

Desenvolvimento do jogo “ReciclaDão” como instrumento de sensibilização para questões de sustentabilidade ambiental

Walter Anibal Rammazzina Filho¹, Flávia Belintani Blum Haddad¹,
Welyson Fernando do Prado de Carlos^{inst1}

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Cornélio Procópio – PR – Brasil

flaviahaddad, walterfilho}@utfpr.edu.br welyson@alunos.utfpr.edu.br

Abstract. *Introduction: Environmental awareness is not limited to informing people about environmental problems; it seeks to awaken an emotional connection and a deep awareness of the importance of nature in human life. To develop this connection, a game that articulates themes related to the subject is a tool with potential. Objective: to build a game on the Construct 3 platform that addresses different aspects of environmental sustainability: reduction, reuse, recycling (preparation and separation), as well as increasing the lifespan of landfills. Methodology: The software and web applications “Excalidraw”, “ElevenLabs Sound Effects” and “Construct 3” were implemented for the development of the ReciclaDão game in pre-production, production and post-production phases. Results: a game was developed with different phases and educational videos within the game, involving themes related to environmental awareness. The game was published on the open access platform.*

Keywords educational games, environmental awareness, sustainability

Resumo. *Introdução: A sensibilização ambiental não se limita a informar as pessoas a respeito dos problemas ambientais; ela busca despertar uma conexão emocional e uma consciência profunda a respeito da importância da natureza na vida humana. Para desenvolver essa conexão, um instrumento com potencial é um jogo que articule com temáticas associadas ao assunto. Objetivo: construir um jogo na plataforma Construct 3 que aborde diferentes aspectos da sustentabilidade ambiental: redução, reutilização, reciclagem (preparação e separação), além do aumento da vida útil dos aterros, Metodologia: Foram implementados os softwares e aplicações web “Excalidraw”, “ElevenLabs Sound Effects” e “Construct 3” para o desenvolvimento do jogo ReciclaDão em fases de pré-produção, produção e pós-produção. Resultados: foi desenvolvido um jogo constituído por diferentes fases e vídeos educativos no jogo, que envolveu as temáticas relacionadas à sensibilização ambiental. O jogo foi publicado em plataforma de livre acesso.*

Palavras-chave jogos educacionais, sensibilização ambiental, sustentabilidade

1. Introdução

Com as atuais discussões e observações de exploração insustentável dos recursos naturais, de emissões de gases de efeito estufa e de perda acelerada de biodiversidade, a Educação Ambiental (EA) deveria ser objeto de estudo na infância com o intuito de dispor nas

crianças o cuidado com o meio ambiente, de modo que a realização das tarefas referentes à conservação do meio ambiente se torne um hábito.

A sociedade mundial começou a se preocupar com o meio ambiente durante a Revolução Industrial, que se espalhou por grande parte do planeta durante todo o século XIX. Inúmeras indústrias exigiam enorme demanda por matéria-prima, ocasionando uma degradação massiva do ambiente. Com o surgimento dos movimentos ambientalistas, no século XX, a EA foi reconhecida como estratégia minimizadora dos problemas ambientais [Silva 2014].

Em relação à abordagem do tema em ambiente formal de educação, artigo 10, §1º, da Lei 9.795/99 sobre Educação Básica, prevê a não inclusão da temática transversal educação ambiental como disciplina curricular. Segundo este artigo, estabelece-se que a educação ambiental deve ser prática educativa integrada, contínua e permanente no ensino formal, sem se tornar uma disciplina específica, ou seja, deve atravessar as matérias já existentes. Geralmente as temáticas ambientais são trabalhadas nas disciplinas de Química, Biologia e Geografia.

Nesse contexto, neste artigo é apresentado o desenvolvimento de um jogo que pode ser utilizado como instrumento de sensibilização para a Educação Ambiental em relação à preparação de resíduos sólidos recicláveis e em relação à logística de destinação.

