

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E OPERACIONAIS DE COLETORES DE RECICLÁVEIS PARA A COLETA SELETIVA EM ESCOLAS

JACQUELINE ROGÉRIA BRINGHENTI

KATIA BROETO MILLER

THAYS EMANUELA DE LAIA TIAGO BINDA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO - IFES

ALANA DOMEJIL DA SILVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Introdução

Escolas são grandes geradoras de resíduos recicláveis e possuem papel fundamental na difusão de práticas sustentáveis como a coleta seletiva (CS). A etapa inicial da CS acontece na geração dos resíduos e coletor de recicláveis pode ser utilizado como instrumento de educação ambiental, contribuindo para a responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos seja praticada. Entretanto, ao apresentarem disfuncionalidades comprometer o desempenho do programa. Equipamentos disponíveis no mercado para esse público não atendem plenamente as necessidades de tais ambientes e devem ser estudados

Problema de Pesquisa e Objetivo

Coletores de recicláveis são soluções essenciais para a coleta seletiva, além de armazenar e conservar a qualidade dos materiais triados, podem ser utilizados para informar o funcionamento do programa, encorajar a participação social, promover a educação ambiental e a formação cidadã. Ao apresentar disfuncionalidades podem comprometer o desempenho do programa. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é identificar e discutir a configuração de coletores de recicláveis considerando as funções prática, estética e simbólica com a finalidade de definir requisitos de projeto para criar um protótipo

Fundamentação Teórica

O design dos coletores de recicláveis voltado para necessidades das escolas poderia impactar positivamente o funcionamento da CS nestes ambientes e a adesão da comunidade escolar. Para Leeabai et al (2021), o contato inicial com a CS ocorre por meio dos coletores de recicláveis, ao observar o coletor os usuários deveria ser capaz de compreender o funcionamento da CS. Afirmam ainda, que a combinação entre o design e localização adequada dos coletores, conduz os cidadãos para a separar resíduos na fonte. Gordon e Travis (2013) afirmam tais coletores representam variável mais fácil gestão na CS.

Metodologia

A Análise Paramétrica proposta por Baxter (2011) e Pazmino (2017) que é uma ferramenta de comparação entre produtos, baseada em dados mensuráveis foi adotada como método contemplando as etapas de definição dos aspectos qualitativos, quantitativos e as classificações para a análise dos coletores de recicláveis; levantamento dos modelos comercializados no mercado e disponíveis em bases de patentes; e estruturação e análise dos dados em quadro comparativo para facilitar a visualização de modelos típico com base nos exemplos estudados e suas principais funções no contexto das escolas.

Análise dos Resultados

Avaliou-se 19 modelos, onde predominou soluções com a separação de recicláveis por tipo de materiais ao invés de grupos (orgânicos, recicláveis e rejeitos), a fabricação em aço, seguida do uso de plástico e do papelão, prevaleceu o uso de cor padrão para o corpo do equipamento que variavam na parte da tampa, informações sobre a segregação dos recicláveis estavam basicamente apresentadas pelo uso de cores e de elementos iconográficos, uso de sacolas plásticas também esteve presente na maioria das soluções avaliadas. Ao final foram identificadas características dos modelos típicos de coletores.

Conclusão

Estudos sobre soluções inovadoras para práticas sustentáveis como é o caso dos coletores de recicláveis, com design focado em atender as necessidades e preferências de instituições de ensino, são essenciais para ampliar a prática da CS. Os elementos listados e identificados neste estudo podem ser utilizados para especificar requisitos de projeto no desenvolvimento de novos modelos, auxiliando na construção de coletores mais compatíveis com as expectativas e necessidades dos usuários e que possam ajudar na disseminação desta prática nestes ambientes.

Referências Bibliográficas

BAXTER, M. Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos. Rio de Janeiro: Blucher, 2011; GORDON, W.S. Lane; TRAVIS, P. Wagner. Examining recycling container attributes and household recycling practices. Resources, Conservation and Recycling, v. 75, pg 32-40, 2013; LOBACH, Bernd. Design industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais. 1º edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2001; PAZMINO, A. V. Como se faz: 40 métodos para Design de Produto. Rio de Janeiro: Blucher, 2017.

