

### III-316 - EQUIPAMENTOS ACONDICIONADORES DE RECICLÁVEIS PARA OTIMIZAÇÃO DE INICIATIVAS DE COLETA SELETIVA

**Jacqueline Rogéria Bringhenti**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo, UFES. Mestre e Doutora em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo, USP. Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo, IFES.

**Geisiane Fernandes Quintão**

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo, IFES.

**Rodrigo Varejão Andreão**

Engenheiro Eletricista. Mestre em Engenharia Elétrica pela UNICAMP. Doutor em Optimisation et Sûreté des Systèmes pelo Institut National Des Télécommunications, França. Pós-doutor em Processamento de Sinais Biológicos pela UFES. Professor do Departamento de Engenharia Elétrica do Instituto Federal do Espírito Santo, IFES.

**Wagner Reis e Silva**

Biomédico pela Organização Santamarense de Educação e Cultura (OSEC-SP), Especialista em Saneamento Ambiental pela Universidade Mackenzie de São Paulo e Consultor Ambiental.

**Wanda Maria Risso Günther**

Engenheira civil e cientista social. Mestre e Doutora em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo, USP. Livre docente pela Faculdade de Saúde Pública, USP. Professora do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, USP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Coordenadoria de Saneamento Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo. Av. Vitória, 1729 – Jucutuquara, Vitória, ES. CEP: 29040780 – Brasil. Tel: +55 (27) 3331-2237. E-mail: jacquelineb@ifes.edu.br

#### RESUMO

A coleta seletiva é importante ferramenta na gestão de resíduos sólidos. A falta de informação para o usuário e a ausência de equipamentos adequados voltados à coleta dificultam a adesão da população geradora e acarreta impactos ambientais, sociais e econômicos. O foco do presente estudo voltou-se para avaliação de iniciativas de coleta seletiva em grandes geradores de resíduos sólidos urbanos, com vistas a sua otimização, com o objetivo de propor aplicar critérios para seleção de equipamentos adequados à coleta seletiva nesse contexto. Foram avaliados aspectos operacionais referentes à infraestrutura e identificadas características de equipamentos mais apropriados ao acondicionamento de recicláveis. O método contou com: i) seleção de cinco iniciativas; ii) diagnóstico da situação da coleta seletiva nas iniciativas selecionadas; iii) levantamento e análise de coletores para recicláveis existentes no mercado; iv) pesquisa de percepção sobre infraestrutura para acondicionamento de recicláveis, junto à população geradora dos locais selecionados para estudo; v) avaliação dos resultados obtidos na revisão bibliográfica e no levantamento sobre equipamentos disponíveis com a percepção dos usuários; e vi) proposição e aplicação de critérios para seleção de equipamentos adequados à coleta seletiva em grandes geradores. O estudo de percepção indicou que as reivindicações dos usuários estão relacionadas à visualização do equipamento, linguagem e informação, e dúvidas sobre quais materiais são recicláveis. Ao final chegou-se a um grupo de oito critérios e características físicas a serem considerados na seleção de equipamentos coletores para recicláveis com vistas a melhorar a qualidade e quantidade de recicláveis segregados em iniciativas de coleta seletiva: estético; praticidade; qualidade e resistência; custo; ergonomia; dimensões compatíveis com os locais onde serão instalados; segurança; facilidade de limpeza e higienização; e sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos urbanos, reciclagem de resíduos sólidos, recipientes para recicláveis.

#### INTRODUÇÃO

A minimização de resíduos sólidos urbanos (RSU) é importante diretriz para a redução do passivo ambiental, decorrente principalmente da disposição final inadequada de resíduos no solo. A reciclagem, etapa que contribui para essa estratégia, destaca-se como fundamental, porém depende necessariamente da segregação

dos resíduos na fonte geradora, da existência de sistemas adequados de coleta seletiva e do envolvimento dos cidadãos.

Programas municipais de coleta seletiva têm sido ampliados no país. Porém, constata-se que a ampliação dos programas de coleta seletiva não é diretamente proporcional à quantidade de resíduos recicláveis coletados. Dados da pesquisa (Ciclosoft) realizada bianualmente no país desde 1993, mostram que, ao longo do tempo, há oscilações com relação à quantidade de recicláveis coletados, mesmo em programas tradicionais como o do município de Curitiba, PR, considerado exemplar e que apresenta 100% de cobertura de atendimento. O município de Porto Alegre, RS, passou de 70% de cobertura de atendimento, em 2006, para 100%, em 2008, porém o incremento de 30% na abrangência não se refletiu em aumento da quantidade de recicláveis coletados (CEMPRE, 2008).