Este artigo está estruturado em Fundamentação Teórica (2) a qual subsidia a criação do jogo e a articulação dos conceitos. Na seção 3 é relatado o método aplicado para desenvolvimento do jogo, na seção 4 a construção do jogo, na seção 5 é apresentado o jogo e na seção 6 a conclusão.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta as referências teórico-metodológicas que constituem o embasamento aplicado ao desenvolvimento do jogo, as ferramentas e as tecnologias utilizadas, bem como os aspectos teóricos a respeito da sensibilização ambiental (especificamente em relação à coleta seletiva) e sua articulação com o uso de jogos.

2.1. Jogos e gamificação

No cenário dos jogos, do qual a *gamificação* é derivada, o Brasil apresenta um aumento considerável no número de jogadores; por isso, a teoria de jogos vem sendo amplamente debatida por áreas como a educação, a psicologia e a comunicação. Neste sentido, ela constitui-se como possibilidade para aprimorar a aprendizagem, a partir da utilização de artefatos que contemplam o desafio, o prazer e o entretenimento. [Parreira et al. 2019]

Conforme Tekinbas e Zimmerman (2003, p. 95), "um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que resulta em um resultado quantificável". Ainda segundo os autores, um jogo digital deve apresentar interatividade imediata (mas restrita), manipulação da informação, sistemas complexos e automatizados e comunicação em rede. [Tekinbas and Zimmerman 2003, p. 95]

O desenvolvimento de jogos é um campo multidisciplinar que exige diversas habilidades, com o qual profissionais de várias áreas podem contribuir com seus conhecimentos. Dessa forma, torna-se fundamental dominar os conceitos de *game design* e desenvolvimento de jogos [Diniz et al. 2024]. Segundo Higuchi e Nakano (2017),

o *game design* é a arte de projetar jogos, definindo regras, objetivos, personagens e todos os elementos que os compõem. É uma disciplina multidisciplinar que envolve habilidades em programação, *design* gráfico, animação, roteiro e psicologia do usuário [Higuchi and Nakano 2017].

Segundo Schell o design se apresenta como a arte de "decidir o que um jogo deve ser", um processo que envolve milhares de decisões. Para guiar esse processo, ele desenvolveu o conceito de "lentes"— diferentes perspectivas para analisar um jogo [Schell 2008].

Schell enfatiza a necessidade de equilibrar quatro elementos fundamentais em qualquer jogo:

Mecânica: As regras e procedimentos. Estética: A aparência, o som e a sensação do jogo. Tecnologia: As ferramentas e materiais que tornam o jogo possível. História (Story): A narrativa que envolve o jogador [Schell 2008].

Para jogos educativos, essa abordagem é essencial para garantir que o conteúdo a ser aprendido esteja integrado e não seja um elemento estranho à experiência de jogo.

Trazendo as lentes de Schell para a proposta do jogo:

Lente do Feedback: O jogo pode melhorar ao mostrar feedback imediato ao arrastar um objeto para a lixeira errada, com uma dica ou correção. O cão farejador que dá dicas é um bom exemplo de feedback.

Lente do Fluxo: Para manter o fluxo, o jogo deve equilibrar a dificuldade com a habilidade do jogador. Vídeos educativos podem servir como pausas e recompensas, mas devem ser curtos para não quebrar a imersão [Schell 2008]. Esses frameworks fornecem um vocabulário e um método para criar jogos que não são apenas divertidos, mas também eficazes como ferramentas de aprendizado.

A *gamificação* é uma estratégia crescentemente utilizada para fins educacionais, uma vez que é capaz de promover uma aprendizagem mais significativa e que desperte o interesse dos aprendizes. Esse movimento em busca do engajamento é notado por meio do uso de elementos dos jogos em outras situações do cotidiano em sala de aula, quando os professores se valem de atividade que envolvem disputas e premiações, uso de simulações para resolução de problemas, e até mesmo o uso de jogos eletrônicos para abordar conteúdos específicos. [Bittencourt and Mutz 2023].

