelhos portáteis com baterias embutidas não removíveis.

### Quadro 1 Dicas para o uso correto de pilhas e baterias

FONTE: Revista Meio  
Ambiente, 2009

## Aspectos legais e normativos

A Resolução CONAMA 401/2008 (Art. 22) proíbe a disposição ou destinação final de pilhas e baterias usadas, de quaisquer tipos ou

características, pelos seguintes métodos:

- I. lançamento a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais, ou em aterro não licenciado;
- II. queima a céu aberto ou incineração em instalações e equipamentos não licenciados;
- III. lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, pântanos, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, ou redes de eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação.

Atualmente, a PNRS estabelece a logística reversa obrigatória. Segundo seu Art. 33, “São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes” de vários produtos/resíduos, estando a categoria de pilhas e baterias inclusa nesse contexto.

De forma complementar, o Decreto Federal nº 7.404/2010, em seu Art. 5º, determina a responsabilidade compartilhada, estabelecendo que “fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos”.

Assim, a legislação atual institui a responsabilidade compartilhada e o consumidor também é um importante elo da cadeia do correto gerenciamento dos resíduos.

Ainda, os fabricantes e importadores de pilhas e baterias deverão declarar no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF, junto ao IBAMA, informações sobre a quantidade, peso, modelo de pilhas e baterias fabricadas ou importadas, bem como a empresa responsável pela destinação ambientalmente adequada e os tipos de tratamento e/ou reciclagem adotados (IBAMA, 2010).

## Bibliografia

BRASIL. Decreto nº 7.404/2010, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e dá outras providências. **Diário Oficial de União**, Brasília, DF. 23 dez. 2010. 2010a.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 12.305/2010, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial de União**, Brasília, DF. 02 ago. 2010. 2010b.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa do IBAMA nº 3, de 30 de março de 2010. Define os procedimentos complementares relativos ao controle, fiscalização, laudos físico-químicos e análises, necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008. **Diário Oficial de União**, Brasília, DF. 23 dez. 2010. 2010c.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio e os critérios e padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado das pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel-cádmio e óxido de mercúrio, relacionadas nos capítulos 85.06 e 85.07 da Nomenclatura Comum do Mercosul-NCM, comercializadas no território nacional. **Diário Oficial de União**, Brasília, DF. 05 nov. 2008.

RECICLOTECA. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/Default.asp?ID=28&Editoria=5&SubEditoria=14&Ver=1>>. Acesso em 19 jun. 2011.

REVISTA Meio ambiente. Disponível em: <<http://www.revistameioambiente.com.br/2009/02/09/promovendo-a-reciclagem-de-pilhas-e-baterias/>>. Acesso em 19 jun. 2011.

SANTANDER. **Programa Papa Pilhas**. Disponível em: <<http://sustentabilidade.bancoreal.com.br/oquefazemos/praticasdegestao/Paginas/papapilhas.aspx>>. Acesso em 08 mai. 2011.

# 15

## REJEITOS RADIOATIVOS



### **Sandra Márcia de Castro**

Graduada em Engenharia Mecânica Plena pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Aperfeiçoamento em Biossegurança - ENSP/FIOCRUZ Rio de Janeiro. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Franca e especialização em Formação de Agentes Locais de Sustentabilidade Sócio-Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. MBA em Gestão Ambiental pela FUNDACE/ Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Engenheira de Segurança do Trabalho da USP Campus de Ribeirão Preto.

### **Rev. Técnica: Walter S. Paes**

Bacharel em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo; Especialização em Física Médica pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo; credenciamento como Supervisor de Proteção Radiológica na Área de Medicina Nuclear pela Comissão Nacional de Energia Nuclear. Título de Especialista em Radiodiagnóstico pela Associação Brasileira de Física Médica; Título de Especialista em Medicina Nuclear pela Associação Brasileira de Física Médica; Atua como Físico de Proteção Radiológica do Departamento de Saúde Ocupacional da Coordenadoria de Saúde.

### **Características**

Os materiais utilizados durante os experimentos com radioisótopos, como luvas, vidrarias, frascos, papéis, solventes, sangue, tecidos biológicos, material patogênico, entre outros, que estão contaminados e apresentam atividade específica superior aos limites de isenção estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, são considerados rejeitos radioativos. Os rejeitos sólidos devem possuir etiquetas para a identificação e os dados destas devem ser relatados em um inventário.

Antes de iniciar a manipulação de radionuclídeos, recomenda-se a participação em cursos de treinamento de radioproteção.

Os líquidos de cintilação que podem conter solventes orgânicos (tolueno ou metanol) devem ser substituídos, sempre que possível, por líquidos de cintilação biodegradáveis.

No caso de utilização de radionuclídeos em pesquisas com animais, os rejeitos provenientes de tecidos biológicos ou materiais patogênicos, caso estejam com valores de atividade acima do limite para descarte estipulado pela Norma CNEN-NE 6.05, devem permanecer em freezers exclusivos para manter esses rejeitos até que a atividade decaia para valores inferiores aos constantes da Norma citada ou até que possam ser transferidos para um depósito da CNEN.

No caso dos rejeitos contendo radioisótopos de meia vida curta (tipicamente menor que 100 dias), após o decaimento o material deixa de ser considerado rejeito radioativo e deve ter o tratamento próprio para resíduos biológicos (Resíduos de Serviços de Saúde), conforme RDC 306 da ANVISA, de 07 de dezembro de 2004.

Os rejeitos radioativos precisam ser cuidados convenientemente para não causar danos ao homem e ao meio ambiente, da mesma forma que os resíduos convencionais. As substâncias radioativas eventualmente liberadas no meio ambiente podem irradiar diretamente o homem ou alcançá-lo por diversos caminhos: através do ar que respira, da água que bebe e dos alimentos que ingere. As doses decorrentes de todas essas rotas nunca devem ultrapassar os limites recomendados.

Cuidar convenientemente dos rejeitos radioativos significa realizar uma série de ações que vão desde a coleta dos rejeitos no ponto onde são gerados até seu destino final. A esta série de ações se dá o nome de “Gerência de rejeitos radioativos”.

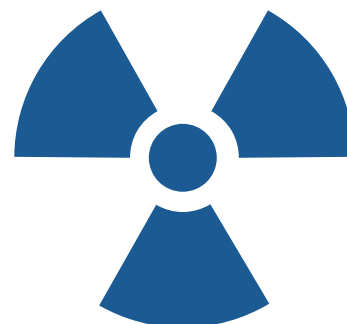
Os rejeitos radioativos devem ser separados fisicamente de quaisquer outros materiais. A eliminação de rejeitos radioativos sólidos no sistema de coleta de lixo urbano é permitida desde que sua atividade específica seja inferior a  $2 \mu\text{Ci}/\text{Kg}$ . A eliminação de rejeitos radioativos líquidos e gasosos deve respeitar as concentrações e os limites previstos pela norma CNEN-NE 6.05, que são diferenciados para os vários radionuclídeos. Os limites de concentração para disposição de soluções aquosas no esgoto urbano são de:  $5 \times 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{ml}$  para Fósforo-32 e de  $2 \times 10^{-2} \mu\text{Ci}/\text{ml}$  para Carbono-14. Esses limites consideram a diluição do rejeito radioativo líquido no volume médio de esgoto da instalação.

