

# Lixeira Certa: Jogo Arcade para o Ensino da Separação de Resíduos para Crianças

Rafael da Silva Rocha  
Universidade do Vale do Itajaí -  
Univali  
rrocha@edu.univali.br

Daniel Barbosa Siebert  
Universidade do Vale do Itajaí -  
Univali  
daniel.siebert@univali.br

José Vítor Lemos  
Universidade do Vale do Itajaí -  
Univali  
jose.8323470@edu.univali.br

Henrique Andretti Coelho  
Universidade do Vale do Itajaí -  
Univali  
henriquec@edu.univali.br

Tiago Vinícius Ficagna  
Universidade do Vale do Itajaí -  
Univali  
tiago@univali.br

Guilherme Sauthier  
Universidade do Vale do Itajaí -  
Univali  
guilherme.sauthier@univali.br

Giorgio Gilwan da Silva  
Universidade do Vale do Itajaí -  
Univali  
giorgiogilwan@univali.br

## ABSTRACT

The increasing generation and improper disposal of urban solid waste pose a significant challenge to Sustainable Development Goal 11 (SDG 11), specifically Target 11.6. Inadequate waste separation reveals gaps in environmental education, demanding innovative pedagogical strategies. This work presents the development of "Lixeira Certa", a mobile serious game based on Game-Based Learning (GBL). The design features an arcade-style drag-and-release (slingshot) interaction where players sort waste into bins under time pressure. Unlike passive methods, the core loop prioritizes motor interaction and procedural memory. The prototype integrates a scaffolding mechanism with visual feedback to reinforce cognitive association. By aligning immediate feedback with SDG 11 goals, the project offers a scalable technology-driven approach to child environmental awareness.

## KEYWORDS

*Serious Games, Game-Based Learning, Arcade Game Design, Environmental Education.*

## 1 Introdução

A crescente geração de resíduos sólidos urbanos e o descarte inadequado representam desafios significativos para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11). Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais [13], o Brasil gera cerca de 82 milhões de toneladas de resíduos anualmente, sendo que uma parcela considerável ainda é destinada a lixões a céu aberto. Esse cenário impacta diretamente a Meta 11.6, que visa reduzir o impacto ambiental negativo das cidades per capita, inclusive prestando atenção especial à gestão de resíduos

municipais [14]. A dificuldade na separação correta dos resíduos, observada em diferentes faixas etárias, evidencia lacunas na educação ambiental básica e reforça a necessidade de estratégias pedagógicas inovadoras desde a infância.

Nesse contexto, a utilização de jogos digitais como ferramenta educativa tem se mostrado uma alternativa eficiente para o processo de ensino-aprendizagem, especialmente quando fundamentada na metodologia de Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game-Based Learning* – GBL). Essa abordagem alia entretenimento e educação ao promover experiências imersivas, nas quais o jogador aprende por meio da interação e do *feedback* imediato, princípios cruciais para o engajamento de crianças e centrais no *design* de jogos do gênero *arcade*.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento do protótipo Lixeira Certa, um jogo arcade para dispositivos móveis voltado à educação ambiental e à sensibilização infantil quanto à separação de resíduos sólidos. A proposta busca explorar mecânicas simples para promover o aprendizado lúdico, reforçar comportamentos sustentáveis e contribuir para a Meta 11.6 do ODS 11.

## 2 Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

O Brasil gera aproximadamente 82 milhões de toneladas de resíduos anualmente, com baixa taxa de reciclagem [3], [5], o que sublinha a urgência do tema. A destinação correta configura um problema ambiental e de saúde pública [3], em consonância com o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e a Meta 11.6. Nesse contexto, a Educação Ambiental é essencial para estimular mudanças comportamentais desde a infância,

sendo o ponto de partida para a implementação efetiva da coleta seletiva [2], [5].

A utilização de jogos digitais como ferramenta pedagógica é um campo de pesquisa em ascensão, especialmente através da metodologia de Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game-Based Learning* – GBL). O GBL é altamente eficaz por converter o aluno no protagonista da história, aumentando a motivação e permitindo que o conteúdo seja assimilado e retido de forma envolvente e atraente [6]. Essas características são particularmente relevantes no ensino fundamental, em que engajamento e *feedback* imediato são essenciais para a atenção e retenção do conteúdo.