Embora a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) não mencione explicitamente a gamificação como recurso pedagógico na EA, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 4 (Educação de Qualidade) e nº 13 (Ações contra a Mudança Global do Clima) enfatizam a importância de métodos inovadores e diversificados para abordar questões ambientais nas instituições de ensino. No contexto brasileiro, apesar da crescente influência da cibercultura, a introdução de jogos na EA encontra desafios evidenciados pela escassez de pesquisas e experiências nesse domínio [Cruz et al. 2020] [Soares et al. 2020]. Dessa forma, justifica-se o desenvolvimento de um jogo que contribua na sensibilização ambiental referente à preparação dos resíduos a serem reciclados como instrumento de engajamento e de construção do conhecimento na área ambiental.

2.2. Articulação de Jogos com a Sensibilização e Educação Ambiental

A sensibilização ambiental não se limita a informar as pessoas a respeito dos problemas ambientais; ela busca despertar uma conexão emocional e uma consciência profunda a respeito da importância da natureza na vida humana. Essa conexão emocional é fundamental para engajar mudanças de comportamento e para instigar ações que visem à conservação e à restauração dos ecossistemas. Afinal, quando um indivíduo se sente emocionalmente ligado a um lugar ou a uma espécie, a humanidade se torna mais propensa a agir para protegê-los [Freitas et al. 2024]. Dessa forma, com base no que foi discutido no subitem 2.1, a articulação de jogos pode potencializar a sensação de imersão e de pertencimento em relação às questões ambientais.

Assim, alinhada com esses autores que procuram atentar para as relações sociais que envolvem o humano e a natureza, destaca-se a necessidade que se tem de desenvolver estratégias que tragam aos educandos sensações de pertencimento a um grupo, a um lugar. Por exemplo, “(...) trabalhar jogos com reciclagem faz com que a criança imagine o que ela está fazendo pela natureza, se está prejudicando ou preservando e pensando como ainda pode melhorar.” [Borges and Reis 2013, p. 51]. Afinal, o uso de atividades lúdicas, como jogos e brincadeiras, pode se transformar em momentos significativos que facilitam o trabalho pedagógico e contribuem para o conhecimento de outras áreas [Silva 2017, p. 10].

Gifford (2011), por exemplo, argumenta que os jogos podem reforçar atitudes pró-ambientais que os aprendizes devem adotar, instruindo-os a respeito de práticas sustentáveis das quais podem não estar cientes [Gifford 2011]. Em uma perspectiva semelhante, outros autores afirmam que, ao comparar o comportamento dos jogadores e recompensar aqueles que adotam determinados comportamentos, jogos e aplicativos têm o potencial de estabelecer determinadas atitudes como socialmente normativas [White et al. 2019] e, como realçado por outros autores [Person et al. 2019], essa abordagem prática geralmente se mostra mais eficaz do que a simples transmissão de informações teóricas, e a aplicação de abordagens mais inclusivas e equitativas também contribuem na sensibilização para a sustentabilidade ambiental.

No desenvolvimento de jogos e, particularmente em jogos com a temática ambiental, é essencial a produção de gráficos responsivos que atraiam e encantem os jogadores, assim como implementar controles de personagens eficazes que proporcionem uma jogabilidade fluida e agradável. O conteúdo do jogo, por sua vez, desempenha um papel fundamental na experiência do jogador, devendo ser cativante e envolvente para imergi-lo no mundo que está explorando. Para garantir a satisfação dos jogadores, é essencial observar o *feedback* da comunidade, ajustando e aprimorando o jogo conforme necessário para oferecer uma experiência memorável e cativante [Diniz et al. 2024].

A fim de entender o contexto dos jogos que abordem temáticas relacionadas à sensibilização ambiental, foi realizado um levantamento em diferentes plataformas de hospedagem de jogos, que será apresentado e discutido na seção a seguir.

3. Materiais e Métodos

Esta seção apresenta o método aplicado no desenvolvimento, materiais e tecnologias utilizados.

3.1. PDJEA

PDJEA é a sigla para **Processo de Desenvolvimento de Jogos Educacionais para o Aprendizado**, que é um processo estruturado para orientar o desenvolvimento de jogos educacionais. O PDJEA fornece artefatos, diretrizes e recomendações para cada etapa do processo de desenvolvimento, desde o planejamento até a avaliação. O objetivo do PDJEA é facilitar o desenvolvimento de jogos educacionais de alta qualidade que sejam eficazes no aprimoramento do aprendizado. Na Figura 1 são apresentadas as fases e suas etapas [Rodrigues 2020].