Palavras Chave

coleta seletiva, coletores de recicláveis, escolas

Agradecimento a órgão de fomento

à Fundação de apoio à Pesquisa do Espírito Santo (Fapes)

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E OPERACIONAIS DE COLETORES DE REICLÁVEIS PARA A COLETA SELETIVA EM ESCOLAS

Palavras-chave: coleta seletiva; coletores de recicláveis, escolas

Introdução:

Cerca de 30% a 40% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados no Brasil são passíveis de reciclagem a partir da coleta seletiva (CS) nas fontes geradoras (CEMPRE, 2018). Entretanto, de acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PLANARES, aprovado em 2022, a CS é incipiente em grande parte dos municípios brasileiros. O documento destaca ainda a baixa qualidade dos recicláveis coletados como uma das causas do fraco desempenho da logística reversa de embalagens em geral no país, impactando diretamente os municípios brasileiros e aponta para necessidade de estabelecer políticas públicas de comunicação e engajamento da sociedade para estimular e fortalecer a participação social (PLANARES, 2022).

As escolas são grandes geradoras de resíduos recicláveis e possuem papel fundamental na difusão de práticas sustentáveis como a CS. Tais ações devem estar alinhadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), diretamente em relação ao ODS 4 (educação de qualidade), onde a meta 4.7 propõe levar aos alunos conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, por meio da educação, bem como quanto a meta 11.7 que visa reduzir o impacto ambiental negativo dos resíduos sólidos nas cidades com melhorias na sua gestão e a meta 12.5 que trata da minimização da geração de resíduos por meio da Economia Circular e suas ações de prevenção, redução, reciclagem e reuso dentre outras (ONU, 2015).

A CS pode ser definida como o recolhimento de materiais recicláveis previamente separados nas fontes geradoras, com objetivo de facilitar o seu reaproveitamento e assegurar sua qualidade (Eingenheer e Ferreira, 2016). A etapa inicial da CS acontece na geração dos resíduos, onde um recipiente ou equipamento denominado de coletor ou contentor, termo que deriva do inglês *container*, tem a função de receber, acondicionar e armazenar os recicláveis até a etapa de coleta, preservando a sua qualidade e contribuindo para organização e higiene do processo.

Separar ou não um resíduo e encaminhar para reciclagem via CS é uma escolha pessoal, e nas escolas o coletor de recicláveis, quando devidamente sinalizado e operado, pode ser um instrumento de educação ambiental e um elo de ligação com a cadeia da reciclagem, contribuindo para a responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos seja praticada. Equipamentos disponíveis no mercado voltados para esse público geralmente possuem custo elevado e não atendem plenamente as necessidades de tais ambientes, existindo lacuna a ser explorada.

Neste contexto, visando contribuir com a problemática ora apresentada, identificar e discutir as características físicas e operacionais destes equipamentos como base para definição de requisitos de projeto de um protótipo com design inovador e adaptado para as necessidades da CS em ambientes de ensino foi o objeto central deste estudo.

Problema de Pesquisa e Objetivo

A adequada separação e acondicionamento dos recicláveis na fonte é fundamental para a sua reinserção no ciclo de produção e consumo, sendo que a CS envolve as etapas para que tal logística possa ocorrer as quais demandam o uso de infraestrutura como é o caso dos coletores de recicláveis. Tais equipamentos são soluções essenciais para o funcionamento da CS e quando apresentam disfuncionalidades podem comprometer o desempenho do programa. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é identificar e discutir a configuração de coletores de recicláveis considerando as funções prática, estética e simbólica com a finalidade de definir requisitos de projeto para o desenvolvimento de um protótipo para uso em ambientes de ensino, adaptado a realidade brasileira.

Fundamentação teórica

Apesar do tema da CS desperta grande atenção como prática sustentável adequada para ambientes de ensino, a maioria dos estudos disponíveis na literatura aplicados a escolas focam nos aspectos pedagógicos e da participação social, existindo lacuna em relação ao papel da infraestrutura operacional como força motriz para o seu adequado funcionamento. Assim buscou-se fundamentação teórica que pudesse embasar a premissa de que o desenvolvimento de coletor de recicláveis voltado para as necessidades das escolas poderia impactar positivamente o funcionamento da CS nestes ambientes e a adesão da comunidade escolar.

Diversos estudos corroboram com a premissa de que o design dos coletores de recicláveis pode influenciar a prática da CS. Segundo Leeabai et al (2021), o primeiro contato com a CS ocorre por meio dos coletores de recicláveis, a maioria das pessoas ao observar o coletor inicialmente aprendem sobre o esquema de CS, o que evidencia que o comportamento de separar os resíduos para reciclagem também estaria ligado com a percepção do coletor. Afirmam ainda, que a combinação entre o design de tais equipamentos e a localização adequada, conduz os cidadãos para a separação de resíduos na fonte. Gordon e Travis (2013) afirmam que os coletores de recicláveis são uma variável mais fácil de ser controlada pelos gestores de RSU, existindo ainda diversos aspectos de design a serem considerados.

