“O QUE TEM NESTA CAÇAMBA”? UMA ATIVIDADE PEDAGÓGICA PARA AUXILIAR NO ENSINO SOBRE CIRCULARIDADE DE RESÍDUOS EM UM CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

"What is in this construction waste container?" a pedagogical activity to assist in teaching about waste circularity in an architecture and urbanism course

Lucas Rosse Caldas
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, Rio de Janeiro | lucas.caldas@fau.ufrj.br

Maria Cynthia de Araújo Urbano
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, Rio de Janeiro | maria.urbano@fau.ufrj.br

Resumo

O presente estudo tem o objetivo de apresentar a atividade pedagógica “O que tem nesta caçamba?”, como produto principal gerado (um mapa coletivo) e o feedback dos alunos participantes. A partir de organização de fichas com diferentes informações de identificação, a turma foi dividida em duplas para o registro fotográfico. Com informações solicitadas para a construção de um mapa coletivo (via crowdsourcing) foi possível visualizar no território a distribuição das caçambas avaliadas e fazer algumas correlações. A pesquisa traz duas contribuições importantes do ponto de vista da Economia Circular: (1) apresenta um exemplo de atividade pedagógica que pode ser desenvolvida nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil; (2) o mapa coletivo produzido poder servir de banco de dados para uma futura tomada de decisão no município para auxiliar na gestão dos resíduos presentes nestas caçambas, aumentando o potencial de circularidade dos mesmos no ambiente urbano.

Palavras-chave: Economia circular; Arquitetura; Resíduos; Ensino.

ABSTRACT

The aim of this study is to present the pedagogical activity "What's in this construction waste container?", as the main product generated (a collective map), and the feedback from participating students. By organizing cards with different identification information, the class was divided into pairs for photographic recording. The requested information to build a collective map (via crowdsourcing), where it was possible to visualize the distribution of evaluated dumpsters in the territory and make some correlations. The research brings two important contributions from the perspective of the Circular Economy: (1) it presents an example of a pedagogical activity that can be developed in Architecture and Urbanism and Civil Engineering courses; (2) the collective map produced can serve as a database for future decision-making in the municipality to assist in the management of the waste present in these dumpsters, increasing their circularity potential in the urban environment.

Keywords: Circular Economy; Architecture; Waste; Teaching.

1 INTRODUÇÃO

O setor da Arquitetura, Construção e Operação (AECO) é responsável por uma parcela considerável de geração de resíduos sólidos, os chamados resíduos da construção e demolição (RCD) ou resíduos da construção civil (RCC). Estima-se que aproximadamente 44 milhões de toneladas de RCDs tenham sido geradas no Brasil em 2023, o que equivale a mais de 50% da geração dos resíduos sólidos urbanos (RSU), segundo dados da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA, 2025).

Neste sentido, é necessário formas de se diminuir a geração desses resíduos, considerando o contexto da chamada Economia Circular (EC). Para isto, é essencial que nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharias seja incentivada uma maior discussão sobre a circularidade dos materiais, para aumentar a chance de reuso e reciclagem dos mesmos. O reuso pode ser definido como reaproveitar materiais ou resíduos sem submetê-los a reprocessamento (ou apenas um processamento mínimo), enquanto a reciclagem como transformar resíduos em algo novo, ou seja, inserir o material em um novo ciclo de produção. Isso envolve o reprocessamento de itens para a criação de novos produtos. Assim, o primeiro sempre deve ser priorizado, pois é um processo mais simples, que gastará menos recursos e gerará menos impactos ambientais e tende a manter um maior valor agregado ao produto descartado (Minunno *et al.*, 2020).

Nas áreas urbanas é comum verificar o armazenamento intermediário de RCDs em caçambas, em que muitos dos casos acabam sendo contaminadas por outros resíduos ou materiais, inviabilizando o reúso ou reciclagem dos resíduos ali presentes. Neste contexto, a presente pesquisa faz parte de uma experiência pedagógica da disciplina de “Laboratório Avançado – Circularidade de Materiais em Arquitetura” ministrada no curso de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), cujo objetivo é apresentar a atividade realizada, o produto principal gerado (um mapa coletivo) e o feedback dos alunos participantes da disciplina. A atividade nomeada “O que tem nesta caçamba?” faz parte de uma das atividades avaliativas da referida disciplina, em que em um primeiro momento se pretende fazer um diagnóstico dos tipos de resíduos presentes e o potencial de circularidade destes resíduos. Posteriormente, é avaliado o feedback dos alunos matriculados na disciplina sobre a atividade realizada.

