



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

ROQUEUDISON SOBRINHO DOS ANJOS

**ECOAVENTURA: JOGO EDUCATIVO PARA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL
PARA CRIANÇAS**

TUCURUÍ
2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

ROQUEUDISON SOBRINHO DOS ANJOS

**ECOAVENTURA: JOGO EDUCATIVO PARA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL
PARA CRIANÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Computação, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientadora: Dr(a). Viviane Almeida dos Santos

TUCURUÍ
2026

Página destinada à inserção da ficha catalográfica, não deve ser contada nem numerada.

Para gerar a ficha catalográfica, acesse: <http://bcficat.ufpa.br/>.

Em trabalhos impressos, deve constar no verso da folha de rosto.

Em trabalhos em formato eletrônico, deve constar imediatamente após a página de rosto.

ROQUEUDISON SOBRINHO DOS ANJOS

**ECOAVENTURA: JOGO EDUCATIVO PARA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL
PARA CRIANÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Computação, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Data da aprovação: 26/02/2026

Conceito: Excelente

BANCA EXAMINADORA

Dra. Viniane Almeida dos Santos
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Dr. Otávio Noura Teixeira
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Ma. Ingrid Nery Mendes
Universidade Federal do Pará (UFPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus pela vida, pela força e pela perseverança que me sustentaram durante toda esta caminhada.

Aos meus pais, Irlandia e Roqueudison, minha base e meu exemplo, deixo minha mais profunda gratidão por todo amor, apoio, incentivo e sacrifício feitos ao longo da minha vida. Nada disso seria possível sem vocês.

Às minhas irmãs, Suelen e Suanne, pelo companheirismo, pela torcida constante e por estarem sempre ao meu lado nos momentos difíceis e nas conquistas.

À minha esposa, Julia, pelo amor, paciência, compreensão e apoio diário. Obrigado por caminhar comigo, por acreditar em mim e por ser meu porto seguro durante esta jornada. Dedico também este trabalho ao meu filho recém-nascido, Joaquim, que chegou trazendo ainda mais sentido, motivação e esperança para o meu futuro.

Aos meus amigos de longa data, Keven e Wesley, parceiros de vida e de faculdade, agradeço pela amizade verdadeira, pelas conversas, pela ajuda nos estudos e por dividirem comigo tantos desafios e vitórias.

A todos os demais amigos e colegas de faculdade que, de alguma forma, contribuíram com apoio, conhecimento e incentivo ao longo do curso, meu muito obrigado.

Aos professores da faculdade, pelo ensino e dedicação. Em especial, minha sincera gratidão à professora Viviane Santos, por ter aceitado me orientar neste projeto, pela orientação segura, pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições para a realização deste trabalho.

A todos que fizeram parte dessa trajetória, direta ou indiretamente, meu muito obrigado. Este trabalho também é de vocês.

EPÍGRAFE

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

RESUMO

A problemática do descarte inadequado de resíduos sólidos representa um dos principais desafios ambientais da atualidade, estando associada à poluição, ao aumento de lixões e à baixa efetividade da reciclagem. Como estratégia para enfrentar essa questão, este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo digital educativo, denominado *EcoAventura*, voltado para crianças de 7 a 13 anos, utilizando a gamificação como recurso pedagógico. A escolha por um jogo digital de plataforma 2D justifica-se pelo seu potencial de engajamento, interatividade e capacidade de proporcionar aprendizagem significativa por meio de desafios e feedback imediato. A metodologia compreendeu o levantamento bibliográfico, a modelagem via metodologias ágeis e o desenvolvimento no motor de jogos GDevelop, contextualizando os cenários em pontos turísticos da cidade de Tucuruí, Pará. O sistema foi estruturado para ensinar a identificação e a separação de resíduos nas lixeiras corretas. A validação ocorreu por meio de testes práticos com o público-alvo, cujos resultados demonstraram excelente aceitação técnica e pedagógica: todos os participantes relataram facilidade na compreensão da coleta seletiva e forte influência para a adoção de práticas sustentáveis no cotidiano. Conclui-se que a ferramenta é eficaz e viável para promover o descarte consciente e a educação ambiental infantil.

Palavras-chave: Educação ambiental, Gamificação, Reciclagem, Descarte consciente, Sustentabilidade, Jogo educativo.

ABSTRACT

The problem of inadequate solid waste disposal represents one of the main environmental challenges today, associated with pollution, the increase in dumps and landfills, and the low effectiveness of recycling processes. As a strategy to address this issue, this work proposes the development of an educational digital game, named EcoAventura, aimed at children aged 7 to 13, using gamification as a pedagogical resource. The choice of a 2D platform game is justified by its potential for engagement, interactivity, and ability to provide meaningful learning through challenges and immediate feedback. The methodology included a literature review, agile modeling, and application development using the GDevelop engine, with environments based on real tourist landmarks in the city of Tucuruí, Pará. The game was structured to teach the identification and proper separation of waste into correct recycling bins. The proposal was validated through practical usability testing with the target audience. The results demonstrated excellent technical and pedagogical acceptance: all participants reported ease in understanding waste separation and a strong influence to adopt sustainable practices in their daily lives. In conclusion, the tool is effective and viable for promoting conscious waste disposal and environmental education for children.

Keywords: Environmental education, Gamification, Recycling, Conscious disposal, Sustainability, Educational game.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Equipe do projeto “Por um rio limpo: Ecobarreira – Um pacto pela sustentabilidade	32
Figura 2 - Concepção inicial do EcoAventura no Miro.....	34
Figura 3 - Interface de planejamento de atividades no Trello	36
Figura 4 - Desenvolvimento ciclo PDCA do sistema.....	37
Figura 5 - Super Mario World, 1990.	41
Figura 6 - Fluxograma de funcionamento do EcoAventura.....	43
Figura 7 - Tela de menu inicial do jogo EcoAventura.Fonte: Elaborado pelo autor.....	44
Figura 8 - Identificação do jogador	44
Figura 9 - Rank dos jogadores do Eco Aventura.....	45
Figura 10 - Fluxograma de abertura inicial do jogo	46
Figura 11 - Tela inicial do jogo com mensagem de boas-vindas à cidade de Tucuruí.....	47
Figura 12 - Cena de apresentação da cidade de Tucuruí, destacando seus elementos naturais e urbanos.	47
Figura 13 - Representação do rio como recurso natural essencial para a cidade e equilíbrio ambiental.	41
Figura 14 - Introdução dos problemas ambientais observados no contexto urbano do jogo. ..	41
Figura 15 - Cena ilustrativa da poluição causada pelo descarte inadequado de resíduos.	42
Figura 16 - Convite do personagem ao jogador para participar das ações de conscientização ambiental.	42
Figura 17 - Tela de encerramento da apresentação inicial do jogo.	43
Figura 18 - Mapa interativo do jogo EcoAventura, representando a sequência de fases e o progresso do jogador.	44
Figura 19 - Caixa de diálogo de boas-vindas apresentada ao jogador no início da Fase 1 do jogo EcoAventura.	45
Figura 20 - Momento de finalização da fase, com o descarte seletivo de resíduos e acesso ao portal de conclusão no jogo EcoAventura.....	45
Figura 21 - Cenário da fase ambientado na Usina Hidrelétrica de Tucuruí no jogo EcoAventura.	46
Figura 22 - Cenário da fase ambientado na Praça do Tucunaré no jogo EcoAventura.....	47
Figura 23 - Cenário da fase ambientado na Praia Queiroz Galvão no jogo EcoAventura.	47

Figura 24 - Cenário da fase ambientado na Orla de Tucuruí no jogo EcoAventura.	48
Figura 25 - Cenário da fase ambientado na Praça do Rotary no jogo EcoAventura.	48
Figura 26 - Interface do editor de cenas do GDevelop: 1 – painel de propriedades do objeto selecionado; 2 – painel de objetos do projeto; 3 – painel de camadas (layers); 4 – área de visualização da cena.	50
Figura 27 - Exemplo de transformação de imagem real em ilustração no estilo cartoon utilizada na construção dos cenários do jogo.	51
Figura 28 - Exemplos de elementos gráficos utilizados na composição dos cenários do jogo em estilo cartoon: (a) quiosque; (b) brinquedo infantil.	51
Figura 29 - Personagem principal do jogo EcoAventura.	52
Figura 30 - Configuração da animação de corrida (Run) do personagem no GDevelop, demonstrando a sequência de frames utilizada para simular movimento.	53
Figura 31 - Configuração dos comportamentos de movimentação do personagem no GDevelop.	54
Figura 32 - Monstros do jogo EcoAventura associados aos diferentes tipos de resíduos sólidos.	55
Figura 33 - Configuração das animações do monstro no GDevelop.	56
Figura 34 - Configuração dos comportamentos de movimentação dos monstros no GDevelop.	56
Figura 35 - Estrutura de um evento no GDevelop: 1 – condições; 2 – subeventos; 3 – ações.	57
Figura 36 - Eventos de colisão entre o personagem e os resíduos no GDevelop.	58
Figura 37 - Edição da máscara de colisão do monstro no GDevelop.	59
Figura 38 - Edição da máscara de colisão do personagem principal no GDevelop.	59
Figura 39 - Evento de colisão entre o personagem e o monstro no GDevelop.	60
Figura 40 - Objetos invisíveis de colisão nos limites do cenário.	60
Figura 41 - Evento externo responsável pelo controle da quantidade de resíduos coletados no jogo.	61
Figura 42 - Interface do inventário do jogo, exibindo os resíduos coletados e suas respectivas quantidades durante a fase.	62
Figura 43 - Sistema de orientação para descarte seletivo ao final da fase 1: (a) Acionamento da caixa interativa pelo personagem; (b) Tela de orientação sobre o descarte seletivo de resíduos.	62
Figura 44 - Usuários realizando testes no EcoAventura.	67

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABJ.....	Aprendizagem Baseada em Jogos
IA.....	Inteligência Artificial
MDA.....	Mecânica, Dinâmica e Estética
MVP.....	<i>Minimum Viable Product</i>
PET.....	Polietileno Tereftalato
MVP.....	<i>Minimum Viable Product</i> (Mínimo Produto Viável)
PDCA.....	<i>Plan-Do-Check-Act</i> (planejar - fazer - checar - agir)
PNUMA.....	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
ABREMA.....	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
UNESCO.....	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
APK.....	<i>Android Package Kit</i> (formato de arquivo do Sistema Android)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	<i>Justificativa.....</i>	14
1.2	<i>Objetivos.....</i>	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	<i>Estrutura do trabalho.....</i>	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	<i>Fundamentos Teóricos e Tecnológicos dos Jogos Digitais</i>	18
2.2	<i>Jogos Digitais como Ferramenta de Aprendizagem</i>	20
2.3	<i>Educação Ambiental e Tecnologias Digitais</i>	21
3	Trabalhos Relacionados.....	24
3.1	<i>Salvando Dory: jogo digital como objeto de aprendizagem para o desenvolvimento da Educação Ambiental.....</i>	24
3.2	<i>Aprendizado com jogos: Um estudo de caso sobre educação ambiental.....</i>	25
3.3	<i>Uma Análise Comparativa entre Jogos Educativos Visando a Criação de um Jogo para Educação Ambiental</i>	27
4	METODOLOGIA.....	29
4.1	<i>Tipo de Pesquisa.....</i>	29
4.2	<i>Público-Alvo</i>	29
4.3	<i>Ferramentas e Desenvolvimento</i>	29
4.4	<i>Concepção do Jogo</i>	31
4.5	<i>Mecânicas Educacionais</i>	31
4.6	<i>Metodologia de desenvolvimento</i>	33
4.6.1	Planejamento e Concepção do Projeto com o Miro	33
4.6.2	Organização e Gerenciamento do Desenvolvimento com o Trello.....	34
4.6.3	Aplicação do Modelo PDCA para desenvolvimento do EcoAventura.....	36
4.6.4	Importância da Metodologia Utilizada no Desenvolvimento do Jogo	38
4.7	<i>Cenários e Cenas.....</i>	38
4.8	<i>Etapa Final do Jogo</i>	39
4.9	<i>Análise dos perfis de jogadores e níveis de consciência no jogo educativo</i>	39
5	DESENVOLVIMENTO.....	41

5.1	<i>Estrutura do Jogo EcoAventura</i>	41
5.1.1	Abertura	43
5.1.2	Apresentação	46
5.1.3	Mapa	43
5.1.4	Fases	44
5.2	<i>Criação dos Cenários e Personagens</i>	49
5.2.1	Cenários e elementos da cena	50
5.2.2	Personagem.....	52
5.2.3	Monstros	54
5.3	<i>Implementação da Lógica por Eventos</i>	56
5.3.1	Eventos de Coleta de Resíduos.....	57
5.3.2	Eventos de colisão	58
5.3.3	Eventos externos.....	60
5.4	<i>Limites da cena</i>	61
5.5	<i>Inventário</i>	61
5.6	<i>Lixeiras seletivas</i>	62
5.7	<i>Mecânica de Coleta e Descarte de Resíduos</i>	63
5.8	<i>Progressão de Dificuldade</i>	63
5.9	<i>Finalização e Transição entre Fases</i>	63
6	VALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO E VALIDAÇÃO FUNCIONAL	
	64	
6.1	<i>Avaliação e Validação no Ambiente de Desenvolvimento do GDevelop</i>	64
6.2	<i>Avaliação e Validação Preliminar em Dispositivo Físico</i>	65
6.3	<i>Avaliação e Validação Realizada Com o Público-Alvo</i>	66
7	RESULTADOS	69
7.1	<i>Resultados Alcançados no Desenvolvimento</i>	69
7.2	<i>Feedback dos Usuários e Avaliação dos Resultados</i>	70
8	CONCLUSÃO	74
8.2	<i>Limitações do Estudo</i>	75
8.3	<i>Trabalhos Futuros</i>	75
	REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

A expansão urbana e o aumento dos padrões de consumo têm intensificado a produção de resíduos sólidos, fazendo com que o descarte inadequado do lixo se torne um dos principais desafios ambientais enfrentados pelas cidades brasileiras. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a geração global de resíduos sólidos urbanos tende a crescer significativamente nas próximas décadas, impulsionada pelo crescimento populacional e pela urbanização acelerada (UNEP; ISWA, 2015).

No contexto brasileiro, dados da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA (2025) indicam que milhões de toneladas de resíduos ainda recebem destinação inadequada anualmente. A falta de práticas conscientes de separação e destinação apropriada contribui para a contaminação do solo, dos recursos hídricos e do ar, além de gerar impactos negativos à saúde pública. Diante desse cenário, torna-se indispensável investir em ações educativas que promovam a conscientização ambiental desde os primeiros anos da vida escolar.

A educação ambiental no Ensino Fundamental exerce papel essencial na formação de valores, atitudes e comportamentos responsáveis em relação ao meio ambiente. A própria Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) destacam que a educação para o desenvolvimento sustentável deve ser incorporada desde a infância, pois contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com práticas sustentáveis (UNESCO, 2021). Crianças entre 7 e 13 anos encontram-se em uma fase determinante para a consolidação de hábitos, sendo esse um período propício para incentivar práticas ambientais de forma contínua e significativa. Contudo, estratégias de ensino tradicionais nem sempre conseguem despertar o interesse dos estudantes, o que evidencia a necessidade de metodologias pedagógicas inovadoras e alinhadas às novas realidades tecnológicas.

Nesse contexto, os jogos digitais destacam-se como ferramenta educacional eficiente, pois integram entretenimento, interatividade e aprendizagem. A aprendizagem baseada no uso de jogos fundamenta-se na incorporação de jogos — digitais ou não — como estratégia pedagógica estruturada, favorecendo a construção ativa do conhecimento. Conforme discutem Contreras-Espinosa, Eguia-Gómez e Hildebrand (2013), os jogos digitais potencializam o ensino-aprendizagem ao promover motivação, envolvimento e oportunidades de investigação e descoberta por parte dos alunos. Ao possibilitar a experimentação de situações-problema em ambientes virtuais que simulam aspectos do cotidiano, esses recursos estimulam o pensamento crítico, a tomada de decisões e a resolução de desafios progressivos. Embora a gamificação

também possa ser utilizada como estratégia para engajar estudantes por meio da aplicação de elementos de jogos em contextos educacionais, destaca-se, neste trabalho, o uso do jogo como recurso central de aprendizagem, especialmente no âmbito da educação ambiental, por favorecer uma assimilação significativa e contextualizada dos conteúdos.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo digital educativo do gênero plataforma 2D, inspirado em jogos clássicos, no qual o jogador assume o papel de um personagem responsável por auxiliar a cidade de Tucuruí no combate à poluição gerada pelo descarte inadequado de resíduos. Cada fase do jogo representa um ponto turístico do município e apresenta desafios relacionados à coleta e à destinação correta do lixo em lixeiras coloridas, promovendo a aprendizagem ambiental de forma contextualizada.

O jogo foi desenvolvido por meio da ferramenta No-Code GDevelop, um motor de jogos que possibilita a criação de jogos 2D utilizando lógica baseada em eventos. A adoção dessa ferramenta viabilizou o desenvolvimento de um produto funcional, acessível e compatível com o público-alvo, integrando conceitos de educação ambiental, gamificação e valorização do contexto local.

Diante do cenário exposto, este trabalho é guiado pela seguinte pergunta de pesquisa: De que maneira o desenvolvimento de um jogo digital de plataforma 2D pode contribuir para a conscientização de crianças do Ensino Fundamental sobre o descarte correto de resíduos sólidos?

1.1 Justificativa

A crescente preocupação com a preservação ambiental e a gestão adequada dos resíduos sólidos tem se tornado um tema central em políticas públicas e programas educativos. No entanto, observa-se que o conhecimento sobre descarte correto de lixo ainda é limitado entre crianças em idade escolar, principalmente no Ensino Fundamental, faixa etária crucial para a formação de hábitos e valores relacionados à sustentabilidade.

A pesquisa de Silva dos Anjos, Silva e Nicácio (2019) realizada com 49 estudantes de 13 a 15 anos em uma escola pública de Maceió-AL revelou uma lacuna significativa no conhecimento ambiental dos adolescentes: **44,8 % dos participantes afirmaram não saber o que é coleta seletiva**, evidenciando que quase metade desse grupo não compreende um conceito básico de gestão de resíduos sólidos, essencial para práticas sustentáveis de descarte e reciclagem (SILVA DOS ANJOS; SILVA; NICÁCIO, 2019). Esse achado reforça a necessidade de estratégias educacionais mais eficazes no contexto escolar, que promovam não apenas a transmissão de informações, mas também engajem os alunos em experiências que

estimulem a reflexão, a investigação e a construção ativa do conhecimento sobre questões ambientais centrais, como a separação e o destino adequado dos resíduos.

O desenvolvimento de tecnologias educacionais, especialmente jogos digitais, apresenta-se como uma estratégia eficaz para promover o aprendizado de maneira lúdica, interativa e motivadora. Por meio do jogo proposto neste trabalho, crianças entre 7 e 13 anos terão a oportunidade de aprender sobre a separação adequada dos resíduos em lixeiras coloridas (plástico, papel, metal, vidro, orgânico e não recicláveis), internalizando conceitos de responsabilidade ambiental e cidadania.

A utilização de jogos educativos no processo de ensino-aprendizagem tem sido associada não apenas ao aumento do interesse e do engajamento dos alunos, mas também à melhoria na retenção e consolidação do conteúdo por meio da prática repetida em um contexto motivador. Estudos mostram que jogos digitais transformam os estudantes de receptores passivos de informação em participantes ativos, promovendo experiências interativas que facilitam a construção de conhecimento relevante e significativo. Essa abordagem permite que os alunos pratiquem e repitam tarefas de forma iterativa em ambientes seguros e atrativos, favorecendo a fixação dos conteúdos e a autonomia no aprendizado (CHEUNG; NG, 2021; *Frontiers in Education*).

Assim, este trabalho busca contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes, preparando as novas gerações para tomar decisões mais sustentáveis e reforçando a importância da educação ambiental no contexto escolar.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um jogo digital educativo com o propósito de promover a conscientização ambiental de crianças do Ensino Fundamental quanto ao descarte adequado de resíduos sólidos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um jogo de plataforma 2D com mecânicas interativas voltadas à educação ambiental.
- Ensinar, de forma lúdica, a classificação e o descarte correto dos resíduos sólidos (plástico, papel, vidro, metal, orgânico e não recicláveis).
- Utilizar elementos conceituais de jogo, como fases progressivas, desafios e inimigos, para aumentar o engajamento e a motivação dos jogadores.

- Contextualizar o jogo com pontos turísticos da cidade de Tucuruí, promovendo a valorização do espaço urbano local.
- Estimular o pensamento crítico e a tomada de decisão consciente em relação às práticas de descarte de lixo.
- Avaliar o funcionamento do jogo quanto à jogabilidade, clareza das instruções e coerência das mecânicas educativas.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em oito capítulos, estruturados de forma a apresentar de maneira clara e progressiva o contexto, o embasamento teórico, o desenvolvimento, a validação e os resultados do jogo educativo proposto.

- Capítulo 1 – Introdução: Apresenta a contextualização do tema, destacando a importância da educação ambiental associada ao uso de jogos digitais como ferramenta de apoio ao aprendizado. Nesse capítulo são descritos o problema de pesquisa, os objetivos gerais e específicos, bem como a justificativa e a relevância do desenvolvimento do jogo.
- Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: São abordados os principais conceitos e referenciais teóricos que sustentam este trabalho, incluindo temas como jogos educativos, gamificação, educação ambiental e o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem, fornecendo base científica para o projeto.
- Capítulo 3 – Trabalhos Relacionados: Apresenta uma análise de estudos, artigos e projetos similares ao proposto, com foco em jogos educativos e iniciativas voltadas à conscientização ambiental, possibilitando a comparação entre soluções existentes e a proposta apresentada neste trabalho.
- Capítulo 4 – Metodologia: Descreve os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento do projeto, incluindo o modelo de desenvolvimento utilizado, as etapas do processo, as ferramentas empregadas e a forma como o projeto foi conduzido desde a concepção até a implementação do jogo.
- Capítulo 5 – Desenvolvimento: É detalhado o processo de construção do jogo educativo, abordando aspectos como mecânica, jogabilidade, design, ambientação baseada na cidade de Tucuruí, bem como a implementação técnica utilizando a plataforma GDevelop e demais tecnologias complementares.

- Capítulo 6 – Testes de Usabilidade: Descreve os testes realizados durante e após o desenvolvimento do jogo, incluindo testes no ambiente de desenvolvimento, em dispositivos físicos e com usuários reais, especialmente crianças e pré-adolescentes.
- Capítulo 7 – Resultados: Apresenta a análise dos dados obtidos a partir do que foi desenvolvido, dos testes de usabilidade e das avaliações realizadas pelos usuários.
- Capítulo 8 – Conclusão: Apresenta as considerações finais do trabalho, retomando a problemática, os objetivos e os resultados alcançados. O capítulo também contempla subseções específicas destinadas à exposição das limitações do estudo e à apresentação de sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentadas as fundamentações teóricas utilizadas como base para o desenvolvimento deste trabalho. O objetivo é oferecer ao leitor uma base sólida para entender melhor os capítulos seguintes.

2.1 Fundamentos Teóricos e Tecnológicos dos Jogos Digitais

Os jogos digitais representam uma das formas mais expressivas de entretenimento interativo da atualidade e têm adquirido relevância também nos contextos educacional, corporativo e social. Para Huizinga (1938), o jogo é uma atividade voluntária, dotada de regras e estruturas próprias, que ocorre dentro de um “círculo mágico”, um espaço simbólico onde o jogo acontece e os participantes se afastam momentaneamente da realidade, o que promove engajamento, imersão e construção social de significados. Salen e Zimmerman (2012) complementam essa concepção ao definirem os jogos como sistemas onde os jogadores se envolvem em conflitos artificiais, regidos por regras, que resultam em um desfecho mensurável.