A percepção e preferência em relação as cores dos coletores por tipo de resíduo tem sido objeto de investigação como é o caso de Jiang et al. (2018) que evidenciaram a existência de padronização do código de cores nos coletores de acordo com cada resíduo como fator que agrega conhecimento e facilita a CS. O tipo de abertura do orifício de alimentação também foi objeto de estudo dos autores, que ao avaliar coletores de garrafas PET em relação ao tipo de abertura para colocar o reciclável verificaram que formato circular obteve mais aceitação pelos usuários. Outros estudos indicaram a preferência por aberturas especiais de acordo com tipo de resíduo (KERAMITSOGLOU, TSAGARAKIS, 2018).

Pesquisas sobre o tema destacam ainda a importância da participação do público na concepção dos coletores como estratégia para tornar o projeto mais adequado às necessidades dos usuários. Keramitsoglou e Konstantinos (2018), consideram o design dos coletores como um fator crítico para gestão de resíduos, por ser um instrumento de mediação entre os usuários e os serviços de coleta de resíduos. Na visão dos autores ao colocarem seus resíduos nos contêineres as pessoas acreditam estar transferindo a responsabilidade da sua destinação à gestão pública. Contudo, os coletores servem de “lembrete visual”, para os indivíduos, quanto a reponsabilidade da destinação adequada dos resíduos.

Bringhenti et al. (2018) selecionaram alguns requisitos a serem considerados na escolha de um coletor para CS e que são: tamanho/capacidade; cor; forma; abertura da tampa; ergonomia; facilidade de manuseio e limpeza; durabilidade; visibilidade; informação; material construtivo e sinalização.

Método

Para o desenvolvimento desta pesquisa, adotou-se como método a Análise Paramétrica proposta por Baxter (2011) e Pazmino (2017) que é uma ferramenta de comparação entre produtos, baseada em dados mensuráveis envolvendo as seguintes etapas:

(a) **Definição dos aspectos qualitativos, quantitativos e as classificações para a análise dos contenedores de resíduos recicláveis**, que consiste na definição e conceituação de aspectos que padronizam a coleta de dados e parametrizam a Análise Paramétrica, propiciando uma futura comparação entre os modelos estudados. Vale ressaltar que os aspectos foram conceituados por meio do desenvolvimento de um glossário, o que reduzia a possibilidade de ambiguidades quanto a interpretação da informação que deveria ser preenchida. Após análise quanto à natureza do dado gerado por cada um dos aspectos, os mesmos foram separados em aspectos numéricos e analíticos, sendo que os numéricos se mantiveram no quadro e os analíticos foram usados para a construção de um pequeno texto sobre cada um dos modelos. Por fim, os dados numéricos foram agrupados por categorias, como: material de fabricação, dimensões, capacidade (em litros), tipo de segregação de materiais (seco e úmido ou por tipo de reciclável), cores, diferenciais (no caso das patentes), dentre outros;

(b) **Levantamento de modelos de coletores de resíduos recicláveis comercializados no mercado**, por meio de buscas realizadas pela internet, e **em bancos de patente**, bem como no site do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI);

(c) Com os parâmetros e os modelos selecionados, foi feita a **estruturação dos dados na forma de quadro comparativo**, com a finalidade de facilitar a sua visualização e comparação como base para como o estabelecimento de um modelo típico com base nos exemplos estudados.

Discussão

Os parâmetros para a comparação as soluções levantadas foram definidos com base em Pazmino (2017) que indica uma série de possíveis aspectos qualitativos e quantitativos que podem ser adotados para confrontar modelos ou versões de um mesmo produto. Inicialmente, foram selecionados os seguintes aspectos: informações de identificação, que incluíram nome do equipamento, país de origem, imagem, nome do fabricante e link de acesso; materiais de fabricação; tipo de segregação de materiais; uso indicado; cor; informação visual e/ ou textual do contenedor ou coletor de recicláveis; dimensões; capacidade; formas de operação; sanitização e limpeza; forma orifício para colocar os recicláveis (alimentação); modularidade; mobilidade; presença de dispositivo de automação; e estilo.