Os radioisótopos mais utilizados pelos laboratórios de pesquisa do câmpus da USP de São Carlos, sob a forma de fonte não selada, atualmente, são Carbono-14 e Fósforo-32.

### Descarte e tratamento

Segregar e descartar corretamente esses rejeitos são responsabilidade do gerador.

- A. Rejeitos radioativos líquidos: (1) todo rejeito líquido aquoso, passível de ser diluído no próprio laboratório até atingir a concentração permitida para descarte, estabelecida na norma CNEN-NE-6.05, deverá ser descartado no próprio laboratório; (2) caso ainda existam solventes orgânicos (em coquetéis de cintilação), estes devem ser substituídos por líquidos biodegradáveis; (3) os rejeitos devem ser segregados por radionuclídeo e colocados em frascos adequados, com identificação e anotação na etiqueta da atividade estimada e da data correspondente a essa estimativa; (4) rejeitos aquosos deverão ser separados daqueles contendo solventes orgânicos; (5) os dados contidos nas etiquetas devem ser anotados nos inventários que deverão estar devidamente preenchidos e assinados pelos responsáveis;
- B. Rejeitos radioativos sólidos não contaminados biologicamente: (1) os rejeitos sólidos deverão ser segregados por radionuclídeo e colocados em sacos adequados, com identificação e com o valor da atividade residual estimada anotados na etiqueta (Fig.1); (2) os formulários-padrão (inventários) deverão estar devidamente preenchidos e assinados pelos responsáveis (Fig. 2); (3) os rejeitos mais ativos (ponteiras, frascos, endorfes entre outros), quando possível, deverão estar separados daqueles menos ativos (papel absorvente, luvas, plásticos, entre outros); (4) toda e qualquer identificação relativa à presença de radiação ionizante deve ser removida dos rejeitos antes de serem colocados nos sacos plásticos; (5) os rejeitos mais ativos deverão ser duplamente ensacados para evitar derramamento; (6) os frascos deverão ser esvaziados antes de serem colocados nos sacos para evitar o acúmulo de líquido no seu interior; (7) os recipientes de chumbo deverão ser descontaminados e colecionados para reuso ou doação para reciclagem, mediante atestado do gerador constando que o material foi descontaminado; (8) objetos cortantes ou perfurantes deverão ser acondicionados separadamente em recipientes adequados e identificados como tais.



**Figura 01 - Etiqueta de identificação dos sacos contendo rejeitos radioativos**

Radionuclídeo		CONTROLE DO SPR
<b>REJEITO RADIOATIVO</b>		
ORIGEM (Lab/Dep/Setor)		
RESPONSÁVEL PELO REJEITO		
DATA DO EMPACOTAMENTO	ATIVIDADE ESTIMADA (mCi)	
TIPOS DE RADIAÇÃO	RADIONUCLÍDEO	MEIA VIDA FÍSICA
DESCRIÇÃO DO MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	
RISCO ASSOCIADO (QUÍMICO OU BIOLÓGICO)	ESTADO <input type="checkbox"/>	
	FORMA <input type="checkbox"/>	
	DESTINO <input type="checkbox"/>	
TAXA DE EXPOSIÇÃO NA SUPERFÍCIE	PESO (kg)/ VOLUME (litros)	
DATA DO DESCARTE	CONTROLE DO SPR	
CONTROLE DO LABORATÓRIO		

- c. Rejeitos radioativos sólidos biologicamente contaminados: (1) os rejeitos sólidos biológicos deverão ser colocados em sacos especiais com identificação, com o valor da atividade residual estimada e data correspondente anotados na etiqueta; (2) os rejeitos sólidos biológicos com meia vida curta e com atividade específica superior a 2  $\mu\text{Ci}/\text{kg}$  deverão ser armazenados em freezer do próprio laboratório para aguardar decaimento até que possam ser encaminhados à coleta especial de resíduos de serviços de saúde; (3) os rejeitos sólidos biológicos com atividade inferior a 2  $\mu\text{Ci}/\text{kg}$  deverão ser encaminhados diretamente ao sistema de coleta de resíduos de serviços de saúde, retirando-se previamente qualquer identificação que faça menção à presença de radiação ionizante; (4) rejeitos biológicos de meia vida curta, que por sua patogenicidade não possam ser agregados aos resíduos de serviços de saúde, deverão ser tratados apenas após o decaimento do radionuclídeo contaminante para valores de atividade específica inferiores a 2  $\mu\text{Ci}/\text{kg}$ .

Os rejeitos radioativos de meia vida longa que não puderem ser lançados no sistema de coleta de lixo urbano ou na rede de esgotos, de acordo com os limites estabelecidos pela CNEN - NE 6.05, devem ser segregados e devidamente acondicionados para serem armazenados em caráter provisório até serem transferidos para o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

Os rejeitos radioativos deverão ser colocados em sacos plásticos resistentes e transparentes, os quais não deverão ser preenchidos demasiadamente. Exceção para os casos em que o rejeito contenha também material biológico, quando o saco plástico deverá ser o branco leitoso com símbolo de infectante.

A Figura 1 apresenta a etiqueta a ser amarrada em cada saco com rejeitos radioativos, de acordo com recomendação da CNEN. As etiquetas deverão ser amarradas com cordão e não simplesmente coladas com adesivos, para não correrem o risco de se soltar e para facilitar a retirada após o decaimento do material.

### Armazenamento e apresentação ao sistema de coleta

Durante o armazenamento no laboratório gerador, os rejeitos radioativos deverão permanecer em lixeiras apropriadas com símbolo de radiação. Estas devem ser forradas com saco plástico transparente, resistente e com volume máximo de aproximadamente 50 litros.

As lixeiras para rejeito radioativo contendo *beta* emissores deverão ser de acrílico, com espessura suficiente para blindar essa radiação.

Caso haja necessidade de se utilizar fontes contendo *gama* emissores, os rejeitos provenientes dessa manipulação deverão ser colocados em lixeiras revestidas de chumbo. Alternativamente poderão ser utilizadas caixas de concreto como depósito.

### Destinação final

Os rejeitos com meia vida curta permanecerão no local até o decaimento e descarte na coleta urbana (rejeitos não infectantes) e coleta especial (rejeitos



infectantes). Os rejeitos radioativos com meia vida longa e com níveis acima dos limites da Norma CNEN-NE 6.05 deverão ser transportados para depósito final, sob responsabilidade da CNEN.

Por meio dos inventários, devem ser calculados os tempos de decaimento e a data prevista para descarte deve ser anotada no inventário e na etiqueta. Após o decaimento, os rejeitos sólidos têm sua etiqueta removida e são encaminhados para a coleta urbana ou especial.

## Aspectos legais e normativos

A norma CNEN-NE 6.05 trata sobre “Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas”. Nela há a classificação dos rejeitos, segundo o estado físico, natureza da radiação, concentração, taxa de exposição e os critérios para se efetuar a segregação. O gerenciamento desses rejeitos deve ser feito pelo seu gerador, de maneira segura e responsável, cabendo à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) o armazenamento definitivo de rejeitos com decaimento longo e níveis acima dos limites da Norma CNEN-NE 6.05.

