
DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO EM UNITY ABORDANDO A SUSTENTABILIDADE

SILVA, BRYAN SOUZA DA¹
MENEGATTI, LUCCA ANTONIO ²
NEGRETTO, DIEGO HENRIQUE³

Centro Universitário Hermínio Ometto – FHO, Araras – SP, Brasil

Resumo

Os jogos digitais têm se consolidado como uma poderosa ferramenta de entretenimento, aprendizado e transformação social. Diante desse cenário, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um jogo digital utilizando a engine Unity, com o objetivo de explorar a gamificação como estratégia para abordar temas da sustentabilidade. O jogo visa proporcionar uma experiência imersiva, na qual os usuários enfrentam desafios e tomam decisões relacionadas a questões ambientais, sociais e econômicas. A metodologia adotada para o desenvolvimento incluiu uma pesquisa bibliográfica sobre jogos digitais, análise das melhores práticas de gamificação e exploração de mecânicas que favoreçam a conscientização sobre o meio ambiente. O projeto criou um ambiente interativo onde os jogadores podem adotar práticas sustentáveis, refletindo sobre suas ações e compreendendo as consequências de suas escolhas em um contexto de mundo mais equilibrado. Ao final, a ferramenta desenvolvida proporciona uma experiência envolvente e educativa.

Palavras chave: *Unity, Sustentabilidade, Gamificação, Desenvolvimento de jogos.*

¹ FHO. Aluno do Curso de Sistemas de Informação, Bryan Silva, bryan.ssilva@alunos.fho.edu.br

² FHO. Aluno do Curso de Sistemas de Informação, Lucca Menegatti, lucca.menegatti@alunos.fho.edu.br

³ FHO. Professor do Curso de Sistemas de Informação, Diego Negretto, diegonegretto@fho.edu.br

1. Contextualização

O crescimento exponencial da indústria de jogos digitais demonstra o seu potencial como uma ferramenta eficaz para o aprendizado e o engajamento social. Jogos digitais, quando bem projetados, podem oferecer uma compreensão profunda de temas complexos por meio de abordagens lúdicas e imersivas. Segundo Nakamura (2024), a migração para a distribuição digital é o principal fator da expansão do mercado de desenvolvimento e do consumo de jogos eletrônicos no país. Independentemente do objetivo dos jogos, algumas de suas características podem ser associadas às teorias da aprendizagem, como a capacidade de motivar os usuários a realizarem ações com um determinado propósito. Quando há imersão na narrativa, na mecânica e no aspecto lúdico, o relacionamento entre jogador e jogo se torna tão intenso que é possível se desligar do mundo real e ingressar verdadeiramente na experiência proposta (BARROS e MENEZES, 2022). Integrando conceitos sustentáveis à narrativa e às mecânicas de jogo, cria-se uma experiência interativa que incentiva o aprendizado, a tomada de decisões e a reflexão crítica sobre os desafios globais contemporâneos.

O desenvolvimento sustentável busca o equilíbrio entre crescimento econômico, avanços tecnológicos e qualidade de vida, considerando também a preservação ambiental. Para a eficácia dessas iniciativas, conscientização e engajamento social são essenciais, especialmente entre os jovens. Mais do que depender exclusivamente de políticas públicas, a construção de um futuro sustentável exige a participação ativa de diferentes setores da sociedade, promovendo ações inovadoras que fomentem a responsabilidade ambiental e social.

Por décadas, a humanidade tem usufruído dos recursos naturais de forma imprudente, como se eles fossem infinitos, o que gerou impactos ambientais significativos. Apesar de existirem estudos voltados à resolução desses problemas, é fundamental que a sociedade aprenda a viver de forma mais sustentável, aproveitando melhor os recursos disponíveis e reduzindo os índices de degradação ambiental. Para tanto, é preciso ir além dos conceitos tradicionais de sustentabilidade, estimulando atitudes conscientes e propondo novas condutas favoráveis ao meio ambiente (FERREIRA et al., 2019).

Há, portanto, uma necessidade urgente de engajamento de todas as esferas — sociais, políticas, governamentais e econômicas — na defesa dos recursos naturais e da

biodiversidade. Esse processo só poderá ter início por meio de uma conscientização ambiental efetiva. A educação ambiental encontra, no exercício consciente da cidadania, a base para as transformações necessárias rumo à sustentabilidade (FERREIRA, 2022). Este projeto propõe o desenvolvimento de um jogo utilizando a *engine* Unity, focado na sustentabilidade. A Unity, uma plataforma amplamente utilizada para o desenvolvimento de jogos em 2D e 3D, permitirá a criação de uma experiência imersiva e interativa. O projeto buscará explorar técnicas de desenvolvimento de jogos que favoreçam o aprendizado e a tomada de decisões conscientes, utilizando mecânicas de jogo para promover uma maior compreensão dos desafios globais. A relevância deste projeto reside na sua capacidade de utilizar uma mecânica divertida e imersiva para impactar diferentes públicos sobre a importância da sustentabilidade, simultaneamente, explorando o potencial dos jogos digitais como ferramentas poderosas de transformação social e educacional.