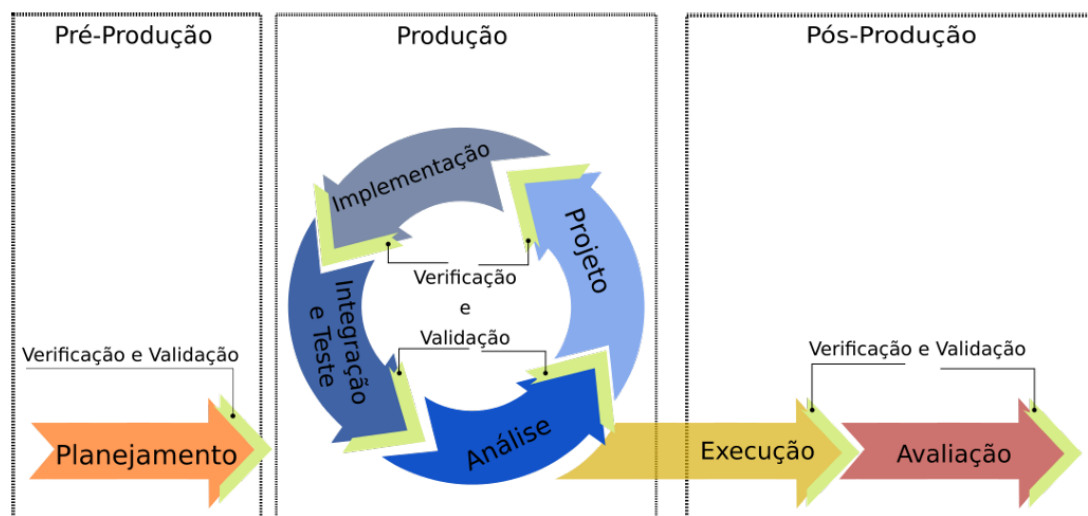


Figura 1. Visão geral do processo de Software PDJEA

O método mencionado incorpora também o desenvolvimento incremental e o Scrum, funcionando com ciclos de entrega, mesmo que o projeto não tenha sido completo e validado. Segundo Rodrigues (2020), em equipes de desenvolvimento, as entregas parciais e a geração de versões de artefatos em cada ciclo tornam-se essenciais devido a possíveis saídas de membros da equipe. Em caso de saída, o participante que ocuparia o lugar no próximo ciclo poderia usar os artefatos gerados como referência para dar continuidade ao desenvolvimento a partir do próximo ciclo de entrega de versão.

3.2. Materiais

Neste trabalho, foram adotados alguns artefatos PDJEA proposto por Rodrigues (2020). Foram implementados os softwares e aplicações web "Excalidraw", "ElevenLabs Sound Effects" e "Construct 3" para o desenvolvimento do jogo ReciclaDão em fases de pré-produção, produção e pós pré-produção.

4. Desenvolvimento

4.1. Pré-produção

Definiu-se o conceito do jogo, incluindo gênero, público-alvo e mecânicas principais. Elaborou-se um documento de *design* de jogo no Google Docs, detalhando o *layout* de níveis, a interface do usuário e outros elementos do jogo.

4.2. Produção

Com base na "Lista de itens a serem desenvolvidos" e na etapa anterior de planejamento utilizando o software "Excalidraw", foram esboçados cenários, itens e personagens necessários para a implementação do jogo "ReciclaDão"

No Quadro 1 são apresentadas as etapas, ferramentas, descrição e formato do arquivo produzido nas diferentes etapas de produção.