**Figura 02 · Formulário-padrão  
(inventário) do rejeito radioativo**

Etiqueta		Classe (*)	Atividade (µCi)	Laboratório	Isótopo	Conteúdo Típico	TaxaExp (mR/h)	Massa (kg)	Ativ. Esp (µCi/kg)	Data prevista de descarte	Data efetiva de descarte
No.	Data										

## Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <[http://www.saude.mg.gov.br/atos\\_normativos/legislacao-sanitaria/estabelecimentos-de-saude/residuos/res\\_306.pdf](http://www.saude.mg.gov.br/atos_normativos/legislacao-sanitaria/estabelecimentos-de-saude/residuos/res_306.pdf)>. Acesso em 23 dez.2011

CASTRO, S.M.; OLIVEIRA, S.V.W.B. Gerenciamento de resíduos radioativos no Câmpus da USP de Ribeirão Preto. Pôster nº 016 I. In: **Fórum das Universidades Públicas Paulistas**. Ciência e Tecnologia em Resíduos. São Pedro, 18 a 20 de maio de 2003.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN-NE-6.05** – Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas. Rio de Janeiro: CNEN, 1985.

\_\_\_\_\_. **Programa de Gerência de rejeitos radioativos em pesquisas**. Rio de Janeiro: CNEN, 1998.

\_\_\_\_\_. CNEN-NN-3.01 – Diretrizes básicas de radioproteção. Rio de Janeiro: CNEN, 2005.

\_\_\_\_\_. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/>>. Acesso em: 15 set. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=11454>>. Acesso em: 23 dez.2011.

NÚCLEO DE RADIOPROTEÇÃO DA FMRP. Disponível em <[www.fmrp.usp.br/radioprotecao](http://www.fmrp.usp.br/radioprotecao)>. Acesso em: 20 jan. 2003.

VICENTE, R.; DELLAMANO, J.C. **Rejeitos radioativos**. São Paulo: IPEN, 1993.

# 16

## RESÍDUOS QUÍMICOS



### **Luis Carlos da Silva**

Graduação em Engenharia de Agrimensura pela Faculdade Integradas de Araraquara (1980) e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (1981). Atualmente é Engenheiro de Segurança da Universidade de São Paulo.

### **Maria Olímpia Oliv. Rezende**

Graduada e Doutora em Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ/USP). Professora visitante junto à Oklahoma State University e à Université de Nantes. Professora Associada do Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP) com experiência no estudo de resíduos orgânicos; biorremediação de áreas impactadas; desenvolvimento de tecnologias limpas de tratamento de águas e efluentes.

### **Introdução**

Neste texto descrevem-se os procedimentos para encaminhamento dos resíduos químicos ao Laboratório de Resíduos Químicos – LRQ da USP (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003), que desenvolveu um programa de gestão e de gerenciamento para a coleta, minimização, tratamento e descarte adequado desses resíduos e que também desenvolve pesquisa acerca do tema. Na Figura 1 apresenta-se uma visão externa do LRQ.

### **Resíduos químicos**

Resíduos químicos, estritamente falando, são todos os resíduos gerados em atividades de laboratório ou em rotinas de trabalho que utilizam produtos químicos. Com uma abordagem mais ampla, pode-se dizer que resíduos químicos são todos aqueles gerados quando se utilizam produtos químicos. Nessa definição enquadrar-se-iam quaisquer resíduos provenientes de gráficas e salões de beleza, por exemplo. Ainda nesse passo, podem-se enquadrar todos os resíduos provenientes de atividades diárias tais como aqueles utilizados na limpeza e na dedetização doméstica, na higiene pessoal, na elaboração dos alimentos etc. Ou seja, usamos produtos químicos diariamente e continuamente para o nosso conforto e bem-estar. Neste artigo, nos restringiremos aos resíduos gerados em atividades de laboratório que utilizam produtos químicos.

Nas universidades, os resíduos químicos são gerados em quantidades menores do que na indústria, entretanto, apresentam maior diversidade, o que torna mais difícil seu tratamento.

Uma das mais importantes descobertas do século XX foi a síntese da amônia, feita graças ao conhecimento da ciência química. Com essa síntese, um enorme avanço ocorreu na agricultura e em outras áreas do conhecimento. Graças à química, nosso dia a dia é mais saudável e confortável. No entanto, os resíduos gerados devem ser tratados para não agredir o meio ambiente e, conseqüentemente, preservar a saúde humana.

### **Descarte e tratamento**

Os dois grandes objetivos do Programa de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos do câmpus de São Carlos (PGGRQ-São Carlos) são: (1) recuperação de resíduos químicos com vistas à obtenção de novos produtos químicos e (2) desenvolvimento de uma consciência ética com relação ao uso

Figura 01 - Vista externa da LRQ



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

Figura 02 - Vista externa do Entrepasto de Armazenamento



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

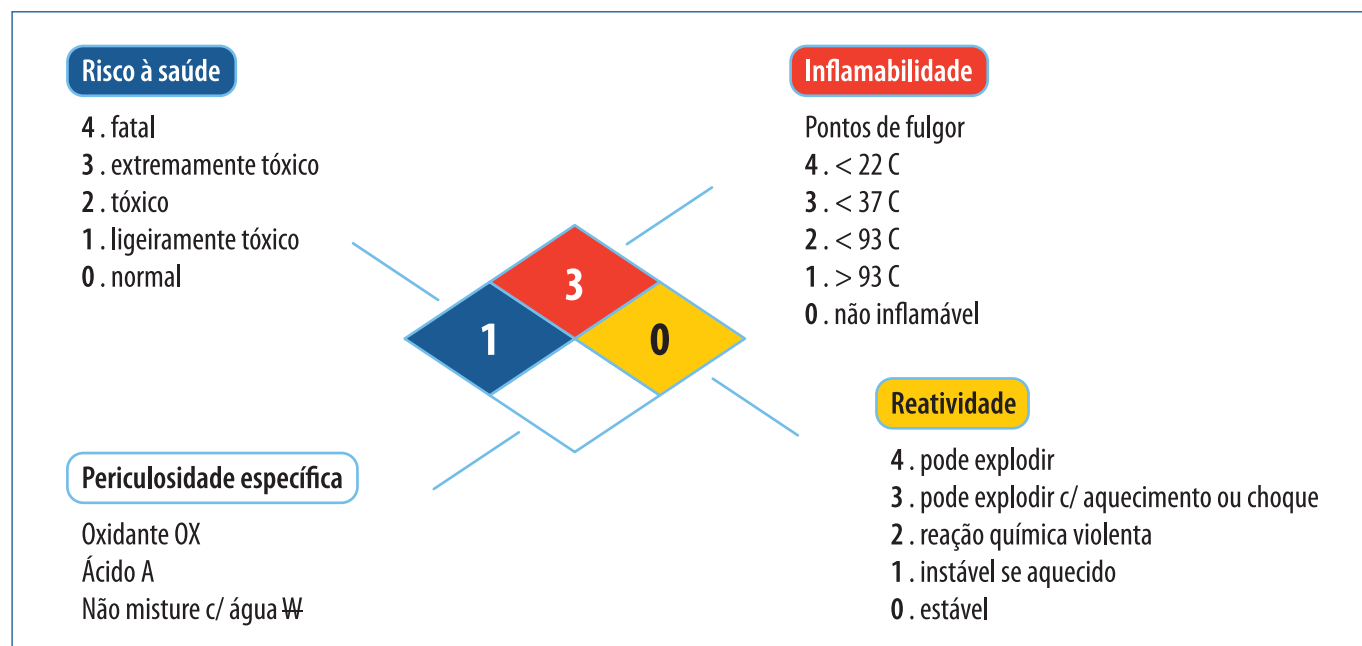
e descarte de produtos químicos.