Os aspectos numéricos foram levados para o quadro comparativo sendo incluídas as informações de dezenove modelos encontrados na pesquisa do mercado e nove modelos identificados na base de patentes. Com a análise e a comparação dos modelos, é possível extrair as seguintes constatações e hipóteses que podem subsidiar às escolhas de projeto:

- a. A maior parte dos coletores é fabricado em aço ou aço inoxidável, acredita-se que pela durabilidade e resistência do material e pela capacidade de manter sua integridade física, química e biológica mesmo na presença de agentes degradantes;
- b. Os resíduos recicláveis são separados por grupo de materiais, conforme a classificação da lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), ao invés de coletores únicos que recebem todos os resíduos recicláveis;
- c. Os usos indicados pelos fabricantes para os seus produtos são em ambientes institucionais em geral, externos e internos, ou seja, nenhum dos modelos é indicado especificamente para ambientes educacionais;
- d. A maior parte dos modelos utiliza uma cor padrão para o corpo do contenedor e outra identificando o tipo de resíduo, também conforme legislação (Figura 1);



Figura 1: Contenedores de resíduos recicláveis identificados por cor. Fonte: ArchiExpo, 2021.

- e. Na grande maioria utilizam-se cores e iconografia para a identificação dos resíduos que serão dispostos em cada um dos contenedores;
- f. As dimensões se mostraram bastante diversas variando entre 210 e 900mm de altura;
- g. A capacidade também se mostrou distinta entre os modelos, variando entre 60 e 200 litros. Vale o destaque para o fornecimento de contenedores de diferentes capacidades pelo mesmo fabricante, o que se adequa a demanda de geração do local de instalação e do tipo de resíduo reciclável;
- h. Na maioria dos modelos utiliza-se de sacola plásticas descartáveis, podendo haver o uso de *bags* retornáveis ou até mesmo recipientes sem uso de sacola;
- i. Os recipientes são laváveis visando evitar o acúmulo de resíduos em seu interior, o que facilita a limpeza e sanitização;
- j. Na maior parte dos casos, o formato da abertura de alimentação dos coletores de recicláveis é padrão, ou seja, utiliza-se um único molde para fabricar tal parte do equipamento o que otimiza custos e processos de fabricação;

- k. A maior parte dos modelos se estrutura em módulos independentes, o que pode facilitar a sua acomodação no espaço físico da escola, existindo ainda opções de equipamentos únicos formando um monólito;
- l. Os modelos identificados em sua maioria são fixos (sem dispositivo de mobilidade como rodízios) e não possuem dispositivos de automação;
- m. Dentre os estilos, observou-se que a maior parte dos modelos possui configuração prático-funcional, pois prioriza as funções práticas, mas não ignora por completo as funções estéticas do artefato. No entanto, também foram identificados alguns modelos com configuração simbólico-funcional. Segundo Lobach (2010), a função simbólica é um desdobramento da função estética e não podem ser desassociadas, além disso o simbolismo é um aspecto relativo à interpretação do sujeito e de uma cultura. Sendo assim, para este estudo, observou-se quatro aspectos simbólicos dentre os modelos selecionados: sustentabilidade ambiental associada à prática da separação dos resíduos recicláveis com o emprego de materiais com curta duração como o papelão (figura 2a); indicação de um artefato do futuro (fig2ra 2b); aspectos lúdicos associados ao uso dos equipamentos com crianças (figura 3c); e minimalismo e elegância distanciando o contenedor de uma lixeira comum (figura 2d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2: Modelos de contenedor de recicláveis de configuração prático-estético-simbólica.
Fonte: Recobin, 2021; Archiello, 2021; Wybione, 2021; Archiproducts, 2021.

As informações levantadas sobre as características físicas e operacionais foram sistematizadas visando identificar o coletor de recicláveis típico com base nos modelos avaliados na pesquisa mercadológica (modelo típico de mercado) bem como o modelo típico baseado em levantamentos feitos em base de patentes e estão apresentadas no Quadro 01.

Quadro 01 - Características físicas e operacionais de coletores de recicláveis segundo modelos levantados em busca mercadologica e em busca em bases de patentes.

