

III-137 - EQUIPAMENTOS COLETORES DE RECICLÁVEIS PARA AMBIENTES DE ENSINO: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E OPERACIONAIS

Bruna Nascimento Roldi⁽¹⁾

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

Jacqueline Rogeria Bringham⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP). Docente do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental e do Programa de Mestrado em Tecnologias Sustentáveis do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

Endereço⁽¹⁾: Rua José Teixeira, 200 – Praia do Canto - Vitória - ES - CEP: 29055-310 - Brasil - Tel: (27) 99967-7979
- e-mail: brunaroldi2@gmail.com

RESUMO

As escolas são grandes geradoras de resíduos recicláveis e possuem um papel fundamental na difusão de práticas sustentáveis, como a coleta seletiva (CS). A etapa inicial da CS acontece na geração dos resíduos, onde um recipiente ou equipamento, denominado de coletor ou contentor, 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. Equipamentos disponíveis no mercado voltados para esse público geralmente possuem custo elevado e não atendem plenamente as necessidades de tais ambientes, existindo lacunas a ser exploradas. Neste contexto, foi desenvolvido o estudo sobre soluções para o acondicionamento de materiais recicláveis voltados para as necessidades dos ambientes de ensino. As etapas metodológicas incluíram a Revisão Sistemática de literatura (RSL) e o levantamento de características físicas e operacionais de equipamentos disponíveis no mercado. A RSL resultou na seleção de 33 artigos que foram fichados e classificados de acordo com sua temática, podendo ser: 1. Participação Social/Educação Ambiental; 2. Design/Projeto; 3. Outros ou Operações/Sistemas Operacionais. Observa-se 11 artigos classificados na primeira temática, 10 na segunda e 12 na terceira. Por sua vez na busca de mercado, foram identificados 32 modelos, sendo notável a diferença estética e quantitativa dos modelos do Brasil em comparação com dos outros países. Como principal conclusão destaca-se que a maioria dos modelos de coletores disponíveis no mercado brasileiro são feitos de plástico com uma cartela variada de dimensões e capacidade, possuem uma única cor, indicam o tipo de material através de uma escrita (plástico, papel, vidro, metal), possuem orifícios padronizados/convencionais, como aberturas retangulares e circulares, utilizam sacolas plásticas e os que não utilizam são laváveis devido seu material de fabricação, são fixos não tendo dispositivos de automação. Ademais, a presença de coletores nas escolas se configuram como importantes aliados à reciclagem e a separação correta de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Coletores de Recicláveis, Resíduos Sólidos, Educação Ambiental, Escolas, Design.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de resíduos orgânicos e recicláveis do mundo. No entanto, apenas 4% dos resíduos sólidos que poderiam ser reciclados são enviados para o processo de reciclagem, índice muito abaixo de países de mesma faixa de renda e grau de desenvolvimento econômico, como Chile, África do Sul e Turquia, que apresentam uma média de 16%, segundo dados da *International Solid Waste Association* (ISWA).

Os materiais recicláveis secos representaram 33,6% do total de 82,5 milhões de toneladas anuais de resíduos sólidos urbanos (RSU) produzidos durante o período da pandemia da Covid-19, nos anos de 2020 e 2021. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos, o Brasil contabilizou 27,7 milhões de toneladas anuais de resíduos recicláveis. A falta de uma adequada reciclagem dos resíduos gera uma perda econômica significativa para o país (AGÊNCIA BRASIL, 2022).

Segundo um levantamento feito pela Abrelpe em 2019, os recicláveis que vão para aterros e lixões levam a uma perda de R\$ 14 bilhões/anual, que poderiam gerar receita e renda. A destinação correta desses resíduos não causariam os problemas ambientais que o descarte em lixões ocasionam (AGÊNCIA BRASIL, 2022). A maioria das escolas brasileiras, públicas e privadas, não possuem um plano de gerenciamento de resíduos, assim, diversos resíduos que são produzidos nos ambientes institucionais e que poderiam ser destinados à reciclagem, como papel e papelão, são descartados sem se pensar no seu reaproveitamento ou na sua recuperação.