O Lixeira Certa se enquadra na categoria de Jogos Sérios (*Serious Games*), que são definidos como jogos utilizados com propósito de ensino, aprendizagem ou treinamento, e não apenas de entretenimento [10]. Pesquisas recentes indicam que os *Serious Games* não apenas promovem a aprendizagem ativa [8], [11], mas também são ferramentas promissoras para orientar o processo de melhoria de atitudes e comportamentos [9], o que é fundamental para a adoção de práticas sustentáveis.

Diversos trabalhos têm explorado a temática de resíduos sólidos e coleta seletiva utilizando jogos. Há iniciativas com jogos de tabuleiro e materiais reciclados [1], [11], [12], bem como jogos digitais voltados à destinação correta de resíduos, como ReciclaQuest [1], Goletando [4] e um protótipo arcade com robô coletor para Android [5].

O Lixeira Certa se diferencia dos jogos existentes ao integrar o aprendizado da coleta seletiva na mecânica central do gênero *arcade* de arremesso (*slingshot*) (Seção 3). Essa escolha é justificada pela necessidade de um jogo para dispositivos móveis, acessível e que utilize o *feedback* imediato e a pressão do tempo para reforçar rapidamente a associação entre o resíduo e sua lixeira correta, garantindo alta capacidade de resposta e foco, características primárias para o público infantil [6]. A utilização da mecânica *slingshot*, em contraste com o formato de *quiz* ou jogos baseados em narrativa sequencial, promove uma interação motora tátil e direta. Essa abordagem é crucial, pois facilita a retenção de memória procedural e sinestésica do conceito (resíduo + cor), tornando-se pedagogicamente mais eficaz para a mudança de comportamento do que o aprendizado baseado puramente na memorização.

### 3 Metodologia

O desenvolvimento seguiu a abordagem de Design Science Research (DSR), focada na criação de um artefato tecnológico para resolver um problema prático [7].

#### 3.1 Design do Jogo e Fluxo Narrativo

O jogo inicia com um menu animado e um sistema de partículas simulando a queda de resíduos. Ao iniciar a partida, uma animação 2D exibe um caminhão de lixo realizando o setup das lixeiras na cena. O cenário de fundo (lixão) funciona como contraste visual para as lixeiras coloridas. O tempo de partida é fixado em 1 minuto, incentivando o foco e a agilidade.

#### 3.2 Implementação Técnica e Módulos do Sistema

O protótipo foi desenvolvido na *engine Unity* utilizando a linguagem *C#*, adotando uma estrutura modular para garantir a estabilidade e escalabilidade do sistema. A interação principal, baseada na mecânica de *slingshot*, foi implementada por meio do cálculo de vetores de força entre o ponto de toque inicial e o arrasto do usuário. Para auxiliar na visualização da trajetória, utilizou-se o componente *TrailRenderer*, que projeta uma parábola indicativa antes que o objeto receba uma força proporcional em seu *Rigidbody2D*. Visando o reforço pedagógico, fundamentado no conceito de *Scaffolding* [15], o sistema identifica a *Tag* do resíduo instanciado e dispara uma animação de brilho intermitente na lixeira correspondente, oferecendo um *feedback* visual preventivo ao jogador. A validação do descarte ocorre por meio do método *OnTriggerEnter2D*, onde a comparação entre as *Tags* do projétil e do alvo determina a consequência lógica: acertos incrementam a pontuação e adicionam segundos à variável global de tempo (*float timer*), enquanto erros acionam áudios de *feedback* negativo e deduções no cronômetro. Por fim, o desafio é elevado sistematicamente por dois mecanismos: a presença de um obstáculo móvel com colisor ativo que bloqueia a trajetória direta e um algoritmo de embaralhamento que reordena as lixeiras no eixo Y (vertical) a cada 10 segundos, exigindo que o jogador reavalie constantemente a associação entre o tipo de resíduo e a cor do coletor.