Após o tratamento, o que era resíduo químico transforma-se em produto químico recuperado, ficando disponível para reutilização. No câmpus de São Carlos, os resíduos químicos gerados em todas as atividades (laboratórios que utilizam produtos químicos, gráficas, oficinas mecânicas etc.) são encaminhados ao Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ) centralizado.

O LRQ conta com um Entrepasto de Armazenamento, que é o local onde os resíduos ficam armazenados à espera de tratamento; com um laboratório de tratamento dos resíduos e com salas de apoio para os técnicos (Figura 2).

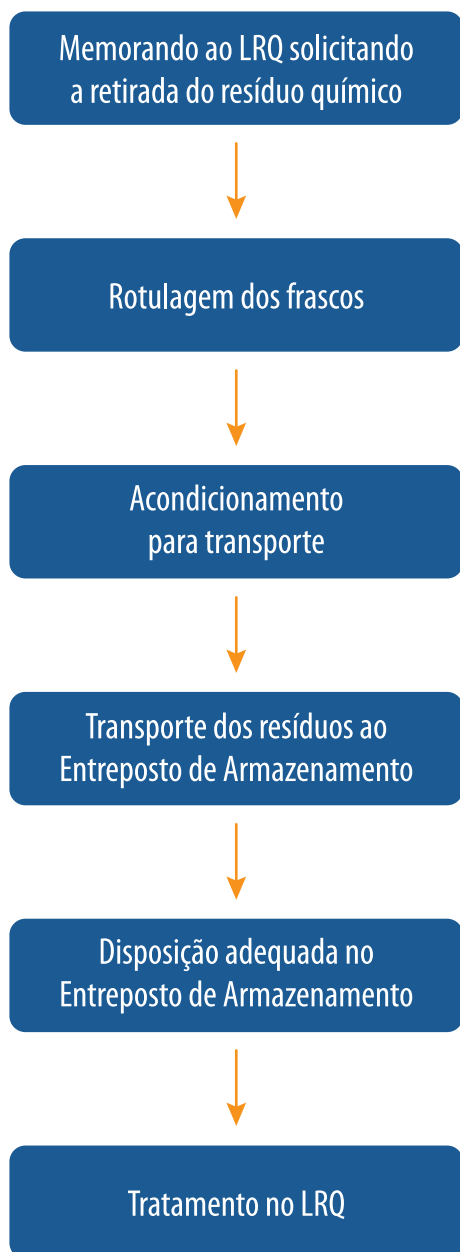
O processo de rotulagem utilizado é o “Diagrama de Hommel” ou “Diamante do Perigo”, modificado para utilização em resíduos químicos (Figura 3). O resíduo é classificado de acordo com seu grau de risco à saúde, inflamabilidade e reatividade.

Figura 03 - Diagrama de Hommel



FONTE: Alberguini; Silva; Rezende, 2003

**Figura 04 - Fluxograma dos procedimentos do PGGRQ - São Carlos**



FONTE: Alberguini; Silva; Rezende, 2003

O PGGRQ-São Carlos baseia-se nos seguintes procedimentos:

- A. envio de memorando ao LRQ solicitando a retirada dos resíduos químicos;
- B. rotulagem in situ dos frascos;
- C. acondicionamento dos resíduos para transporte seguro;
- D. transporte dos resíduos ao Entrepósito de Armazenamento;
- E. disposição adequada dos resíduos no Entrepósito de Armazenamento;
- F. tratamento dos resíduos;
- G. análise química para reutilização do produto químico recuperado;
- H. disposição adequada dos resíduos não descartáveis.

Os procedimentos (a) e (b) são de inteira responsabilidade do laboratório gerador; (c) e (d) são de responsabilidade do laboratório gerador, com acompanhamento de funcionário do LRQ; (e), (f) e (g) são de inteira responsabilidade do LRQ e o procedimento (h) é de responsabilidade conjunta do LRQ e da Unidade (EESC, IAU, ICMC, IFSC ou IQSC).

O fluxograma das atividades do PGGRQ-São Carlos está apresentado na Figura 4.

Após a recuperação dos resíduos químicos, o produto químico gerado é caracterizado quanto à pureza e é, então, disponibilizado para nova utilização, tornando a atividade sustentável. Na Figura 5 apresentam-se fotos ilustrativas da área interna do LRQ.

A tomada de uma consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos químicos busca atingir os denominados 5R: *reduzir, reutilizar, recuperar, reaproveitar e reprojeter*. A existência do LRQ contribui para a formação do aluno no tocante à educação ambiental e ao seu comportamento com relação à manipulação de reagentes, promovendo a responsabilidade com relação ao descarte dos resíduos gerados pelos mais diversos tipos de pesquisa. Tudo isso leva à conscientização da necessidade do descarte adequado de resíduos químicos, visando à prevenção da poluição com vistas à preservação ambiental em um mundo sustentável.

### Aspectos legais e normativos

As principais leis que tratam sobre o descarte de resíduos químicos são:

NFPA 704 – National Fire Protection Association.  
Resíduos Industriais: Norma Regulamentadora NR-25 da Portaria 3214 do MTE.

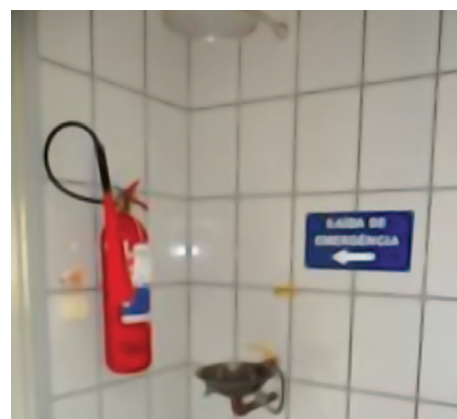
Resíduos Sólidos classificação: NBR-10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT

Acondicionamentos adequados de Resíduos: NBR-12235/87 (resíduos classe I) NBR-11174/89 (resíduos classe II)

Minimização da geração de resíduos e redução dos riscos ocupacionais e ambientais – CONAMA 358/2005

Gestão Ambiental- ISO 14000

**Figura 05** - Vista interna dos laboratórios do LRQ



FONTE: Alberguini; Silva; Rezende, 2003

## Bibliografia

ALBERGUINI, L.B.A.; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O. Laboratório de Resíduos Químicos do campus USP-São Carlos – Resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. *Quim. Nova*, v. 26, nº 2, p. 291-295, 2003.