Destaca-se o município de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, onde apenas 2% dos resíduos sólidos são separados e classificados para reciclagem e nenhum resíduo é compostado ou utilizado como recurso energético, o que demonstra a necessidade de melhoria e ação não somente pelo poder público, mas também por iniciativas individuais ou condominiais (ICES, 2015).

Neste contexto, foi desenvolvido o seguinte estudo sobre soluções para o acondicionamento de materiais recicláveis produzidos em ambientes institucionais e quais seriam os equipamentos ideais para suprir as demandas das diferentes instituições. Destaca-se ainda a importância de avaliar a usabilidade de artefatos para o gerenciamento de resíduos, visando à definição de usabilidade estabelecida pela ISO 9241-11 “(...) efetividade, eficiência e satisfação num dado contexto de uso por um grupo de usuários específicos” (ISO, 1998).

OBJETIVO

Identificar e discutir as características físicas e operacionais dos equipamentos coletores de recicláveis, como base para a definição de requisitos de projeto de um protótipo com design inovador e adaptado para as necessidades da coleta seletiva em ambientes de ensino.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi feita uma busca mercadológica de soluções para acondicionamento de recicláveis, atendendo aos critérios de serem equipamentos modulares que pudessem ser utilizados em ambientes escolares e de diferentes países para permitir a comparação. Essa parte da pesquisa foi realizada na plataforma Google e os dados foram tabulados no software de planilhas eletrônicas, Microsoft Excel, versão 2010. Para essa tabulação, foram criados os seguintes parâmetros apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros utilizados para a tabulação dos modelos de mercado.

Imagem	Tipo de Segregação de Materiais (1.Separados por tipo de material; 2.Separados em recicláveis e não recicláveis)	Informação (1.Utiliza cores; 2.Utiliza Iconografia; 3.Utiliza Infografia; 4.Outros tipos de comunicação)	Forma de Operação/Use (1.Utiliza sacola descartável; 2.Bag retornável; 3.Não acumula resíduos)	Modularidade (1.Equipamento único; 2.Módulos independentes; 3. Módulos integrados)
Nome do Equipamento País de origem Fabricante Link de Acesso	Uso Indicado (1.Específico para escolas; 2.Ambientes institucionais em geral; AE:Ambiente Externo; AI:Ambiente Interno; AEI:Ambiente Externo e Interno)	Dimensões	Sanitização e Limpeza (1.Lavável; 2.Não lavável; 3.Não acumula resíduos)	Mobilidade (1.Fixo; 2.Com rodízios)
Materiais de Fabricação	Cor (1.Uma única cor para o corpo sem identificação do resíduo; 2.Uma cor para o corpo e outra que identifica o tipo de resíduo; 3.Uma cor única para o corpo que identifica o resíduo)	Capacidade	Forma do Orifício (1.Padrão; 2.Orifícios Variados)	Dispositivo de Automação (1.Sim; 2.Não)

Além da procura de modelos no mercado, foi feita uma busca na literatura através do procedimento de revisão sistemática da literatura (RSL) com o auxílio do *software* StArt ((*State of the Art through Systematic Review*)). O StArt é um programa gratuito que foi desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), e encontra-se disponível no seguinte sítio eletrônico: http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool. De acordo com MUNZLINGER; NARCIZO; DE QUEIROZ, (2012) o programa atende as etapas de uma RSL: planejamento, execução e sumarização. Além de fornecer ferramentas de filtragem, extração de conteúdo dos estudos e algumas análises quantitativas.

O primeiro passo para iniciar a revisão foi preencher o Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura (PRSL), disponível no seguinte documento: http://www.valdick.com/RSL/ModeloProtocolo_RSL_MapasConceituaisnaAvaliaçãoProtocolo.docx, que apresenta a estrutura metodológica para a execução da revisão. Foram inseridas as informações pedidas no protocolo, como nome dos pesquisadores, perguntas a serem respondidas durante o processo, os idiomas que gostaria que estivessem as pesquisas, as palavras-chave e a *string* de busca, de modo que o objetivo fosse atendido. Um dos últimos quesitos no protocolo é definir os critérios de inclusão e exclusão dos estudos, caracterizando a etapa de planejamento da RSL.