Etapas	Ferramenta	Descrição	Formato
Concepção	Google Docs	Definição do conceito e design do jogo.	–
Criação Visual	Excalidraw	Criação de sprites e elementos visuais.	PNG/SVG
Desenvolvimento	Construct 3	Implementação de mecânicas e lógica do jogo.	–
Efeitos Sonoros	ElevenLabs Sound Effects	Geração e integração de sons.	WAV
Refinamento	Construct 3, Excalidraw	Ajustes e melhorias nos elementos do jogo.	–

Quadro 1 - Etapas, Ferramentas, Descrição e Formato do arquivo produzido

4.3. Pós-produção

Após o desenvolvimento e testes, decidiu-se pela versão de compilação HTML5 devido ao fácil acesso online por meio de um link. O jogo foi disponibilizado no site "itch.io". Foram gerados *screenshots*, palavras-chave e textos explanatórios a respeito do conteúdo do jogo para destacar suas características e atrair os jogadores.

5. Apresentação

O jogo foi desenvolvido e publicado em plataforma online gratuita e de fácil acesso, conforme planejado. O conjunto de imagens da Figura 2 ilustra os momentos da primeira fase do jogo. Na Figura 2a) é apresentada a tela de abertura do jogo, com os botões "Jogar" e "Créditos". Após clicar em "Jogar", o jogador tem acesso à introdução da primeira fase, com as instruções para avançar no jogo (Figura 2b). Ao clicar em "Vamos lá", é iniciada a Fase 1 do jogo, em que diferentes resíduos devem ser acondicionados em sua respectiva lixeira, na dinâmica de "arraste e solte" (Figura 2c); caso o jogador tenha dúvida, é possível arrastar o objeto sobre o cão farejador posicionado no canto inferior direito da tela. O cão dará instruções a respeito da composição do resíduo (Figura 2d).

Na Figura 3a) é apresentada a finalização da Fase 1 do jogo, que traz consigo o questionamento a respeito do conceito de reciclagem. Após a resposta do jogador, é apresentado um vídeo que relaciona a criatividade com a reutilização de resíduos, mostrando que o conceito abrange além da simples separação dos resíduos (Figura 3b).

Após isso, segue-se o jogo com a apresentação da contextualização do conceito mais amplo da sustentabilidade ambiental, baseada nos 3R. Os 3R da Sustentabilidade

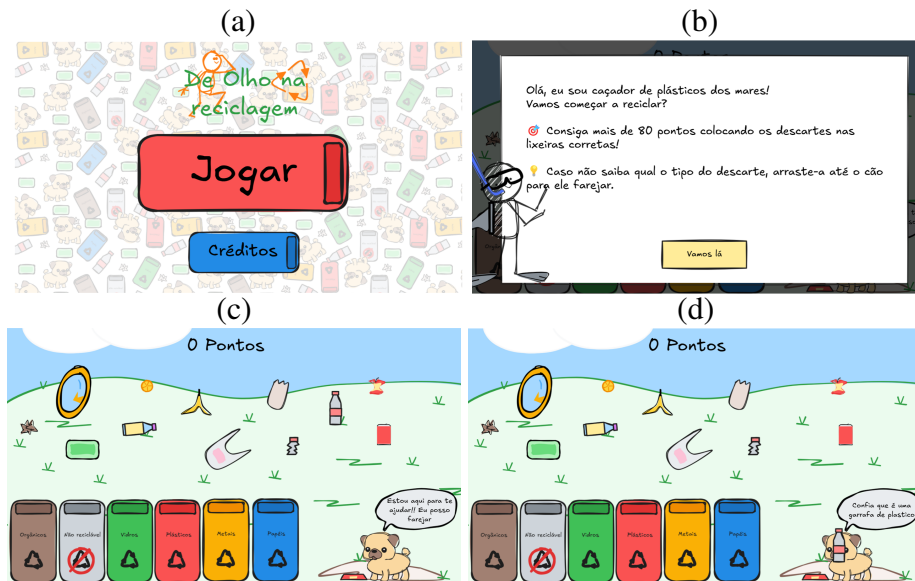


Figura 2. Telas iniciais da Fase 1 do jogo ReciclaDão

(Reduzir, Reutilizar e Reciclar) são um conjunto de práticas cujo objetivo é minimizar o impacto ambiental causado pelo desperdício de materiais e produtos provenientes de recursos naturais, além de poupar a natureza da extração inesgotável de recursos. Após a tela de explicação (Figura 3c), é apresentado um vídeo didático ao jogador (Figura 3d) a respeito dos 3R.