# 17

## MATERIAIS REUTILIZÁVEIS E RECICLÁVEIS: PAPEL, VIDRO, METAL, PLÁSTICO E EMBALAGENS LONGA VIDA



**Rodrigo Eduardo Córdoba**  
Ver capítulo 6 ou 12.

**Tatiana Corrêa**

Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos (2004). Mestre em Biotecnologia, com ênfase em Microbiologia Industrial e de Fermentação, desenvolvido no Instituto de Química, Unesp-Campus Araraquara (2008). Doutoranda em Ciências – Área de Concentração: Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Tem experiência na área de Microbiologia aplicada ao tratamento de efluentes, Educação Ambiental, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

**Valdir Schalch**  
Ver capítulo 3 ou 12.

### Características

Resíduos limpos e conservados como papéis, vidros, metais, plásticos e embalagens longa vida (caixas de leite, suco, molho de tomate) podem ser definidos, para critérios de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, como materiais reutilizáveis e recicláveis.

Os resíduos dessa natureza têm origem em atividades domésticas, comerciais, industriais entre outras. O Quadro 1 apresenta as principais origens da geração de resíduos de papel, vidro, metal, plástico e embalagens longa vida quanto às divisões da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), bem como os locais de geração desses resíduos na USP São Carlos.

A caracterização física dos resíduos destinados ao aterro sanitário do município de São Carlos (SP) (Tabela 1) revelou que 20,83% dos materiais dispostos representam resíduos reutilizáveis e recicláveis (papel/papelão, plásticos, metal e alumínio, vidro e embalagens longa vida) (FRESCA, 2007).

### Descarte e tratamento

No município de São Carlos, a coleta de resíduos reutilizáveis e recicláveis é realizada pela cooperativa de coleta seletiva que passa nas residências. Contudo, o município também conta com pontos de entrega voluntária situados em escolas municipais e centros comunitários. De acordo com a Prefeitura Municipal, o Programa de Coleta Seletiva atende 80% da área urbana e coleta cerca de **125 toneladas/mês** (PMSC, 2010).

O programa de coleta seletiva do município foi implantado com a participação de uma cooperativa de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formada por pessoas físicas de baixa renda, que atualmente emprega aproximadamente 50 cooperados e possui um modelo pioneiro de contrato com a remuneração baseada na quantidade de material coletado e destinado para reciclagem.

No município atuam também catadores informais, os quais fazem parte importante do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos. Esses catadores auxiliam na coleta de resíduos que acabam descartados de maneira inadequada nas ruas, praças e calçadas, por exemplo, recolhendo latas de alumínio, garrafas PET e papelão.

Para a gestão e gerenciamento dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, o câmpus da USP São Carlos conta com o apoio do Programa USP Recicla, o qual desenvolve uma série de atividades educativas e informativas que promovem a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

**Quadro 1****Principais origens dos materiais reutilizáveis e recicláveis e seus locais de geração**

<b>Divisão resíduos quanto à origem</b>	<b>Exemplo de geração</b>	<b>Local de geração na USP S. Carlos</b>
Resíduos domiciliares	Embalagens de alimentos, jornais, revistas, garrafas	Moradias estudantis, bares, restaurantes e lanchonetes
Resíduos estabelecimentos comerciais e prest. serviços	Embalagens de produtos (embalagens de móveis, eletrodomésticos)	Oficinas, comércios, bancos
Resíduos industriais	Resíduos resultantes do processo industrial (indústrias de papel/papelão, vidro e plástico) ou embalagens de produtos utilizados na própria indústria)	—
Resíduos serviços de saúde	Copos plásticos, papel/papelão que protegem vidros de remédios, embalagens	Ambulatório médico
Resíduos construção civil	Resíduos denominados Classe B pela Res. CONAMA 307/2002 – Recicláveis para outras destinações – papel/papelão e plásticos de embal. de materiais de construção	Obras realizadas no câmpus
Resíduos agrossilvopastoris	Embalagens de agrotóxicos e embalagens de insumos	—
Resíduos serviços transportes	Embalagens que protegem os materiais transportados (caixas de papelão) ou garrafas, papéis e plásticos gerados em terminais de transporte (terminais alfandegários, ferroviários e rodoviários, portos, aeroportos)	—

<b>Tipos de Resíduos</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Matéria orgânica	59,08
Papel e papelão	6,44
Plásticos	10,47
Metal e alumínio	1,31
Vidro	1,67
Embalagens longa vida	0,94
Rejeitos/outros	20,09

**Tabela 1**  
**Caracterização física dos resíduos domiciliares de São Carlos (SP) - 2007**

FONTE: Fresca, 2007, adaptado pelos autores

A Figura 1 ilustra um modelo de folder informativo do Programa USP Recicla sobre como dispor corretamente os resíduos na Universidade de São Paulo (USP).

Quanto ao acondicionamento desses resíduos, o Programa USP Recicla fornece dois recipientes coletores, que geralmente ficam nas áreas internas dos prédios do câmpus. O primeiro coletor (caixa ou cesto) é destinado

**Figura 01 - Folder informativo do USP Recicla sobre coleta seletiva**

FONTE: USP Recicla, 2010



**Figura 02 - A. Caixa ou cesto de armazenamento de papel/papelão; B. Recipiente coletor dos demais recicláveis**



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

ao armazenamento de papel e papelão (Figura 2a). O segundo é um coletor laranja, o qual armazena os demais resíduos reutilizáveis e recicláveis (vidro, metal, plástico e embalagens longa vida) (Figura 2b).

É importante ressaltar que esses coletores (Figura 2) são encontrados apenas nas áreas internas do câmpus, onde a facilidade de encontrar uma pia para que os materiais sejam lavados e escorridos antes do descarte é maior, já que estes devem estar sempre limpos.

O processo de reciclagem é a última medida a ser tomada, último dos princípios dos 3Rs. É um processo complexo, em que há gasto de energia e água e, para que seja eficiente e sem perigo de contaminação, depende principalmente da limpeza dos materiais envolvidos. Um copo sujo de suco ou café pode contaminar e inutilizar algum papel ou material que esteja limpo dentro do recipiente. Lavar as embalagens é primordial, já que resíduo misturado com restos de comida e bebida



é resíduo perdido. Portanto, no ato do descarte, é importante eliminar o líquido ou sólido de dentro da embalagem. Se não for possível lavar, deixar o material com o mínimo de sujeira e resíduo possível.

A Resolução CONAMA nº 275 (BRASIL, 2001) orienta que cada resíduo seja armazenado separadamente de acordo com o código de cores para facilitar a identificação dos coletores e facilitar o manejo dos resíduos. Entretanto, o sistema adotado pelo USP Recicla, com somente dois coletores de resíduos reutilizáveis e recicláveis, é mais eficiente, em virtude das pequenas quantidades coletadas pontualmente. Além disso, a coleta pela cooperativa é feita com todos os recicláveis juntos, então seria um contrassenso separar cada tipo de reciclável para a cooperativa e reuni-los no momento da coleta.

Em 2009, o câmpus USP São Carlos coletou aproximadamente **23 toneladas** de resíduos reutilizáveis e recicláveis, dos quais se estima que 20 toneladas são papéis e três toneladas correspondem aos demais recicláveis (plástico, vidro, metal e embalagens longa vida) (USP RECICLA, 2010).