Esta pesquisa contribui por apresentar uma atividade pedagógica de característica prática que pode ser aplicada e adaptada a outros cursos de Arquitetura e Urbanismo e/ou Engenharias e que pode estimular e aprofundar a discussão sobre o tema da circularidade de materiais e resíduos, ajudando a fomentar uma EC no setor da AECO.

2 METODOLOGIA

O mapeamento coletivo dos resíduos visa pontuar o potencial de reuso ou reciclagem dos materiais descartados na cidade do Rio de Janeiro e, através da disciplina de “Laboratório Avançado – Circularidade de Materiais em Arquitetura”, os alunos se organizaram em grupos e utilizaram a ferramenta do Google Maps para mapear as caçambas que continham resíduos de obras. O intuito desta iniciativa busca a contribuir para a economia circular, promovendo um maior reaproveitamento de materiais descartados da construção civil. Esse tipo de mapeamento pode ser considerado um tipo de *crowdsourcing* e é possibilitado pelo uso de diferentes tecnologias digitais. Pode ser definida como uma abordagem inovadora e descentralizada de solução de problemas que aproveita a inteligência coletiva e as diversas habilidades de uma grande comunidade. Em outras palavras, é a inteligência derivada da colaboração entre pares (SMITH, RAMOS, DESOUZA, 2015).

Inicialmente, os resíduos foram organizados por classes de destinação final a fim de ter uma visão geral dos resíduos descartados, de acordo com a Resolução nº 307/2002 (BRASIL, 2002) e outras correlatas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), para assim, entender qual o maior potencial de reuso ou reciclagem dos resíduos presentes nas caçambas, conforme é apresentado no Quadro 1.

Em seguida, com o levantamento fotográfico e descritivos dos resíduos encontrados, os alunos identificaram as áreas de interesse (bairros e municípios) da cidade do Rio de Janeiro - RJ no aplicativo Google Maps e mapearam a localização das caçambas (Figura 1) conforme o roteiro abaixo:

- Com o botão direito do mouse no local da caçamba e selecione a opção "Adicionar marcador" (no computador).
- Pressione o local e selecione "Salvar" ou "Adicionar etiqueta".

- Dê um nome à etiqueta (exemplo: "Caçamba - Rua X") e adicione observações relevantes, como:
  - Tipo de material predominante (entulho, madeira, metais);
  - Data da observação.

Quadro 1: Organização da classificação dos resíduos encontrados para a produção do mapa

Classe e cor	Descrição dos tipos de resíduos
Classe A	Agregados, solo, cimento, argamassa, concreto
Classe B	Madeira, aço, alumínio, madeira, papelão, plástico, gesso
Classe A e B	Agregados, solo, cimento, argamassa, concreto, Madeira, aço, alumínio, madeira, papelão, plástico, gesso
Classe C	Sacos de cimento, EPIs, roupas, capacetes, etc.
Classe D	Resíduos perigosos: latas de tinta, baterias, toners de impressora, etc

Posteriormente os dados coletados por todos os alunos foram mapeados em uma planilha eletrônica, organizada por: (1) Identificação alunos; (2) Tipo de resíduos; (3) Classe e Cor CONAMA; (4) Empresa responsável; (4) Bairro; (5) Data de coleta; (6) Potencial destinação final; (6) Observação e (7) Registros fotográficos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MAPEAMENTO COLETIVO

O mapa coletivo produzido com a localização das caçambas é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Localização das caçambas no Rio de Janeiro



Os marcadores das caçambas foram identificados pelas classes do CONAMA e caracterizados pelas diferentes camadas de resíduos, resultando no mapeamento detalhado com a descrição dos materiais, avalição do potencial em economia circular e sugestões para logística de coleta e locais apropriados para reuso ou reciclagem (Figura 2).

A partir da planilha eletrônica produzida foi possível tirar algumas conclusões. As Classes A e B são visíveis em maiores quantidades nos bairros e municípios do Rio de Janeiro; a Zona Sul representa a área com maior descarte provenientes de obras em unidades habitacionais e comerciais; as observações dos alunos remetem o destino dos resíduos Classe A para aterros sanitários e os poucos materiais da Classe B foram considerados com reutilizados ou reciclados; a Classe C não teve representação no mapa; e a Classe D, com seu potencial em resíduo perigoso, foi mapeado em áreas educacionais ou administrativas.

Figura 2: Mapeamento das caçambas



3.2 FEEDBACK DOS ALUNOS

Nas Figuras 3 a 7 são apresentadas as respostas do questionário enviado aos alunos participantes da disciplina, totalizando 10 respostas. É possível notar que de forma geral a atividade foi bem aceita e recebida pelos alunos.

Figura 3: Pergunta “O que você achou da atividade?”.

