

# Estudo sobre a operação da Central de Resíduos Sólidos da Funresoli em São Leopoldo

Paulo Roberto Coutinho Marques de Almeida<sup>1</sup>, Roberto Naime<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Formando do Curso de Engenharia Industrial Química - Ênfase em Gerenciamento Ambiental - ICET/Feevale. <sup>2</sup>Doutor, Professor do Curso de Engenharia Industrial - ICET/Feevale; Departamento de Engenharia Civil FENG/PUCRS. E-mail: rnaime@feevale.br.

## Resumo

A crescente preocupação com a geração e destinação final dos resíduos sólidos industriais estimula a caracterização de dados sobre a natureza e diversos outros itens relacionados ao gerenciamento dos resíduos. São necessários a implantação de práticas de minimização da geração de resíduos nas empresas, segregação na origem, acondicionamento e transporte temporários adequados e correta disposição final. Também são cada vez maiores as preocupações em encontrar alternativas viáveis, sob os aspectos tecnológicos, econômicos e mercadológicos para viabilizar as ações de reutilização e reciclagem. Estes procedimentos, além de reaproveitar os materiais, otimizam a utilização dos aterros. No presente artigo, são apresentadas possibilidades de reutilização de couro e borracha, havendo a necessidade de estimular pesquisas que possibilitem o aproveitamento futuro de outros resíduos que ainda não apresentam tecnologia de reaproveitamento adequada.

## Palavras-chave

Resíduos; gerenciamento; reciclagem.

## Abstract

The increasing concern with generation and final destination of industrial waste materials stimulated the gain of data about the nature and other items related with waste management. Are necessary to increase minimization practices of generation of waste materials in the organizations, segregation in the origin, and correct package and temporary transport, and correct final disposition. Viable alternatives to promote recycling are necessary, including technological, economical and market viability. These procedures can recycle materials and optimize waste sites. Recycling possibilities for leather and rubber are presented. Searching for use of materials that don't yet have technologies for recycling is necessary.

## Key words

Residues; management; recycling.

## Introdução

Foi realizada a caracterização, natureza, quantidade e forma de acondicionamento dos resíduos recebidos na FUNRESOLI (Fundação de Resíduos Sólidos Industriais), órgão criado e mantido pela Associação Comercial e Industrial de São Leopoldo (ACI-SL), situada na Estrada do Socorro, 4017, Bairro Arroio da Manteiga, no Município de São Leopoldo.

Os dados foram colhidos no período entre 10 de outubro de 2003 a 16 de outubro de 2003, envolvendo aspectos qualitativos e quantitativos dos resíduos. Para cada entrada de resíduos, em geral levados através de caminhões autorizados, foram conferidos os dados de MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos) e avaliadas a natureza dos resíduos, a forma de transporte (segregados ou misturados) e de acondicionamento, para avaliação posterior das possibilidades de reutilização ou reciclagem dos mesmos.

O trabalho tem como objetivo desenvolver uma proposta de destinação adequada aos resíduos que podem ser reciclados e que estão sendo depositados em aterros sanitários. Também propõe um gerenciamento na fonte geradora para minimizar o desperdício e segregar e prensar os resíduos para um melhor condicionamento nas valas, pois se sabe que, num futuro próximo, se forem criadas alternativas para um reaproveitamento, os resíduos poderão ser reaproveitados.

A norma da FUNRESOLI estabelece que os resíduos podem estar segregados ou misturados e a forma de acondicionamento preferencial é em sacos plásticos de cor preta, com alguns materiais sendo entregues soltos.

Os resultados esperados são a minimização dos resíduos a serem colocados em aterros sanitários, com a conseqüente otimização destas áreas e a melhor utilização dos materiais recicláveis, em benefício de toda sociedade, com menor emprego de matérias-primas e redução dos desperdícios.

## 1. Trabalhos anteriores

São reconhecidas várias iniciativas em diversas áreas industriais sobre minimização na geração de resíduos, segregação na origem, acondicionamento e transporte temporário e destinação final.

O Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no Estado do Rio Grande do Sul, elaborado pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) em maio de 2003, sintetiza o estado da arte do tema no Estado (Silva et al, 2003).

## 2. Materiais e métodos

As entradas de materiais na central foram registradas, utilizando uma planilha especialmente confeccionada para este trabalho, fazendo-se o registro dos seguintes dados: transportador, data, horário, MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos), volumes transportados, descrição do resíduo, sua classificação segundo as normas da Norma Brasileira (NBR10004), segregação e forma de acondicionamento.