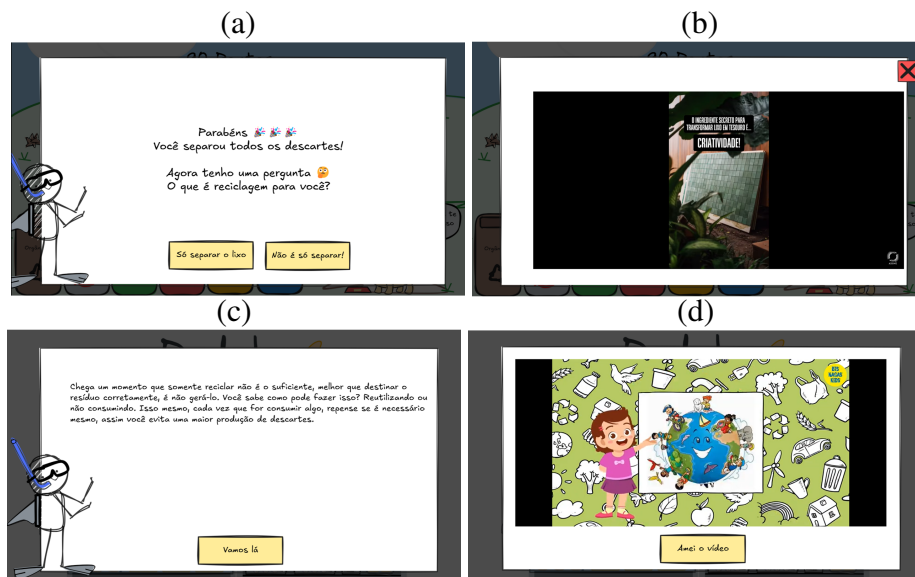


Figura 3. Telas de finalização da Fase 1 e de início da Fase 2 do jogo ReciclaDão

Na Figura 4a) é ilustrada a Fase 2 do jogo, em que o jogador é apresentado a diferentes situações em que se deve pensar qual a solução mais sustentável em uma compra em uma padaria. As perguntas versam a respeito de café acondicionado em pacote *versus* café em cápsulas, refrigerante em embalagem grande *versus* embalagens individuais, além de uma questão a respeito de como embalar brigadeiros da maneira mais sustentável (Figura 4a),

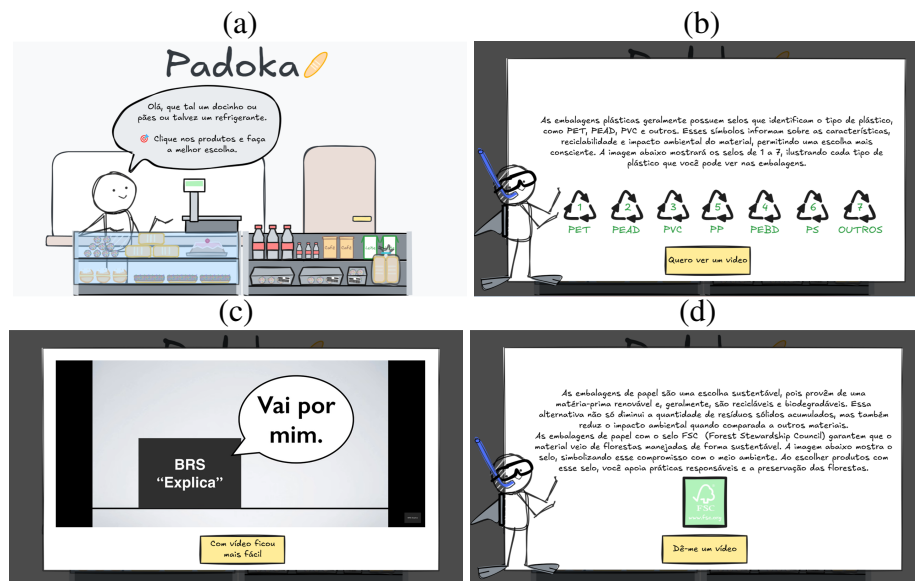


Figura 4. Telas das Fases 2 e 3 do jogo ReciclaDão

Após atingir a pontuação requerida, é trazida a informação a respeito dos diferentes selos conforme a composição dos plásticos, com um vídeo explicativo (Figuras 4b e 4c).