O desenvolvimento de jogos digitais envolve conhecimentos técnicos e multidisciplinares, abrangendo áreas como lógica de programação, design de interfaces, modelagem de personagens, mecânicas de jogabilidade, narrativa, elaboração de roteiro, animação e interação humano-computador. Nesse contexto, Schell (2011) destaca que os quatro elementos fundamentais do design de jogos (mecânica, estética, narrativa e tecnologia) devem ser considerados de forma integrada e equilibrada, uma vez que todos contribuem para a criação de experiências envolventes e impactantes para o jogador.

Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004) propõem o modelo MDA (Mecânica, Dinâmica e Estética), amplamente utilizado na área de *game design*¹. Nesse modelo, as mecânicas correspondem às regras e sistemas implementados no jogo; as dinâmicas referem-se ao comportamento emergente oriundo da interação do jogador com o sistema; e as estéticas dizem respeito às emoções e experiências geradas durante a jogabilidade. A adoção desse modelo possibilita a construção estruturada de jogos que alinham objetivos técnicos, funcionais e de experiência do usuário.

Os jogos de plataforma 2D seguem uma estrutura clássica que ganhou notoriedade com títulos como *Super Mario Bros.* e continuam sendo amplamente utilizados em produções contemporâneas. Segundo Novak (2010, p. 97), “esse gênero concentra-se na movimentação

¹ Termo em inglês que significa “design de jogos”, referindo-se ao processo de planejamento e estruturação dos elementos que compõem um jogo.

rápida dos jogadores em um ambiente, frequentemente saltando e desviando-se de obstáculos, e às vezes coletando itens pelo caminho”. A escolha por esse estilo de jogo favorece a acessibilidade e facilita a assimilação da proposta interativa pelo público.

O avanço das tecnologias *no-code* e *low-code* representa um desdobramento histórico dos esforços para reduzir as barreiras técnicas associadas à programação tradicional. Conforme argumentam Cox, Murray e Salter (2025), a complexidade da programação sempre foi considerada um dos principais obstáculos à aprendizagem e ao desenvolvimento de software, especialmente em contextos educacionais e interdisciplinares. Nesse sentido, plataformas voltadas a públicos *no-code* e *low-code* surgem como resposta à necessidade de ampliar o acesso à criação digital, permitindo que indivíduos sem formação técnica formal possam desenvolver aplicações e jogos por meio de interfaces visuais, manipulação direta de elementos gráficos e sistemas baseados em lógica pré-configurada.

Os autores destacam que tais ferramentas transformam o próprio conceito de “programar”, deslocando o foco da escrita textual de código para ambientes visuais e interativos, frequentemente apoiados em mecanismos de arrastar e soltar (*drag-and-drop*) e scripts visuais. Essa transformação não apenas reduz a carga cognitiva associada à sintaxe e às estruturas tradicionais de programação, mas também promove maior inclusão ao possibilitar a atuação dos chamados “citizen developers”, indivíduos que contribuem para o desenvolvimento de soluções digitais sem necessariamente se identificarem como programadores (COX; MURRAY; SALTER, 2025).

Essas abordagens permitem que usuários com conhecimentos técnicos limitados criem soluções funcionais por meio de interfaces visuais, sistemas de arrastar e soltar (*drag-and-drop*) e blocos lógicos pré-configurados. Plataformas como *Scratch*, amplamente utilizada no ensino de programação para crianças, demonstram como a lógica computacional pode ser trabalhada sem a escrita direta de código textual (RESNICK et al., 2009). Da mesma forma, *softwares* como *GDevelop* e *Construct* possibilitam o desenvolvimento de jogos 2D por meio de sistemas baseados em eventos, reduzindo a complexidade técnica e ampliando o acesso à criação de jogos educativos. Segundo Nimje (2024), o movimento *low-code/no-code* contribui para a democratização do desenvolvimento de software, permitindo que educadores, designers e outros profissionais participem ativamente do processo de criação tecnológica. Nesse contexto, essas ferramentas tornam-se especialmente relevantes em projetos educacionais, pois viabilizam a produção de recursos digitais interativos mesmo em ambientes com limitações técnicas ou de infraestrutura.

O GDevelop destaca-se por permitir o desenvolvimento de jogos e conteúdos educacionais por meio de uma interface visual baseada em eventos lógicos pré-definidos, favorecendo a participação de usuários sem formação técnica em linguagens de programação. Além disso, sua capacidade de exportação para diferentes sistemas amplia a aplicabilidade dos jogos produzidos, favorecendo sua utilização em variados contextos educacionais (CHANCHÍ et al., 2020).

Observa-se que os jogos digitais constituem sistemas complexos que combinam elementos técnicos, artísticos e interativos, exigindo um planejamento estruturado para garantir experiências significativas ao usuário. A compreensão de seus fundamentos teóricos, modelos de design e tecnologias de desenvolvimento é essencial para a criação de soluções digitais eficazes, especialmente quando associadas a objetivos educacionais ou sociais.

2.2 Jogos Digitais como Ferramenta de Aprendizagem

Os jogos digitais têm se consolidado como ferramentas eficazes de aprendizagem por integrarem elementos lúdicos a objetivos educacionais. Diferentemente dos jogos tradicionais, os recursos digitais voltados à educação funcionam como estratégias pedagógicas que estimulam a motivação e o enfrentamento de desafios, mantendo o caráter de entretenimento. Ao aliar diversão e intencionalidade didática, favorecem uma postura ativa do indivíduo, que passa a atuar como protagonista na construção do próprio conhecimento. Esse potencial formativo é ressaltado por Silva e Morais II (2011), ao defenderem que a combinação entre ludicidade e finalidade pedagógica amplia o engajamento e fortalece o processo de aprendizagem significativa.

Além do engajamento, os jogos digitais também se destacam pela capacidade de promover aprendizagem baseada na experiência. A simulação de situações próximas à realidade possibilita que o estudante tome decisões e compreenda suas consequências em um ambiente seguro e dinâmico, tornando o processo formativo mais contextualizado e reflexivo, conforme apontam Calisto, Barbosa e Silva (2010). Sob essa perspectiva, o uso sistemático desses recursos em ambientes escolares também favorece importantes desenvolvimentos cognitivos. Ramos e Melo (2016) evidenciam que a inserção planejada de jogos digitais contribui para o aumento da atenção, aprimoramento da resolução de problemas, otimização da memória de trabalho, planejamento e controle inibitório, aspectos que impactam positivamente tanto o desempenho acadêmico quanto as interações sociais.

Além dos impactos cognitivos, os jogos digitais educativos também demonstram capacidade de influenciar valores e atitudes. Zhao e Ding (2018) apontam que experiências

interativas baseadas em dilemas morais estimulam competências como responsabilidade, cooperação e respeito, ao passo que expõem o jogador a situações que exigem reflexão e julgamentos mais éticos. Nessa mesma direção, Necula *et al.*, (2024) observam que o uso dessas ferramentas pode promover empatia, sensibilização e comportamento moral, ampliando o engajamento dos usuários em debates relacionados a questões sociais, ambientais e éticas.

Contudo, apesar dos benefícios identificados, a implementação de jogos digitais educacionais ainda enfrenta desafios significativos. O desenvolvimento desse tipo de *software* envolve elevada complexidade técnica, pois requer a integração de áreas como banco de dados, redes de computadores, computação gráfica e estrutura de dados. Além disso, torna-se imprescindível a atuação de equipes multidisciplinares, incluindo designers gráficos, profissionais de áudio e especialistas na área educacional, o que resulta em altos custos em recursos humanos (SAVI; ULBRICHT, 2008).

Em síntese, os jogos digitais educacionais apresentam elevado potencial para favorecer a aprendizagem ao integrar elementos lúdicos com o estímulo cognitivo e socioemocional. Contudo, para que sejam efetivamente incorporados ao contexto educacional, é necessário planejamento pedagógico e suporte técnico adequados, de modo que esses recursos sejam utilizados de forma estratégica e não apenas como instrumentos de entretenimento.

2.3 Educação Ambiental e Tecnologias Digitais

A educação ambiental tem como objetivo promover a conscientização, a reflexão crítica e a mudança de comportamentos em relação às questões socioambientais, incentivando práticas sustentáveis e o cuidado com o meio ambiente. Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), trata-se de um processo permanente no qual indivíduos e comunidades constroem valores sociais, conhecimentos e atitudes voltados para a conservação ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 1999).

A crescente atenção dedicada à educação ambiental decorre dos impactos provocados pelo uso inadequado dos recursos naturais, o que reforça a urgência de promover ações voltadas à sustentabilidade. Nesse cenário, a implementação de programas de educação ambiental torna-se fundamental para a formação de indivíduos conscientes de sua responsabilidade na preservação dos ecossistemas. Essas iniciativas funcionam como instrumentos de transformação social ao incentivar a reflexão crítica acerca dos efeitos das atividades humanas sobre o meio ambiente e ao favorecer a construção de uma relação mais equilibrada entre sociedade e natureza. Conforme destacam Calisto, Barbosa e Silva (2010), esse processo

educativo amplia a compreensão dos problemas ambientais e fortalece práticas mais responsáveis e sustentáveis.

Nessa perspectiva, a educação ambiental não deve se limitar à transmissão de informações, mas precisa estimular o engajamento ativo da população na busca por soluções concretas. Carvalho (2012) defende que o processo formativo deve ultrapassar abordagens meramente informativas e promover a participação cidadã na construção de alternativas para os desafios ambientais. A autora também enfatiza a importância de que essas ações ocorram de maneira contextualizada, considerando a realidade local e os impactos ambientais presentes no cotidiano das pessoas, o que torna o aprendizado mais significativo e efetivo.

A utilização de *softwares* como ferramentas educacionais no processo de conscientização ambiental permite que os usuários visualizem, em ambientes virtuais, os impactos de ações prejudiciais ao meio ambiente e compreendam quais comportamentos devem ser evitados. Conforme destacam Aragão et al., (2025), os jogos digitais promovem a reflexão sobre essas consequências, favorecendo a conscientização e contribuindo para a formação de cidadãos ambientalmente responsáveis. Ao simular situações reais por meio de recursos interativos, tais tecnologias estimulam a experimentação e facilitam a relação entre teoria e prática.

Calisto, Barbosa e Silva (2010) reforçam que o uso de jogos digitais voltados à educação ambiental revela-se uma estratégia eficiente, pois favorece a sensibilização da população ao mesmo tempo em que mantém o caráter lúdico e interativo dessas tecnologias.

Considerando o contexto local como elemento essencial para a efetividade da educação ambiental, Calisto, Barbosa e Silva (2010) argumentam que a representação de ambientes pertencentes à região em que o indivíduo vive facilita a compreensão dos impactos ambientais provocados por ações não sustentáveis, uma vez que permite ao usuário vivenciar situações próximas à sua realidade. Assim, ao ambientar o jogo na cidade de Tucuruí, utilizando elementos característicos da região, potencializa-se o sentimento de pertencimento e aproxima-se o jogador dos desafios ambientais locais, contribuindo para a sensibilização e para a reflexão acerca da importância da preservação e do uso responsável dos recursos naturais.

No estudo de caso desenvolvido por Braga e Oliveira (2016), o jogo *Save Fish* foi aplicado com o objetivo de conscientizar os usuários sobre a preservação das águas do planeta. Os autores constataram que os participantes demonstraram aumento significativo no nível de

conhecimento sobre os impactos da poluição hídrica e maior predisposição para adotar comportamentos ambientalmente responsáveis.

Pereira, Gouveia e Dinis (2021) evidenciam, a partir da análise do jogo *Saneamento Básico para Todos*, que a simulação de cenários relacionados a problemas ambientais locais contribui para a compreensão dos danos causados pela falta de políticas sustentáveis. Os autores destacam, ainda, que a experiência com o jogo favoreceu o desenvolvimento de uma postura sustentável, despertando o interesse dos usuários para os desafios relacionados ao saneamento básico. Além disso, viabiliza uma melhor percepção sobre os impactos ambientais e os riscos à saúde humana decorrentes da ausência de serviços adequados, reforçando a importância dessas ações para a manutenção da qualidade de vida.

Em estudo desenvolvido na região do Baixo Tocantins, os autores apresentaram o jogo digital *Na Onda do Pitiú*, voltado à educação ambiental no contexto amazônico. O objetivo da proposta foi promover a sensibilização quanto à importância da coleta seletiva de resíduos no rio Tocantins, por meio de uma abordagem gamificada. A utilização do jogo como recurso complementar ao ensino resultou em elevado nível de engajamento, promovendo imersão de aproximadamente 90% dos participantes na temática tratada. Ademais, a experiência contribuiu para o desenvolvimento de capacidades cognitivas, como atenção, análise e raciocínio, estimulando a imaginação e tornando o processo educativo mais dinâmico e prazeroso (NETO et al., 2019).

É notável que o emprego de jogos digitais apresenta forte potencial como recursos formativos capazes de promover aprendizagens significativas e sensibilização em diferentes públicos. Trata-se de uma alternativa inovadora e eficaz para promover a conscientização socioambiental contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos e comprometidos com a preservação do meio ambiente.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção apresenta os trabalhos relacionados ao tema proposto, com o objetivo de identificar pesquisas, jogos e soluções digitais que abordam a educação ambiental por meio de recursos tecnológicos. A análise dessas iniciativas permite compreender as abordagens adotadas, as metodologias utilizadas e as contribuições alcançadas, possibilitando situar o presente trabalho no contexto das produções já existentes na área.

3.1 Salvando Dory: jogo digital como objeto de aprendizagem para o desenvolvimento da Educação Ambiental

A análise de trabalhos relacionados é fundamental para situar o presente estudo no contexto das pesquisas já desenvolvidas, bem como para evidenciar suas contribuições e diferenciais. Dentre as produções encontradas na literatura, destaca-se o projeto “Salvando Dory”, proposto por *Aragão et al., (2025)*, que apresenta um jogo digital educativo como objeto de aprendizagem voltado ao desenvolvimento da Educação Ambiental no Ensino Fundamental.

O jogo *Salvando Dory* tem como objetivo conscientizar os alunos sobre problemas ambientais, especialmente a poluição das águas e o descarte inadequado de resíduos sólidos, por meio de uma abordagem lúdica e interativa. A proposta utiliza desafios, regras claras e tomada de decisão por parte dos jogadores, favorecendo o aprendizado ativo e a reflexão sobre práticas sustentáveis. Os autores demonstram que a utilização de jogos digitais contribui significativamente para o desenvolvimento da autonomia, da cognição e da sensibilização ambiental dos alunos.

Esse trabalho relaciona-se diretamente com o presente projeto, uma vez que ambos compartilham o mesmo objetivo central, que é a promoção da conscientização ambiental por meio de um jogo digital educativo voltado ao público infantil. Assim como em *Salvando Dory*, o jogo desenvolvido neste trabalho utiliza de mecânicas de jogos como estratégia pedagógica, incentivando o jogador a aprender por meio da interação com o ambiente virtual, da resolução de problemas e da repetição de ações corretas.

A influência do projeto *Salvando Dory* no desenvolvimento deste trabalho manifestou-se, principalmente, na compreensão de que o jogo digital pode atuar como um mediador eficaz do processo de ensino-aprendizagem, indo além do entretenimento e assumindo um papel educativo estruturado. A ideia de associar desafios ambientais a ações práticas dentro do jogo, como a coleta e o descarte correto de resíduos, foi incorporada como princípio fundamental na concepção das mecânicas do jogo proposto neste projeto.

Entretanto, o presente trabalho diferencia-se ao adotar uma abordagem contextualizada à realidade local, ambientando o jogo na cidade de Tucuruí e utilizando pontos turísticos reais como cenários das fases. Essa escolha busca fortalecer o sentimento de pertencimento do jogador, aproximando o conteúdo educativo do seu cotidiano e das problemáticas ambientais vivenciadas no espaço urbano local. Enquanto *Salvando Dory* utiliza uma ambientação voltada ao contexto marinho, o jogo deste trabalho leva a educação ambiental para o ambiente urbano, abordando a coleta seletiva, o descarte correto em lixeiras coloridas e ações de preservação dos rios da cidade.

O projeto *Salvando Dory* foi utilizado como trabalho relacionado por apresentar fundamentos teóricos, pedagógicos e práticos que sustentam a viabilidade do uso de jogos digitais como ferramentas de Educação Ambiental. A partir dessa base, o presente trabalho propõe uma reformulação da abordagem, ao integrar elementos locais, mecânicas de plataforma 2D e ações diretamente relacionadas à realidade do município de Tucuruí, contribuindo para o fortalecimento da educação ambiental no contexto escolar e social.

3.2 Aprendizado com jogos: Um estudo de caso sobre educação ambiental

O trabalho estudado nessa seção dialoga diretamente com pesquisas que investigam o uso de jogos digitais como ferramentas de apoio à Educação Ambiental, em especial aquelas que utilizam jogos sérios para promover a conscientização sobre problemas ambientais. Nesse contexto, destaca-se o estudo de caso apresentado por Braga e Oliveira (2016), que propõe o jogo sério *Save Fish* como instrumento de sensibilização para a preservação das águas do planeta.

O jogo *Save Fish* foi desenvolvido para plataformas móveis e classificado como um jogo do gênero *infinite runner*, no qual o jogador interage com um ambiente aquático afetado pela poluição. A proposta central do jogo é conscientizar os usuários sobre os impactos da contaminação das águas, utilizando desafios contínuos, obstáculos relacionados a agentes poluidores e a apresentação de informações educativas antes e após as sessões de jogo. O estudo evidencia que a experiência lúdica aliada a conteúdos informativos contribui de forma significativa para o aumento do conhecimento e da reflexão dos jogadores acerca da preservação ambiental.

Esse trabalho apresenta relação direta com o presente TCC, uma vez que ambos partem do pressuposto de que jogos digitais podem atuar como ferramentas eficazes de aprendizagem e conscientização ambiental. Assim como em *Save Fish*, o jogo desenvolvido neste trabalho utiliza mecânicas simples, interação constante com o ambiente virtual e *feedback* ao jogador

como meios para estimular comportamentos ambientalmente corretos. A utilização de desafios progressivos e a associação entre ações do jogador e consequências ambientais também configuram pontos em comum entre as duas propostas.

A influência do estudo de *Save Fish* sobre este trabalho manifesta-se principalmente na adoção do conceito de jogo sério, no qual o entretenimento está diretamente vinculado a objetivos educacionais bem definidos. A ideia de transmitir conhecimento ambiental por meio da prática, da repetição e da experimentação dentro do jogo foi utilizada como referência conceitual para o desenvolvimento do projeto apresentado. Além disso, o uso de jogos como meio de alcançar públicos jovens e promover mudanças de percepção sobre problemas ambientais reforçou a viabilidade da abordagem adotada.

Entretanto, o presente trabalho apresenta diferenças significativas em relação ao *Save Fish*, especialmente no que se refere à abordagem pedagógica e à forma de interação com o conteúdo educativo. Enquanto o jogo analisado no estudo de caso utiliza uma dinâmica contínua centrada na sobrevivência do personagem em um ambiente aquático, o jogo desenvolvido neste TCC estrutura o aprendizado por meio de fases educativas e objetivos específicos, nos quais o progresso do jogador está diretamente condicionado à realização de ações ambientalmente corretas.

Outro diferencial relevante está no escopo ampliado da educação ambiental, uma vez que o projeto deste TCC não se limita apenas à poluição das águas, mas aborda também o descarte correto de resíduos sólidos no ambiente urbano, utilizando mecânicas de coleta seletiva, fases educativas e um sistema de progressão que reflete a melhoria gradual da cidade. Além disso, diferentemente do modelo *infinite runner* adotado em *Save Fish*, o presente jogo utiliza uma estrutura de fases e missões educativas, permitindo maior controle pedagógico sobre os conteúdos apresentados.

Dessa forma, o estudo de caso do jogo *Save Fish* foi utilizado como trabalho relacionado por demonstrar, de forma empírica, a eficácia dos jogos sérios como ferramentas de Educação Ambiental. A partir dessa base teórica e prática, o presente trabalho propõe uma abordagem complementar e evolutiva, ao integrar aspectos locais, educativos e urbanos, contribuindo para o fortalecimento da conscientização ambiental por meio de uma experiência lúdica alinhada à realidade do município de Tucuruí.

3.3 Uma Análise Comparativa entre Jogos Educativos Visando a Criação de um Jogo para Educação Ambiental

O presente trabalho estabelece relação direta com o estudo apresentado por Calisto, Barbosa e Silva (2010), que realiza uma análise comparativa entre jogos educativos com o objetivo de subsidiar o desenvolvimento de um jogo voltado à Educação Ambiental, denominado *Litoral Norte Sustentável*. O referido estudo parte do reconhecimento das dificuldades de engajamento dos alunos em ambientes tradicionais de ensino e propõe o uso de jogos digitais como estratégia para promover aprendizagem por meio da experiência e da simulação de situações reais.

O projeto *Litoral Norte Sustentável* apresenta pontos de convergência significativos com o jogo desenvolvido neste trabalho, especialmente no que se refere à utilização de mecânicas de jogo como ferramenta pedagógica e à ênfase na educação ambiental associada ao descarte correto de resíduos sólidos. Ambos os trabalhos utilizam a coleta seletiva como elemento central da jogabilidade, relacionando o desempenho do jogador à identificação e à separação adequada dos diferentes tipos de lixo, reforçando o aprendizado por meio da prática e do *feedback* imediato.

Outro aspecto comum entre os projetos é a contextualização do jogo em ambientes reais, com a representação de espaços pertencentes à região onde o público-alvo está inserido. No caso do *Litoral Norte Sustentável*, os cenários são inspirados em ambientes urbanos, praias e manguezais do litoral norte da Paraíba, enquanto o presente trabalho adota a cidade de Tucuruí como ambientação principal, utilizando pontos turísticos e espaços urbanos locais como cenários das fases. Essa estratégia contribui para aproximar o conteúdo educativo da realidade do jogador, favorecendo a identificação e o sentimento de pertencimento.

O estudo também influenciou este trabalho ao evidenciar a importância de objetivos bem definidos por fase, bem como da apresentação de consequências positivas ou negativas a partir das escolhas realizadas pelo jogador. Esse princípio foi incorporado ao jogo desenvolvido neste projeto por meio de mecânicas que condicionam a progressão do jogador à realização de ações ambientalmente corretas, reforçando a conscientização sobre o impacto das atitudes individuais no meio ambiente.

Apesar das semelhanças, o presente projeto diferencia-se ao adotar uma estrutura de jogo de plataforma 2D, com fases progressivas e desafios educativos integrados à movimentação do personagem, enquanto o *Litoral Norte Sustentável* apresenta uma estrutura baseada em minijogos e níveis independentes. Além disso, o jogo proposto neste trabalho

amplia a abordagem educativa ao integrar elementos narrativos, inimigos simbólicos que representam a poluição e uma etapa final que conecta explicitamente o ambiente virtual à realidade local, por meio da apresentação de pontos reais de coleta de resíduos na cidade de Tucuruí.

Dessa forma, o trabalho de Calisto, Barbosa e Silva (2010) foi utilizado como referência por demonstrar, de maneira sistematizada, como jogos educativos podem ser planejados a partir de boas práticas identificadas em projetos anteriores. A partir dessa base, o presente trabalho propõe uma aplicação adaptada ao contexto local de Tucuruí, combinando fundamentos pedagógicos, mecânicas de plataforma 2D e educação ambiental contextualizada, contribuindo para a formação de jogadores mais conscientes e participativos.