Para cada carregamento foram anotados os dados na planilha e também os procedimentos efetuados pela Central (destinação para galpão ou destinação final para vala).

Os dados anotados foram colocados no assistente de gráficos do Excel e colocados em gráficos para análise.

Também foram realizadas pesquisas de viabilidade tecnológica, econômica e mercadológica com compradores de resíduos. Foram visitadas as centrais de resíduos como a FUNDAMENTAL, no município de Novo Hamburgo, a DARIVA AMBIENTAL no município de Três Coroas, o Centro Tecnológico de Polímeros – SENAI, a empresa EVA SINOS do Grupo Beira Rio em Igrejinha.

### 3. Pesquisa de campo

Com base na metodologia de trabalho, os dados compilados são apresentados nas figuras, a seguir.

Na Figura 1 são apresentadas as classificações referentes à tipologia dos resíduos. Cerca de 46% pertencem à classe I (resíduos perigosos), enquanto 53% são de classe II (não inertes). Aproximadamente 1% dos resíduos integra os chamados PERI (Pátio de Estocagem e Resíduos Inflamáveis).

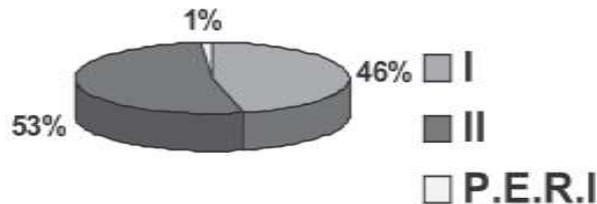


Figura 1 - Classificação dos resíduos recebidos no depósito de destinação final da Fundação de Resíduos Sólidos (FUNRESOLI).

A segregação dos materiais na origem é uma condição básica para permitir ações de planejamento que objetivem a reutilização e a reciclagem dos resíduos.

Conforme as conceituações normalmente aceitas, a reutilização é o uso do material da forma em que se encontra, sem qualquer procedimento preparatório ou de beneficiamento para seu emprego.

A reciclagem é a reutilização do material para novo processo industrial, incluindo a possibilidade de prévia limpeza ou beneficiamento, pois o material será empregado como matéria-prima de novo processo industrial.

A utilização dos resíduos industriais no Brasil passa pela otimização dos processos para minimização da geração dos mesmos, segregação na origem e reutilização e reciclagem dos materiais, para alongamento da vida útil das centrais de recepção e destinação de resíduos.

A Figura 2 apresenta um diagrama demonstrativo da quantidade de resíduos recebida pela central de resíduos sólidos da FUNRESOLI, na condição segregada e não segregada, em percentagem.

Desta forma, serão possíveis o planejamento de intervenções futuras para otimizar o gerenciamento e a destinação final dos resíduos.

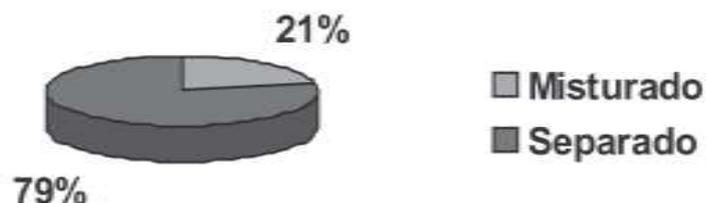


Figura 2 - Segregação dos resíduos recebidos no depósito de destinação final da FUNRESOLI.

O acondicionamento correto no recebimento e a destinação final dos resíduos nas valas são fatores de suma importância para reutilização e reciclagem no futuro, visto que se pesquisam técnicas de reaproveitamento dos resíduos. A Figura 3 mostra o acondicionamento dos resíduos recebidos pela FUNRESOLI.

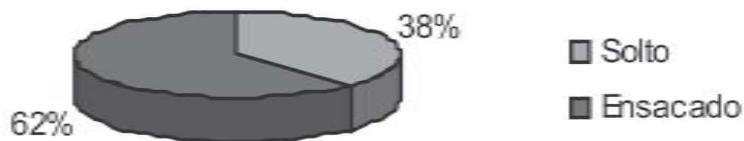


Figura 3 - Acondicionamento dos resíduos recebidos pela FUNRESOLI.

A Figura 4 mostra a quantificação dos materiais recebidos. A tabela 1 acompanha a numeração da legenda da figura, com os percentuais respectivos.

Tabela 1 - Tipologia e percentuais de resíduos recebidos pela FUNRESOLI.