Busca na base de dados

Foi realizada uma busca na base de dados *Scopus*, a fim de se responder os seguintes questionamentos: “Quais são as soluções para a separação dos resíduos nas escolas?”; “As escolas dos estudos apresentam coletores de recicláveis?” e “O design influencia na participação das pessoas no processo de separação?”. Utilizou-se às seguintes palavras-chaves: *Bin; Recycling Bin; Recycling Container; Selective Collection; School; University; Behavior; Design; Environmental Education*. A *string* de busca final ficou da seguinte forma:

(TITLE-ABS-KEY (bin OR recycling_bin OR recycling_container) AND ABS (selective_collection OR school OR university OR behavior OR design OR environmental_education) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "Portuguese") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "English"))

Figura 1: *String* de busca para a base de dados *Scopus*.

Os resultados obtidos no sítio eletrônico da *Scopus* foram baixadas no formato BibTex e inseridas no software StArt, que detectou artigos duplicados. Os idiomas da pesquisa foram o português e o inglês e não houve definição da data de publicação para os trabalhos pesquisados.

Elegibilidade: Critérios de inclusão e exclusão

Em um primeiro momento foram feitos vários critérios de inclusão e exclusão, com o intuito de restringir a pesquisa e obter artigos específicos. No entanto, essa quantidade de critérios não ajudou a pesquisa, obtendo até zero artigos que atendiam a todos os critérios. Assim foram definidos critérios mais gerais, representados na Figura 2, a seguir.

Critérios de Inclusão: (I) Estudos aplicados a escolas/universidades; (I) Estudos que abordem coletores/equipamentos; (I) Estudos que abordem coletores de recicláveis em escolas; (I) Estudos que abordem a influencia do design; (I) Estudos em inglês; (I) Estudos em português.

Critérios de exclusão: (E) Estudos classificados como revisão sistemática de literatura; (E) Estudos que não abordem coletores/equipamentos de recicláveis; (E) Estudos fora da engenharia; (E) Estudos que não estão em inglês; (E) Estudos que não estão em português.

Figura 2: Critério de inclusão e exclusão utilizados na RSL.

Na etapa de seleção foram lidos os títulos e os resumos de todos os estudos encontrados para seguir para a etapa de sumarização.

Sumarização

Nesta etapa foram extraídas as informações das respostas aos questionamentos, através da releitura dos resumos e leitura das partes metodológicas dos artigos. As informações relativas aos coletores presentes em ambientes institucionais, foram adicionadas no StArt à medida que foram detectadas na reavaliação. Foram excluídos estudos que não abordavam os coletores de recicláveis, como presente no critério de exclusão.

RESULTADOS OBTIDOS

Em relação à busca de mercado, foram encontrados os mais diversos modelos de diferentes continentes. No total foram levantados 32 modelos com os critérios definidos anteriormente. Já a busca realizada na base de dados *Scopus* para pôr em prática a RSL, apresentou 269 resultados. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão na etapa de seleção, foram aceitos 129 estudos e excluídos 140. Após as etapas de extração/sumarização foram aceitos 36 artigos e excluídos 93, contando com os duplicados.

Tabela 2: Resultados da busca de mercado e literária.

Busca de Mercado	Busca na Literatura
32 modelos	36 artigos

Para facilitar a análise dos artigos encontrados, foi montada uma planilha, com diferentes tópicos para auxiliar na classificação de cada estudo, como apresentado na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Parâmetros utilizados para a tabulação dos artigos da RSL.

Título	Palavras-chaves	Temática 1.Participação Social/ Educação Ambiental; 2. Design/Projeto; 3. Outros ou operação/sistemas operacionais	Autores/País/Ano	Resultados/ Conclusões	Imagens
--------	-----------------	---	------------------	------------------------	---------

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em ambas as buscas, foram encontrados artigos e modelos de coletores de vários países, como Japão, Jordânia, Estados Unidos, Malásia, Tailândia, Vietnã, Arábia Saudita, Indonésia, Nigéria, China, Alemanha, Grécia e Índia.