Por outro lado, nota-se que os grandes geradores de RSU como: condomínios residenciais, instituições de ensino, empresas e serviços tem implementado sistemas de coleta seletiva, seja por imposição legal, seja por adesão voluntária. Neste contexto, destaca-se a necessidade do desenvolvimento de estudos sobre a valorização de resíduos sólidos domiciliares, a partir da otimização de iniciativas de coleta seletiva, em especial, em grandes geradores, incluindo a avaliação de equipamentos utilizados para o acondicionamento dos recicláveis segregados sendo este o objetivo do presente artigo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida em sete etapas metodológicas, subdivididas em E1: seleção da amostra do objeto de estudo, que focou em iniciativas de coleta seletiva em grandes geradores; E2: visitas técnicas periódicas às iniciativas estudadas para conhecer a rotina de recolhimento dos recicláveis, com levantamento de informações junto a funcionários, porteiros, zelador e síndico dos condomínios, com anotação em caderneta de campo e registro fotográfico E3: realização de diagnóstico situacional da coleta seletiva das iniciativas selecionadas; E4: levantamento e análise dos equipamentos para coleta de recicláveis disponíveis no mercado; E5: desenvolvimento de estudo de percepção sobre infraestrutura para acondicionamento e armazenamento de recicláveis, junto à população geradora dos locais selecionados para estudo; E6: avaliação dos resultados obtidos na revisão bibliográfica e no levantamento sobre equipamentos disponíveis com a percepção dos usuários; e E7: proposição e aplicação de critérios para seleção de equipamentos adequados para acondicionamento de recicláveis de grandes geradores, visando atender às exigências e otimizar seu funcionamento. Pesquisa bibliográfica sobre o tema foi realizada em paralelo, em diversas fontes de informações técnicas e científicas.

Considerando-se o objeto de estudo como grandes geradores de RSU, foram selecionados iniciativas de coleta seletiva em condomínios residenciais, instituição de ensino superior (IES) e organização social. A amostra totalizou cinco iniciativas, sendo três condomínios, uma instituição de ensino superior (IES), representado pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), e uma organização social associada a uma igreja, todas situadas no município de Vitória, capital do Espírito Santo, Brasil.

Os critérios de inclusão dos condomínios na amostra considerou resultados de pesquisa anterior, desenvolvida desde 2007, e contemplou a inserção de condomínios com perfis diferentes quanto à experiência de implantação da coleta seletiva e gestão de resíduos. Os condomínios selecionados apresentaram o seguinte perfil: Condomínio A (sem experiência de coleta seletiva anterior), Condomínio B (coleta seletiva em funcionamento) e Condomínio C (com experiência de coleta seletiva anterior, porém desativada).

A análise do estudo de percepção utilizou como técnica de análise de dados o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), que consiste em extrair as ideias centrais do discurso dos entrevistados e sintetizar por meio de expressões-chave e discursos-síntese escritos na primeira pessoa do singular, de forma que represente um discurso coletivo (LEFEVRE; LEFEVRE, 2003).

## **RESULTADOS**

Os resultados do diagnóstico empreendido nas cinco iniciativas estudadas foram sistematizados e são apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1:** Perfil das iniciativas de coleta seletiva estudadas

Perfil dos locais selecionados	Condomínios Residenciais			IES	Organização Social
	A	B	C	IFES	Igreja
<b>População envolvida</b>	160 moradores	160 moradores	180 moradores	4079 alunos/funcionários	600 membros
<b>Equipe de limpeza</b>	2	1	1	55	6
<b>Situação da coleta seletiva</b>	em funcionamento	em funcionamento	em funcionamento	em reativação	em implantação
<b>Parcerias (coleta e destinação de recicláveis)</b>	Prefeitura/Cooperativa de Catadores	Prefeitura/Cooperativa de Catadores	Prefeitura/Cooperativa de Catadores	Catadores autônomos	Prefeitura/Cooperativa de Catadores
<b>Segregação de resíduos especiais</b>	não	não	não	sim (campanhas)	Sim (pilhas e baterias)

As visitas periódicas efetuadas às iniciativas estudadas para conhecer a rotina de recolhimento dos resíduos recicláveis permitiram identificar os principais aspectos operacionais críticos sistematizados no Quadro 2.