Todos os recicláveis descartados nos coletores são recolhidos pelas equipes de limpeza. Os resíduos de papel e papelão recolhidos dos coletores são armazenados em sacos de rafia reutilizáveis e os resíduos coletados nos coletores laranja são acondicionados em sacos plásticos da cor azul, ilustrados na Figura 3a.

Por fim, esses resíduos recolhidos seletivamente são destinados ao galpão do USP Recicla, Figura 3b, onde são armazenados, quantificados e retirados pela cooperativa de coleta seletiva municipal.

É importante observar que alguns resíduos recicláveis muitas vezes acabam dispostos para coleta junto com os resíduos da coleta regular, conforme ilustrado na Figura 4a. De acordo com informações dos funcionários responsáveis, esses resíduos são retirados por catadores informais que atuam no câmpus de São Carlos da USP. Porém, o recomendado é sempre encaminhar esses resíduos recicláveis para o galpão de armazenamento de reutilizáveis e recicláveis do USP Recicla.

Nas áreas externas do câmpus, existe um único tipo de coletor, amarelo (Figura 4b), que recebe os resíduos não recicláveis (restos de alimentos e rejeitos). Esse tipo de coletor não deve receber materiais recicláveis, pois não favorece a reutilização e reciclagem desses resíduos.

## Minimização

Algumas ações, dicas e sugestões podem minimizar a geração desses resíduos, tais como:

- A. reutilizar o verso dos papéis;
- B. reduzir o espaçamento duplo de documentos para 1,0 ou 1,5;
- C. orientar as equipes de limpeza para o recolhimento seletivo desses resíduos;

**Figura 03 · A. Papel/papelão e sacos azuis (demais resíduos) armazenados temporariamente; B. Galpão de armazenamento de reutilizáveis e recicláveis do USP Recicla**



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

**Figura 04 - A. Papel/papelão armazenado junto com resíduos da coleta regular; B. Coletor amarelo utilizado nas áreas externas**



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

- D. implantar coleta seletiva nos bares, lanchonetes e restaurantes;
- E. utilizar envelopes do tipo vai-e-vem.

### Aspectos legais e normativos

As principais leis e resoluções que tratam sobre o tema gestão e gerenciamento de resíduos reutilizáveis e recicláveis são:

Lei Estadual nº 12.528/2007 – Obriga a implantação do processo de coleta seletiva de lixo em *shopping centers* e outros estabelecimentos que especifica, do Estado de São Paulo;

Resolução CONAMA nº 275/2001 - Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação dos coletores e campanhas de coleta seletiva.

Lei nº 11.338/1997 – Cria o Programa de Coleta Seletiva de Reciclagem de Lixo em São Carlos(SP).

### Bibliografia

BRASIL. Decreto nº 7.404/2010, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e dá outras providências. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em ago. 2011.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.305/2010, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em ago. 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 275 – Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação dos coletores e campanhas de coleta seletiva. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): Brasília, DF, 2001.

FRESCA, F.R.C. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física.** 2007. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **Resíduos e Meio Ambiente: Desafios para uma gestão integrada – Apresentação em ppt.** São Carlos, SP, 2011.

SÃO CARLOS (Município). Lei nº 11.338/1997. Cria o Programa de Coleta Seletiva e Reciclagem de Lixo em São Carlos. São Carlos, SP, 1997. Disponível em: <<http://leis.saocarlos.sp.gov.br>>. Acesso em jul. 2011.

\_\_\_\_\_. Lei nº 13.457/2004, de 16 de setembro de 1997. Altera a redação da lei municipal nº11338, de 16 de setembro de 1997, que "Cria o Programa de coleta seletiva de Reciclagem de lixo em São Carlos"; São Carlos, SP, 2004. Disponível em: <<http://leis.saocarlos.sp.gov.br/>>. Acesso em jul. 2011.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.528/2007, 2 de janeiro de 2007. Obriga a implantação do processo de coleta seletiva de lixo em "shopping centers" e outros estabelecimentos que especifica, do Estado de São Paulo. São Paulo, SP, 2007. Disponível em: <<http://www.legislacao.sp.gov.br/>>. Acesso em jul. 2011.

USP RECICLA. **Relatório Anual julho/2009 a julho/2010.** 165 p. Programa USP Recicla - São Carlos, Agência USP de Inovação, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

# 18

## RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE



### **Eduardo Rodrigues Ferreira**

Licenciado e mestre em Geografia pela UNESP de Presidente Prudente. Doutorando em engenharia hidráulica e saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos - USP. Especialista em gestão e gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Co-autor do livro: Resíduos Sólidos no Pontal do Paranapanema e Membro do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER).

### **Características**

Os resíduos de serviços de saúde (RSS), conhecidos popularmente como lixo hospitalar, integram o grupo dos resíduos sólidos urbanos e se destacam nesse conjunto devido a seu potencial de contaminação - característica biológica<sup>1</sup>. De maneira geral, esse tipo de resíduo é gerado por meio do consumo de serviços na área de assistência médica humana e animal. Inclui desde uma gaze cirúrgica com presença de sangue e ou secreção advinda de unidade de atendimento básico à saúde até um órgão humano advindo de centro cirúrgico de um hospital de grande porte. Esses resíduos também podem ser provenientes de laboratórios de análises clínicas, funerárias, estúdios de tatuagens entre outros locais.

Os RSS são classificados como resíduos sólidos perigosos Classe I - como estabelece a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) através da Norma Brasileira de Referência (NBR) 10004/04. Embora esses resíduos representem apenas uma pequena parcela do total gerado de resíduos sólidos urbanos, entre 1% a 2%, é necessário observar as normas e legislações consolidadas no território brasileiro para uma correta gestão e para um correto gerenciamento - princípios considerados fundamentais para o sucesso no processo de manejo<sup>2</sup> em qualquer fonte geradora de resíduos sólidos.

De acordo com a ABNT (NBR 12807/93), é considerado RSS: “resíduo resultante de atividades exercidas por estabelecimento gerador<sup>3</sup>, de acordo com a classificação adotada pela NBR 12808/93”. A NBR 12808/93 classifica os resíduos em: classe A (resíduos infectantes: biológico; sangue e hemoderivados; cirúrgico; perfurante ou cortante; animal contaminado e assistência ao paciente); classe B (resíduos especiais: rejeito radioativo; farmacêutico e químico perigoso) e, por fim, a classe C (resíduos comuns).

Ainda referente à classificação, mais duas resoluções organizam os RSS em grupos, sendo elas: Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 358/05 e Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 306/04 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Em linhas

1 Foram considerados para a redação deste capítulo os resíduos gerados em procedimentos e atendimentos realizados diretamente na área de atenção à saúde na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC).

2 Manejo significa manusear os resíduos, ou seja, acondicionar, coletar, transportar.

3 Estabelecimento gerador é o local onde os resíduos de serviços de saúde são gerados, a saber: postos de saúde, laboratórios, hospitais, clínicas médicas e odontológicas e serviços funerários.