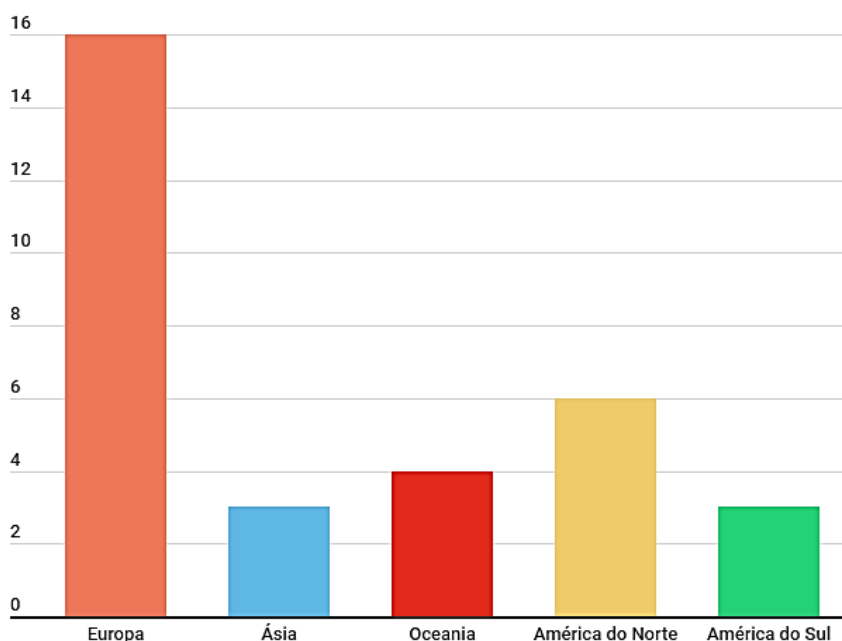


Figura 3: Classificação por continente dos coletores obtidos pela busca mercadológica.



Figura 4: Exemplo de modelos encontrados por continente.

Ao analisar os coletores com base nos parâmetros definidos foi notável a diferença estética e quantitativa dos modelos do Brasil em comparação com os outros países, principalmente da Europa. Na Europa, a maioria dos modelos encontrados eram feitos de aço inoxidável ou alumínio, para ambientes institucionais em geral tanto internamente quanto externamente, com módulos integrados e cores diferentes para o corpo do equipamento e da tampa/figura que identificava o resíduo. O maior destaque ficou para os orifícios que possuíam formatos diferentes para cada tipo de resíduo, sendo assim intuitivo para o usuário, auxiliando no descarte correto. Além disso, também foi encontrado modelos feitos de papelão e alguns que possuíam uma placa na parte superior do equipamento indicando o que poderia ser descartado ali.

Para os modelos da Ásia e da América do Norte, se destacou a grande capacidade, a forma dos orifícios e a cor diferente para o corpo do equipamento e da indicação do resíduo que ali seria descartado. Modelos com o corpo do equipamento transparente também foram encontrados e, normalmente são utilizados em aeroportos para evitar ataques terroristas. Na Oceania, os materiais utilizados eram de diferentes tipos, porém o design também era convencional, semelhante aos modelos existentes no Brasil.

Por último, na América do Sul, os modelos analisados eram do Brasil, sendo tais convencionais, com uma cor para todo o contentor, orifício na parte de cima, fixo e com módulos independentes, não sendo apropriados para ambientes de ensino, nem ambientes externos. Em todos os continentes, os modelos não passavam de 3 módulos integrados, divididos normalmente em secos (recicláveis), úmidos (orgânicos) e contaminados, como metal e aqueles que não se encaixavam nas duas primeiras classificações.