Tipologia	Percentuais
1 - Aparas de wetblue	10 %
2 - Pó de farelo de couro	17%
3 - Diversos	19%
4 - Estopa e panos com óleo	1%
5 - Lodo galvânico	4%
6 - Pó de esmeril	0,8%
7 - Lixas	0,8%
8 - Papel siliconizado	0,8%
9 - Areia de fundição	10%
10 - Aparas de Borracha	4%
11 - Lodo ETE	8%
12 - Aparas de EVA	13%
13 - Contra forte	9%
14 - Escória de fundição	3%
15 - Limpeza, estopa, plástico serragem	2%

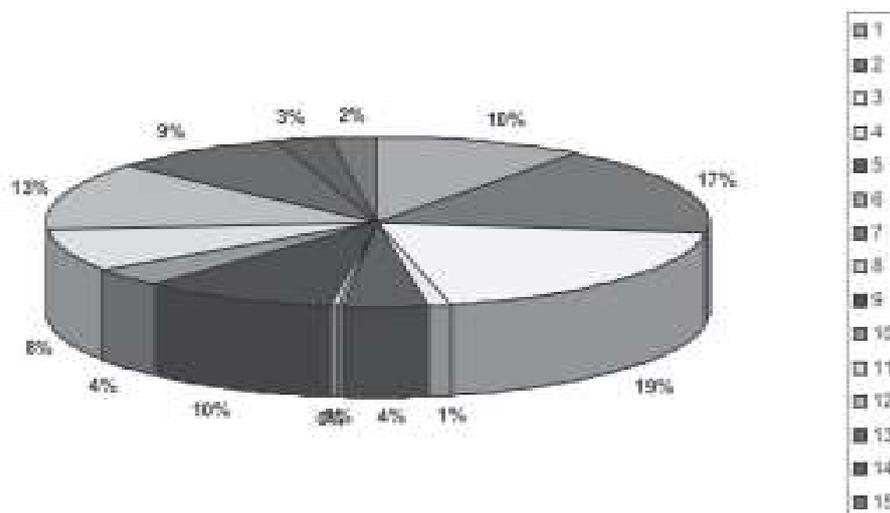


Figura 4 - Representação em dos materiais recebidos no depósito de destinação final da FUNRESOLI.

A Figura 5 apresenta, em percentual, os geradores que encaminham resíduos ao depósito de destinação final da FUNRESOLI. A tabela 2 acompanha a numeração da legenda da figura.

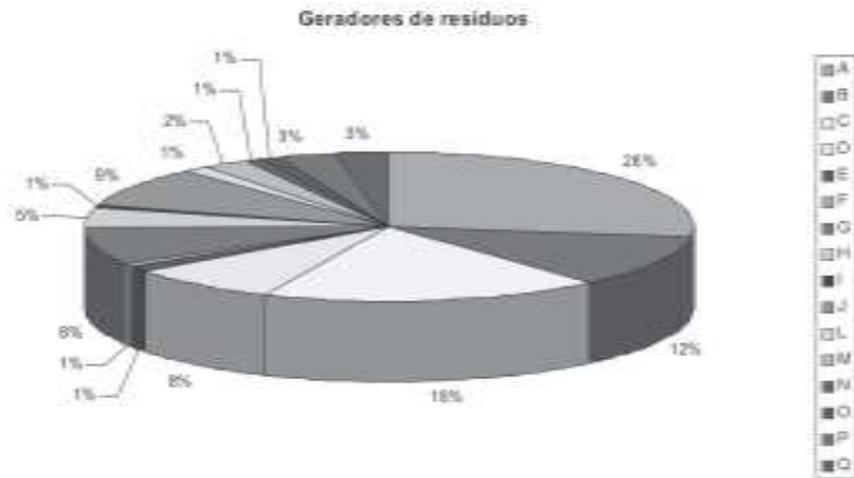


Figura 5 - Distribuição dos geradores que encaminham resíduos ao depósito de destinação final da FUNRESOLI.

Tabela 2 – Empresas e percentuais de resíduos recebidos pela FUNRESOLI.

Empresa	Percentuais
A	26%
B	12%
C	18%
D	8%
E	1%
F	1%
G	8%
H	5%
I	1%
J	9%
L	1%
M	2%
N	1%
O	1%
P	3%
Q	3%

## 4. Análise dos dados

Os resíduos recebidos pela FUNRESOLI, em sua maioria, são da classe I. Este fato apenas confirma o relatório elaborado pela FEPAM, o qual demonstra que no Vale do Rio dos Sinos se concentra a maior proporção de resíduos classe I em relação à classe II (Silva et al., 2003).