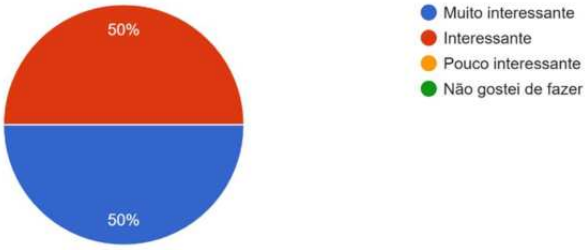


Figura 4: Pergunta 2: “Esta atividade te ajudou a refletir mais sobre a circularidade dos materiais?”.

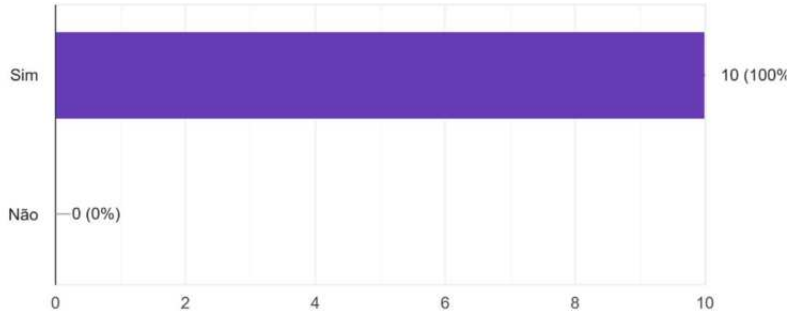


Figura 5: Terceira pergunta: “Depois desta atividade você acha que passará a olhar com mais atenção os materiais e resíduos que existem nas caçambas da cidade?”.

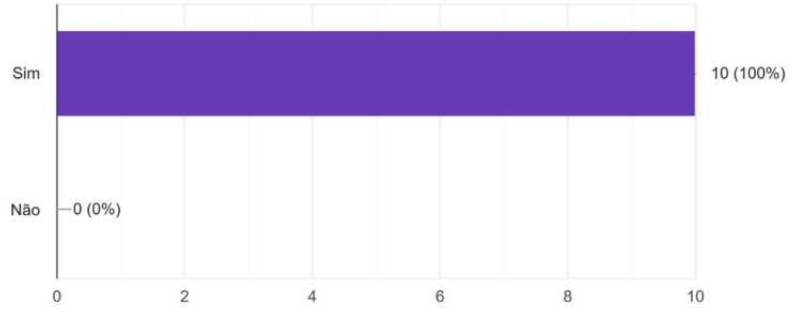


Figura 6: Quarta pergunta: “Você acha que faz parte da responsabilidade do Arquiteto e/ou Engenheiro Civil atentar para este cuidado de separação dos resíduos?”.

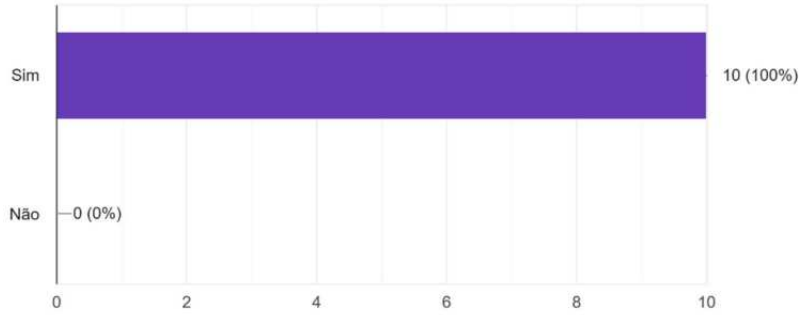


Figura 7: Quinta pergunta: “Qual você acha que é a principal dificuldade para reaproveitamento dos materiais e resíduos encontrados em caçambas da cidade?”.



Uma das principais conclusões verificadas e discutidas na sala de aula foi a verificação o quão difícil é separar e aproveitar resíduos de caçambas e do dinamismo que existe neste processo (conforme é visto nas várias respostas apresentadas na Figura 7). Alguns alunos notaram que em um dado momento algum material/resíduo estava disponível, e, logo depois, ele já havia sido recolhido ou estava impossibilitado de ser reutilizado (por ter sido danificado, contaminado ou outro motivo). Esta questão levou a uma discussão importante na sala de aula.