### 4 Resultados e Discussão

O protótipo Lixeira Certa demonstrou-se funcional, apresentando uma interface intuitiva onde a mecânica de arremesso atua como o principal motor de engajamento.

#### 4.1 Apresentação do Protótipo Lixeira Certa

A implementação do protótipo Lixeira Certa, concebido na *engine Unity* para plataformas móveis, resultou em uma solução tecnológica que prioriza a agilidade e a resposta visual imediata. A interface gráfica destaca-se pelo uso de *pixel art* 2D e pelo contraste narrativo estabelecido entre o cenário de fundo, que retrata um lixão a céu aberto para fins de sensibilização, e as unidades de coleta coloridas, que representam a solução ambiental. Durante o *gameplay*, o *Heads-Up Display* (HUD) fornece informações críticas em tempo real, incluindo o cronômetro regressivo de um minuto e o placar de pontuação, elementos típicos do gênero *arcade* que sustentam o engajamento e o estado de *flow*. A mecânica central de arremesso é introduzida por meio de um indicador visual que direciona o jogador ao recipiente de *spawn*; ao interagir com o resíduo, o usuário visualiza uma trajetória parabólica dinâmica via *TrailRenderer*, permitindo o ajuste preciso da força e do ângulo necessários para atingir o alvo correto. Conforme ilustrado na Figura 1, essa dinâmica é reforçada por um sistema de auxílio visual onde a lixeira de destino emite um brilho intermitente, guiando o aprendizado por meio de *feedback* imediato. A

experiência é complementada por uma camada sonora que diferencia acertos e erros, enquanto o desafio é elevado sistematicamente pela presença de um obstáculo dinâmico flutuante e pelo reposicionamento automático dos coletores no eixo vertical a cada dez segundos, garantindo que a associação cognitiva entre resíduo e cor prevaleça sobre a simples memorização espacial da interface.



**Figura 1: Interface de jogo do protótipo Lixeira Certa, destacando a mecânica do estilingue, o sistema de pontuação e o contexto de sensibilização (lixão).**

#### 4.2 Discussão sobre a Eficácia do Design Arcade no GBL

Embora ainda não tenha sido conduzida avaliação empírica com o público-alvo, a análise do design do protótipo permite discutir seu potencial à luz dos princípios de GBL, sobretudo pela correlação direta entre o design arcade e o *Game-Based Learning*. A mecânica central de estilingue exige do jogador não apenas a memorização da cor, mas a execução de uma ação motora precisa para acertar o alvo correto. Esse *learning by doing*, mediado pela interação tátil, cria associação cognitiva e sinestésica entre o tipo de resíduo e a ação de descarte, sendo mais eficaz do que o formato passivo de *quiz*.

O sistema de pontuação e tempo traduz o acerto ou erro em uma consequência imediata e clara: o tempo bônus recompensa a acurácia, mantendo o *flow* e a motivação, enquanto a perda de tempo por erros funciona como um incentivo à autocorreção sem gerar frustração punitiva (*game over*), ideal para o público infantil [9]. A apresentação do obstáculo (barra de metal) assegura que o desafio não se esgote na memorização de cores, mas exige habilidade, sustentando o engajamento de longo prazo.

A implementação na *engine* Unity e o foco na plataforma *mobile* garantem que o artefato seja amplamente acessível, permitindo que a mensagem ODS 11 (gestão de resíduos) atinja diversos contextos socioeconômicos e geográficos, tanto em ambientes escolares quanto domésticos. O baixo requisito de *hardware*, viabilizado pelo estilo 2D *pixel art*, potencializa a distribuição do jogo como uma ferramenta efetiva de educação ambiental em larga escala.

### 5 Considerações Finais

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do protótipo Lixeira Certa, um jogo *mobile* arcade concebido com base nos princípios do

Game-Based Learning (GBL) para auxiliar na educação ambiental e no estímulo à coleta seletiva em crianças, em alinhamento direto com a Meta 11.6 do ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).