4 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, cujo objetivo é o desenvolvimento de um jogo educativo digital voltado à conscientização ambiental de crianças do Ensino Fundamental, com foco no descarte correto de resíduos sólidos. A metodologia adotada envolveu etapas de concepção pedagógica, desenvolvimento do jogo e validação funcional.

4.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa é classificada como aplicada, pois busca solucionar um problema prático — a falta de conscientização ambiental quanto ao descarte correto do lixo — por meio do desenvolvimento de um produto tecnológico. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, uma vez que explora o uso de jogos digitais como ferramenta educativa e descreve o funcionamento e as características do jogo desenvolvido.

4.2 Público-Alvo

O jogo foi projetado para crianças do Ensino Fundamental, na faixa etária entre 7 e 13 anos, considerando aspectos cognitivos, visuais e de jogabilidade adequados a esse público. As mecânicas foram pensadas para promover o aprendizado de forma lúdica, progressiva e intuitiva, respeitando o nível de compreensão dos jogadores.

4.3 Ferramentas e Desenvolvimento

O jogo foi desenvolvido utilizando o GDevelop, um motor de jogos 2D gratuito, de código aberto e multiplataforma, projetado para permitir a criação de jogos sem a necessidade de programação tradicional baseada em código, por meio de um sistema intuitivo de lógica visual por eventos. Essa característica torna a ferramenta especialmente adequada para projetos educacionais e para desenvolvedores iniciantes, como os envolvidos neste trabalho.

Originalmente criado pelo engenheiro de *software* Florian Rival, o GDevelop destaca-se por oferecer um ambiente onde a lógica de jogo é construída por interações de condições e ações, facilitando a implementação de mecânicas complexas sem a necessidade de escrever código textual. Esse sistema baseado em eventos é semelhante ao encontrado em outras ferramentas de desenvolvimento *no-code* e visa reduzir a curva de aprendizado, permitindo que o foco do desenvolvedor esteja no planejamento da jogabilidade e dos conteúdos educativos, e não na sintaxe de linguagens de programação.

Uma das principais características do GDevelop é a sua capacidade de exportação para múltiplas plataformas com um único clique, incluindo navegadores web, dispositivos móveis (Android e iOS) e publicações em lojas digitais como Steam e Itch.io, o que amplia o alcance do jogo desenvolvido para diferentes públicos e ambientes de uso.

Adicionalmente, a ferramenta oferece suporte a uma ampla gama de recursos, como:

- Visualização ao vivo (*Live Preview*), permitindo testar o jogo em diferentes dispositivos sem necessidade de exportação completa;
- Comportamentos prontos e extensões, que agilizam a criação de mecânicas comuns em jogos (por exemplo, plataforma, movimentação, colisões e física);
- Biblioteca de ativos e modelos pré-construídos, acelerando o desenvolvimento sem comprometer a qualidade visual e funcional do produto final;
- Suporte opcional a *JavaScript* para expandir funcionalidades quando necessário.

A escolha do GDevelop neste trabalho encontra respaldo em pesquisas que evidenciam sua aplicabilidade no desenvolvimento de jogos educacionais. Estudos recentes demonstram que jogos criados com esse motor de jogos podem contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem. Swandi et al. (2023), ao investigarem a implementação de um jogo educacional desenvolvido com GDevelop no ensino de Ciências para alunos do ensino fundamental, verificaram melhora significativa no desempenho dos estudantes, indicando que a ferramenta pode potencializar a compreensão de conteúdos por meio de abordagens interativas e lúdicas.

Além da aplicação direta com estudantes, o GDevelop também tem sido utilizado em processos formativos voltados à capacitação docente. Pesquisa conduzida por Rios, Santos e Souza (2024) analisou a utilização do GDevelop em um curso de extensão baseado na Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), constatando que os participantes ampliaram sua compreensão sobre lógica de programação e design de jogos digitais, mesmo sem experiência prévia em desenvolvimento. Os resultados evidenciaram que a plataforma favorece a construção de competências técnicas e criativas por meio de uma abordagem prática e acessível.

Outras investigações reforçam o potencial do GDevelop como ferramenta educacional. Chanchi, Muñoz e Muñoz (2019) desenvolveram um videogame terapêutico para apoiar intervenções relacionadas à dislexia, demonstrando que jogos criados na plataforma podem ser aplicados em contextos pedagógicos e terapêuticos. De forma semelhante, estudo publicado no *Cukurova University Faculty of Education Journal* evidenciou que a formação de futuros professores com o uso do GDevelop contribuiu para o desenvolvimento de habilidades na

criação de aplicações de aprendizagem baseada em jogos, além de aumentar a percepção sobre o potencial pedagógico dos jogos digitais (YILMAZ; KARA, 2023).

Portanto, o GDevelop foi escolhido neste trabalho não apenas por sua facilidade de uso e flexibilidade, mas também por seu potencial comprovado em contextos educativos e pela capacidade de viabilizar um desenvolvimento ágil, colaborativo e acessível, mesmo para desenvolvedores sem experiência prévia em programação.

4.4 Concepção do Jogo

Será adotada a estratégia de desenvolvimento de um Mínimo Produto Viável (MVP) do jogo, com o objetivo de validar a proposta pedagógica e a funcionalidade da solução antes de sua versão final. O MVP consistirá em uma versão simplificada do jogo, contendo as principais mecânicas, como a interação com os resíduos, a separação nas lixeiras corretas, o sistema de *feedback* imediato e ao cinco fases jogáveis. Essa abordagem permitirá avaliar a usabilidade, o nível de compreensão das regras pelos usuários e a efetividade do jogo na promoção do aprendizado sobre o descarte correto de resíduos. A partir dos testes realizados com o público-alvo, serão coletados dados e observações que subsidiarão possíveis ajustes e melhorias, garantindo que o produto final esteja alinhado aos objetivos educacionais propostos.

O jogo desenvolvido neste trabalho pertence ao gênero plataforma 2D, caracterizado pela progressão lateral, superação de obstáculos, exploração de cenários e desafios baseados em saltos e precisão. Esse gênero consolidou-se na indústria dos jogos digitais a partir de títulos clássicos que estabeleceram padrões de mecânica, design de fases e progressão de dificuldade, como *Super Mario World*, *Sonic the Hedgehog* e *Donkey Kong Country*. Esses jogos contribuíram para a definição de elementos estruturais do gênero, como movimentação horizontal predominante, interação com inimigos, coleta de itens e evolução gradual da complexidade das fases.

Antes do início das fases, o jogador passa por uma etapa introdutória, onde é apresentado ao contexto do jogo: a cidade encontra-se suja e com descarte inadequado de resíduos, cabendo ao personagem principal a missão de ajudar a restaurar a cidade por meio de atitudes conscientes.

4.5 Mecânicas Educacionais

Durante as fases, o jogador deve:

- Derrotar monstros que representam a poluição ambiental;
- Coletar resíduos espalhados pelo cenário;

- Realizar o descarte correto dos resíduos em lixeiras coloridas ao final de cada fase.

As fases apresentam progressão de dificuldade, aumentando gradativamente a quantidade de lixo e o número de inimigos. Além disso, cada fase trabalha tipos específicos de resíduos, como:

- Plástico e vidro;
- Vidro e papel;
- Outros tipos conforme a evolução do jogo.

O jogo também inclui fases em que o jogador tem a missão de despoluir os rios da cidade, refletindo práticas reais de preservação ambiental. Em uma dessas fases, o jogador deve montar uma ecobarreira utilizando garrafas PET, com o objetivo de acumular resíduos em um ponto seguro do curso d'água e impedir que o lixo avance pelo rio. Essa mecânica foi inspirada na cartilha *Por um rio limpo: Ecobarreira – Um pacto pela sustentabilidade*, elaborada por discentes da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí, a qual apresenta informações sobre o funcionamento das ecobarreiras, os impactos do descarte inadequado de resíduos e a importância da destinação correta do lixo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2025). Ao incorporar esses elementos ao contexto do jogo, busca-se aproximar o jogador de situações reais e reforçar o aprendizado por associação e repetição, estimulando-o a reconhecer e diferenciar os tipos de resíduos e seus impactos ambientais.

Figura 1 - Equipe do projeto “Por um rio limpo: Ecobarreira – Um pacto pela sustentabilidade



Fonte: Sistema Floresta (2025)

4.6 Metodologia de desenvolvimento

A metodologia de desenvolvimento adotada neste trabalho teve como base uma etapa inicial de planejamento e concepção do projeto, considerada fundamental para garantir a coerência, organização e viabilidade do desenvolvimento do jogo digital proposto. Em projetos de jogos digitais, especialmente aqueles com objetivos educacionais, o planejamento inicial exerce papel essencial, pois permite alinhar os aspectos técnicos, pedagógicos e conceituais antes da implementação prática.

Nesse contexto, o desenvolvimento do jogo ambiental ambientado na cidade de Tucuruí foi precedido por uma fase estruturada de planejamento, na qual foram utilizadas duas plataformas digitais gratuitas e de fácil utilização: Miro e Trello. Essas ferramentas foram empregadas desde a concepção inicial do projeto até as etapas de desenvolvimento alcançadas até o momento, sendo fundamentais para o alinhamento da ideia, organização do escopo e condução do processo de desenvolvimento do game.

Para a definição da metodologia de desenvolvimento adotada neste projeto, utilizou-se o modelo do ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), que corresponde às etapas de Planejamento, Execução, Verificação e Ação (OLIVEIRA, 2022). Esse modelo foi aplicado com o objetivo de estruturar o processo de desenvolvimento do jogo educativo, permitindo a organização das atividades, a validação contínua das funcionalidades implementadas e a realização de ajustes progressivos ao longo das etapas do projeto.

4.6.1 Planejamento e Concepção do Projeto com o Miro

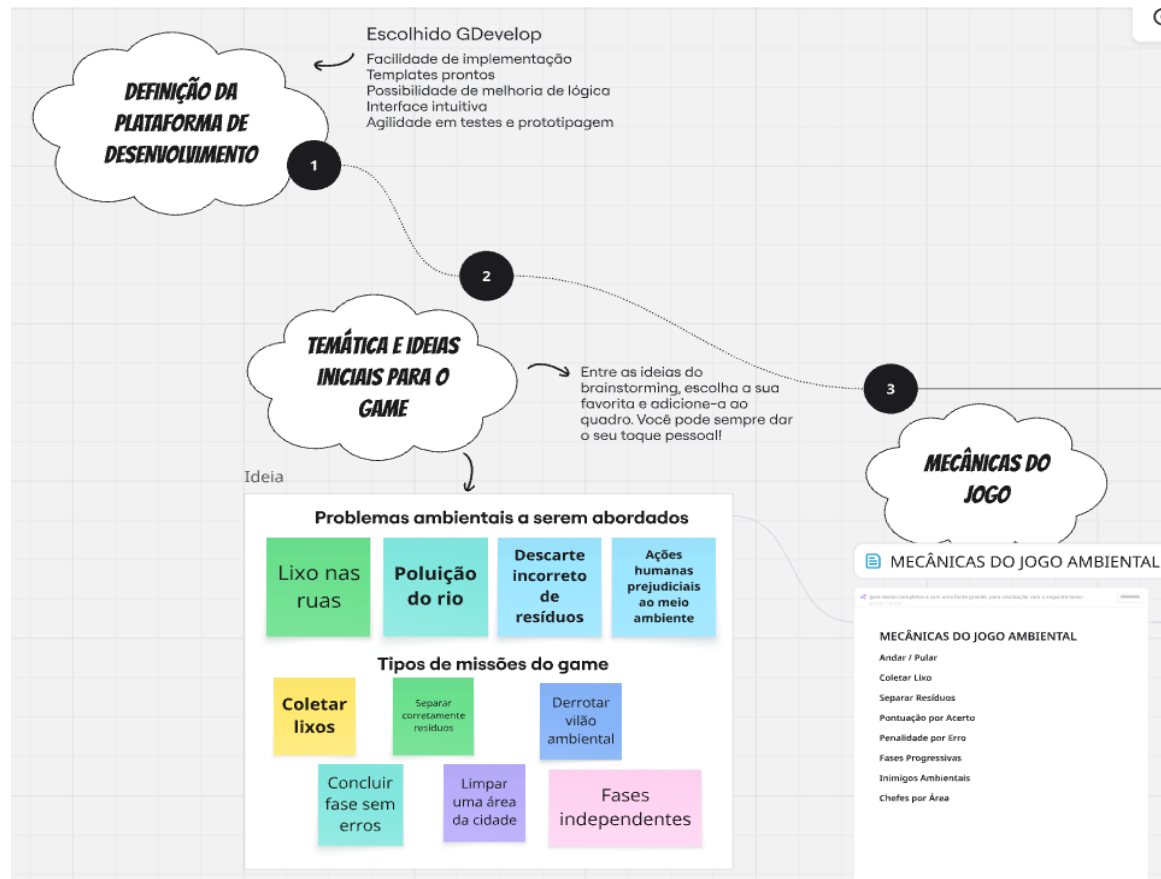
O Miro² foi utilizado como ferramenta principal na fase inicial de planejamento e concepção do projeto. Trata-se de uma plataforma de quadro branco digital que possibilita a organização visual de ideias, sendo amplamente utilizada em processos de *brainstorm*, design conceitual e planejamento de projetos criativos, como jogos digitais.

No desenvolvimento deste trabalho, o Miro foi implantado com o objetivo de centralizar e organizar as ideias iniciais do jogo. Por meio de mapas mentais, quadros conceituais e anotações visuais, foi possível definir os principais elementos do projeto, tais como o tema ambiental, a ambientação na cidade de Tucuruí, o estilo do jogo (plataforma 2D), os objetivos educacionais e o público-alvo (Figura 2). Além disso, a ferramenta possibilitou a estruturação

² O Miro é uma ferramenta online de quadro branco colaborativo (whiteboard digital) usada para organizar ideias, planejar projetos e trabalhar em equipe em tempo real. Acesso em: <https://miro.com/>

das mecânicas do jogo, incluindo missões de coleta seletiva, limpeza de áreas urbanas e enfrentamento de vilões que representam problemas ambientais.

Figura 2 - Concepção inicial do EcoAventura no Miro



Fonte: Elaborado pelo autor.

O uso do Miro contribuiu significativamente para a visualização global do projeto, permitindo estabelecer conexões claras entre os objetivos educacionais e os elementos lúdicos do jogo. Essa abordagem visual facilitou a análise da coerência da proposta, auxiliando na tomada de decisões ainda na fase de planejamento e reduzindo a necessidade de retrabalho durante o desenvolvimento. Dessa forma, o Miro foi essencial para a consolidação da concepção do projeto, servindo como base para todas as etapas posteriores de desenvolvimento do game.

4.6.2 Organização e Gerenciamento do Desenvolvimento com o Trello

Após a etapa de concepção inicial realizada com o apoio do Miro, o Trello foi utilizado como ferramenta de organização e gerenciamento das atividades do projeto. O Trello³ é uma

³ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.trello&hl=pt_BR&pli=1

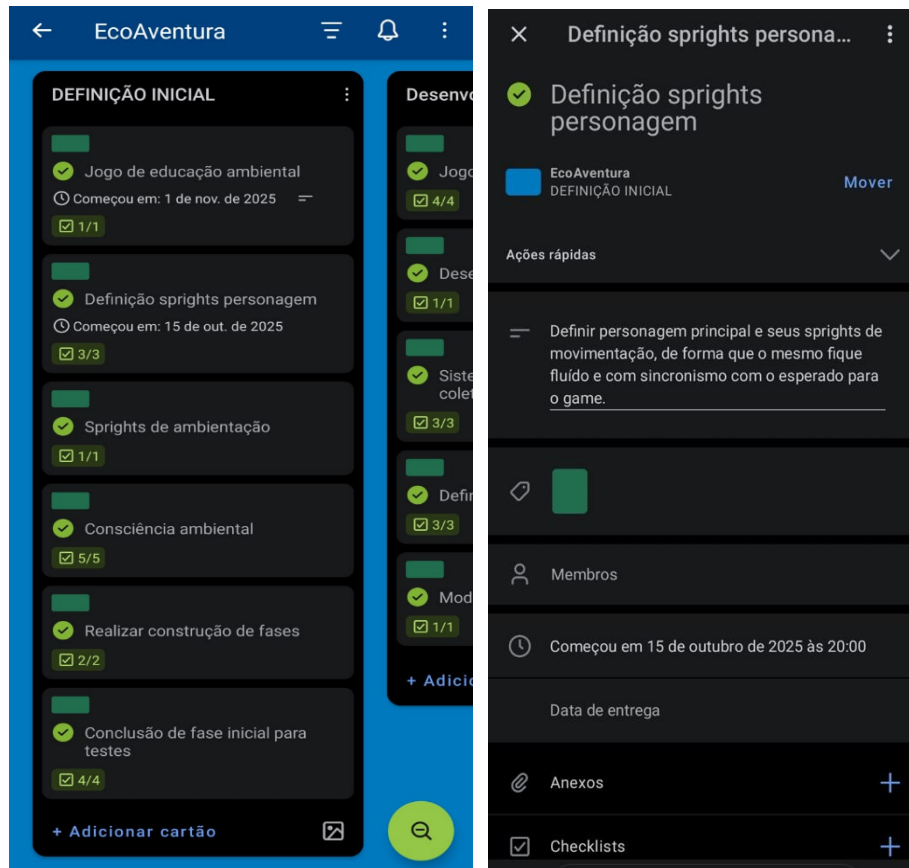
plataforma que possibilita a divisão do projeto em tarefas menores, permitindo o acompanhamento contínuo do progresso de cada etapa do desenvolvimento. Neste trabalho, foi utilizada a versão mobile do Trello, a qual se mostrou especialmente eficaz por facilitar o acesso rápido às informações do projeto, bem como a verificação, o acompanhamento e a validação das atividades relacionadas ao desenvolvimento do game.

No contexto deste trabalho, o Trello foi implantado para estruturar e organizar as atividades relacionadas ao desenvolvimento do jogo, desde o planejamento inicial até a implementação das funcionalidades e fases, representado na Figura 3. As tarefas foram distribuídas em listas que representavam os diferentes estados do desenvolvimento, como “a fazer”, “em andamento” e “concluído”, possibilitando uma visão clara e objetiva do progresso do projeto.

A organização das atividades foi inspirada nos princípios da metodologia ágil Scrum, que se baseia na divisão do desenvolvimento em ciclos curtos e incrementais, denominados sprints. No Scrum, o trabalho é planejado de forma iterativa, permitindo revisões frequentes, adaptação a mudanças e entrega contínua de partes funcionais do produto. Embora o projeto tenha sido conduzido em escala acadêmica e individual, buscou-se aplicar conceitos centrais da metodologia, como definição de backlog (lista priorizada de tarefas), acompanhamento do fluxo de execução e avaliação periódica das entregas realizadas.

Nesse sentido, o Trello funcionou como um quadro Kanban adaptado ao Scrum, no qual cada cartão representava uma funcionalidade, ajuste ou elemento do jogo a ser desenvolvido. Essa abordagem favoreceu maior organização, controle do tempo e rastreabilidade das etapas do projeto, além de permitir a divisão clara entre planejamento, desenvolvimento e validação das funcionalidades implementadas. A adoção de práticas ágeis contribuiu para tornar o processo mais estruturado e alinhado às metodologias contemporâneas de desenvolvimento de software e jogos digitais.

Figura 3 - Interface de planejamento de atividades no Trello



Fonte: Elaborado pelo autor.

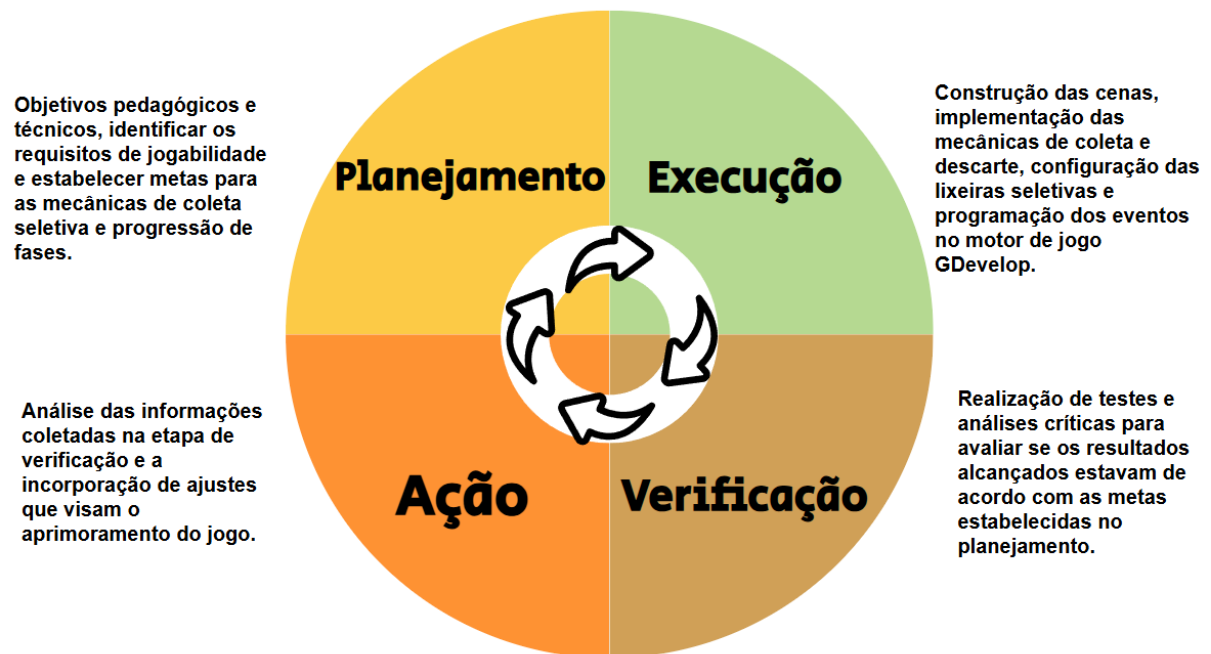
Essa organização mostrou-se fundamental para o controle do desenvolvimento, permitindo acompanhar o avanço das atividades, priorizar funcionalidades e garantir que os objetivos definidos na fase de planejamento fossem efetivamente implementados. Além disso, o uso do Trello contribuiu para uma melhor gestão do tempo e das etapas do projeto, tornando o processo de desenvolvimento mais estruturado e eficiente.

4.6.3 Aplicação do Modelo PDCA para desenvolvimento do EcoAventura

O ciclo PDCA, apresentado na Figura 4, é uma metodologia interativa de gestão e melhoria contínua de processos que têm sido amplamente utilizada em diferentes contextos para apoiar o controle, a avaliação e a evolução de projetos. Originalmente concebido para a gestão da qualidade, o PDCA constitui um método estruturado que visa promover a melhoria contínua por meio da revisão sistemática de planos, da implementação de ações, da verificação de resultados e da adoção de ajustes necessários (ALBUQUERQUE, 2015; TAJRA *et al.*, 2013). Essa abordagem tem aplicabilidade em uma grande variedade de áreas, incluindo o

desenvolvimento de software e até mesmo de jogos digitais, nos quais a necessidade de melhoria contínua e adaptação ao usuário é constante.

Figura 4 - Desenvolvimento ciclo PDCA do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo em vista que o PDCA é um ciclo iterativo, a conclusão de uma rodada conduz naturalmente ao planejamento de uma nova etapa, promovendo a otimização contínua do produto conforme novas necessidades e insights emergem. O ciclo PDCA, nesse sentido, estabelece uma base metodológica que reforça o desenvolvimento iterativo e adaptativo de soluções tecnológicas.