**Quadro 2:** Aspectos operacionais críticos das iniciativas estudadas.

ASPECTOS CRÍTICOS	Iniciativas avaliadas				
	Condomínio			Ifes	Igreja
	A	B	C		
.Equipamentos coletores para recicláveis com capacidade de armazenamento insuficiente para o intervalo de coleta;		X	X	X	X
.Eventuais falhas na frequência de coleta de recicláveis (sem veículo reserva);	X	X	X		
.Espaço insuficiente e/ou com conflito de uso para instalação de coletores para recicláveis;		X	X	X	
.Falhas na sinalização/visibilidade dos coletores de recicláveis e/ou informações insuficientes aos usuários;	X	X	X	X	
. Equipamentos coletores de recicláveis com condições manuseio (descarga) e higienização inapropriados;	X	X	X	X	X
.Qualidade dos recicláveis (com rejeitos) que ocasionam odores e aspecto impróprio aos coletores;	X	X	X	X	

A questão da adequação da infraestrutura para armazenar recicláveis, associada à estética, higiene e informação, destacou-se como aspecto crítico para o adequado funcionamento das iniciativas avaliadas. Tal fato já havia sido observado nos condomínios residenciais, em etapas anteriores de pesquisa, e relacionados diretamente à participação dos moradores e à presença de rejeitos ou materiais indevidos junto aos recicláveis segregados.

A revisão bibliográfica permitiu identificar alguns estudos sobre otimização de coleta seletiva e reciclagem que reforçam os resultados obtidos. Sidique, Joshi e Lupi (2010), ao estudar o perfil de pessoas que utilizam instalações de coleta seletiva nos Estados Unidos, verificaram que o uso decorre da percepção pelos envolvidos de que a reciclagem é uma atividade prática e da familiaridade com os locais. Concluem que o sucesso dos programas depende fortemente da participação das famílias nas atividades de separação dos recicláveis na fonte geradora.

Em estudo comparativo sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos em Berlim e em Singapura, Zhang, Keat e Gersberg (2010) mostraram a influência de alguns fatores na adesão. Em Berlim, onde há legislação específica e a coleta seletiva já havia sido implantada há muito tempo, cerca de 50% das famílias participavam do sistema. Em Singapura, a baixa adesão estava relacionada à insuficiência de informação quanto ao que se deve reciclar, à disponibilidade de tempo para se dedicar à separação dos recicláveis, atividade considerada demorada em relação à rotina diária e que concorre com outras demandas cotidianas. Os autores sugerem que o aumento do acesso às instalações de coleta seletiva é fator importante para aumentar a participação e a atitude da população em relação à segregação e entrega de recicláveis.

Oliveira et al (2007), ao realizar pesquisa sobre o gerenciamento dos RSU em 170 condomínios do bairro Manaíra em João Pessoa, PB, constatou que apenas 6,59% dos condomínios residenciais pesquisados realizavam coleta seletiva. Os síndicos entrevistados relataram que, apesar de considerar a coleta seletiva vantajosa, a baixa adesão ao sistema estaria relacionada à(ao): i) falta de orientação e divulgação; ii) falta de incentivo e fiscalização; iii) comodismo dos condôminos; iv) falta de infraestrutura adequada para a segregação dos resíduos sólidos gerados; e v) custo adicional com a implantação do sistema.

Nesse contexto, tais pesquisas influenciaram o foco do estudo na otimização de equipamentos acondicionadores de recicláveis. A partir do levantamento dos equipamentos existentes no mercado (E4) ficou evidenciada a necessidade de conhecer a percepção dos usuários em relação aos coletores de recicláveis, envolvendo aspectos que consideram importantes e fragilidades a serem melhoradas em relação às condições atuais.

A partir dos resultados do estudo de percepção foi possível identificar aspectos que interferem no desempenho da coleta seletiva na visão dos usuários, indicados no Quadro 3.

**Quadro 3:** Síntese das ideias centrais sobre coletores para recicláveis, segundo moradores dos condomínios residenciais estudados