O índice de resíduos segregados atinge 79% contra 21% de material misturado, indicando que as práticas, dentro das empresas, já se encontram em níveis razoáveis de atividades de segregação na origem. E que podem ser melhorados com projetos integrados para reutilização, que certamente estimularia a adoção e o incremento das práticas de separação.

Mais da metade do material (acima de 62%) já vem acondicionado em sacos plásticos, enquanto 38% do material é entregue à granel.

Os quantitativos de natureza dos materiais indicam que quase um terço é constituído por pó de couro e serragem de couro, que poderiam ser perfeitamente reaproveitados, conforme será demonstrado a seguir. Outros itens que merecem análise são EVA, contrafortes e borracha. As possibilidades de reciclagem para as borrachas são apresentadas a seguir.

Também foram verificados os maiores produtores de resíduos, cujos dados ficarão à disposição da FUNRESOLI para futuros programas de gestão interna.

## 5. Reciclagem do couro

### VIABILIDADE TECNOLÓGICA

Várias pesquisas de reaproveitamento de resíduos, gerados pelo curtimento de couro ao cromo, foram feitas com êxito quanto às modificações físicas e testes de lixiviação e percolação, atendendo às normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, como na fabricação de pisos e ladrilhos incorporando, no máximo, 2% de resíduo, a fabricação de tijolos, incorporando lodos, contendo cromo nas massas cerâmicas e a fabricação de telhas e chapas de construção de parede, utilizando aparas de couro (Teixeira et al., 1999).

A empresa Recouro Indústria de Couro Reconstituído, em Campo Grande, Rio de Janeiro, recicla o farelo de couro, produzindo couro reconstituído, utilizando tecnologia de ponta, semelhante a do papel.

### VIABILIDADE ECONÔMICA

Os dados das análises realizadas nos materiais cerâmicos, com a utilização de resíduos, indica que a densidade dos materiais cerâmicos diminui consideravelmente, aumentando sua lucratividade. É necessário considerar que o custo dos resíduos que foram incorporados nos materiais, quando deixaram de ser destinados em aterros sanitários, significam economia de recursos na disposição de resíduos e maior tempo de vida útil para os aterros.

A reciclagem do farelo de couro, produzida pela empresa Recouro é uma realidade.

### VIABILIDADE MERCADOLÓGICA

A viabilidade mercadológica fica reduzida pela legislação brasileira, que é muito rígida quanto a resíduos da Classe I. Pode ser: nivela-os aos resíduos perigosos, como o mercúrio, os agrotóxicos e outros. A legislação dos Estados Unidos da América classifica estes mesmos resíduos como Classe II (Klein, 2001).

Na Foto 1 é apresentado o resíduo conhecido como serragem de couro, resultante da ação das lixadeiras e rebaixadeiras. Na Foto 2, observa-se a ação das máquinas conhecidas como rebaixadeiras, que tornam o couro mais fino e maleável para manuseio e manipulação na fabricação de calçados.



Foto 1 - Resíduos gerados pelo rebaixamento de couros (serragem de couro).



*Foto 2 - Rebaixamento de couros na máquina rebaixadeira.*

Na Foto 3 são apresentados produtos cerâmicos desenvolvidos pelo Laboratório de Cerâmica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, utilizando materiais residuais de curtumes (serragem de couro), em pequenas proporções de misturas, perfeitamente homogêneos e sem alterar as características dos materiais produzidos.



*Foto 3 - Materiais cerâmicos utilizando resíduos de couro (serragem de couro) Fonte: Laboratório de Materiais Cerâmicos.- Escola de Engenharia, UFRGS.*

Na Foto 4, uma vista geral da fábrica da Recouro, Indústria de Couros Reconstituídos, em Campo Grande no Rio de Janeiro.



*Foto 4 – Vista geral da Recouro, Indústria de Couros Reconstituídos, em Campo Grande, Rio de Janeiro.*

Na Foto 5, detalhe da linha de produção industrial da empresa Recouro do Rio de Janeiro.



*Foto 5 – Detalhe da linha industrial de couro reconstituído da empresa Recouro, do Rio de Janeiro.*

Na Foto 6, produtos desenvolvidos com couro reconstituído da empresa Recouro.



Foto 6 – Produtos desenvolvidos com couro reconstituído, fabricado pela empresa Recouro.