A principal contribuição deste estudo reside na proposta de um artefato tecnológico (o jogo) que integra, de forma inovadora, a mecânica *arcade* de arremesso (*slingshot*) com a necessidade pedagógica de reforçar a associação cognitiva entre resíduos e suas lixeiras. O *design* do *core loop* (gênero *Arcade*) demonstrou potencial para maximizar o engajamento e fornecer um *feedback* imediato e não punitivo, essencial para a retenção de novos comportamentos em crianças.

Contudo, este trabalho se limita à apresentação do protótipo e à discussão de seu potencial pedagógico. O estudo não inclui uma fase de avaliação empírica com o público-alvo. Como trabalhos futuros, propõe-se concluir os testes de usabilidade e playtests com crianças do Ensino Fundamental I, seguidos de um estudo de eficácia para medir retenção de memória e mudança de comportamento. Em horizonte mais amplo, planeja-se expandir o protótipo para outros ODS, novas mecânicas de interação, cenários temáticos e níveis de dificuldade mais complexos.

### Referências

- [1] Jogos para Mudar o Mundo: ReciclaQuest e o Ensino de Práticas Sustentáveis. Anais Estendidos do SBGames. Disponível em: [https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames\\_estendido/articulo/download/37125/36910/](https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/articulo/download/37125/36910/). Acesso em: 15 nov. 2025.
- [2] Desenvolvimento do Jogo "As Cores da Reciclagem": Uma Abordagem Interativa para a Educação Ambiental e o Descarte Consciente. Cadernos de Agroecologia. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/articulo/view/10079>. Acesso em: 16 nov. 2025.
- [3] Educação Ambiental e Uso de Jogos Digitais na Percepção das Crianças. CREDE 2 / SEDUC-CE. Disponível em: <https://www.ced.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/82/2022/05/CREDE-2-JULIO-CESAR-HOLANDA-ARAUJO-2.pdf>.
- [4] Goletando: Um Jogo Educacional para o Ensino da Coleta Seletiva de Lixo. Anais do SBGames 2015. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/cultura-full/147546.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2025.
- [5] Proposta de jogo educativo para ensino e conscientização da coleta seletiva de lixo. Anais Estendidos do SBGames. Disponível em: [https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames\\_estendido/articulo/view/19717](https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/articulo/view/19717). Acesso em: 18 nov. 2025.
- [6] Benefícios dos Videogames na Aprendizagem. Iberdrola. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/talentos/beneficios-videogames-aprendizagem>.
- [7] Design Science Research (DSR) como método de pesquisa em políticas públicas. Revista Missões – Ciências Humanas e Sociais. Disponível em: <https://revistamissoeschs.com.br/missoes/articulo/view/267>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- [8] Serious games e aprendizagem ativa no ensino médico de graduação. Revista Eletrônica Acervo Saúde. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/articulo/view/21338>.
- [9] Serious games como estratégia motivacional para adesão ao tratamento em Saúde Mental: revisão sistemática. Dissertação – UFRGS. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/209926/00112607.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2025.
- [10] Vantagens e limitações do Serious Games no ensino da enfermagem: potencial no contexto pós-COVID-19. Global Academic Nursing Journal. Disponível em: <https://www.globalacademicnursing.com/index.php/globacadnurs/articulo/view/233>. Acesso em: 19 nov. 2025.
- [11] Jogo Recicla Pinball: aprenda sobre a coleta seletiva jogando. IFAL – Produto educacional. Disponível em:

- <https://www2.ifal.edu.br/ppgtec/produtos-tecnico-tecnologicos-ptts/arquivos/arquivos-ptts-2024/maria-clara-amanda-e-thiago-jogo-reciclapinball.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2025.
- [12] Coleta seletiva: jogo educativo. Escola Games. Disponível em: <https://www.escolagames.com.br/jogos/coleta-seletiva>. Acesso em: 19 nov. 2025.
- [13] ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2022/>. Acesso em: 06 mar. 2026.
- [14] ONU. The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition. New York: United Nations, 2023. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>. Acesso em: 06 mar. 2026.
- [15] WOOD, D.; BRUNER, J. S.; ROSS, G. The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, v. 17, n. 2, p. 89-100, 1976.