<b>Idéia Central Síntese</b>	
<b>Visão sobre os coletores existentes</b>	<p>Adequados (10/18)</p> <p>Falta cuidado ao colocar o lixo (5/18)</p> <p>Deveriam ser mais seletivos (3/18)</p> <p>Quantidade insuficiente (2/18)</p> <p>São comuns (1/18)</p> <p>Deveriam explorar mais as cores da coleta seletiva (1/18)</p> <p>Inadequadas (3/18)</p>
<b>Conceito sobre adequação de coletores para recicláveis</b>	<p>Devem ser seletivos (7/18)</p> <p>Sinalização (4/18)</p> <p>Ter abertura para facilitar a limpeza (2/18)</p> <p>Permitir o uso de saco descartável ou reutilizável (2/18)</p> <p>Ter maior capacidade de armazenamento (2/18)</p> <p>Permitir a separação em lixo seco e lixo úmido (1/18)</p>
<b>Dificuldades associadas ao descarte adequado de resíduos nos coletores para recicláveis</b>	<p>Falta de interesse (11/18)</p> <p>Falta de informação (7/18)</p> <p>Falta de conhecimento sobre os benefícios da reciclagem (3/18)</p> <p>Falta de tempo (2/18)</p> <p>Dificuldades de entender a segregação na fonte (2/18)</p> <p>Falta de espaço nas residências (2/18)</p> <p>Resistência a mudança de hábitos (1/18)</p>
<b>Visão sobre a interferência do uso de coletores transparentes no comportamento dos usuários.</b>	<p>Sim (12/18)</p> <p>Não. As pessoas não vão mudar (5/18)</p> <p>Influência positiva no comportamento das pessoas (5/18)</p> <p>Influência negativa no aspecto estético (depreciação) (4/18)</p> <p>Direcionamento por cores seria o ideal (2/18)</p>

O estudo de percepção possibilitou a identificação de aspectos que interferem no desempenho da coleta seletiva, na visão dos usuários entrevistados. Esses aspectos puderam ser agrupados em quatro tópicos principais: impressão sobre os coletores existentes; conceito do que seria um coletor adequado; dificuldades encontradas no descarte de recicláveis no coletor atual; percepção sobre o uso de coletor transparente e sua relação com a mudança de atitude dos usuários.

Quanto aos coletores existentes, foram identificados problemas com relação à adequação ao uso, à quantidade disponibilizada e à pouca seletividade dos recicláveis acondicionados. Coletor adequado deveria ser mais seletivo, melhor sinalizado, apresentar mais praticidade no uso e ter maior capacidade para receber os recicláveis. Por outro lado, há preocupação com a proteção do próprio coletor, pois recebem também resíduos úmidos, inadequadamente.



As dificuldades encontradas no descarte de recicláveis estão mais ligadas às atitudes do usuário e quase nunca são devidos ao coletor. São fatores que contribuem: a falta de tempo e de espaço no domicílio, a falta de informação, em especial sobre o que é reciclável, e a baixa sensibilização para a prática da coleta seletiva.

Quanto ao uso de coletores transparentes, que possibilitam a visualização do conteúdo coletado, a maioria (12/18) considerou sua influência como fator positivo que reforçaria a atitude dos usuários, porém alguns (4/18) consideraram esteticamente negativo essa visualização.

Com os resultados obtidos na revisão bibliográfica e de posse das observações relativas ao desempenho das iniciativas avaliadas, chegou-se a um grupo de oito critérios considerados importantes a serem observados na seleção de equipamentos coletores para recicláveis: estética/visual; praticidade (subjetivo); qualidade e resistência do material; custo; ergonomia/acessibilidade; dimensões compatíveis com os locais onde serão instalados; segurança (para usuários e trabalhadores da limpeza); facilidade de limpeza e higienização; e sustentabilidade.

Como o levantamento de equipamentos atualmente disponíveis no mercado não identificou nenhum que atendesse aos critérios considerados importantes, optou-se por adaptar o coletor atualmente mais utilizado em condomínios, escolas e órgãos públicos no município de Vitória, Espírito Santo. O coletor atual foi desenvolvido pela equipe técnica da prefeitura local (fabricação artesanal), porém apresenta dificuldades operacionais e de manutenção (Figura 1). A adaptação baseou-se nos critérios identificados como importantes e visou inserir modificações, quando possível.



**Figura 1:** Coletor de recicláveis atual disposto em locais de acondicionamento, respectivamente no Condomínio A, Condomínio B e Condomínio C.

Como as reivindicações dos usuários estavam relacionadas à melhoria no visual, aspectos construtivos, operacionais e de higiene, o desafio foi trabalhar no desenvolvimento de um equipamento que pudesse contemplar tais critérios, otimizando o coletor atual quanto a esses aspectos. O Quadro 4 apresenta os critérios considerados para otimização do coletor de reciclados atual e a ação planejada no sentido de alcançar os objetivos.