### Quadro 1 Classificação dos resíduos de serviços de saúde segundo NBR 12808/93

FONTE: ABNT, 1993

Classe	Tipos	Resíduos
<b>A</b> Infectantes	A1 . Biológico	Cultura, vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas
	A2 . Sangue e hemoderivados	Bolsa de sangue após transfusão, com prazo de validade vencido ou contaminada, amostra de sangue, soro, plasma e outros subprodutos
	A3 . Cirúrgico	Tecido, órgão, feto, membros, sangue e outros líquidos orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados por estes materiais
	A4 . Perf. ou cortante	Agulha, ampola, bisturi, pipeta e vidro
	A5 . Animal contaminado	Carcaça ou parte de animal portador de doença infectocontagiosa
	A6 . Assistência ao paciente	Secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições
<b>B</b> Especial	B1 . Rejeito Radioativo	Material radioativo ou contaminado por ele
	B2 . Farmacêutico	Medicamento vencido, contaminado, interditado ou não utilizado
	B3 . Químico perigoso	Resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo genotóxico ou mutagênico conforme NBR 10004/04
<b>C</b>	Comum	Todos aqueles que não se enquadram nos grupos A e B e que, por sua semelhança com os resíduos domésticos, não oferecem riscos à saúde pública

### Quadro 2 Classificação resíduos serviços saúde segundo CONAMA e ANVISA

FONTE: Elaborado pelo autor com dados de Brasil, 2005; ANVISA, 2004

Grupo	Resíduos
<b>A</b>	A1 Culturas e estoques de microorganismos, meios de cultura e instrumentais utilizados no manuseio dessas culturas, resíduos de manipulação genética
	A2 Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação
	A3 Membros humanos; produto de fecundação sem sinais vitais, menor que 500 g., menor que 25 cm. ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenham sido requisitados pelo paciente ou familiares
	A4 Kits de linhas arteriais, endovenosas, filtros de ar e gases, membrana filtrante de equip. médico-hospitalar e de pesquisa, sobras de amostras de lab. e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, tecido gorduroso proveniente de lipoaspiração, lipoesultura ou outro procedimento de cirurgia plástica, bolsas de sangue vazias ou com volume residual pós-transfusão
	A5 Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação.
<b>B</b>	Resíduos químicos
<b>C</b>	Rejeitos radioativos
<b>D</b>	Resíduos comuns
<b>E</b>	Resíduos perfurocortantes

gerais, essas resoluções agrupam os RSS em: grupo A (resíduos infectantes, subdividido em A1, A2, A3, A4 e A5); grupo B (resíduos químicos); grupo C (rejeitos radioativos); grupo D (resíduos comuns) e grupo E (resíduos perfurocortantes).

### Descarte e tratamento

Na USP São Carlos esses resíduos são gerados na Unidade Básica de Assistência à Saúde (UBAS), que oferece serviços médicos, odontológicos e de enfermagem, atendendo mensalmente uma média de 1.600 pessoas.

Semanalmente a UBAS gera 50 litros de resíduos do grupo A. Mensalmente são gerados resíduos químicos do grupo B (15 litros de detergente para limpeza de material hospitalar). A cada cinco meses são gerados 30 mililitros de amálgama<sup>4</sup>. A cada três meses é gerado um litro de revelador e fixador. Diariamente os resíduos considerados comuns, grupo D, alcançam a geração de 100 litros. Com relação ao grupo E, resíduos perfurocortantes, são gerados seis litros por mês.

Todos os RSS devem ser acondicionados de acordo com a sua característica. Os resíduos infectantes devem ser acondicionados em sacos brancos leitosos com identificação de material infectante. Os resíduos perfurocortantes devem ser acondicionados em caixas de papelão específicas para esse fim. Os resíduos químicos devem ser acondicionados em frascos de vidro e ou plásticos de acordo com a sua composição, os comuns devem ser acondicionados em sacos pretos e os materiais recicláveis, em lixeiras específicas.

Na UBAS São Carlos todos os resíduos gerados são acondicionados de acordo com as normas e resoluções em vigor, com a utilização de lixeiras acionadas por pedal para os resíduos do grupo infectante. A frequência de coleta dos resíduos gerados na UBAS São Carlos é: grupo A: duas vezes por semana; grupo B - amálgama: uma vez a cada cinco meses, fixador e revelador: uma vez a cada três meses, detergente: uma vez por mês; grupo D - resíduos comuns: três vezes por semana, materiais recicláveis: uma vez por semana; grupo E: uma vez por mês.

Com relação às etapas finais do gerenciamento - os sistemas de tratamento e as formas de disposição final de RSS - no Brasil, de acordo com

### Quadro 3 Frequência de coleta de resíduos de serviços de saúde na Unidade Básica de Assistência à Saúde USP - câmpus S. Carlos

FONTE: elaborado pelo autor

Grupo	Frequência
<b>A</b>	duas vezes por semana
<b>B</b> amálgama	uma vez a cada cinco meses
fixador e revelador	uma vez a cada três meses
detergente	uma vez por mês
<b>D</b> resíduos comuns	três vezes por semana
materiais recicláveis	uma vez por semana
<b>E</b>	uma vez por mês

<sup>4</sup> Produto utilizado em restauração dentária.

a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2010), estão distribuídas respectivamente da seguinte forma: autoclave (15,1%), incinerador (31,8%), microondas (7,8%), aterro (27,5%), lixão (15,4%) e vala séptica (2,5%).

Os RSS dos grupos A e E gerados na UBAS São Carlos permanecem em abrigo específico até a coleta, trancado e localizado nos fundos da Unidade. Depois, são coletados por empresa especializada que os transporta e trata por meio de microondas e os encaminha para o aterro sanitário da cidade de São Carlos.

Os resíduos do grupo B gerados na UBAS São Carlos são encaminhados para o Laboratório de Resíduos Químicos da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). A amálgama passa por processo para a extração de mercúrio, que é reutilizada em termômetros; as sobras desse procedimento são coletadas por empresa especializada que procede ao tratamento e as dispõe adequadamente. Os detergentes passam por processo de neutralização química com a utilização de ácidos e são descartados na rede coletora de esgoto. Os reveladores e fixadores passam por processo para a precipitação<sup>5</sup> da prata, a qual é reutilizada posteriormente.

Os resíduos do grupo D - materiais recicláveis - gerados na UBAS, tais como: folhas de papel, envelopes, embalagens de materiais de escritório e de produtos cirúrgicos, caixas de papelão entre outros, são encaminhados ao Programa USP Recicla.