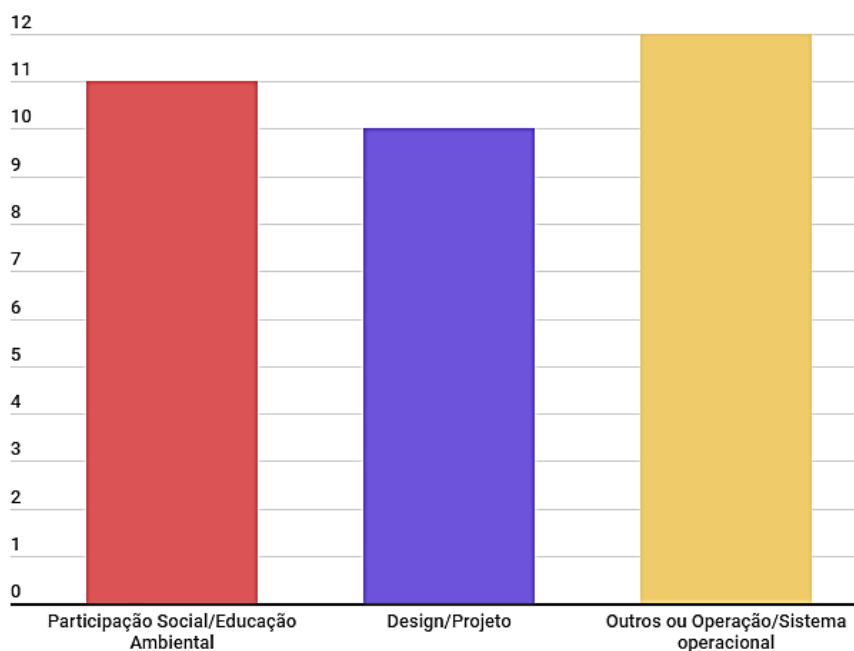


Figura 5: Classificação dos artigos encontrados segundo a temática.

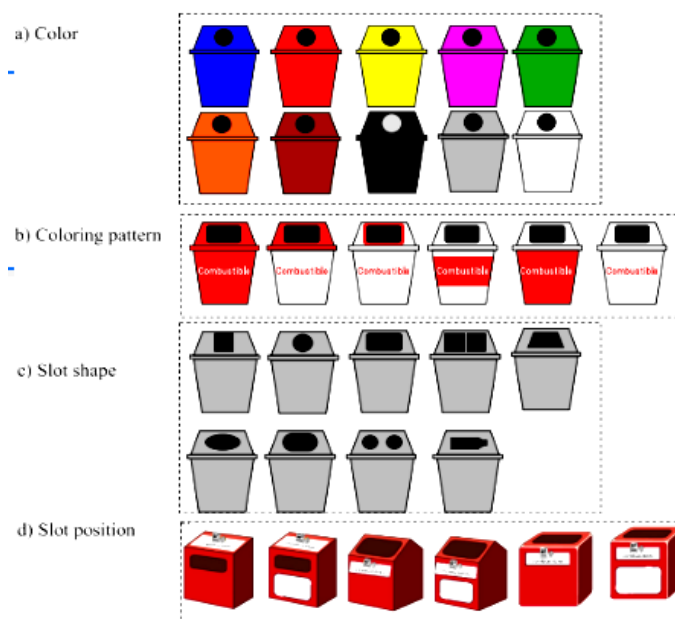


Figura 6: Exemplo de coletores encontrados nos artigos (QIUHUI et al, 2021).

Na área literária, muitos artigos abrangiam mais de uma temática, porém para facilitar a compreensão e montagem da tabela, os artigos foram reclassificados somente em um tema. Durante a leitura completa dos artigos, percebeu-se que 3 (três) não possuíam nenhuma correlação com o estudo e foram desconsiderados; assim, na contagem final foram 33 artigos encontrados. Ademais, 2 (dois) estudos não abordavam escolas ou universidades, porém abrangiam a questão da coleta de resíduos, por isso foram mantidos.

Em todos os estudos, vemos que não existe apenas uma solução ou um modelo de coletor de reciclável que funcionaria caso fosse inserido em um ambiente de ensino, e sim, que devemos considerar as particularidades do local, das pessoas que convivem ali para se desenvolver um projeto de gerenciamento e gestão dos resíduos

ideal para a localidade. Foi possível observar também que o design, cor, tamanho/altura dos coletores, formato do bocal, lugar onde fica localizado, influenciam na participação das pessoas na separação correta dos resíduos.