**Quadro 4:** Critérios para otimização dos coletores de recicláveis utilizados nos condomínios estudados.

Critério	Descrição	Ação planejada
<b>Funcionalidade</b>	Manter a simplicidade operacional;	Manter e otimizar o uso de <i>bags</i> retornáveis;
<b>Estética</b>	Melhorar os aspectos estéticos e visuais e instalar equipamentos em locais estratégicos;	Desenvolvimento de novo <i>lay out</i> para o equipamento e uso de recursos visuais para melhorar a comunicação;
<b>Qualidade dos recicláveis</b>	Proteger os recicláveis da ação da chuva, sem restringir o uso do coletor;	Incorporar cobertura em material leve, impermeável e resistente a intempéries;
<b>Sustentabilidade</b>	Seleção de materiais construtivos com foco na sustentabilidade;	Uso de materiais reciclados;
<b>Higiene</b>	Melhorar as condições de higiene do equipamento e do seu local de instalação;	Afastar o fundo do <i>bag</i> do solo;

No estágio atual da pesquisa busca-se aplicar tais critérios no desenvolvimento de um protótipo de coletor para recicláveis, que considere novos materiais para sua confecção, mais aceitável do ponto de vista estético e de praticidade, sem perder sua funcionalidade e de forma a valorizar os materiais recicláveis que acondiciona dentro dos princípios da sustentabilidade. O uso de recursos da eletrônica também está sendo avaliada para otimizar os custos de coleta, o monitoramento da participação dos usuários e a qualidade dos recicláveis. A proposta seguinte é testar o protótipo desenvolvido, nos mesmos locais estudados, com novo estudo de percepção junto aos usuários.

## CONCLUSÕES

Considerando-se que a coleta seletiva é importante ferramenta na gestão dos resíduos sólidos urbanos, um dos grandes desafios é a busca da sua auto sustentabilidade técnica e econômica. Verificou-se que o coletor de recicláveis utilizado em grandes geradores de RSU é um dos itens que podem influenciar negativamente a sustentabilidade da coleta seletiva. Contatou-se que o coletor utilizado no município de Vitória não atendia aos requisitos dos usuários.

O estudo identificou um grupo de oito critérios considerados importantes a serem considerados na seleção de equipamentos coletores para recicláveis, representados por: estético; funcionalidade; qualidade e resistência do material; custo; ergonomia; dimensões compatíveis com o local de instalação; segurança; facilidade de limpeza e higienização; e sustentabilidade.

Esses critérios quando aplicados ao coletor atualmente utilizado para coleta de recicláveis de grandes geradores, em Vitória, ES, visando sua adequação, levou a cinco critérios definidores: estética, simplicidade operacional e funcionalidade, qualidade dos recicláveis, higiene e sustentabilidade. Alguns aspectos do equipamento avaliado deveriam ser mantidos, como o princípio operacional utilizado com o uso de bags retornáveis, enquanto outros deveriam ser melhorados: estética/visual, condições de higiene e proteção do coletor contra intempéries, assim como o uso de novos materiais mais sustentáveis. Essas premissas definiram o padrão de um coletor apropriado que apresente: novo visual, com *lay out* mais moderno e novos recursos visuais; que se mantenha afastado do chão, que incorpore cobertura para proteção em dias de chuva, que seja confeccionado com materiais recicláveis e contribua para otimizar custos de coleta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (2010). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Disponível em: <[http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias\\_eventos/Panorama2010.pdf](http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf)> Acesso em 15 07 2013.
2. BRASIL (2010). Substitutivo Projeto de Lei nº 203/1991 e seus Apenso. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências.
3. CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM (2010). Pesquisa CICLOSOFT. Brasil: CEMPRE. Disponível em: <URL: <http://www.cempre.com.br>>. Acesso em 12 de junho de 2012.
4. Hennigen, V. (2003). Otimização da Coleta Seletiva em Edifícios Residenciais de Porto Alegre: Desafios e Oportunidades. Monografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
5. Lefevre, F.; Lefevre, A.M.C. **O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa**. Caxias do Sul: Educs, 2003. (Desdobramentos).
6. Sidique, S.F.; Joshi, S.V.; Lupi, F. (2010). The effects of behavior and attitudes on drop-off recycling activities. Resources, Conservation and Recycling, v. 54, n. 3, 163-170.
7. Nunes, S. (2004) Coleta Seletiva de materiais recicláveis em condomínios residenciais em Curitiba. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba.
8. Zhang, D.; Keat, T.S.; Gersberg, R.M.A. (2010). Comparison of Municipal Solid Waste Management in Berlin and Singapore. Waste Management. **30** (5), 921-933.