A seguir, é discutida a sensibilização em relação à substituição de embalagens plásticas por embalagens de papel, devido ao seu menor impacto ambiental. Além disso, é apresentada a certificação de papeis com selo *Forest Stewardship Council*, que garante que o produto foi manufaturado em condições sustentáveis tanto de condições de trabalho quando de matérias-primas e insumos (Figura 4d), com a posterior apresentação de um vídeo (Figura 5a).

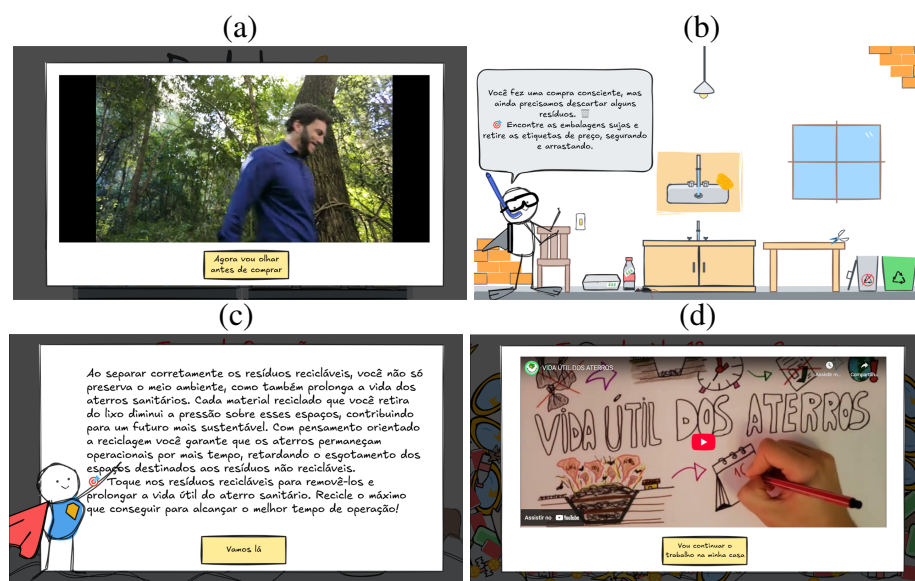


Figura 5. Telas iniciais da Fase 3 do jogo ReciclaDão

É iniciada, então, a Fase 3 do jogo, em que é discutida a pré-preparação de alguns

resíduos para a reciclagem. É solicitado ao jogador que este retire, primeiramente, as etiquetas de preço e/ou informações de entrega do resíduo a ser reciclado; posteriormente, ele deve lavar o resíduo para evitar mau cheiro nas etapas de transporte e, quando possível, que compacte o material para evitar grandes volumes (Figura 5b).

Finalmente, é discutida a questão dos aterros sanitários e sua vida útil (Figura 5c). É proposta uma atividade de retirada de resíduos recicláveis para retardar a exaustão de um aterro sanitário, e simultaneamente é mostrado o tempo de vida do aterro. Após o aterro ser sobrecarregado, a fase acaba e é apresentado um vídeo educativo a respeito da temática.

Atualmente, o jogo está publicado na plataforma online "Itch.io". O jogo pode ser acessado em [OMITIDO PARA REVISÃO ANÔNIMA] Essa plataforma oferece acesso fácil e gratuito ao jogo em qualquer dispositivo com um navegador mais recente instalado, permitindo que os jogadores o experimentem e desfrutem facilmente.

6. Conclusão

Este artigo apresentou um jogo educacional que discute diferentes aspectos da sustentabilidade ambiental, trabalhando aspectos como a preparação prévia e segregação correta de diferentes tipos de resíduos. O jogo inclui diferentes atividades e vídeos educativos para a sensibilização ambiental.