A adoção de um modelo PDCA no desenvolvimento deste trabalho, não apenas promove melhorias incrementais contínuas, mas também favorece a organização do processo de desenvolvimento, a avaliação sistemática das ações e a capacitação no desenvolvimento para responder prontamente a mudanças ou descobertas durante o processo. Tais características tornam o PDCA um importante referencial metodológico para projetos complexos que demandam adaptação constante, como é o caso de sistemas gamificados, onde verificações frequentes e ajustes iterativos visam garantir tanto a qualidade técnica quanto a efetividade pedagógica.

4.6.4 Importância da Metodologia Utilizada no Desenvolvimento do Jogo

A utilização conjunta do Miro e do Trello configurou uma metodologia de desenvolvimento baseada em planejamento visual, organização sistemática e acompanhamento contínuo, aspectos considerados essenciais no desenvolvimento de jogos digitais. Enquanto o Miro foi responsável por apoiar a concepção e o alinhamento das ideias iniciais, o Trello permitiu transformar essas ideias em atividades práticas e acompanhar sua execução de forma organizada.

Esse processo metodológico foi de grande importância para garantir a coerência do projeto ao longo do desenvolvimento, evitando desvios em relação aos objetivos propostos e assegurando que o jogo mantivesse seu foco educacional e ambiental. Além disso, a adoção dessas ferramentas contribuiu para a redução de erros, melhoria da organização do fluxo de trabalho e aumento da qualidade do produto final.

Portanto, a metodologia adotada demonstrou-se adequada e eficaz para o desenvolvimento do jogo, uma vez que proporcionou uma base sólida para a concepção do projeto, organização das atividades e acompanhamento do progresso, sendo crucial para guiar o desenvolvimento do jogo até a etapa atual.

4.7 Cenários e Cenas

Os cenários das cenas de fases do jogo foram criados a partir de pontos turísticos importantes para a cidade de Tucuruí, como forma de identificação entre o jogador e o mundo virtual. Além disso, é comum encontrar nesses lugares, as lixeiras de coleta seletiva, o que gera ainda mais fidelidade entre os cenários da fases e mundo real. Outros componentes das cenas são os monstros, resíduos, quiosques, etc.

No entanto, para que o cenário se adequasse ao estilo adotado no desenvolvimento do *EcoAventura*, tornou-se necessário que as imagens reais dos pontos turísticos fossem utilizadas apenas como inspiração visual. Dessa forma, os cenários passaram a seguir a proposta do jogo, caracterizada por um ambiente de fantasia, colorido e amigável, voltado ao público infantil, com o objetivo de promover aprendizado e diversão.

Para viabilizar essa adaptação, optou-se pelo uso de inteligência artificial (IA) generativa, por meio do ChatGPT⁴, para a criação dos cenários a partir de imagens reais.

⁴ ChatGPT é um modelo de linguagem baseado em inteligência artificial, desenvolvido pela OpenAI, utilizado neste trabalho como ferramenta de apoio à revisão e organização textual. Disponível em: <https://chat.openai.com/>.

Para Zhuang (2020), o uso de geradores de imagens com IA promove a interdisciplinaridade ao criar recursos visuais que conectam diferentes áreas do conhecimento, tornando os conteúdos mais claros e integrados.

Em seu trabalho, Brito e Ambrósio (2025), realizaram webinários com o intuito de interagir, debater o uso de imagens criadas por IA no contexto educacional e criar imagens a partir de *prompts* em diferentes modelos de IA generativa. Ao término, foram realizadas avaliações com os 207 participantes.

Na análise das avaliações dos participantes, verificou-se a importância do uso da imagem como instrumento pedagógico e de inclusão social. Além disso, imagens podem contribuir na concentração dos alunos, bem como base para trabalhar com alunos hiperativos, ressaltando a importância do bom uso de imagens para o ensino.

4.8 Etapa Final do Jogo

Ao concluir todas as fases, o jogador tem acesso a um mapa da cidade de Tucuruí, onde são apresentados os pontos de coleta de lixo, reforçando a ligação entre o ambiente virtual do jogo e a realidade local, incentivando a aplicação do aprendizado no cotidiano.

4.9 Análise dos perfis de jogadores e níveis de consciência no jogo educativo

De acordo com Sipone et al., (2025), estudos em gamificação e design de jogos sugerem que os usuários podem ser agrupados em diferentes tipos ou perfis de jogadores, os quais refletem motivações, comportamentos e formas de interação com os elementos de jogo. Essa mesma linha teórica apoia a ideia de que jogadores com níveis variados de consciência, desde indivíduos que possuem pouco conhecimento sobre o tema até aqueles que internalizam e aplicam o aprendizado fora do jogo, demandam diferentes abordagens de apresentação de conteúdo, tutorial e *feedback*.

Pesquisas baseadas em revisão sistemática indicam que os perfis de jogadores não se limitam a classificações descritivas, mas correspondem a padrões motivacionais e comportamentais que influenciam diretamente a forma como os indivíduos interagem com jogos e sistemas gamificados. Em uma revisão sistemática da literatura sobre tipologias e motivações de jogadores em contextos de gamificação, Hamari, Koivisto e Sarsa (2014) identificaram que fatores como motivação intrínseca, engajamento, senso de progressão e recompensas simbólicas impactam significativamente a experiência do usuário e seus resultados, incluindo aprendizagem e mudança de comportamento. Os autores destacam que o engajamento sustentado está relacionado à internalização de objetivos e à maior disposição para

aplicar conhecimentos adquiridos no ambiente do jogo em contextos reais. Nesse sentido, é possível correlacionar tais achados aos níveis de consciência do jogador, uma vez que indivíduos com maior motivação intrínseca tendem a evoluir de uma postura inicial exploratória para uma interação mais reflexiva e intencional, ampliando a transferência do aprendizado do ambiente virtual para a realidade cotidiana.

Em contextos educacionais, a identificação de perfis de jogadores propicia a personalização da experiência de aprendizagem, o que é determinante para promover a conscientização e a mudança de comportamento esperados em jogos educativos ambientais como o apresentado neste trabalho.

Dessa forma, compreender os níveis de consciência do jogador, não apenas contribui para um design de jogo mais eficaz, mas também permite avaliar e validar o impacto pedagógico do jogo educativo, garantindo que as mensagens e tutoriais sejam adaptados às necessidades cognitivas e motivacionais dos diferentes tipos de usuários envolvidos no processo de aprendizagem.

Tendo em vista isso, o jogo a ser desenvolvido conta com interação direta com elementos de reciclagem, pontos existentes na cidade de Tucuruí, realizando a ambientação do jogador caso conheça algum desses pontos, bem como vilões e personagens a serem derrotados, fazendo com que o jogador reduza a poluição e pratique a limpeza da cidade. Esse modelo de *gameplay* adotado visa realizar o rápido entendimento do usuário além de fazer o mesmo praticar atos que possam ser levados como conhecimento para fora do jogo, viabilizando a ideia central do EcoAventura.

5 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do jogo proposto neste trabalho foi realizado utilizando a plataforma GDevelop, um ambiente de criação de jogos 2D que permite o desenvolvimento por meio de lógica baseada em eventos, dispensando a escrita de código tradicional. Essa abordagem facilita a implementação de mecânicas complexas e torna o processo mais ágil, especialmente em projetos educacionais.

5.1 Estrutura do Jogo EcoAventura

O jogo foi desenvolvido no estilo plataforma 2D, no qual o personagem principal se desloca lateralmente pelo cenário, podendo correr, pular e interagir com objetos e inimigos. Esse gênero foi escolhido por ser amplamente conhecido pelo público infantil, proporcionando fácil adaptação às mecânicas e maior engajamento dos jogadores.

Estudos na área de games educacionais indicam que jogos 2D, especialmente de plataforma, podem ser eficazes em contextos de aprendizagem porque combinam mecânicas intuitivas com uma curva de desafio progressiva, tornando-se acessíveis e atrativos para crianças em idade escolar (FERNANDES; PEREIRA, 2018; ELISTATIA; PERMATASARI, 2025). Entre um dos jogos mais famosos deste estilo, se destaca o *Super Mario World* (Figura 5).

Figura 5 - Super Mario World, 1990.



Fonte: Vollmer (2016).

O fluxograma apresentado na Figura 6 representa o fluxo de navegação e progressão do jogador dentro do jogo educativo, desde o início até o encerramento.

O processo começa na Abertura, que corresponde à tela inicial do jogo. Em seguida, o jogador é direcionado para a Apresentação do jogo, etapa em que são exibidas informações introdutórias, como objetivo, instruções e contextualização da proposta educativa.

Após essa introdução, o fluxo segue para o Mapa, que funciona como elemento central de navegação. O mapa é o ambiente onde o jogador visualiza as fases disponíveis e escolhe qual deseja acessar. Ele atua como um *hub* principal, conectando-se a todas as fases do jogo.

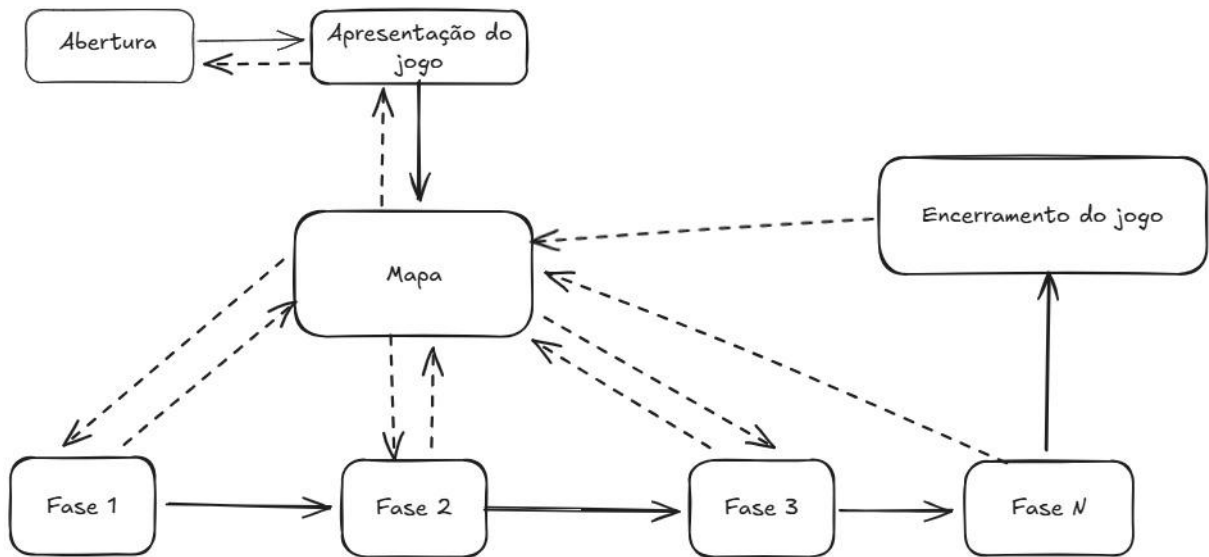
A partir do mapa, o jogador pode acessar a Fase 1. Ao concluir essa fase, o fluxo segue de forma sequencial para a Fase 2, depois para a Fase 3, e assim sucessivamente até a Fase N, que representa a última fase do jogo. As setas contínuas entre as fases indicam a progressão linear, ou seja, o avanço ocorre conforme o jogador conclui cada etapa.

As setas tracejadas indicam a possibilidade de retorno ao Mapa após a conclusão de uma fase. Isso demonstra que o jogador pode visitar fases já concluídas ou escolher outras fases desbloqueadas, garantindo flexibilidade na navegação.

Por fim, após a conclusão da última fase (Fase N), o fluxo direciona para o Encerramento do jogo, etapa final que pode apresentar uma mensagem de conclusão, pontuação final ou reforço educativo. O fluxograma também indica que, a partir do encerramento, pode haver retorno ao mapa, permitindo ao jogador continuar explorando ou repetir fases.

De modo geral, o diagrama evidencia uma estrutura híbrida: progressão linear entre as fases, mas com navegação centralizada no mapa, proporcionando organização, controle de avanço e possibilidade de revisão de conteúdo.

Figura 6 - Fluxograma de funcionamento do EcoAventura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.1 Abertura

Na primeira etapa, é mostrada uma imagem de abertura do jogo *EcoAventura* como um elemento de impacto visual e narrativo, apresentando de forma imediata o universo do jogo ao usuário (Figura 7). A cena em estilo *cartoon 2D* destaca o personagem principal em ação, os monstros formados por lixo e elementos icônicos da cidade de Tucuruí, como o trem, o farol e a usina, criando identificação cultural e contextualizando o cenário urbano-ambiental. Além de atrair a atenção do jogador logo no primeiro contato, a imagem comunica de maneira clara a proposta educativa do jogo, associando diversão, aventura e conscientização ambiental, reforçando o objetivo de estimular a coleta correta de resíduos e o cuidado com o espaço público.

Figura 7 - Tela de menu inicial do jogo EcoAventura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao clicar no botão “Novo Jogo”, o jogador iniciará escrevendo seu nome (Figura 8). Ao “Confirmar”, o jogo mostrará um ranking com nomes dos jogadores que realizaram todas as fases em menos tempo (Figura 9).

Figura 8 - Identificação do jogador



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 - Rank dos jogadores do Eco Aventura



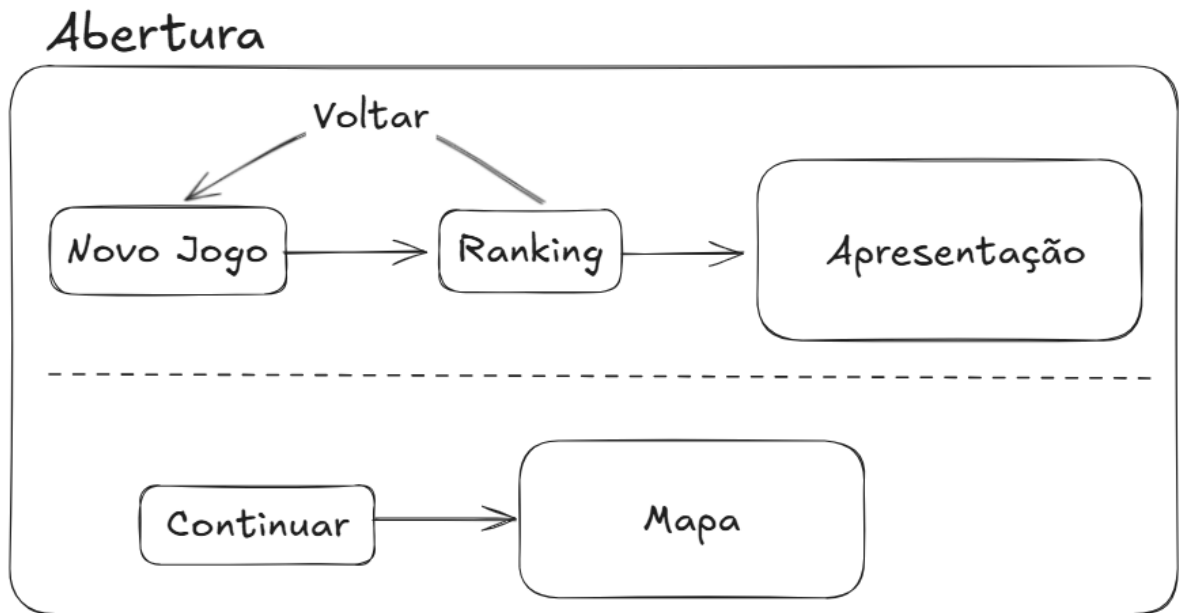
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tela de *ranking*, o jogador pode voltar para a primeira tela da Abertura ou clicar em avançar para ir para a apresentação.

O botão Continuar permite que o jogador retome sua jornada exatamente de onde parou, oferecendo uma experiência fluida e sem interrupções. Ao acioná-lo, o jogo carrega o mapa e direciona automaticamente o jogador para a última fase concluída ou em andamento, preservando seu progresso. Essa funcionalidade evita a necessidade de reiniciar etapas já vencidas, economiza tempo e reforça a sensação de continuidade, mantendo o engajamento e o ritmo da partida.

O fluxo de abertura do jogo pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 - Fluxograma de abertura inicial do jogo



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.2 Apresentação

A etapa de apresentação do jogo tem como objetivo introduzir o jogador ao contexto da cidade de Tucuruí, bem como aos principais problemas ambientais que serão abordados ao longo das fases. Por meio de cenas ilustradas e diálogos curtos, o jogo busca contextualizar a narrativa de forma didática e acessível, despertando a atenção do jogador para questões relacionadas à poluição, à falta de educação ambiental e à importância da coleta seletiva e da reciclagem. Essa introdução funciona como um momento de ambientação, preparando o jogador para as missões que envolvem a limpeza da cidade e a conscientização ambiental, conforme ilustrado nas Figuras 11 a 17.

Figura 11 - Tela inicial do jogo com mensagem de boas-vindas à cidade de Tucuruí.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 - Cena de apresentação da cidade de Tucuruí, destacando seus elementos naturais e urbanos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13 - Representação do rio como recurso natural essencial para a cidade e equilíbrio ambiental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 - Introdução dos problemas ambientais observados no contexto urbano do jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Cena ilustrativa da poluição causada pelo descarte inadequado de resíduos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 - Convite do personagem ao jogador para participar das ações de conscientização ambiental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 - Tela de encerramento da apresentação inicial do jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.3 Mapa

O mapa do jogo foi projetado como um ambiente interativo que representa o progresso do jogador ao longo das fases, utilizando uma estrutura visual baseada em um percurso contínuo (Figura 18). Nesse cenário, cada círculo presente no chão corresponde a uma fase específica do jogo, funcionando como pontos de acesso aos desafios propostos. Essa organização permite que o jogador visualize de forma clara sua evolução, identificando as fases já concluídas, a fase atual e as fases futuras. Apenas a fase inicial começa com a cor vermelha, para indicar o ponto inicial do jogo. As demais fases são azuis se já tiverem sido desbloqueadas ou pretas se ainda estão bloqueadas.

A disposição sequencial dos círculos ao longo do caminho tem como objetivo orientar o jogador de maneira intuitiva, estimulando a progressão gradual e ordenada das atividades. Cada fase apresenta desafios educativos relacionados ao descarte correto de resíduos, reforçando o aprendizado de forma progressiva. À medida que o jogador avança, novos círculos são desbloqueados, incentivando a continuidade do jogo e promovendo o engajamento por meio da sensação de conquista.

Além disso, o mapa contribui para a contextualização lúdica do jogo, criando um ambiente visual atrativo e adequado ao público infantil. A representação gráfica das fases em um mapa facilita a compreensão do funcionamento do jogo por crianças na faixa etária

proposta, ao mesmo tempo em que apoia os objetivos pedagógicos ao associar a evolução no jogo ao desenvolvimento do conhecimento sobre educação ambiental.

Figura 18 - Mapa interativo do jogo EcoAventura, representando a sequência de fases e o progresso do jogador.



Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

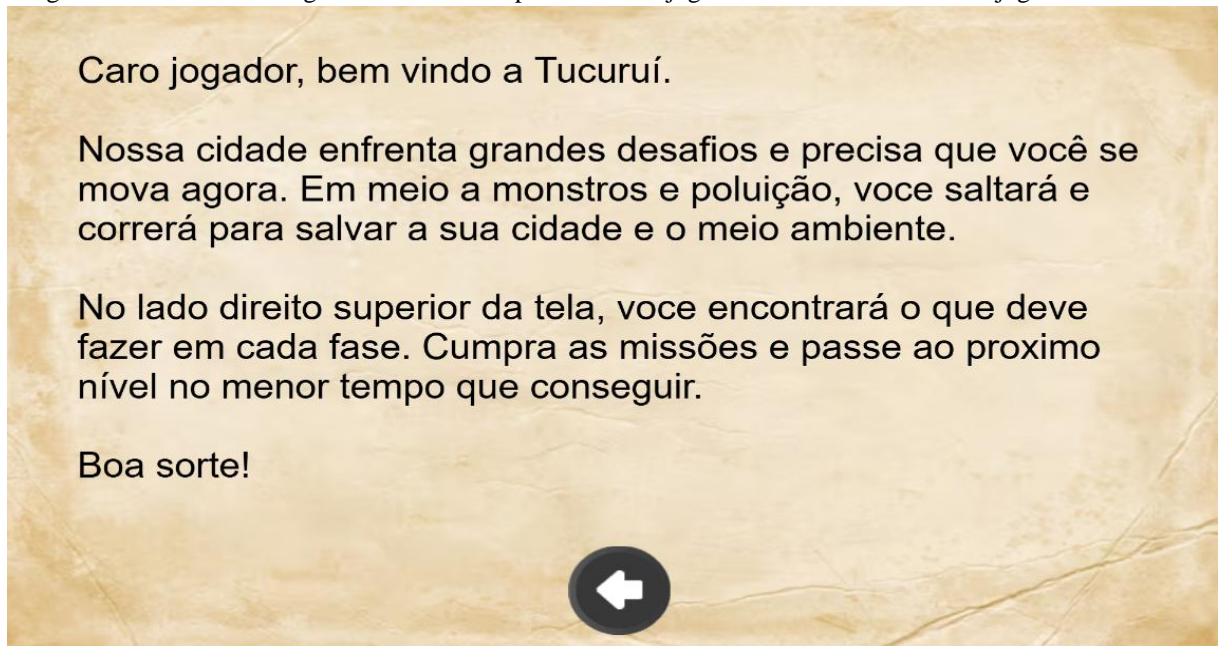
5.1.4 Fases

As fases constituem a parte essencial do jogo, pois é nesse momento que o jogador interage com os monstros, com o cenário e realiza as atividades relacionadas à limpeza da cidade. Cada fase apresenta cenários próprios, inimigos, obstáculos e elementos interativos, seguindo uma progressão lógica de dificuldade. Durante sua execução, o cenário permanece inalterado, sendo cada ambientação inspirada em pontos turísticos da cidade de Tucuruí.

No início de cada fase, o jogador recebe três missões, que consistem na coleta de resíduos espalhados pela cidade e na despoluição de rios. Ao longo do jogo, é possível sair a qualquer momento ao clicar no botão “X”. Ao selecionar essa opção, o jogador é redirecionado para a cena do mapa principal do jogo.

Destaca-se que apenas na Fase 1 é exibida uma caixa de diálogo inicial com o objetivo de dar as boas-vindas ao jogador e introduzi-lo à dinâmica do jogo (Figura 19).