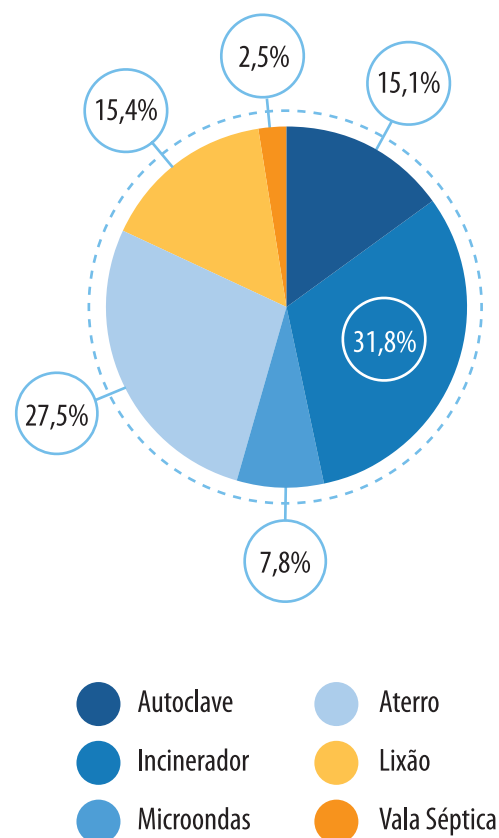
## Minimização

É necessário seguir três procedimentos fundamentais, de forma integrada e não fragmentada, para alcançar um manejo eficiente dos resíduos de serviços de saúde: a) a adoção e a aplicação de qualquer das três classificações existentes – sem a adoção de uma destas classificações, os resíduos “comuns” são erroneamente descartados, acondicionados e encaminhados para tratamento sem necessidade alguma, promovendo o aumento de custos ao estabelecimento gerador e/ou à instituição de ensino em que este estiver oferecendo o serviço<sup>6</sup> - descartando materiais de boa qualidade, principalmente de constituição plástica, os quais poderiam ser encaminhados para cooperativas e associações de catadores; b) a elaboração e

5 Processo pelo qual o elemento fica no fundo de um recipiente.

6 Os custos com a coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RSS gerados pela UBAS são de responsabilidade da Coordenadoria de Saúde da Universidade de São Paulo (USP).

**Figura 01 - Disposição final dos resíduos de serviços de saúde – Brasil – 2010**



FONTE: Elaborado pelo autor com dados de ABRELPE, 2010

**Figura 02 - Recipiente para descarte de materiais infectantes**



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

**Figura 03 - Caçamba para descarte dos resíduos de serviços de saúde**



FONTE: Somma Studio; João Luis Garcia Martins, 2012

implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), exigido pela Resolução RDC ANVISA 306/04 - devendo ser este flexível; c) processo de capacitação constante de todas as pessoas envolvidas no manejo dos resíduos.

Gerenciar resíduos de serviços de saúde de forma correta leva à promoção de minimização de resíduos, à garantia da segurança ocupacional, à proteção da saúde pública e à conservação ambiental.

### Aspectos legais e normativos

Além das normas classificadoras citadas, outras trazem diretrizes específicas e relacionadas aos RSS, a saber: NBR 12809/93 (Manuseio); NBR 12235/92 (Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos); NBR 9191/02 (Acondicionamento); NBR 12810/93 (Coleta); NBR 14652/01 (Coleta/Transporte); NBR 8286/00 (Sinalização em Unidades de Transporte); NBR 11175/90 (Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos); NBR 10157/87 (Aterros de Resíduos Perigosos) e NBR 7500/01 (Simbologia).

### Bibliografia

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.807. Resíduos de serviços de saúde, Terminologia. São Paulo. 1990. 3p.
- \_\_\_\_\_. **NBR 12.808**. Resíduos de serviços de saúde, Classificação. São Paulo. 1993. 2p.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10.004**. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_2010.php](http://www.abrelpe.org.br/panorama_2010.php)>. Acesso em: 23 mai. 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada nº. 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/reso306\\_07\\_12\\_2004.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/reso306_07_12_2004.html)>. Acesso em: 03 nov. 2011.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº. 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/reso5/res35805.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2011.

## Contatos para descarte de resíduos na USP

Instituição / Orgão	Telefone	Website e Email
CEDIR	(11) 3091-6454, 6455 ou 6456	<a href="http://www.ccsc.usp.br">www.ccsc.usp.br</a> residuos_consulta@usp.br
Coordenadoria do Campus de São Carlos - USP	(16) 3373-9100	comunica@sc.usp.br
Horta Municipal de São Carlos	(16) 3361-5131	
Laboratório de Resíduos Químicos - LRQ	(16) 3373-9199	
Nosso Lar	(16) 3377-9800	
Prefeitura Municipal de São Carlos Coordenadoria do Meio Ambiente	(16) 3364-3269	meioambiente@saocarlos.sp.gov.br
Programa Papapilhas		<a href="http://sustentabilidade.santander.com.br">http://sustentabilidade.santander.com.br</a>
Recicl@tesc	(16) 3375-8601	<a href="http://www.reciclatesc.org.br">http://www.reciclatesc.org.br</a> doacoes@reciclatesc.org.br
Sala Pró-Aluno STI - USP São Carlos	(16) 3373-9268	
USP Recicla (São Carlos)	(16)3373-9147 ou 8802	recicla@sc.usp.br

## Outros links úteis

Instituição / Orgão	Website
Banco Santander	<a href="http://sustentabilidade.bancoreal.com.br/oquefazemos/praticasdegestao/Paginas/papapilhas.aspx">http://sustentabilidade.bancoreal.com.br/oquefazemos/praticasdegestao/Paginas/papapilhas.aspx</a>
CONAMA	<a href="http://www.mma.gov.br/conama/">www.mma.gov.br/conama/</a>
IBAMA	<a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a>
Programa Municipal de Coleta Seletiva	<a href="http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/utilidade-publica/programa-municipal-de-coleta-seletiva.html">www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/utilidade-publica/programa-municipal-de-coleta-seletiva.html</a>
SMA – SP	<a href="http://www.e-lixo.org">www.e-lixo.org</a>
Suzaquim Empresa Recicladora	<a href="http://www.suzaquim.com.br">www.suzaquim.com.br</a>



## Informações sobre descarte de resíduos no câmpus da USP e no município de São Carlos

Tipo de resíduo	abrange a comunidade externa	Prefeitura Municipal de São Carlos	USP Recicla	Recicl@tesc	Programa Papapilhas	Postos de coleta
cartuchos e toners						Recicl@tesc; CEDIR <sup>1</sup> ; USP: Sala pró-aluno STI
construção civil						
não recicláveis						
óleos e gorduras						
orgânicos-compostáveis						
pilhas e baterias						Programa Papapilhas na Ag. Banco Santander <sup>2</sup>
químicos						LRQ
resíd. de eventos no câmpus						Horta Munic. S. Carlos
resíduos eletrônicos						Recicl@tesc; CEDIR <sup>1</sup> ; USP: Sala pró-aluno STI
reutilizáveis e recicláveis						

- 1 Para usuários do câmpus São Paulo, após agendamento, que é feito pelos telefones (11) 3091-6454, 6455 ou 6456 ou pelo email [consulta@usp.br](mailto:consulta@usp.br).
- 2 Exclusivamente no recipiente do Programa Papapilhas localizado no único ponto de coleta, na agência do Banco Santander. O Programa não recolhe as pilhas e baterias que não estão devidamente armazenadas em recipiente próprio.



Este livro foi composto pelo Somma Studio,  
Curitiba - PR, utilizando as fontes tipográficas  
Garamond Premiere Pro e Myriad Pro, no  
papel Reciclato 90G/m<sup>2</sup>. Impresso pela gráfica  
Midiograf, Londrina - PR.



ISBN: 978-85-60591-60-2



9 788560 591602