## 6. Reciclagem da borracha

### **VIABILIDADE TECNOLÓGICA**

Para aproveitamento dos resíduos de borracha, é necessário o desenvolvimento dos seguintes processos: moagem, pirólise, regeneração, desvulcanização (geração de produtos reaproveitáveis) e queima (geração de energia nas indústrias).

O reaproveitamento dos resíduos gerados é de 10 a 15% do produto a ser fabricado. Valores acima de 15% de reciclado inviabilizam o produto final, baixando sua qualidade.

No entanto, certos casos (como a utilização de resíduos de borracha em asfaltos) mostraram rendimentos melhores que o próprio asfalto.

### **VIABILIDADE ECONÔMICA**

O aproveitamento de borracha no asfalto torna-se inviável pelo custo elevado.

Quanto ao reaproveitamento dos resíduos na produção, as indústrias trabalham no limite do maquinário, com a possibilidade de gerar mais resíduos do que efetivamente conseguem reaproveitar do material submetido à reciclagem.

### **VIABILIDADE MERCADOLÓGICA**

No mercado, os resíduos de borracha são produzidos em quantidades muito maiores do que os compradores capazes de reutilizar os resíduos em reprocessamentos.

## Conclusões

Os resíduos gerados pelos curtumes podem ser utilizados na fabricação de materiais cerâmicos da construção civil, comprovando sua viabilidade tecnológica. As análises efetuadas demonstram que os materiais cerâmicos ficaram dentro dos padrões permitidos pelas normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), e sua reutilização minimizaria a disposição final desses resíduos em aterros sanitários e diminuiria a quantidade de matéria-prima a ser utilizada na fabricação.

A indústria de borracha reutiliza seus resíduos nos próprios processos de fabricação e as

quantidades que podem ser reutilizadas são limitadas, já que os resíduos gerados são maiores que os reutilizados e reciclados. Existem amplas possibilidades de utilização de borrachas em capeamentos asfálticos. Nestes casos, poderiam ser utilizadas borrachas na emulsão, havendo uma ampla aceitação tecnológica.

O gerenciamento na fonte geradora, praticando a segregação na origem dos resíduos; além da minimização na geração dos resíduos, e o correto acondicionamento para uma adequada disponibilização em bancos de resíduos poderá possibilitar futuros aproveitamentos dos resíduos dispostos, em ações de reutilização ou reciclagem. Ou mesmo para destinação final em aterros de sanitários.

Para auxiliar na solução da questão ambiental, referente ao gerenciamento de resíduos sólidos, também seria saudável a existência de subsídios econômicos como a isenção de impostos para procedimentos ambientalmente sustentáveis, no sentido de estimular o eco-design, a reciclagem e a reutilização. O contrário também é verdadeiro e recomendável, com o aumento da taxa e dos impostos sobre procedimentos fabris que não auxiliem as práticas sustentáveis.

As facilidades e ações de estímulo e incremento na compra de máquinas e equipamentos modernizantes e que reduzam o desperdício de matérias-primas e produzam a diminuição na geração de resíduos, também viabilizaria economicamente as práticas que convergem para a obtenção de parâmetros de desenvolvimento sustentável.

Incentivos e pesquisas deverão ser estimuladas em busca de novas alternativas na reutilização ou reciclagem de resíduos, minimizando a destinação final desses resíduos em aterros sanitários.

## Referências Bibliográficas

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004. *Resíduos Sólidos: Classificação*. Rio de Janeiro, 1987.

KLEIN, Adolfo, Lei poderá readequar resíduos de curtumes. *Revista do Couro*, ABQTIC, Estância Velha, n.149, p.51, Jun/Jul 2001.

SENAI-RS Seminário de Atualidades em Tecnologia de Elastômeros, 1, Reciclagem de Compostos Elastoméricos. In: IV Encontro dos Ex-alunos dos Cursos de Tecnologia de Elastômeros. Porto Alegre, 1996. *Anais*. São Leopoldo, Centro Tecnológico de Polímeros, 1996. 86 p.

SILVA, R. das. C.; SANGOI, R. F.; ESPINOZA, M. W. *Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul*. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp/DiagTotal/2002.zip>. Acesso em 20 de novembro de 2003.

TEIXEIRA, R. C.; BASEGIO, T. M. E BERGMANN, C. P. Caracterização química de resíduo sólido de curtume (serragem de couro ao cromo) e sua aplicação como carga em materiais cerâmicos. *Centro Tecnológico do Couro*, SENAI/RS. Estância Velha, Julho de 1999.