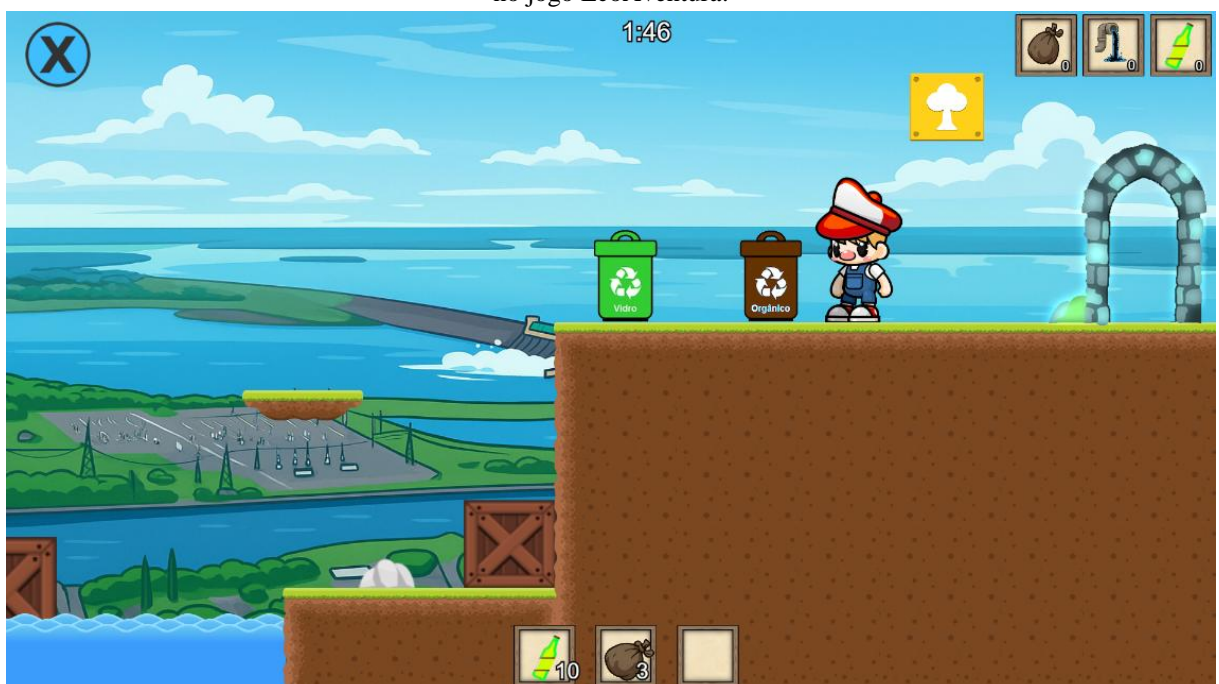
Figura 19 - Caixa de diálogo de boas-vindas apresentada ao jogador no início da Fase 1 do jogo EcoAventura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao final de cada fase, o jogador deve realizar o descarte correto dos resíduos coletados nas lixeiras apropriadas. Caso todas as missões sejam concluídas com sucesso, o personagem atravessa um portal que apresenta o tempo gasto para completar os objetivos, acompanhado de uma mensagem de congratulação pelo desempenho (Figura 20).

Figura 20 - Momento de finalização da fase, com o descarte seletivo de resíduos e acesso ao portal de conclusão no jogo EcoAventura.

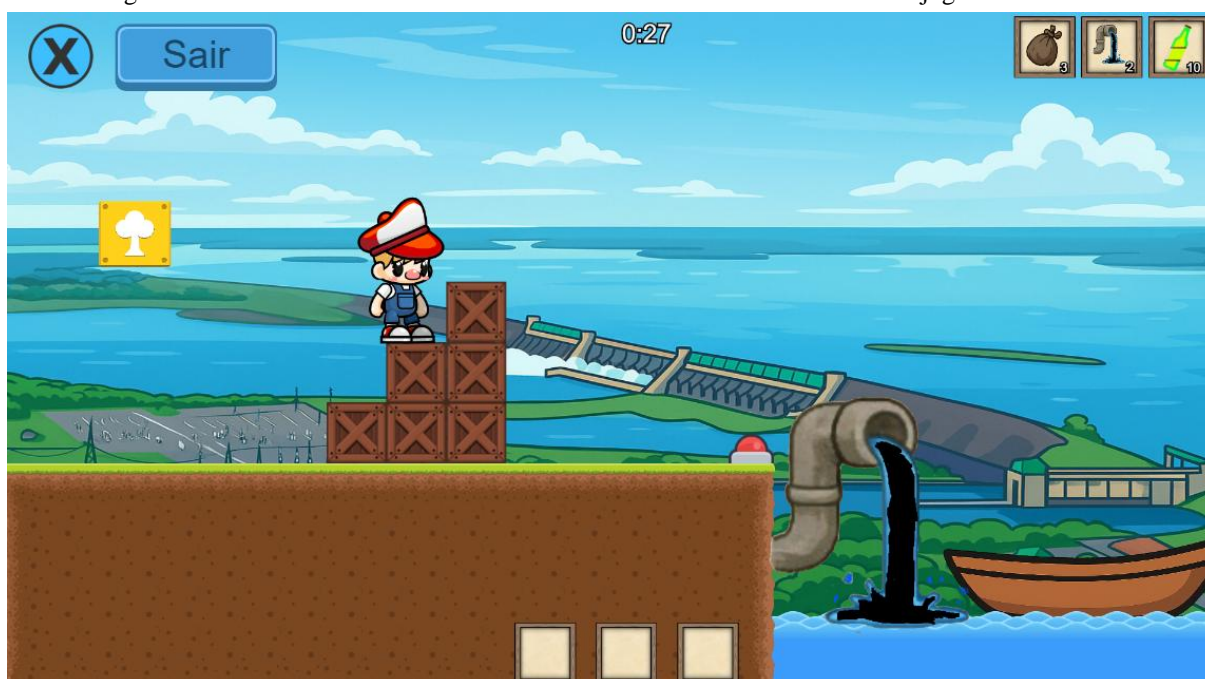


Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

Para este protótipo, foram desenvolvidas cinco fases, ambientadas nos seguintes cenários da cidade de Tucuruí:

- I. Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Figura 21)
- II. Praça do Tucunaré (Figura 22)
- III. Praia Queiroz Galvão (Figura 23)
- IV. Orla de Tucuruí (Figura 24)
- V. Praça do Rotary (Figura 25)

Figura 21 - Cenário da fase ambientado na Usina Hidrelétrica de Tucuruí no jogo EcoAventura.



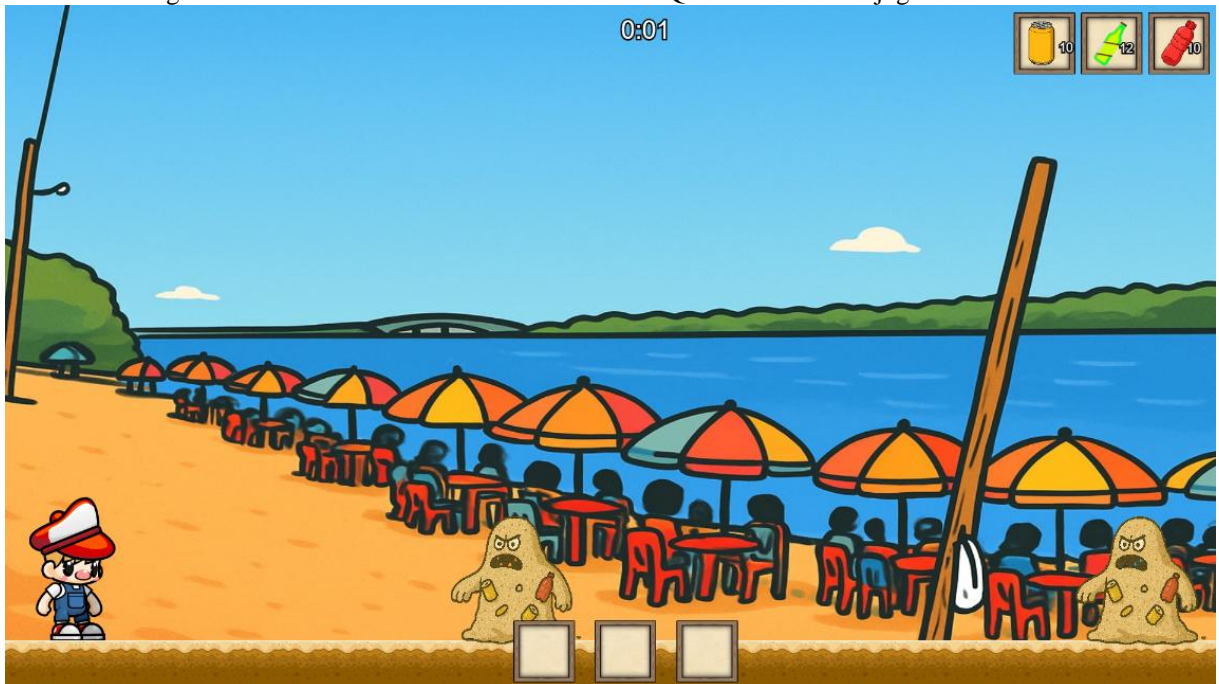
Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

Figura 22 - Cenário da fase ambientado na Praça do Tucunaré no jogo EcoAventura



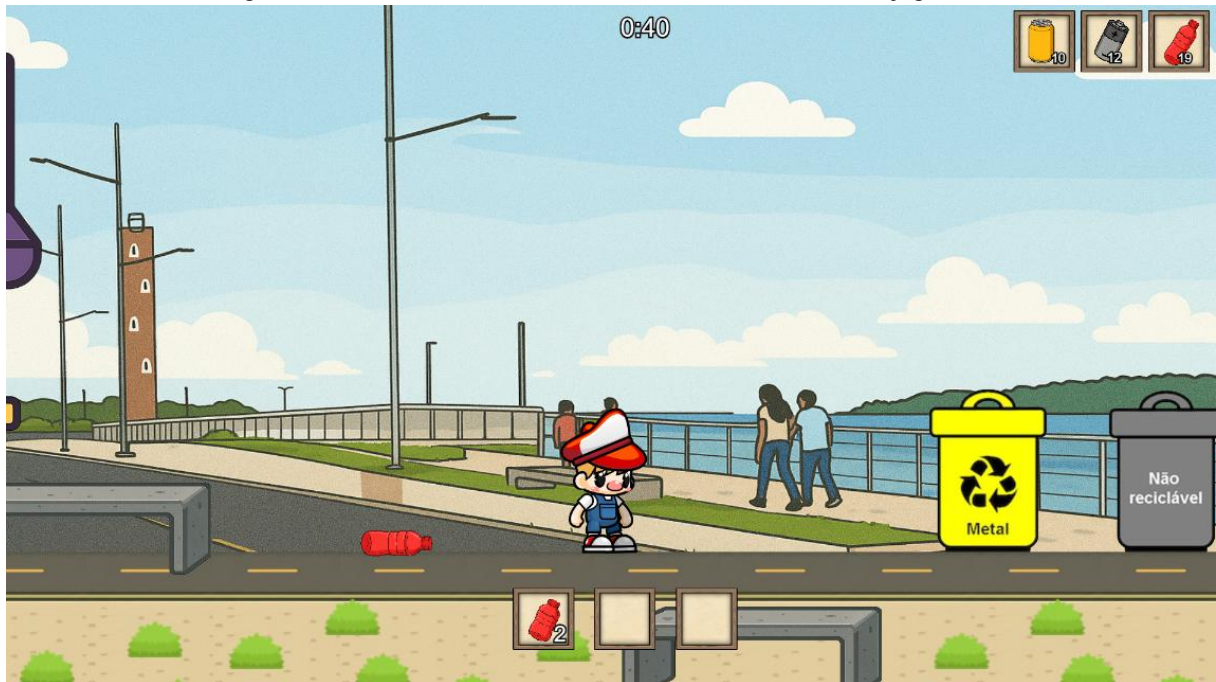
Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

Figura 23 - Cenário da fase ambientado na Praia Queiroz Galvão no jogo EcoAventura.



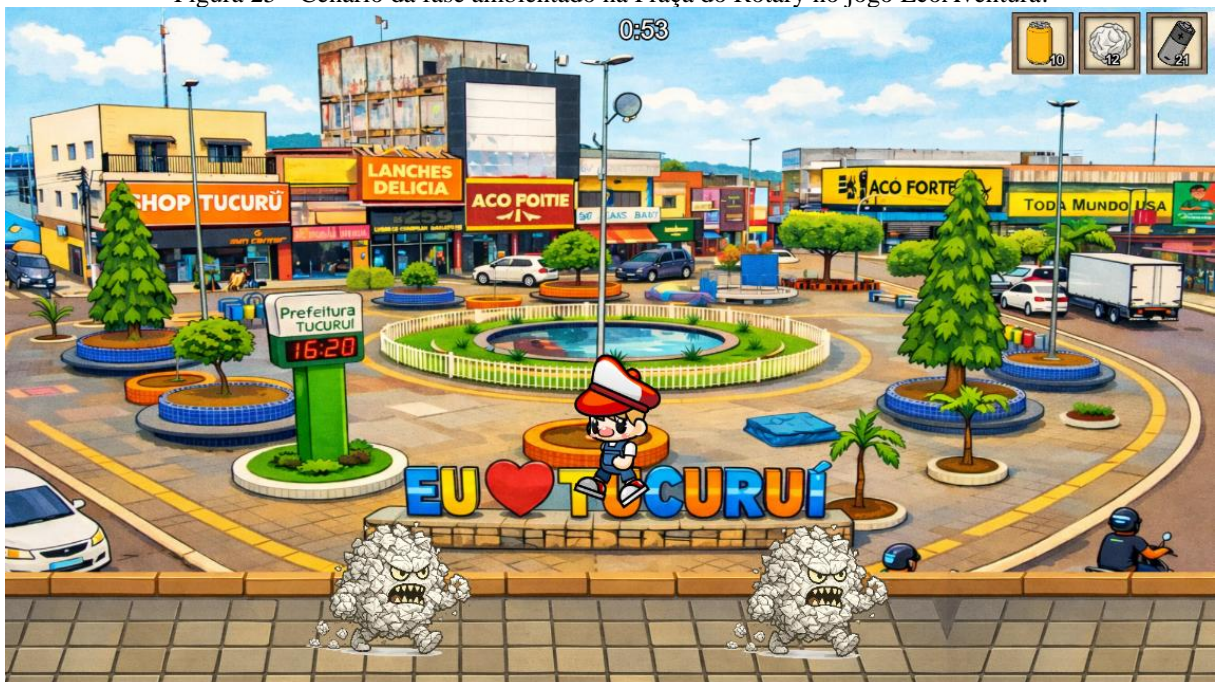
Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

Figura 24 - Cenário da fase ambientado na Orla de Tucuruí no jogo EcoAventura.



Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

Figura 25 - Cenário da fase ambientado na Praça do Rotary no jogo EcoAventura.



Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

A fase ambientada na Orla de Tucuruí foi elaborada com base em um projeto real desenvolvido por alunos do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (Santos *et al.*, 2025), que propuseram a construção de uma ecobarreira utilizando garrafas PET (Polietileno Tereftalato) para conter resíduos sólidos descartados inadequadamente no rio. Essa iniciativa

tem como objetivo impedir que materiais como sacolas plásticas, garrafas e outros objetos de maior porte se dispersem pelo curso d'água, reduzindo impactos ambientais e facilitando a coleta posterior dos resíduos.

No contexto do jogo, essa fase busca aproximar o jogador de uma situação real de preservação ambiental, transformando uma ação técnica em uma atividade lúdica e educativa. Durante a fase, o jogador deve coletar garrafas PET distribuídas pelo cenário, reforçando o reconhecimento do plástico como material reciclável e destacando seu potencial de reutilização. Ao final da etapa, as garrafas coletadas são combinadas com arame para a construção de uma ecobarreira, que é posteriormente instalada no rio como ação conclusiva da fase.

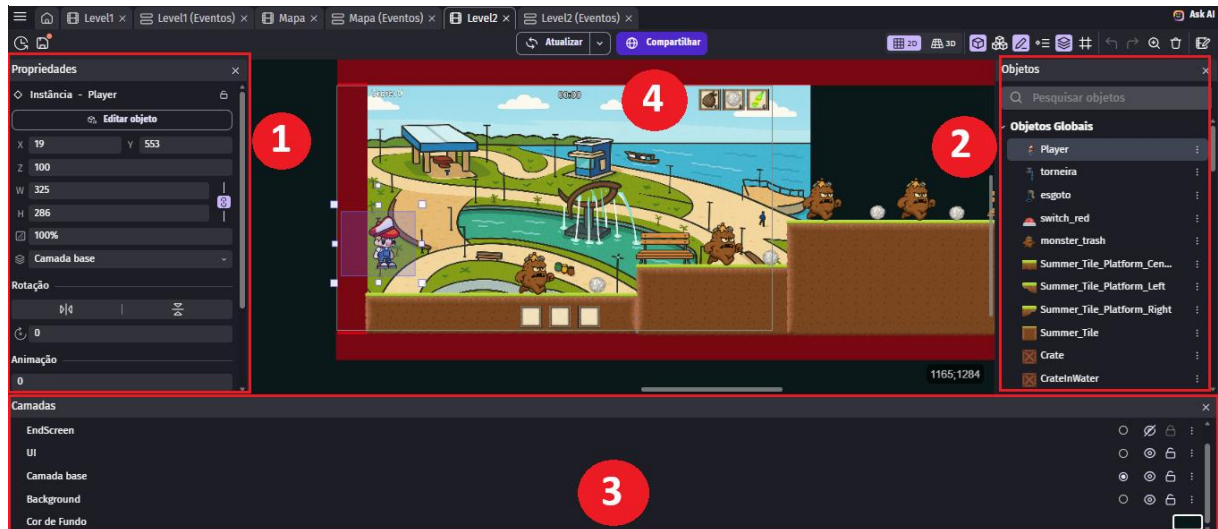
Essa mecânica contribui para a compreensão de conceitos fundamentais relacionados à reciclagem, reutilização de materiais e preservação dos recursos hídricos. Além disso, estimula o desenvolvimento da consciência ambiental ao demonstrar, de forma prática, que resíduos descartados corretamente podem ser transformados em soluções sustentáveis. Dessa maneira, a fase da Orla de Tucuruí fortalece o caráter educativo do jogo ao integrar conhecimento técnico, realidade local e aprendizagem por meio da gamificação.

5.2 Criação dos Cenários e Personagens

No GDevelop, uma cena representa um nível ou tela do jogo, sendo responsável por concentrar os elementos visuais, interativos e lógicos que compõem a experiência do jogador naquele momento (Figura 25). Para o desenvolvimento do jogo de plataforma 2D, cada fase foi estruturada como uma cena independente, permitindo melhor organização e reutilização de recursos.

A criação de uma cena inicia-se a partir do editor da ferramenta, no qual são configurados diferentes componentes da interface, como o painel de propriedades (1), que permite a definição de atributos como altura, largura e posição nos eixos x, y e z; o painel de objetos do jogo (2), responsável pela inserção do personagem principal, monstros, resíduos, lixeiras, plataformas, obstáculos e itens interativos; as camadas (*layers*) (3), organizadas para separar elementos como cenário, personagem, inimigos, interface do usuário e efeitos visuais; e o plano de fundo (*background*) (4), utilizado para representar visualmente o ambiente da fase, geralmente relacionado a um ponto turístico da cidade de Tucuruí.

Figura 26 - Interface do editor de cenas do GDevelop: 1 – painel de propriedades do objeto selecionado; 2 – painel de objetos do projeto; 3 – painel de camadas (layers); 4 – área de visualização da cena.



Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

Além desses elementos, cada objeto pode receber comportamentos específicos, como o comportamento de plataforma para o personagem, comportamento de colisão para obstáculos e comportamentos personalizados para inimigos e itens coletáveis.

Após a inserção dos objetos, é realizada a configuração inicial da cena, como posicionamento dos elementos, definição de limites do mapa e ajuste da câmera para acompanhar o personagem durante a movimentação.

5.2.1 Cenários e elementos da cena

Os cenários do jogo foram desenvolvidos com base em imagens reais de pontos turísticos da cidade de Tucuruí, combinadas ao uso de inteligência artificial para adaptação estética ao estilo visual proposto. Essa abordagem permitiu preservar elementos característicos dos locais retratados, ao mesmo tempo em que garantiu unidade visual compatível com a proposta lúdica do jogo.

Para a geração das ilustrações em estilo cartoon, foi utilizada uma ferramenta de inteligência artificial capaz de transformar imagens reais em composições gráficas estilizadas. A partir das fotografias selecionadas, aplicou-se um comando descritivo (prompt) solicitando a recriação das imagens no formato de desenho digital, com traços simplificados e cores vibrantes, adequadas ao público infantil. O comando utilizado foi: “Transforme esta imagem em uma versão ilustrada/cartoon 2D, estilo desenho vetorial, cores planas, linhas marcadas, mantendo a estrutura”. Essa instrução orientou a ferramenta a preservar a composição original

da cena, adaptando-a para uma estética visual compatível com a proposta lúdica e educativa do jogo.

A Figura 27 apresenta um exemplo do processo de conversão de uma imagem real em uma versão ilustrada no estilo visual adotado pelo jogo.

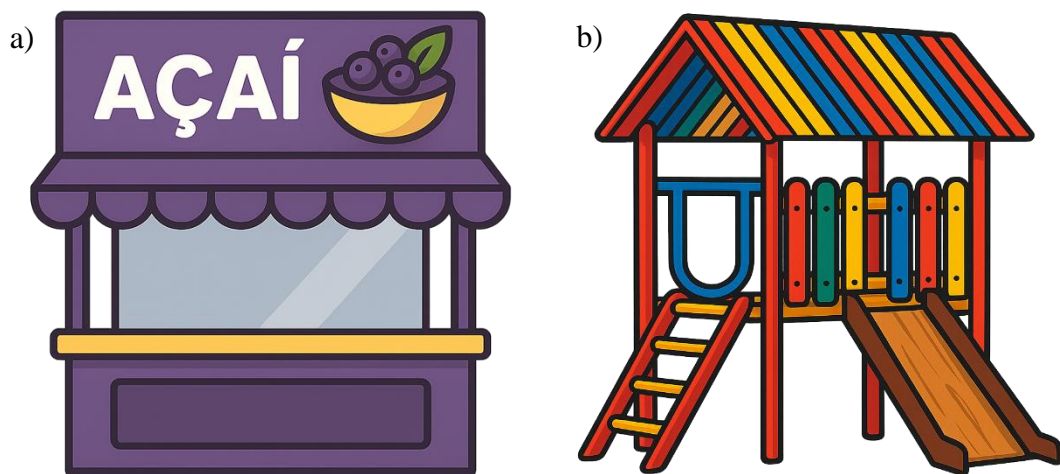
Figura 27 - Exemplo de transformação de imagem real em ilustração no estilo cartoon utilizada na construção dos cenários do jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir desse processo de geração de imagens, foram produzidos diversos elementos visuais para compor os cenários do jogo, como quiosques, obstáculos, bancos e brinquedos infantis, mantendo coerência estética com o estilo adotado.

Figura 28 - Exemplos de elementos gráficos utilizados na composição dos cenários do jogo em estilo cartoon: (a) quiosque; (b) brinquedo infantil.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.2 Personagem

O personagem apresentado no jogo desempenha o papel de protagonista e mediador do processo de aprendizagem, atuando como principal elemento de interação entre o jogador e os conteúdos educativos relacionados à coleta seletiva e à consciência ambiental. Sua aparência foi desenvolvida com características visuais amigáveis e infantis, como traços simples, cores vibrantes e expressões faciais suaves (Figura 29).

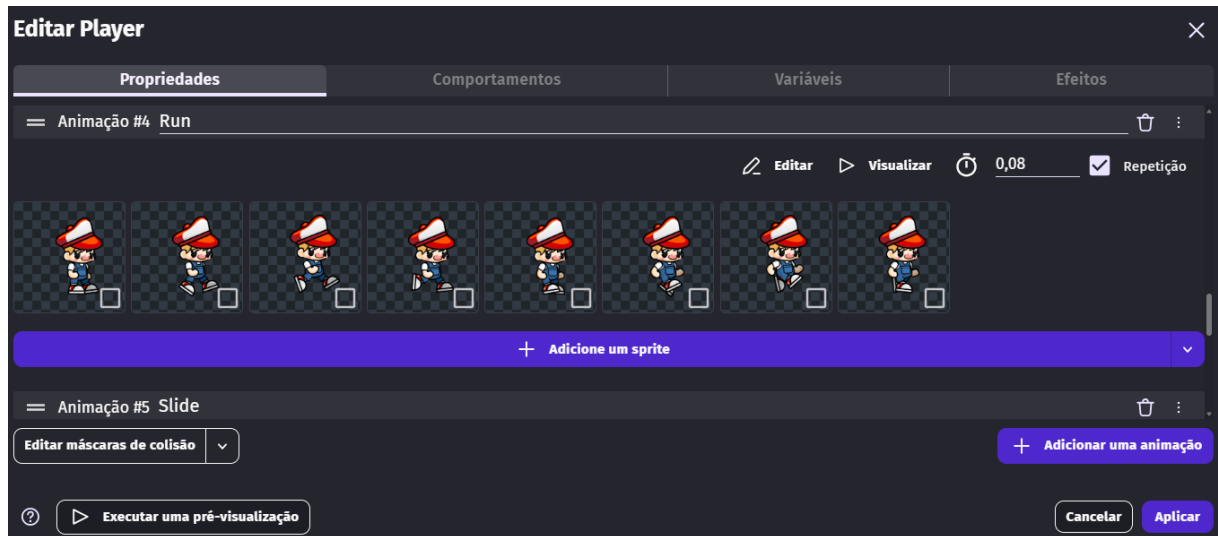
Figura 29 - Personagem principal do jogo EcoAventura.