Alguns estudos abordaram e concluíram que oferecer “recompensas” e feedbacks imediatos, como uma mensagem sonora de “Obrigada(o)” emitido por um coletor inteligente ao se descartar corretamente o resíduo, também faz com que as pessoas participem mais ativamente dessa separação, aumentando, possivelmente, o nível de reciclagem.

Outra abordagem é a questão da quantidade de resíduos classificados como recicláveis, presentes em escolas e universidades, que poderiam gerar lucro caso fossem encaminhados para a reciclagem. Por último, a maioria dos artigos abordam a importância da participação social e da educação ambiental para que ao se implementar projetos se obtenha sucesso, uma vez que apenas colocar coletores de diferentes cores não fará com que as pessoas compreendam o que deve ser descartado nesse local. Palestras, cursos, cartazes, sinalizações, figuras indicando o que são materiais recicláveis, como separá-los e descartá-los é de suma importância para o êxito desses estudos.

CONCLUSÕES

Por meio desse estudo, foi possível concluir as características físicas e operacionais dos coletores predominantes nos ambientes educacionais brasileiros, sendo eles: feitos de plástico ou de material semelhante, com uma cartela variada de dimensões e capacidades; não são feitos especificamente para ambientes de ensino; possuem uma única cor; indicam o tipo de material através de uma escrita (plástico, papel, vidro, metal) e em alguns casos possuem a imagem do símbolo da reciclagem ou do material a ser descartado; os orifícios são padronizados/convencionais, como as aberturas retangulares e circulares, posicionados na parte superior do equipamento; os módulos são independentes e, normalmente, divididos em secos e úmidos; utilizam sacolas plásticas e os que não utilizam são laváveis devido seu material de fabricação; são fixos não tendo dispositivos de automação. Assim, não existe um modelo padrão para as escolas, sendo a maioria dos coletores improvisados, armazenando incorretamente os resíduos que muita das vezes fica exposto às condições climáticas, afetando o estado daquele material e a higiene do local.

Ademais, a presença de coletores nos ambientes de ensino se configuram como importantes aliados à reciclagem e a separação correta de resíduos. O aumento da conscientização social em preservar o meio ambiente vem promovendo o surgimento de diversos estudos e práticas que visam a maior participação da comunidade. Para que esse comportamento seja mantido e perpetuado é necessário o desenvolvimento de novos estudos que abordem a importância e a influência das características físicas e operacionais dos coletores nos meios de ensino e em demais meios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA BRASIL. Índice de Reciclagem no Brasil é de apenas 4%. 2022. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe>>. Acesso em: 27 jul. 2022.
2. ADRIANA, A. P. P.; MURATA, A. T. Caracterização e quantificação de resíduos sólidos em escola pública do município de Matinhos, PR, para proposição de medidas de gestão de resíduos. 2014. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/231165194.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2022.
3. ICES. Plano de Ação Vitória Sustentável. Vitória: Iniciativa Cidades Emergentes e sustentáveis, 2015.
4. ISO. ISO 9241: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. 1998. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>>. Acesso em: 27 jul. 2022.
5. MUNZLINGER, E; NARCIZO, F. B.; DE QUEIROZ, J. E. R. Sistematização de revisões bibliográficas em pesquisas da área de IHC. Brazilian Computer Society, v. 5138, p. 51–54, 2012.
6. LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SOFTWARE (LAPES). StART. Disponível em: <http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool>. Acesso em: 01 jul. 2022.
7. QIUHUI, J. et al. *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*. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.037>>. Acesso em: 03 jun. 2022.
8. BRINGHENTI, Jacqueline R.; ROLDI, Bruna N. Artigos da Revisão Sistemática da Literatura. Disponível em: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1a3e1ez_eh_yiX3Jvx7CgKJvcRLPOJ7oD9NNB7MSlh6Q/edit#gid=0>. Acesso em: 27 jul. 2022.
9. BRINGHENTI, Jacqueline R.; ROLDI, Bruna N. Coletores de Recicláveis no Mercado - 2021 (2). Disponível em: <<https://docs.google.com/spreadsheets/d/14VB7fOAgUd3c6tfr4q6UAcGLvsl9ZMcC/edit#gid=1287000312>>. Acesso em: 27 jul. 2022.