Desta forma, a partir desta atividade foi possível reforçar a importância de se evitar que os resíduos cheguem nas caçambas, mas que eles sejam reaproveitados antes, e, para isto é essencial que haja em um primeiro momento a consciência dos profissionais envolvidos e que se estimule a criação de um mercado de reaproveitamento local, que valorize produtos que serão descartados. Para isto, o uso das tecnologias de comunicação e informação são essenciais, por possibilitarem que dados e informações sejam compartilhados em tempo real e poderem conectar os diferentes atores e pessoas envolvidas (principalmente o gerador do resíduo e quem vai conseguir reaproveitar), diminuir obstáculos de logística, entre outros (YU *et al.*, 2022).

Do ponto de vista da arquitetura e urbanismo e engenharia civil é preciso que se pense em um processo de projeto, que considere todo o ciclo de vida do edifício, seja para a desconstrução ao invés da demolição (para aumentar o potencial de reutilização dos materiais), como salientado por Oliveira, Gonzalez, Kern (2024) como também, um projeto que seja mais fácil de incorporar materiais reutilizados, em que a lógica de especificação é completamente diferente. Por exemplo, com estratégias que facilitem o reuso de materiais como o uso de peças menores e mais leves, a não padronização dos elementos, layout adaptável, entre outras (Piccardo; Hughes, 2022). Todos esses temas foram tratados como parte da ementa nas aulas teóricas da disciplina e é preciso que os alunos tenham esses processos e conceitos muito bem internalizados.

4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa coletivo produzido pode ser considerado um bom exemplo visual e prático para uma disciplina de graduação que aborde o tema central de circularidade de materiais. Isto foi confirmado pelo questionário, em que foi possível observar a boa aceitação por todos os alunos e a capacidade da atividade trazer reflexões importantes sobre o papel do arquiteto e urbanista no processo de circulação e circularidade dos materiais nos projetos de edificações. Talvez a reflexão mais importante, foi verificar de forma visual que se deve evitar ao máximo o envio de materiais para as caçambas, pois quando eles chegam até este momento, o seu reaproveitamento se torna bastante dificultado (em muitos casos, impossível de ser realizado).

Embora esta pesquisa esteja ainda na sua fase inicial, ela traz duas contribuições importantes do ponto de vista da Economia Circular. A primeira, por apresentar um exemplo de atividade pedagógica que pode ser desenvolvida nos cursos de arquitetura e urbanismo e engenharia civil e ao mesmo tempo fazendo uso das novas tecnologias de informação e comunicação. A segunda, pelo mapa coletivo produzido poder servir de banco de dados para uma futura tomada de decisão no município para auxiliar na gestão dos resíduos presentes nestas caçambas, aumentando o potencial de circularidade dos mesmos no ambiente urbano.

Para pesquisas futuras, pretende-se continuar mapeando essas caçambas para se ter séries históricas e temporais que possibilitem fazer análises mais robustas e diversificadas.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Universidade Federal do Rio de Janeiro, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ) ao CNPq - Edital Universal -pelo apoio à pesquisa e à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

REFERÊNCIAS

ABREMA. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024. Disponível em: https://www.abrema.org.br/panorama/ , acesso em 10/01/2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2002) **Resolução CONAMA nº. 307**, de 5 de julho de 2002.

OLIVEIRA, J. de.; GONZALEZ, M. A. S.; KERN, A. P. Análise do projeto para desmontagem e desconstrução como ferramenta da economia circular da construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 24, e133051, jan./dez. 2024. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212024000100768

MINUNNO, Roberto; O'GRADY, Timothy; MORRISON, Gregory M.; GRUNER, Richard L. Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: a circular economy case study of a modular building. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 160, January, p. 104855, 2020. ISSN: 0921-3449. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920301750 > Acesso em 27 jan. 2025. doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104855

PICCARDO, Chiara. HUGHES, Mark. Design strategies to increase the reuse of wood materials in buildings: Lessons from architectural practice**. Journal of Cleaner Produciton**, v. 368, n. 25, sep. 2022, p. 133083. ISSN: 0959-6526. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622026737> Acesso em 29 jan. 2025. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133083

SMITH, Kendra L; RAMOS, Isabel; DESOUZA, Kevin C. Economic resilience and crowdsourcing platforms**. JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 12, n. 3, set/dec. 2015, p. 595-626. ISSN: 1807-1775. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jistm/a/KHhhGVRbhNTKbMJVyrvvCGg/?lang=en&format=pdf> Acesso em 28 jan. 2025. doi: 10.4301/S1807-17752015000300006

YU, Yifei; YAZAN, Devrim Murat; JUNJAN, Veronica; IACOB. Maria-Eugenia. Circular economy in the construction industry: A review of decision support tools based on Information & Communication Technologies**. Journal of Cleaner Produciton**, v. 349, n. 15, mai. 2022, p. 131335. ISSN: 0959-6526. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622009623> Acesso em 29 jan. 2025. doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131335