Fonte:GDevelop.

Na engine GDevelop, é possível criar animações para cada personagem do jogo e acioná-las quando algo acontece (como quando o jogador pula). Para isso, são usadas várias imagens como frames em loop, criando a sensação de movimento, como a animação *Run* que é acionada quando o jogador pressiona as teclas direcionais (esquerda e direita) do teclado (Figura 30). Nesta animação, o tempo entre os quadros é de 0,08s e a animação se repete enquanto as teclas estiverem sendo pressionadas.

Figura 30 - Configuração da animação de corrida (Run) do personagem no GDevelop, demonstrando a sequência de frames utilizada para simular movimento.



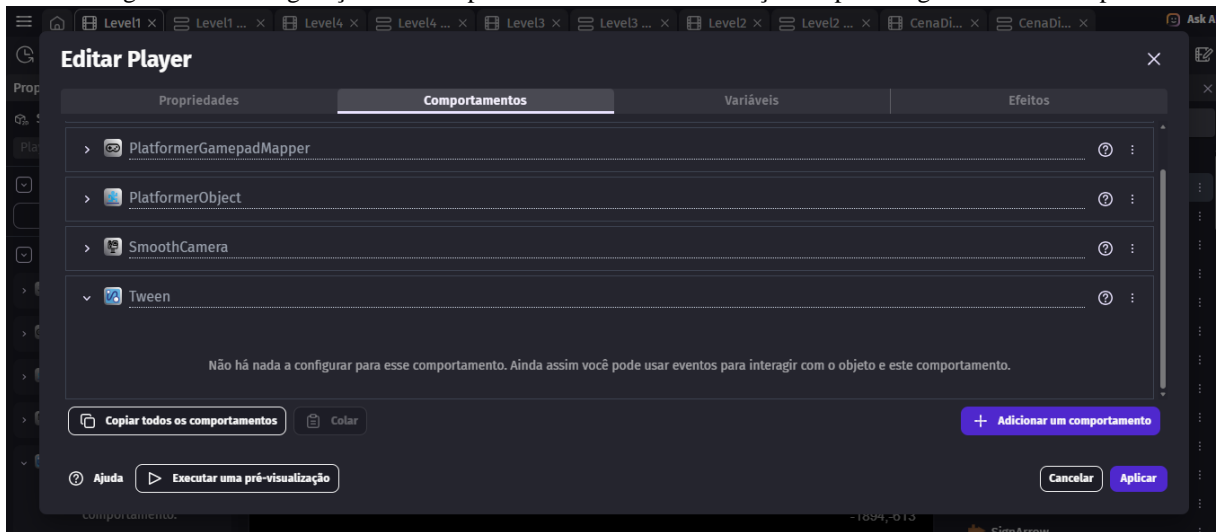
Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

As animações do personagem compreendem os estados de correr (*Run*), pular (*Jump*) e permanecer parado (*Idle*). Na animação *Idle*, o personagem realiza apenas uma simulação do movimento de respiração.

A movimentação do personagem é implementada utilizando o comportamento de plataforma, aliado a eventos que controlam animações e interações, conforme ilustrado na Figura 31. Esses eventos verificam as ações do jogador, como o acionamento de comandos de deslocamento ou salto, e acionam as animações correspondentes, como correr, pular ou permanecer parado.

Além disso, os comportamentos utilizados controlam a orientação do personagem, alternando entre as direções esquerda e direita, de modo a garantir a coerência visual durante a jogabilidade.

Figura 31 - Configuração dos comportamentos de movimentação do personagem no GDevelop.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.3 Monstros

Os monstros presentes no jogo representam, de forma simbólica e lúdica, os impactos negativos causados pelo descarte incorreto de resíduos no meio ambiente. Cada inimigo foi concebido com características visuais que remetem à poluição, ao acúmulo inadequado de lixo e à degradação ambiental, permitindo que o jogador associe esses elementos a comportamentos prejudiciais à natureza. Eles podem ser derrotados quando o jogador pula e cai exatamente sobre um monstro atingido.

Cada monstro está diretamente associado a um tipo específico de resíduo, conforme descrito a seguir: o Monstro 1 transforma-se em lixo orgânico; o Monstro 2 converte-se em lixo não reciclável, representado por uma bateria; o Monstro 3 transforma-se em lixo plástico, simbolizado por uma garrafa PET; o Monstro 4 converte-se em lixo metálico, representado por uma lata de alumínio; e o Monstro 5 se transforma em bola de papel. Essa relação pode ser observada na Figura 32.

Figura 32 - Monstros do jogo EcoAventura associados aos diferentes tipos de resíduos sólidos.



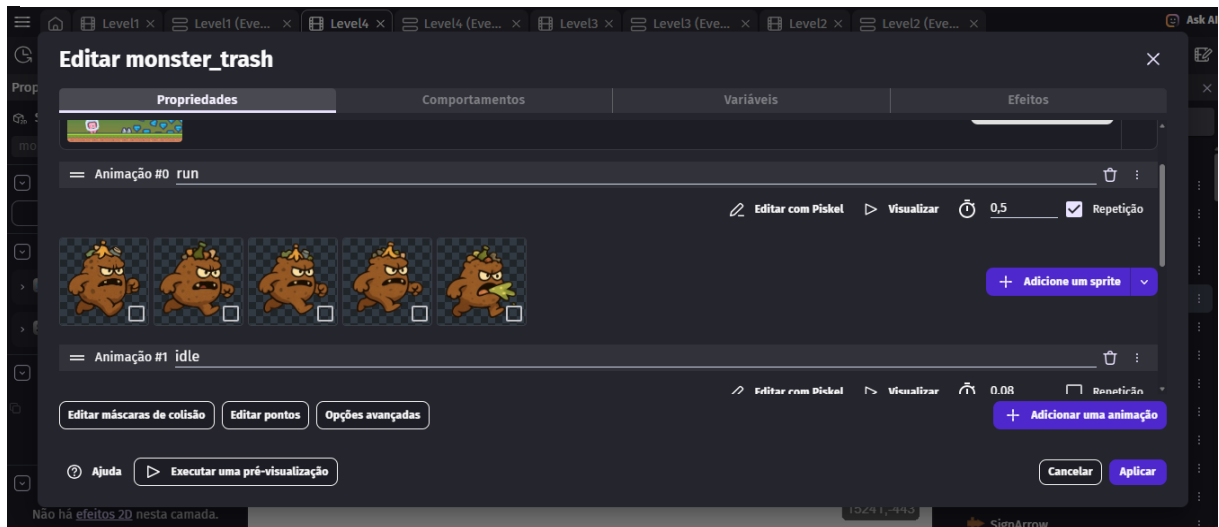
Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa associação permite que o jogador compreenda de maneira intuitiva a origem e a classificação dos resíduos, reforçando o aprendizado sobre coleta seletiva. Ao exigir que o descarte correto ocorra somente ao final da fase, o jogo estimula a atenção, a memorização e a aplicação prática dos conceitos aprendidos, consolidando o caráter educativo da proposta.

Os monstros também aparecem de acordo com o cenário. O monstro 3, por exemplo, aparece apenas na fase de praia (fase 3), pois ele tem a aparência de um monstro de areia. O monstro 4, por sua vez, aparece no cenário da orla (fase 4), devido ao fluxo dos bares e restaurantes neste espaço. Por último, o monstro 5 aparece na fase da Praça do Rotary (fase 5), devido a muitos escritórios e papelarias na região.

Todos os monstros possuem a animação *Run*, acionada automaticamente, uma vez que esses inimigos realizam movimentação contínua no cenários, indo e voltando numa distância pré-configurada ou ao colidir com algum objeto na cena, conforme ilustrado na Figura 33.

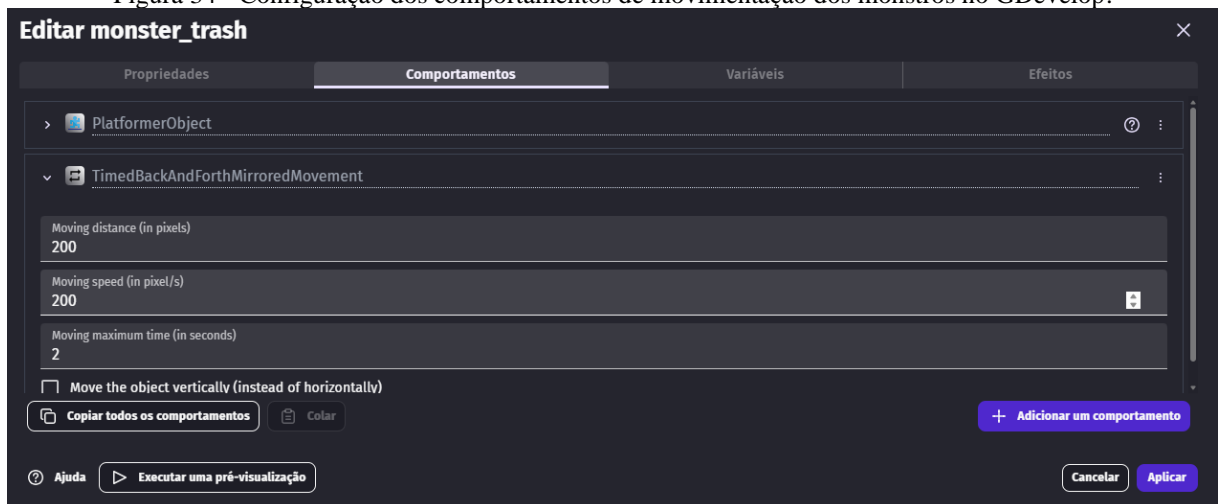
Figura 33 - Configuração das animações do monstro no GDevelop.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Do ponto de vista técnico, todos os monstros compartilham os mesmos comportamentos. Eles são configurados como objetos de plataforma com movimentação automática de vai e vem, baseada em uma distância pré-definida em pixels. Além disso, são ajustados parâmetros como velocidade de deslocamento e tempo, em segundos, para a inversão da direção de movimento, conforme apresentado na Figura 34.

Figura 34 - Configuração dos comportamentos de movimentação dos monstros no GDevelop.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 Implementação da Lógica por Eventos

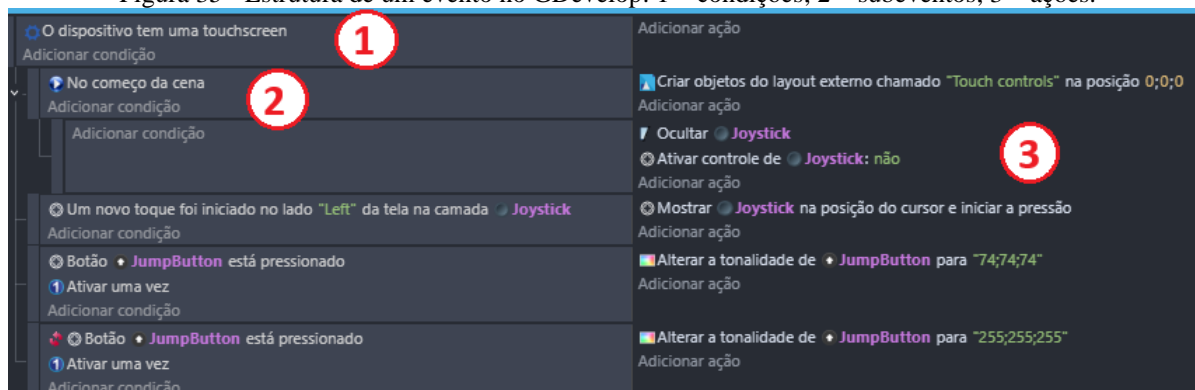
Os eventos no GDevelop são responsáveis por definir toda a lógica do jogo e funcionam com base em uma estrutura de condição → ação. Essa abordagem permite que comportamentos

complexos sejam implementados de forma visual e intuitiva, sem a necessidade de escrita de código textual.

Cada cena possui sua própria folha de eventos, onde são definidos os eventos específicos daquela fase, além da possibilidade de utilizar eventos externos para reutilização de lógica comum entre múltiplas cenas.

A estrutura básica de um evento é composta por condições (1), subeventos (2) e ações (3), conforme ilustrado na Figura 35. As condições correspondem às verificações que determinam quando um evento deve ser executado; os subeventos são utilizados para detalhar comportamentos específicos dentro de um evento principal; e as ações consistem nos comandos executados quando todas as condições estabelecidas são atendidas.

Figura 35 - Estrutura de um evento no GDevelop: 1 – condições; 2 – subeventos; 3 – ações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

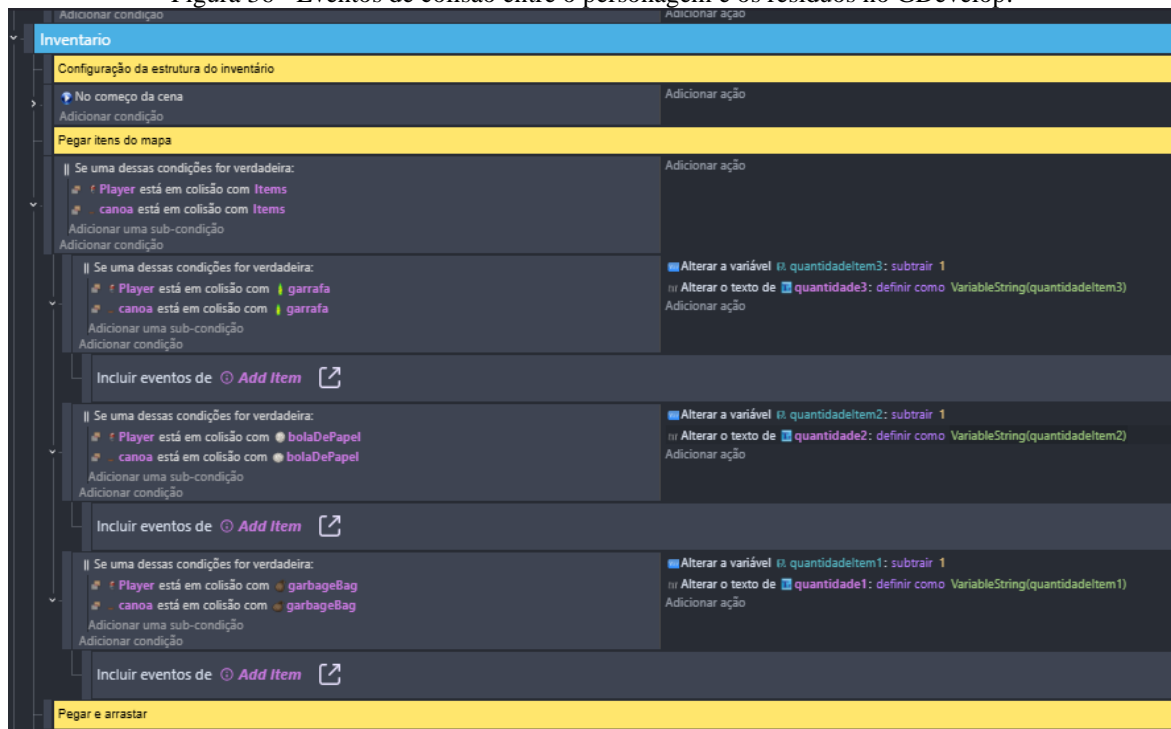
5.3.1 Eventos de Coleta de Resíduos

A coleta de resíduos é implementada por meio de eventos de colisão entre o personagem e os objetos que representam o lixo. Quando ocorre a colisão, são executadas ações como a remoção do objeto de resíduo da cena, o incremento de variáveis responsáveis por armazenar a quantidade de resíduos coletados e a identificação do tipo de material coletado, como plástico, vidro, papel, entre outros.

A Figura 36 apresenta a implementação dos eventos responsáveis pela coleta de resíduos durante a interação entre o personagem e os objetos de lixo.

Essas variáveis são fundamentais para a verificação do descarte correto ao final de cada fase.

Figura 36 - Eventos de colisão entre o personagem e os resíduos no GDevelop.



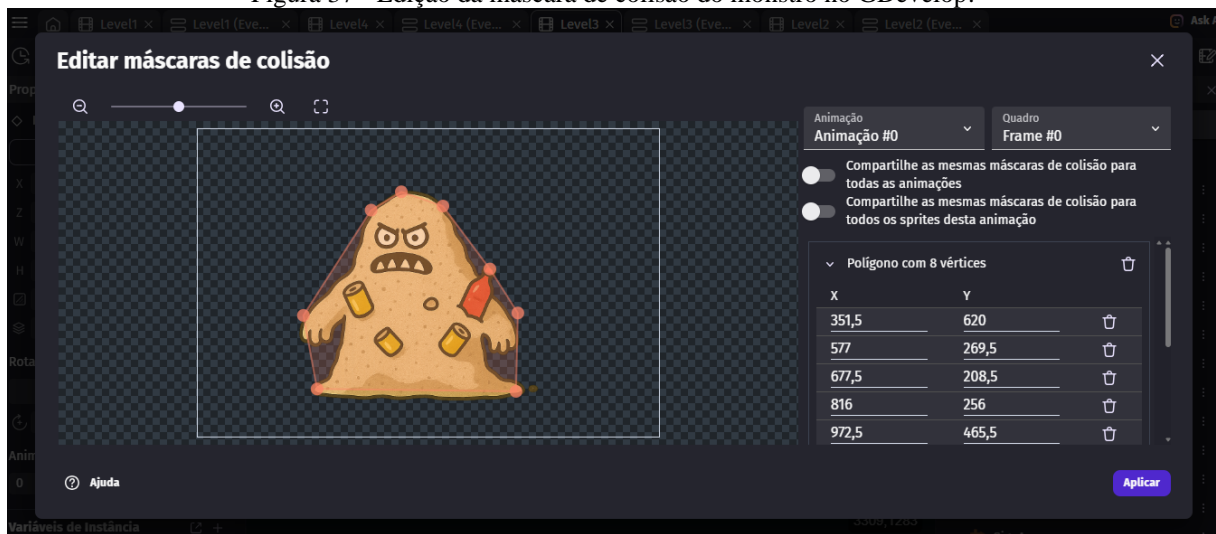
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.2 Eventos de colisão

Para que as colisões entre o personagem e os monstros possam ser detectadas pelos eventos, é necessária a criação de máscaras de colisão. Essas máscaras consistem em áreas invisíveis responsáveis por determinar com precisão os pontos de contato entre os objetos presentes na cena.

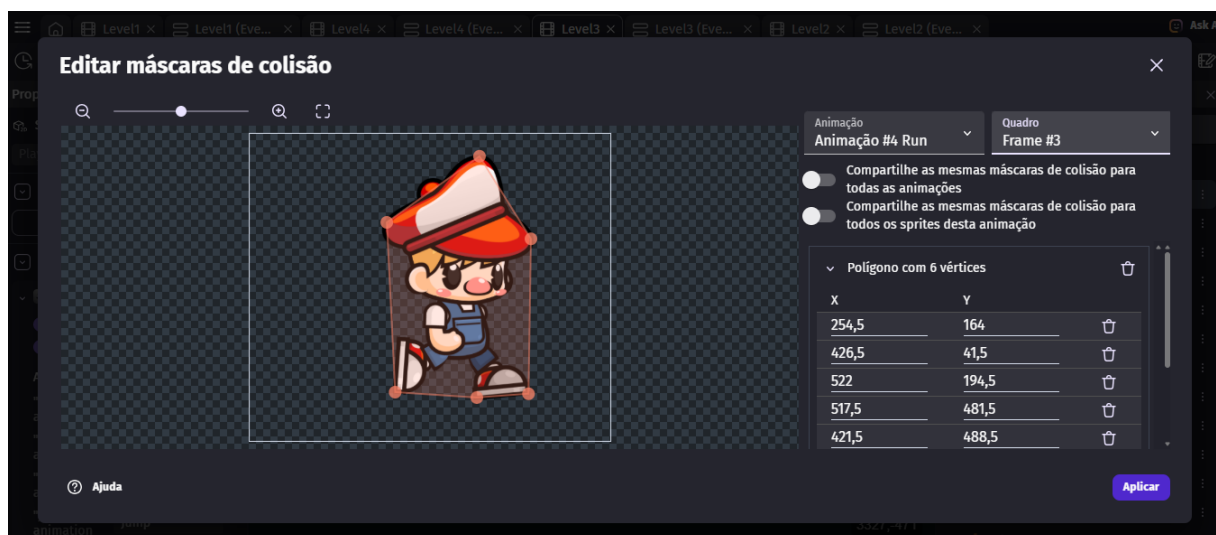
Quando um objeto possui múltiplas animações, torna-se necessário ajustar cuidadosamente a máscara de colisão em cada frame, a fim de garantir a correta detecção das colisões durante a jogabilidade. O processo de edição das máscaras de colisão aplicadas aos monstros e ao personagem principal pode ser observado, respectivamente, nas Figuras 37 e 38.

Figura 37 - Edição da máscara de colisão do monstro no GDevelop.



Fonte: Elaborado pelo autor.

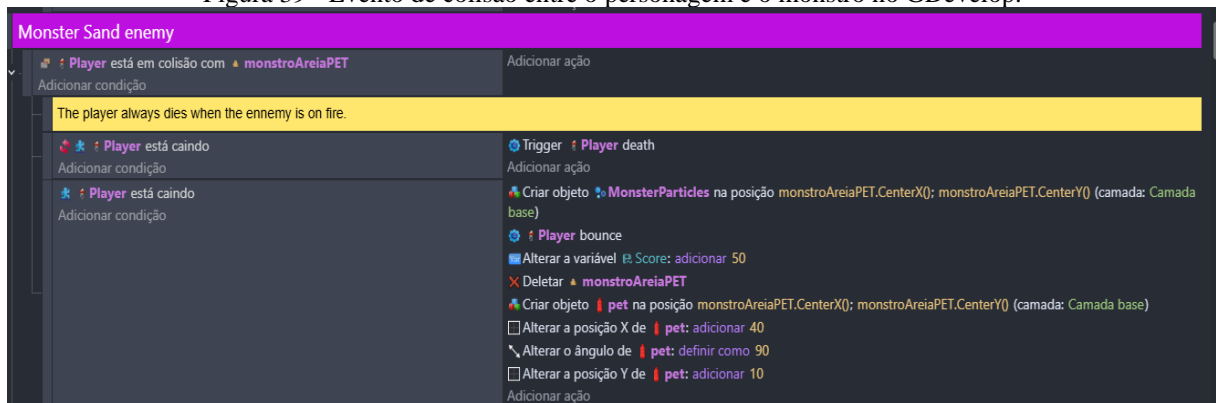
Figura 38 - Edição da máscara de colisão do personagem principal no GDevelop.



Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

Após a criação das máscaras de colisão, o evento a seguir captura a colisão entre o personagem e um monstro (Figura 39). Se o personagem estiver em movimento de salto e caindo, o monstro é eliminado. Caso contrário, o personagem retorna ao início da fase.