Características físicas e operacionais	Modelo típico - mercado	Modelo típico - bases de patentes
formato	retangular	retangular
material	aço	plástico e alumínio
cor	uma cor para o corpo e outra para identificar o tipo de resíduo	*
informação	cor + iconografia	*
dimensões	variáveis	*
capacidade	30L à 200L	*
forma de operação	sacolas	sacolas
Sanitização/limpeza	lavável	*
tipo da tampa	sem uso tampa	varia em função da solução
abertura de alimentação	padronizada	padronizada
modularidade	coletores individuais	coletores em bloco único, com partes semi-encaixadas
mobilidade	móvel sem rodízio	móvel sem rodízio
automação	não	sim
estilo	prático-estético-funcional	estético-simbólico

*informação não disponível

Fonte: Elaborada pelas autoras (2022)

Os resultados obtidos permitiram identificar diferenças em relação ao estilo de design nos coletor de recicláveis típico identificado no mercado e em bases de patentes. O primeiro grupo possui estilo prático-estético-funcional, que evidencia o apelo estético, comum ao mercado competitivo, conforme Lobach (2001), onde busca chamar atenção para o seu produto, a função estética é percebida instantaneamente, podendo agradar ou não, e assim por muitas vezes, ser o fator decisivo e aumentar a chances do produto ser vendido. Por sua vez o segundo grupo foi mais aderente ao estilo estético-simbólico, que possui algum atributo de valorização simbólica, tais como futurista, lúdico e sustentável. A percepção simbólica, conforme Lobach (2001), é ligada com as experiências e sensações anteriores do usuários. E nesse caso se manifesta por meio da forma de cada coletor selecionado.

Conclusão

Estudos sobre soluções para o saneamento ambiental como é o caso dos equipamentos coletores para recicláveis, com design focado em atender as necessidades e preferências de instituições de ensino, são essenciais para ampliar a prática da CS de resíduos recicláveis tanto por contribuir para que tais práticas sustentáveis sejam mais disseminadas, economicamente

viáveis, socialmente justas e difundidas para toda a sociedade quanto para o cumprimento das metas propostas pelos ODS.

A função prática dos equipamentos obteve maior destaque em relação estéticas e simbólicas, sendo que estes últimos podem contribuir para maior participação na coleta seletiva em escolas e deveriam ser mais explorados. Os elementos listados e identificados neste estudo podem ser utilizados para especificar requisitos de projeto no desenvolvimento de novos modelos, auxiliando na construção de coletores de recicláveis mais compatíveis com as expectativas e necessidades dos usuários e que possam ajudar na disseminação desta prática sustentável.

De forma a complementar as informações ora levantadas, deverão ser incorporadas as preferências dos usuários como forma de validar a seleção de requisitos de projeto. Recomenda-se realizar estudo com usuários-voluntários para identificar problemas na prática da coleta seletiva e dispositivos considerados essenciais para o seu adequado funcionamento.

Referências Bibliográficas

BAXTER, M. Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos. Rio de Janeiro: Blucher, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305. Política Nacional de Resíduos Sólidos – (PNRS). Brasília, 2010.

Bringhenti J.R., Korres A.M.N., Andreão R.V., Günther W.M.R. (2018) Evaluation of Sustainable Bin for Recyclable Solid Waste. In: Leal Filho W., Frankenberger F., Iglecias P., Mülfarth R. (eds) Towards Green Campus Operations. World Sustainability Series. Springer.

EIGENHEER, E. M.; FERREIRA, J. A. Três décadas de coleta seletiva em São Francisco (Niterói/RJ): lições e perspectivas. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 20(4), 677–684, 2016.

GORDON, W.S. Lane; TRAVIS, P. Wagner. Examining recycling container attributes and household recycling practices. Resources, Conservation and Recycling, v. 75, pg 32-40, 2013.

JIANG, Qiuhui; LEEABAI, Nattapon; DILIXIATI, Dilinazi; TAKAHASHI, Fumitake. Perceptive preference toward recycling bin designs: Influential design item depending on waste type, the impact of past perception experiences on design preference, and the effect of color design on waste separation. Waste Management, v. 127, pg 130-140, 2021

KERAMITSOGLOU, K. M.; KONSTANTINOS P. "Public Participation in Designing the Recycling Bins to Encourage Recycling" Sustainability, Tsagarakis, 2018.

LOBACH, Bernd. Design industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais. 1º edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2001.

LEEABAI, Nattapon; AREEPRASERT, Chinnathan; KHAOBANG, Chanoknunt; VIRIYAPANITCHAKIJ, Niti; Bundit BUSSA; DILINAZI, Dilixiati; TAKAHASHI, Fumitake. The effects of color preference and noticeability of trash bins on waste collection performance and waste-sorting behaviors. Waste Management, v. 121 , pg 153-163, 2021.

PAZMINO, A. V. Como se faz: 40 métodos para Design de Produto. Rio de Janeiro: Blucher, 2017.

PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Qualidade Ambiental. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixazero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf. Acesso em: 01/08/2022.