Durante o jogo, o jogador deve separar materiais corretamente, pensar a respeito de impactos ambientais em função da forma de acondicionamento e a minimização com a prática dos 3R, além da preparação de resíduos para a reciclagem e aumento de vida útil de aterros sanitários. O jogo desenvolvido pode contribuir como um instrumento lúdico de ensino e de aprendizagem para crianças até 10 anos, com o apoio de feedbacks instantâneos e os recursos visuais que conscientizem as crianças ambientalmente.

Além do jogo, que já está disponível para uso, este artigo contribui com o relato do processo de desenvolvimento que pode servir de inspiração para criação de jogos similares.

6.1. Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros, sugere-se a avaliação do jogo em relação a seu conteúdo por especialistas, a realização de testes adicionais de usabilidade, além da utilização do jogo como instrumento de aprendizagem, a partir da aplicação em alguns contextos educacionais, mensurando seus resultados a partir de testes de aprendizagem.

Referências

- Bittencourt, G. S. and Mutz, A. S. d. C. (2023). O uso de jogos para abordagem de questões ambientais: Uma análise da ong akatu. *Revista Tecnologias Educacionais em Rede (ReTER)*, 4(1):e11/1–18.
- Borges, J. C. N. and Reis, M. J. A. d. (2013). Jogos e brincadeiras a partir de reciclagem na educação infantil. <https://calafiori.edu.br/wp-content/uploads/2019/09/JOGOS-E-BRINCADEIRAS-A-PARTIR-DE-RECICLAGEM-NA-EDUCA%C3%87%C3%83O-INFANTIL.pdf> [Acessado em: (6 de março de 2025)].

- Cruz, G. R. d., Lima, M. R. d., and Nascimento, S. S. d. (2020). Jogos eletrônicos na formação de professores: Uma revisão sistemática no portal de periódicos da capes. *Teoria e Prática da Educação*, 23(2):117–141.
- Diniz, A., Gomes, F., Moreno, D., and de Araujo, G. (2024). Terraverde: um jogo para conscientização ambiental. In *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1339–1350, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Freitas, V., Alves, A. C. C., and Vieira, M. A. (2024). Uso de jogos educativos para promover a conscientização ambiental em biologia. *REVISTA UNIARAGUAIA*, 19(01):86–101.
- Gifford, R. (2011). The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist - AMER PSYCHOL*, 66:290–302.
- Higuchi, M. M. and Nakano, D. N. (2017). Agile design: A combined model based on design thinking and agile methodologies for digital games projects. *Revista de Gestão e Projetos*, 8(2):109–126.
- Parreira, F. J., Ulbricht., V. R., and Passos, R. (2019). *A inovação emergente : tecnologias e interfaces.*, volume 1. UFG.
- Person, V. A., Bremm, D., and Güllich, R. I. d. C. (2019). A formação continuada de professores de ciências: Elementos constitutivos do processo. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 10(3):141–147.
- Rodrigues, W. F. (2020). Processo de software para desenvolvimento de jogos eletrônicos educacionais na academia (pdjea). Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Limeira, SP. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/343662>>.
- Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. Morgan Kaufmann.
- Silva, C. L. V. d. (2014). Meio ambiente e gestão dos resíduos sólidos : estudo sobre o consumo sustentável a partir da lei 12.305/2010.
- Silva, C. M. d. (2017). Importância da confecção de brinquedos a partir de materiais recicláveis na educação física escolar do ensino infantil. <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/20773/1/SILVA%20Claudiana%20Maria%20da.pdf> [Acessado em: (6 de março de 2025)].
- Soares, J. R., Mezalira, S. M., Costella, R. Z., and Robaina, J. V. L. (2020). O estado da arte sobre bacias hidrográficas e sua relação com a educação ambiental. *Research, Society and Development*, 9(9):15–38.
- Tekinbas, K. and Zimmerman, E. (2003). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. ITPro collection. MIT Press.
- White, K., Habib, R., and Hardisty, D. J. (2019). How to shift consumer behaviors to be more sustainable: A literature review and guiding framework. *Journal of Marketing*, 83:22 – 49.