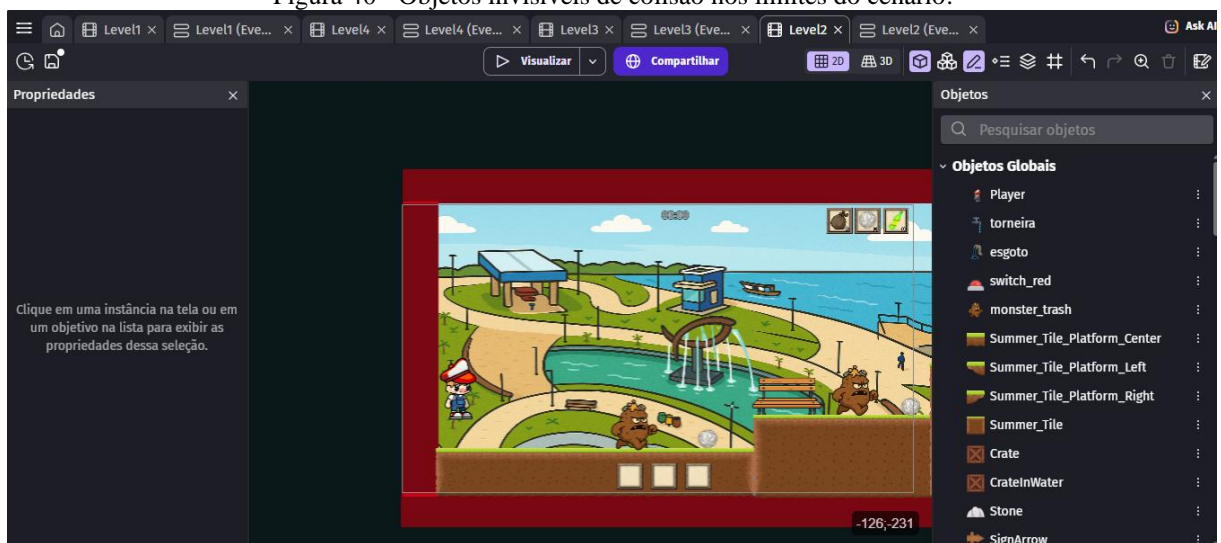
Figura 39 - Evento de colisão entre o personagem e o monstro no GDevelop.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O personagem também retorna ao início da fase ao cair na água. Nesse caso, embora a água não possua máscaras de colisão, são utilizados objetos com coloração vermelha posicionados nos limites do cenário. Esses objetos não são visíveis ao jogador e possuem máscaras de colisão responsáveis por identificar a queda do personagem na água, bem como por impor limites ao movimento da câmera (Figura 40).

Figura 40 - Objetos invisíveis de colisão nos limites do cenário.



Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop.

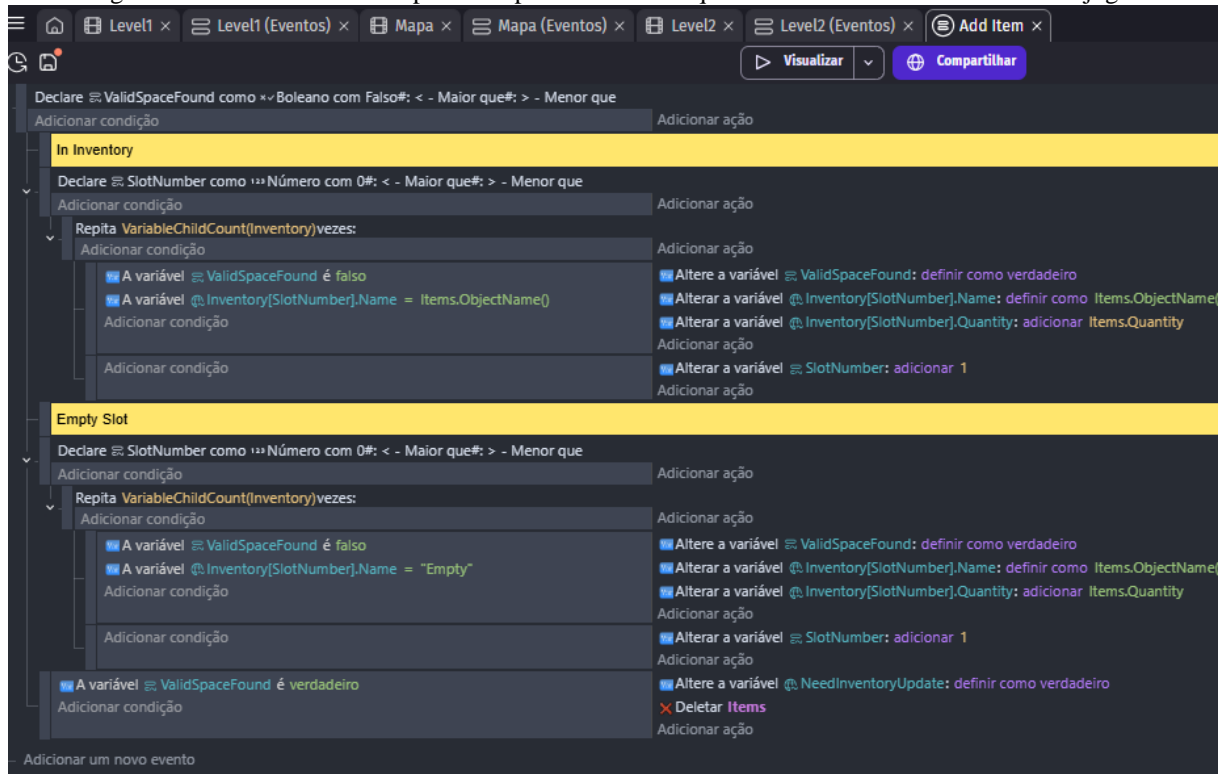
5.3.3 Eventos externos

Os eventos externos são utilizados para encapsular lógicas mais complexas, podendo ser acionados por outros eventos e reutilizados em diferentes cenas do jogo. Essa abordagem contribui para a organização do código e para a modularização das funcionalidades.

O evento externo apresentado é responsável por controlar as variáveis que armazenam a quantidade de resíduos coletados pelo jogador, como ilustra a Figura 41. Essas variáveis são

essenciais para garantir que os resíduos sejam transportados até o final da fase e descartados corretamente na lixeira apropriada, conforme a proposta educativa do jogo.

Figura 41 - Evento externo responsável pelo controle da quantidade de resíduos coletados no jogo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Limites da cena

A câmera do jogo está configurada para seguir o personagem em qualquer movimento horizontal. Porém, não há necessidade de criar uma fase em que o jogador pode se mover para sempre para frente. Sendo assim, foram criados limites na cena em que o personagem não consegue os cruzar e tudo com que o jogador interage estão dentro destes limites.

Um evento força a câmera a não ultrapassar estes limites, o que naturalmente o jogador percebe sempre no início e final de cada fase.

5.5 Inventário

O jogo conta com um sistema de inventário responsável por armazenar os resíduos e outros itens coletados durante a fase (Figura 42). Esse inventário é exibido na interface do usuário e permite o acompanhamento da quantidade de cada item coletado.

Ao final da fase, os itens armazenados podem ser retirados do inventário por meio da interação de clicar e arrastar, sendo posicionados no local indicado na cena para realizar o descarte correto.

Figura 42 - Interface do inventário do jogo, exibindo os resíduos coletados e suas respectivas quantidades durante a fase.



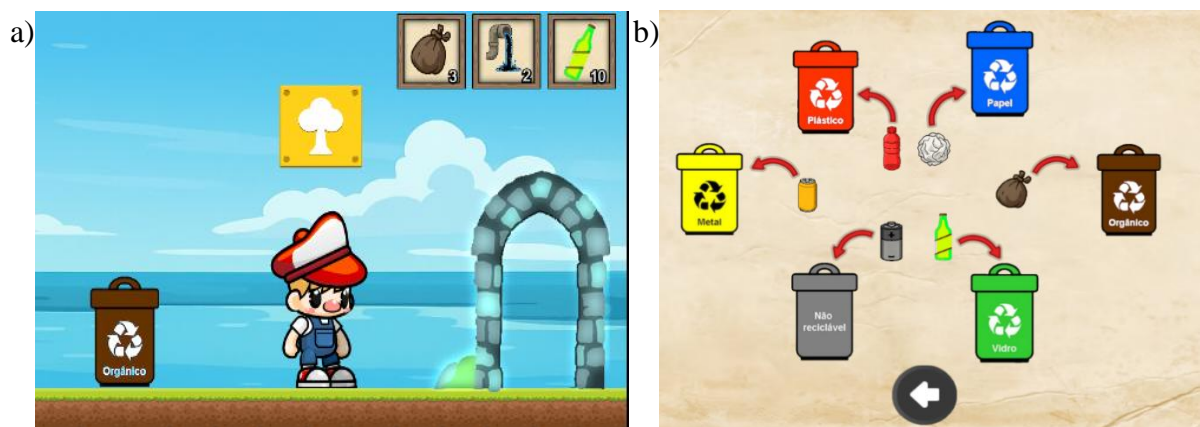
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.6 Lixeiras seletivas

Ao final da Fase 1, há uma caixa interativa com a qual o jogador pode interagir por meio de salto. Ao colidir com essa caixa, é exibida uma mensagem informativa que orienta sobre o descarte correto dos resíduos nas lixeiras seletivas disponíveis no jogo, conforme o tipo de material coletado (Figura 43).

Esse recurso tem como objetivo reforçar o caráter educativo do jogo, auxiliando o jogador na compreensão da lógica da coleta seletiva e na associação entre os resíduos e suas respectivas lixeiras.

Figura 43 - Sistema de orientação para descarte seletivo ao final da fase 1: (a) Acionamento da caixa interativa pelo personagem; (b) Tela de orientação sobre o descarte seletivo de resíduos.



Fonte: Elaborado pelo autor, com utilização de personagem padrão da plataforma GDevelop..

5.7 Mecânica de Coleta e Descarte de Resíduos

A principal mecânica educativa do jogo consiste na coleta e descarte correto dos resíduos sólidos. Durante a fase, o jogador coleta diferentes tipos de lixo espalhados pelo cenário. Ao final da fase, o jogador deve descartá-los corretamente nas lixeiras coloridas correspondentes.

Cada fase foi configurada para que o jogador aprenda sobre a realizar o descarte de tipos específicos de resíduos. Por exemplo: na primeira fase a criança deve coletar garrafas de plástico e recipientes de vidro. Em outra fase, devem ser coletados resíduos de papel e metal.

Caso o descarte seja realizado de forma incorreta, o jogador não consegue concluir a fase, reforçando o aprendizado por tentativa e erro.

5.8 Progressão de Dificuldade

A progressão do jogo foi implementada de forma gradual, aumentando a quantidade de inimigos e resíduos conforme o avanço das fases. Essa progressão tem como objetivo manter o desafio adequado ao nível do jogador e estimular a continuidade do aprendizado.

Além disso, a limitação de tipos de resíduos por fase contribui para a fixação do conteúdo, evitando sobrecarga cognitiva e facilitando a associação entre resíduos e lixeiras.

5.9 Finalização e Transição entre Fases

Ao concluir todas as fases do jogo, o jogador é direcionado para uma tela final que apresenta um mapa da cidade de Tucuruí, contendo os pontos de coleta de lixo. Essa funcionalidade reforça a conexão entre o ambiente virtual do jogo e a realidade, incentivando a aplicação prática do conhecimento adquirido durante a jogabilidade.

6 AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO E VALIDAÇÃO FUNCIONAL

A etapa de avaliação do jogo teve como finalidade verificar a estabilidade do sistema, o correto funcionamento das mecânicas implementadas e a adequação da proposta pedagógica ao público-alvo. Embora não tenha sido aplicado um protocolo formal padronizado de usabilidade amplamente reconhecido na literatura, foi adotada uma abordagem metodológica estruturada, composta por três frentes complementares: validação funcional no ambiente de desenvolvimento, testes em dispositivo físico e avaliação com usuários reais.

A estratégia utilizada baseou-se em testes funcionais manuais orientados por cenários de uso, seguidos de validação prática com o público-alvo por meio de observação direta e aplicação de questionário estruturado. Essa combinação permitiu avaliar tanto os aspectos técnicos quanto a efetividade educativa do jogo.

6.1 Avaliação e Validação no Ambiente de Desenvolvimento do GDevelop

Um dos principais tipos de testes realizados ocorreu diretamente no ambiente de desenvolvimento do GDevelop. Essa plataforma oferece recursos que permitem a execução imediata do jogo após qualquer alteração realizada, possibilitando a visualização e validação em tempo real das funcionalidades implementadas.

Durante o desenvolvimento, sempre que um novo elemento, funcionalidade, regra ou mecânica era adicionada ao jogo, o sistema era imediatamente renderizado no ambiente do GDevelop. Em seguida, o jogo era executado e jogado pelo desenvolvedor com o objetivo de verificar se a jogabilidade estava se comportando conforme o esperado, considerando tanto os aspectos técnicos quanto a experiência do usuário.

Os testes realizados no ambiente de desenvolvimento do GDevelop seguiram uma abordagem estruturada de verificação incremental, aplicada a cada nova funcionalidade implementada. Embora não tenha sido elaborado um plano formal de testes documentado segundo normas específicas da Engenharia de Software, foi adotado um procedimento sistemático de validação funcional baseado na execução de cenários previamente definidos pelo desenvolvedor.

A cada modificação ou adição de funcionalidade, eram definidos cenários de teste que simulavam as principais ações do jogador, como a seleção e o arraste dos resíduos, a associação correta às lixeiras correspondentes, o recebimento de pontuação e a exibição de feedback visual e sonoro. Esses cenários eram executados repetidamente no modo de pré-visualização do GDevelop, permitindo observar o comportamento do sistema em diferentes situações de uso.

O procedimento de verificação consistia em:

- Executar todas as mecânicas relacionadas à funcionalidade adicionada;
- Testar interações corretas e incorretas (por exemplo, descarte em lixeira inadequada);
- Avaliar a atualização do sistema de pontuação;
- Verificar a ativação dos feedbacks visuais e sonoros;
- Confirmar a ausência de conflitos com eventos e regras previamente implementados.

Após cada rodada de testes, eram realizados ajustes na lógica de eventos e nas condições programadas até que o comportamento esperado fosse alcançado. Esse processo foi repetido ao longo de todo o desenvolvimento, caracterizando uma abordagem incremental e iterativa de validação.

Dessa forma, os testes no ambiente de desenvolvimento não ocorreram de maneira improvisada, mas seguiram uma sequência organizada de verificação funcional, garantindo coerência entre as mecânicas do jogo, estabilidade do sistema e alinhamento com os objetivos pedagógicos da proposta

6.2 Avaliação e Validação Preliminar em Dispositivo Físico

Além dos testes realizados no ambiente de desenvolvimento, foram conduzidos testes preliminares em dispositivos físicos com o objetivo de avaliar o comportamento do jogo em condições reais de uso. Para isso, o jogo foi exportado pelo GDevelop em formato APK ⁵e instalado manualmente em smartphones com sistema operacional Android, possibilitando sua execução fora do ambiente de pré-visualização da ferramenta.

Os testes em dispositivo físico seguiram um procedimento prático e organizado, baseado na execução de cenários de uso previamente definidos. Inicialmente, após a instalação, foi verificado se o aplicativo iniciava corretamente, se as telas eram carregadas sem falhas e se não ocorriam travamentos durante a abertura.

Em seguida, foram realizados testes de interação, simulando o uso comum pelo público-alvo, esse procedimento incluiu:

- Navegação completa por todas as telas do jogo;
- Execução das mecânicas de arraste dos resíduos até as lixeiras correspondentes;

⁵ APK (Android Package Kit) é o formato de arquivo utilizado pelo sistema operacional Android para distribuição e instalação de aplicativos. Esse arquivo contém todos os elementos necessários para a execução do aplicativo no dispositivo, como código compilado, recursos gráficos e configurações.

- Testes de descarte correto e incorreto para verificar o sistema de pontuação e feedback;
- Observação do tempo de resposta aos comandos em tela sensível ao toque;
- Repetição das fases para verificar estabilidade após uso contínuo.

Também foram observados aspectos relacionados à adaptação da interface ao tamanho da tela do dispositivo, posicionamento dos elementos gráficos, legibilidade dos textos e proporcionalidade dos objetos interativos. Durante os testes, foram registradas ocorrências como atrasos na resposta, desalinhamentos visuais ou comportamentos inesperados, que posteriormente foram corrigidos no ambiente de desenvolvimento.

Os testes foram repetidos após cada ajuste relevante, garantindo que as correções implementadas não introduzissem novos erros. Esse processo caracterizou uma validação empírica baseada na execução prática do jogo em ambiente real de hardware, considerando limitações como desempenho do aparelho, sensibilidade ao toque e resolução de tela.

Embora não tenha sido adotado um protocolo formal de testes de software, o procedimento seguido foi sistemático e orientado por cenários de uso reais, permitindo avaliar desempenho, estabilidade e consistência da experiência de jogabilidade fora do ambiente de desenvolvimento. Essa etapa foi fundamental para validar a viabilidade técnica do jogo em contexto multiplataforma e garantir seu funcionamento adequado em dispositivos móveis.

6.3 Avaliação e Validação Realizada Com o Público-Alvo

Considerando que o jogo desenvolvido possui caráter educativo e é direcionado ao público infantil, tornou-se essencial a realização de testes com usuários que representassem o público-alvo do projeto. Dessa forma, foram conduzidos testes práticos com crianças e pré-adolescentes, com o objetivo de avaliar a jogabilidade, a compreensão da proposta educativa e os impactos do jogo na conscientização ambiental dos participantes.

A realização desses testes permitiu analisar de forma mais precisa se as mecânicas do jogo, a linguagem utilizada e os elementos visuais estavam adequados à faixa etária proposta, bem como se o jogo cumpria seu papel educativo no que se refere à conscientização ambiental, coleta seletiva e reciclagem.

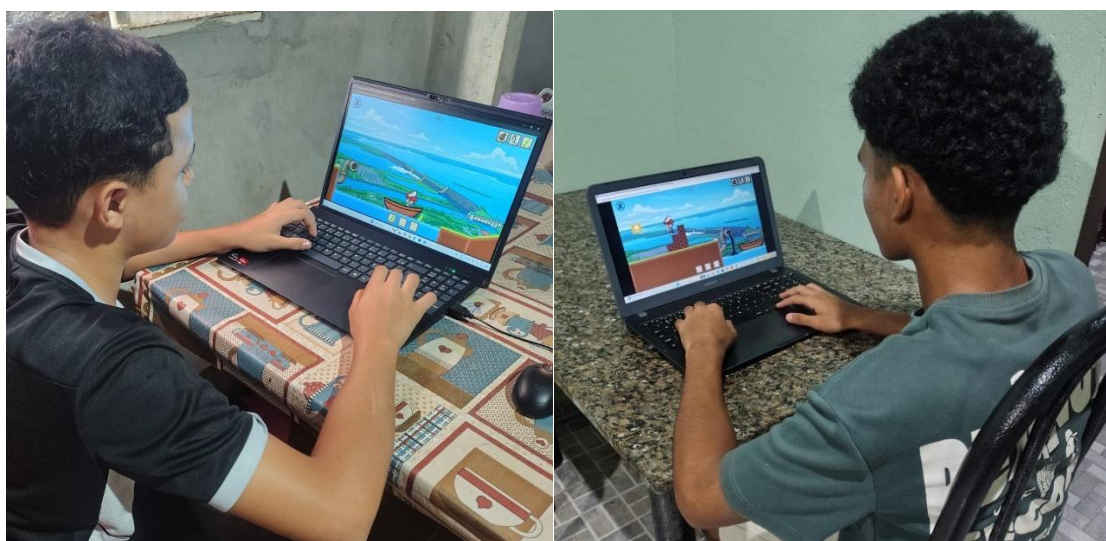
Os testes foram realizados com um grupo composto por oito participantes, com idades entre 7 e 13 anos, faixa etária correspondente ao público-alvo do jogo educativo. Todos os participantes residem na cidade de Tucuruí, local que serve de ambientação para o jogo, o que contribuiu para uma maior identificação com os cenários, elementos urbanos e situações

apresentadas durante a jogabilidade. Os usuários que participaram dos testes possuem as respectivas idades:

- Uma criança com 7 anos.
- Uma criança com 8 anos.
- Uma criança com 9 anos.
- Duas crianças com 10 anos.
- Um pré-adolescentes com 12 anos.
- Dois pré-adolescentes com 13 anos.

Inicialmente, os jogadores foram orientados sobre o funcionamento básico do jogo, sem interferir diretamente na forma como deveriam jogar, permitindo que a interação ocorresse de maneira natural. Em seguida, cada participante jogou o jogo por um período suficiente para explorar suas mecânicas, desafios e objetivos propostos.

Figura 44 - Usuários realizando testes no EcoAventura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a experiência de jogo (Figura 44), os participantes responderam a um questionário estruturado, elaborado com linguagem acessível e adequada à faixa etária, contendo perguntas de múltipla escolha. O questionário teve como objetivo coletar informações sobre:

- A experiência geral com o jogo;
- A facilidade de entendimento da jogabilidade;
- A compreensão da proposta educativa ambiental;
- O aprendizado relacionado à coleta seletiva e reciclagem;

- A percepção sobre a importância de manter a cidade limpa;
- A reflexão sobre práticas ambientais corretas e inadequadas.

O jogo contribuiu para reforçar conceitos relacionados aos benefícios das boas práticas ambientais e aos malefícios decorrentes de ações inadequadas, como o descarte incorreto de lixo. O método utilizado visou facilitar o aprendizado, tornando o conteúdo ambiental mais acessível e atrativo para o público infantil.

Os testes realizados com crianças e pré-adolescentes permitiram validar a adequação do jogo ao público-alvo proposto, tanto no aspecto técnico quanto no educativo. Os resultados obtidos indicam que o jogo apresenta uma jogabilidade acessível, linguagem apropriada e potencial significativo para auxiliar na educação ambiental infantil.

Além disso, a aplicação do questionário após a experiência de jogo possibilitou coletar dados relevantes sobre a percepção dos usuários, servindo como base para ajustes e melhorias futuras no projeto. Dessa forma, os testes com usuários reais reforçam a eficácia do jogo como ferramenta de apoio à conscientização ambiental, especialmente no contexto local da cidade de Tucuruí.

7 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir do desenvolvimento do jogo educativo proposto, abordando seu funcionamento, desempenho, aplicabilidade e validação da proposta inicial. Os resultados aqui descritos consideram todas as etapas de planejamento, desenvolvimento, testes e avaliação com usuários, permitindo uma análise da eficácia do sistema desenvolvido.

7.1 Resultados Alcançados no Desenvolvimento

O jogo resultante deste trabalho possibilitou a construção de um Produto Mínimo Viável (MVP), no qual foi implementado um conjunto funcional de mecânicas, fases e recursos essenciais para garantir sua jogabilidade, responsividade e proposta educativa. O MVP desenvolvido apresentou estabilidade, funcionamento adequado e capacidade de atender aos objetivos estabelecidos na fase de concepção do projeto. A partir dessa etapa, foi possível observar o comportamento geral do jogo, identificar o desempenho das funcionalidades implementadas e validar a proposta inicial do trabalho.

O jogo apresentou funcionamento responsivo, sendo executado de forma satisfatória nos testes realizados, esse resultado reforça a viabilidade técnica do projeto e evidencia que o jogo pode ser expandido futuramente para outras plataformas, considerando a natureza multiplataforma do GDevelop.

No que se refere à proposta educativa, os resultados demonstram que o jogo cumpriu seu objetivo de abordar temas relacionados à educação ambiental, coleta seletiva, reciclagem e boas práticas ambientais. As mecânicas do jogo foram desenvolvidas de modo a incentivar o jogador a realizar ações positivas dentro do ambiente virtual, como limpar a cidade, separar corretamente os resíduos e evitar práticas prejudiciais ao meio ambiente.

Essas ações foram integradas à jogabilidade de forma lúdica, permitindo que o aprendizado ocorresse de maneira natural durante a experiência de jogo. Dessa forma, o jogo não apenas transmite informações, mas também estimula a reflexão do jogador sobre suas atitudes no mundo real, reforçando a importância de hábitos sustentáveis.

A ambientação do jogo na cidade de Tucuruí, com elementos facilmente encontrados na cidade contribuiu significativamente para os resultados obtidos. A utilização desses cenários inspirados no município proporcionou um sentimento de pertencimento, aumentando o engajamento e a identificação dos usuários com o jogo. Esse fator colaborou para uma maior imersão, facilitando a compreensão da proposta educativa e tornando o conteúdo ambiental

mais próximo da realidade vivenciada pelos jogadores. Como consequência, observou-se uma maior aceitação do jogo e melhor assimilação dos conceitos abordados.

O sistema de pontuação e *rank* foi implementado com sucesso, permitindo que os jogadores acompanhassem seu desempenho ao longo das fases. Esse recurso contribuiu para aumentar o engajamento, a motivação e o interesse em continuar jogando, além de estimular a superação de desafios. A presença do *ranking* reforça aspectos competitivos saudáveis, ao mesmo tempo em que mantém o foco na proposta educativa, equilibrando entretenimento e aprendizado.

7.2 Feedback dos Usuários e Avaliação dos Resultados

Os usuários que participaram dos testes do jogo responderam a um questionário avaliativo após a experiência de jogo. Os resultados obtidos indicaram que o jogo apresentou boa aceitação quanto à jogabilidade, compreensão da proposta educativa e clareza dos objetivos.

A maioria dos participantes relatou compreender facilmente a ideia central do jogo, reconhecer a importância da coleta seletiva e identificar práticas ambientais corretas e incorretas. Além disso, os feedbacks coletados evidenciaram que o jogo é considerado jogável, intuitivo e adequado ao público-alvo proposto.

Participaram dos testes do jogo oito jogadores, após a conclusão do Produto Mínimo Viável, com o objetivo de avaliar a percepção quanto à existência de dificuldades para compreender sua dinâmica e funcionamento. A análise das respostas revelou que sete participantes afirmaram não ter enfrentado dificuldades para entender como jogar, enquanto apenas um relatou ter apresentado pouca dificuldade no momento inicial de interação. Nenhum dos respondentes indicou ter experimentado dificuldade moderada ou muita dificuldade. Esses resultados sugerem que o jogo apresenta interface intuitiva e mecânicas acessíveis ao público-alvo, composto por crianças e pré-adolescentes. A baixa incidência de dificuldades relatadas indica que os elementos de navegação, comandos e objetivos foram compreendidos de forma satisfatória pela maioria dos usuários já no primeiro contato com o jogo.

Um dos participantes assinalou ter apresentado “pouca dificuldade” durante a utilização do jogo. Segundo o próprio participante: “Em alguns momentos eu fiquei um pouco confuso para entender como o barco andava e também para lembrar a ordem certa da coleta seletiva, mas depois que eu joguei mais vezes consegui entender melhor.” O relato evidencia que as dificuldades encontradas estiveram relacionadas à compreensão inicial de determinadas

mecânicas e à memorização da sequência correta das lixeiras. No entanto, essa experiência contribuiu para o processo de aprendizagem, uma vez que a repetição das ações no ambiente virtual favoreceu a fixação dos conceitos de coleta seletiva e reforçou o exercício prático das boas práticas ambientais dentro do contexto do EcoAventura.

O critério utilizado para avaliar a compreensão do jogo envolveu diferentes aspectos da experiência do usuário, tais como: entendimento do estilo de jogo no formato plataforma, assimilação das práticas de coleta seletiva aplicadas no ambiente virtual, identificação da forma correta de interagir com os elementos do cenário, enfrentamento dos vilões e compreensão dos objetivos necessários para o avanço entre as fases. Esses elementos são fundamentais para garantir uma experiência fluida e educativa, principalmente considerando a faixa etária dos jogadores avaliados.

Após a aplicação dos testes com oito participantes, investigou-se a percepção dos jogadores quanto à contribuição do jogo para a compreensão do conceito de coleta seletiva. A análise das respostas revelou que todos os participantes afirmaram que o jogo facilitou muito o entendimento sobre o tema. Não houve registros de respostas indicando facilitação moderada, pouca facilitação ou ausência de contribuição. Esse resultado demonstra que os elementos lúdicos, aliados às mecânicas de jogo e à narrativa ambiental, contribuíram significativamente para a assimilação dos conceitos relacionados à separação correta dos resíduos, à importância da reciclagem e às boas práticas ambientais. A forma interativa com que esses conteúdos foram apresentados possibilitou uma aprendizagem mais intuitiva e significativa, especialmente considerando o público infantil ao qual o jogo é destinado.

Ao avaliar se o EcoAventura estimula práticas sustentáveis na vida real, observou-se que 100% dos oito participantes sentiram algum nível de influência. Especificamente, sete deles (87,5%) declararam que o jogo influenciou 'com certeza' suas ações cotidianas, enquanto um participante indicou que o impacto ocorreu em momentos pontuais. A ausência de respostas negativas ou de baixa influência reforça a eficácia da ferramenta em seu propósito de gerar conscientização e transformar o comportamento ambiental do público-alvo.

O questionário respondido pelos jogadores deixa entendido que a partir da vivência proporcionada pelo jogo, os jogadores passaram a refletir sobre os impactos da poluição, os prejuízos causados pelo descarte inadequado de resíduos e a importância de práticas como a coleta seletiva e a preservação do ambiente urbano. A contextualização do jogo em um cenário próximo à realidade dos participantes contribuiu para fortalecer essa percepção, uma vez que

os problemas ambientais apresentados no ambiente virtual refletem situações presentes no cotidiano dos jogadores.

No que diz respeito à estabilidade técnica do jogo, os resultados demonstram uma experiência de uso consistente e livre de falhas. Todos os oito participantes (100%) afirmaram não ter identificado qualquer comportamento inesperado ou anomalia durante a execução do software.

Essa unanimidade entre os usuários confirma que a aplicação operou conforme o esperado, apresentando as seguintes características:

- Ausência de bugs: Não foram registrados erros de lógica ou falhas em elementos interativos.
- Estabilidade de execução: Não houve ocorrências de travamentos ou interrupções súbitas durante as sessões.
- Mecânicas íntegras: O funcionamento de fases e mecânicas ocorreu de forma fluida, sem comportamentos anômalos que pudessem comprometer a experiência.

Essa integridade técnica é fundamental, pois garante que a imersão do jogador não seja quebrada por problemas de suporte, permitindo o foco total nos objetivos pedagógicos do projeto.

Um dos participantes relatou: “Eu gostei muito de jogar porque é divertido e fácil de entender. O jogo faz a gente pensar antes de jogar o lixo fora”. Esse relato reforça a efetividade da abordagem lúdica adotada, evidenciando que a experiência proporcionada pelo jogo ultrapassa o ambiente virtual e contribui para estimular reflexões e práticas relacionadas à coleta seletiva no cotidiano dos usuários.

Esse resultado demonstra que o jogo apresentou estabilidade técnica satisfatória durante os testes com usuários reais, atendendo aos requisitos básicos de funcionamento esperados para o que foi desenvolvido. A ausência de falhas durante a *gameplay* contribui diretamente para uma experiência positiva do usuário, uma vez que problemas técnicos tendem a comprometer a imersão, a compreensão das mecânicas e o engajamento do jogador.

Além disso, a estabilidade observada reforça a efetividade das metodologias e ferramentas adotadas durante o desenvolvimento, especialmente no que se refere ao uso do GDevelop como plataforma de criação. Os testes realizados em diferentes etapas do desenvolvimento permitiram a identificação e correção prévia de inconsistências, resultando em um jogo funcional, consistente e adequado ao público-alvo.

De forma geral, os resultados obtidos indicam que o jogo desenvolvido atingiu seus objetivos técnicos e educacionais. O sistema apresentou bom desempenho, jogabilidade estável e compreensão clara de sua proposta, além de demonstrar potencial significativo como ferramenta de educação ambiental. A validação por meio de testes com usuários reais evidencia que o jogo está apto a cumprir sua função principal, promovendo conscientização ambiental de maneira lúdica e acessível, ao mesmo tempo em que oferece uma experiência de uso satisfatória e livre de problemas técnicos.

8 CONCLUSÃO

A persistência de práticas inadequadas no descarte de resíduos sólidos demonstra a necessidade de intensificar ações de educação ambiental desde os primeiros anos da formação escolar, a fim de promover mudanças comportamentais duradouras que resultem numa sociedade mais responsável e comprometida com a preservação do meio ambiente.

Diante desse cenário, torna-se necessária a adoção de estratégias educativas inovadoras que dialoguem com a realidade das novas gerações, utilizando recursos tecnológicos capazes de promover aprendizado de forma atrativa e interativa.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver um jogo educativo voltado à conscientização ambiental, com foco em práticas como coleta seletiva, reciclagem e preservação do meio ambiente urbano, utilizando a cidade de Tucuruí como ambientação principal. A partir dos resultados obtidos, foi possível constatar que os objetivos propostos foram plenamente alcançados, tanto no aspecto técnico quanto no pedagógico.

O desenvolvimento do jogo permitiu a construção de um MVP funcional, responsivo e estável, validando a viabilidade da proposta inicial. A utilização do motor GDevelop mostrou-se adequada para a criação de um jogo em 2D no estilo plataforma, possibilitando a implementação eficiente das mecânicas, fases, sistemas de pontuação e elementos educativos. As tecnologias adotadas contribuíram diretamente para a fluidez do desenvolvimento e para a obtenção de um produto coerente com os objetivos do projeto.

A metodologia de desenvolvimento aplicada, foi fundamental para guiar todas as etapas do projeto. O uso de ferramentas de apoio ao planejamento e gerenciamento das atividades possibilitou maior organização, controle do progresso e validação contínua das funcionalidades implementadas. Esse processo garantiu que as decisões tomadas durante o desenvolvimento estivessem alinhadas com a proposta educativa e com o público-alvo do jogo.

No que se refere à proposta pedagógica, os resultados demonstraram que o jogo cumpriu seu papel como instrumento de educação ambiental. As mecânicas implementadas permitiram que os jogadores compreendessem, de forma lúdica e interativa, a importância da coleta seletiva, da reciclagem e da adoção de boas práticas ambientais. Além disso, o jogo estimulou a reflexão sobre os impactos negativos de atitudes inadequadas ao meio ambiente, contribuindo para a formação de uma consciência ambiental mais crítica.

A ambientação do jogo na cidade de Tucuruí revelou-se um diferencial importante, promovendo um sentimento de pertencimento e maior identificação por parte dos jogadores.

Esse aspecto contribuiu significativamente para o engajamento, a imersão e a compreensão da proposta do jogo, fortalecendo os resultados obtidos durante os testes com usuários.

Os testes realizados com jogadores reais, bem como a aplicação de questionários avaliativos, permitiram validar a jogabilidade, a compreensão da proposta educativa e a experiência geral do usuário. Os *feedbacks* coletados indicaram boa aceitação do jogo, facilidade de uso e entendimento claro da premissa ambiental, reforçando a eficácia do sistema desenvolvido.

Dessa forma, conclui-se que o jogo educativo desenvolvido atingiu seus objetivos, apresentando bons resultados quanto ao funcionamento, à jogabilidade e ao impacto educativo. O projeto evidencia o potencial dos jogos digitais como ferramentas de apoio à educação ambiental, especialmente quando associados a metodologias bem definidas e tecnologias adequadas.

8.2 Limitações do Estudo

Apesar dos resultados positivos alcançados, o presente trabalho apresenta algumas limitações. O jogo desenvolvido caracteriza-se como um MVP, contemplando um número restrito de fases e funcionalidades. Além disso, os testes realizados ocorreram em um grupo específico de usuários, não abrangendo uma amostra ampla e diversificada que permita generalizações estatísticas mais robustas.

Também não foi possível realizar uma avaliação longitudinal que verificasse a manutenção do aprendizado ambiental ao longo do tempo, limitando a análise ao impacto imediato da experiência com o jogo.

8.3 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, sugere-se a expansão do jogo com novas fases, maior diversidade de desafios, inclusão de recursos voltados à acessibilidade, suporte a múltiplos idiomas e publicação em diferentes plataformas. Tais melhorias podem ampliar o alcance do jogo e potencializar ainda mais seu impacto educacional e social.

O personagem utilizado no jogo foi selecionado a partir dos recursos gráficos disponibilizados gratuitamente pela plataforma GDevelop, opção escolhida por sua praticidade, acessibilidade e adequação ao público infantil. A utilização de um personagem padrão fornecido pela ferramenta permitiu otimizar o tempo de desenvolvimento e concentrar esforços na implementação das mecânicas e dos objetivos pedagógicos do projeto. Entretanto, para trabalhos futuros, pretende-se desenvolver ou adaptar um personagem com características

regionais que representem uma criança do estado do Pará, Brasil, incorporando elementos culturais, vestimentas ou traços que promovam maior identificação do público local com o jogo. Essa adaptação poderá fortalecer o vínculo cultural, ampliar o sentimento de pertencimento e enriquecer a proposta educativa ao contextualizar o recurso digital à realidade regional dos estudantes.

Também se destaca a possibilidade de aprimorar as mecânicas de jogo, tornando a experiência mais envolvente e motivadora para os usuários. Entre as melhorias previstas, propõe-se a implementação de um sistema estruturado de pontuação, no qual o jogador acumule pontos a cada acerto e receba recompensas por desempenho satisfatório. Além disso, poderá ser desenvolvido um ranking de pontuação, permitindo a comparação de resultados entre jogadores ou turmas, incentivando a participação e o engajamento por meio de desafios saudáveis. Outra ampliação relevante consiste na inclusão de novas interações do personagem com o cenário, como animações diferenciadas, respostas visuais ao acerto ou erro, missões secundárias e elementos interativos no ambiente do mapa. Essas melhorias têm potencial para enriquecer a experiência lúdica, fortalecer a motivação dos jogadores e ampliar o impacto educativo da proposta.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Ananélia Cláudia Rodrigues de Queiroz. **Avaliação da aplicação do ciclo PDCA na tomada de decisão em processos industriais**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

ARAGÃO, Rony Almeida *et al.* "Salvando Dory": uma proposta de jogo digital como objeto de aprendizagem para o desenvolvimento da Educação Ambiental. **Ensino & Pesquisa**, v. 23, n. 1, p. 424-438, 2025. DOI: <https://doi.org/10.33871/23594381.2025.23.1.9450>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025**. São Paulo: ABREMA, 2025.

BRAGA, Thiago da Silva; OLIVEIRA, Felipe Gomes de. Aprendizado com Jogos: um estudo de caso sobre educação ambiental. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital-SBGames**, v. 15, p. 1245-1248, 2016. Disponível em <https://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157739.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 23 nov. 2025.

BRITO, Luciana Helena da Silva; AMBRÓSIO, Márcia. IA e o uso das imagens nas aprendizagens colaborativas e inclusivas: um estudo de caso. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 9, n. 1, p. 1–27, 2025. DOI: 10.12957/redoc.2024.83216. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/83216>. Acesso em: 13 dez. 2025.

CALISTO, André; BARBOSA, David; SILVA, Carla. Uma análise comparativa entre jogos educativos visando a criação de um jogo para educação ambiental. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2010. Disponível em <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/viewFile/1439/1204>. Acesso em: 20 nov. 2025.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

CHANCHÍ, Gabriel Elías G.; SIERRA, Luz Marina M.; CAMPO, Wilmar Yesid M. Propuesta de un videojuego educativo como apoyo a las terapias de la dislexia, usando la plataforma GDevelop. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação – RISTI**, nº E29, maio 2020, p. 173-186.

CHEUNG, Siu Yin; NG, Kai Yin. Application of the Educational Game to Enhance Student Learning. *Frontiers in Education*, v. 6, 31 mar. 2021. DOI: 10.3389/feduc.2021.623793.

CONTRERAS-ESPINOSA, Ruth S.; EGUIA-GÓMEZ, José Luis; HILDEBRAND, Hermes Renato. Aprendizagem baseada em jogos digitais: entrevistas com professores que utilizam jogos digitais em suas práticas educativas. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E**

ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 10., 2011, Salvador. Anais [...]. Salvador: UNEB, 2011. p. 1–10.

COX, Daniel; MURRAY, John; SALTER, Anastasia. Routine, Twisty, and Queer: Pasts and Futures of Games Programming Pedagogy with No and Low Code Tools. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE FOUNDATIONS OF DIGITAL GAMES (FDG '25), 20., 2025, Graz. Proceedings [...]. New York: ACM, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3723498.3723817>. Acesso em: 3 mar. 2026.

DICHEVA, Darina; DICHEV, Christo; AGRE, Gennady; ANGELOVA, Galia. Gamification in education: a systematic mapping study. **Educational Technology & Society**, v. 18, n. 3, p.1-14, 2015.

ELISTATIA, Usi; PERMATASARI, Sisca. Adventure Time: Dilo World – An Adventure Game with Educational Elements for Kids. **Gameology and Multimedia Expert**, v. 2, n. 2, p. 55–62, Apr. 2025. DOI: 10.29103/game.v2i2.21164.

FERNANDES, Danielle da Silva; PEREIRA, Rickson Simioni. **Game Learning : um jogo educacional para crianças: desenvolvimento de um jogo 2D para dispositivos móveis**. 2018. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Catanduva, 2018.

HAMARI, Juho; KOIVISTO, Jonna; SARSA, Harri. Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. In: Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). Waikoloa: IEEE, 2014. p. 3025–3034.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Perspectiva, 1938.

HUNICKE, Robin; LEBLANC, Marc; ZUBEK, Robert. MDA: A formal approach to game design and game research. In: **Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI**, San José, 2004.

NECULA, Constantin Valer; DUMULESCU, Daniela; NECULA, Constantin Ioan. Playing for good: Exploring the efficacy of games and digital tools in prosocial and moral education. **Educatia** 21, n. 28, p. 0_1-374, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24193/ed21.2024.28.40>

NETO, Benedito de Souza Ribeiro *et al.* Na onda do pitiú: uma abordagem de Educação Ambiental gamificada no contexto amazônico. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2019. p. 813. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.813>

NIMJE, Prajwal. The Rise of Low-Code/No-Code Development Platforms. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)**, v. 4, n. 3, jun. 2024. Disponível em: <https://ijarsct.co.in/Paper18974.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2026.

NOVAK, Jeannie. **Desenvolvimento de games**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PEREIRA, Regina; GOUVEIA, Luis Borges; DINIS, Alzira. Proposta de um jogo digital para educação ambiental: saneamento básico para todos. **Relatório Interno TRS 03/2021.* TRS-Tecnologia, Redes e Sociedade**, v. 2021, n. 03, 2021. Disponível em https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/9761/1/RI_TRS03_2021.pdf. Acesso em: 26 nov. 2025.

OLIVEIRA, Stéfany Marinho de. **Ciclo PDCA: uma metodologia de gestão**. Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Departamento de Fundamentos de Enfermagem e Administração, 2022.

RAMOS, Daniela Karine; MELO, Hiago Murilo de. Jogos digitais e desenvolvimento cognitivo: um estudo com crianças do Ensino Fundamental. **Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 8, n. 3, 2016. DOI: 10.5579/rnl.2016.0324

RESNICK, M. *et al.* **Scratch: Programming for All**. Communications of the ACM, v. 52, n. 11, p. 60–67, 2009.

RIOS, Vanessa; SANTOS, Andressa Mota; SOUZA, Carlos Eduardo de. Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais: uma experiência realizada a partir da Game Engine GDevelop 5. **RE@D – Revista de Educação a Distância e Elearning**, v. 7, n. 2, 2024.

SANTOS, Alice *et al.* Por um rio limpo (livro eletrônico): ecobarreira: um pacto pela sustentabilidade. Tucuruí - PA, 2025. Disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/e0a0effd2b.html#page/4>. Acesso em: 11 fev. 2026.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos**. Vol.1. São Paulo: Blucher, 2012.

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: um estudo de caso sobre motivação e aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, n. 2, p. 1–10, 2008. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14405>

SCHELL, Jesse. **A arte do game design: o livro original**. Tradução de: Edson Furmankiewicz. São Paulo: Elsevier, 2011.

SILVA, Isayane Karinne de Oliveira; MORAIS II, Marçal José de Oliveira. Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino-aprendizagem no ensino fundamental. **Holos**, v. 5, p. 153-164, 2011. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2011.705>

SILVA DOS ANJOS, Yasmin Thainá da; SILVA, Everson Matheus Alves da; NICÁCIO, Saulo Verçosa. Conhecimento de alunos adolescentes sobre lixo e suas consequências. 2019. Anais... Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/join/2019/TRABALHO_EV124_MD1_SA6_ID22_07072019211331.pdf. Acesso em: 03/03/2026

SIPONE, Silvia; ABELLA, Victor; ROJO, Marta; MOURA, José Luis. Gamification and player type: relationships of the HEXAD model with the learning experience. **Journal of New Approaches in Educational Research**, v. 14, n. 1, 2025. DOI: 10.1007/s44322-024-00021-w.

SWANDI, Ahmad et al. The effectiveness of implementing GDevelop-based educational games in learning science with the theme of light and sound waves in elementary schools. *Jurnal Pendidikan Fisika*, v. 11, n. 2, p. 218–227, 2023.

TAJRA, Fábio Solon Solon; LIRA, Geison Vasconcelos Vasconcelos; RODRIGUES, Ângelo Brito Brito; TAJRA, Rosana Solon Solon. PDCA como proposta metodológica associada à auditoria em saúde: relato de experiência de Sobral-Ceará. **Tempus – Actas de Saúde Coletiva**, v. 6, n. 4, p. 201–215, 2013. DOI: 10.18569/tempus.v6i4.1216.

UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). **Educação para o desenvolvimento sustentável: um roteiro**. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378650>. Acesso em: 09 fev. 2026.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP); INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION (ISWA). **Global Waste Management Outlook: summary for decision-makers**. Nairobi: UNEP, 2015. Disponível em: <http://www.unep.org/ietc/OurWork/WasteManagement/GWMO>. Acesso em: 09 fev. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Por um rio limpo: Ecobarreira – Um pacto pela sustentabilidade. Tucuruí: Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2025. Disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/e0a0effd2b.html>. Acesso em: 3 mar. 2026.

VOLLMER, Ben. **Retro Review: Super Mario World (1990)**. Epilogue Gaming, 2016. Disponível em: <https://epiloguegaming.com/retro-review-super-mario-world-1990/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

YILMAZ, H.; KARA, M. Enhancing teacher candidates' skills in developing game-based learning applications using GDevelop. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 2023.

ZHAO, Yue; DING, Tingting. Effects of Digital Game-Based Experiential Learning on Students' Ethical Instruction Effectiveness. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 14, n. 7, p. 3347-3354, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/91243>

ZHUANG, Yueting; CAI, Ming; LI, Xuelong; LUO, Xiangang; YANG, Qiang; WU, Fei. The Next Breakthroughs of Artificial Intelligence: The Interdisciplinary Nature of AI. **Engineering**, v. 6, jan. 2020. DOI 10.1016/j.eng.2020.01.009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338861940_The_Next_Breakthroughs_of_Artificial_Intelligence_The_Interdisciplinary_Nature_of_AI. Acesso em: 13 jan. 2026.