2. Tema de Pesquisa

Utilização da *engine* Unity para construção de um jogo com o tema da sustentabilidade.

3. Motivações e Justificativas

Os jogos são muito populares entre jovens e adultos, e a criação de ferramentas interativas torna essa forma de entretenimento ainda mais acessível, envolvente e eficaz para todas as idades. Eles proporcionam experiências dinâmicas em que os jogadores interagem ativamente, tomam decisões e vivenciam as consequências dessas escolhas. Este trabalho justifica-se pela oportunidade de explorar o desenvolvimento de um jogo e o potencial da gamificação aplicada aos temas globais da sustentabilidade. A iniciativa busca engajar o público, fomentando a conscientização, a disseminação de conhecimento e a participação ativa em questões globais.

4. Objetivos

4.1. Objetivo Geral

Desenvolver um jogo digital utilizando a *engine* Unity, explorando a gamificação como estratégia para abordar a sustentabilidade.

4.2. Objetivos Específicos

- Estudar os elementos da gamificação e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para embasar o conteúdo do jogo;
- Analisar as funcionalidades e capacidades da *engine* Unity para o desenvolvimento proposto;
- Definir as mecânicas de jogo e a narrativa que integrem os conceitos de sustentabilidade;
- Criar a interface gráfica e programar os sistemas do jogo;
- Integrar os desafios de sustentabilidade à jogabilidade para promover a conscientização.

5. Revisão Bibliográfica

5.1. Fundamentação Teórica e Técnica

A interseção entre ODS, jogos digitais e gamificação pode oferecer um campo fértil para o desenvolvimento de experiências que, além de educar, geram mudanças comportamentais. De acordo com Letícia et al. (2025), a gamificação, definida como a aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, utiliza sistemas de pontuação, recompensas, narrativas e *feedback* imediato para criar experiências de aprendizagem mais envolventes e motivadoras. No entanto, Araújo et al. (2024) destacam que a implementação da gamificação apresenta desafios, como a necessidade de integração eficiente com os objetivos educacionais. Por outro lado, Silva e Castilho (2022) argumentam que a literatura revela que a gamificação possui o potencial de intensificar a motivação individual, aprimorar a retenção de conhecimento e impulsionar a aprendizagem ativa.

A convergência entre ODS, jogos digitais e gamificação é uma área de grande potencial para alterar o modo como as pessoas se relacionam com questões ambientais e sociais. Criando experiências imersivas que incentivam comportamentos responsáveis, jogos digitais não só educam, mas também engajam ativamente os jogadores na construção de

um futuro mais sustentável. Logo, o desenvolvimento de jogos digitais que integrem os princípios da sustentabilidade simboliza uma chance única de impactar positivamente tanto o público quanto as práticas cotidianas.

5.2. Trabalhos Relacionados

Existem projetos relevantes que abordam a utilização de jogos eletrônicos e sustentabilidade, tais como:

O jogo **Mission 1.5** (UNDP, 2020), desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), busca aumentar a conscientização sobre as mudanças climáticas, colocando o jogador no papel de um líder mundial que deve tomar decisões estratégicas para reduzir as emissões de carbono e promover práticas sustentáveis. Este jogo tem sido amplamente utilizado em campanhas de conscientização e mostra como a gamificação pode ser uma ferramenta poderosa para engajar o público com os objetivos globais de sustentabilidade.

Outro exemplo relevante é o **World Rescue** (ZU Digital, 2017), um jogo *mobile* desenvolvido pela UNESCO que apresenta narrativas interativas baseadas nos ODS. Nele, os jogadores enfrentam desafios globais relacionados à saúde, igualdade de gênero e mudanças climáticas, promovendo a conscientização e a tomada de decisões informadas. Estudos de caso sobre o impacto do World Rescue indicam que ele aumentou significativamente a compreensão dos jogadores sobre os ODS, ao mesmo tempo em que incentivou a reflexão crítica sobre temas globais.

O **2030 SDGs Game** (IMACOCOLLABO, 2016) é uma simulação interativa criada no Japão, que tem como objetivo educar e envolver os jogadores sobre os ODS. O jogo possibilita que os participantes tomem decisões para criar um mundo sustentável até 2030, lidando com recursos limitados, desafios ambientais e desigualdade social. Ele é utilizado em ambientes educacionais, corporativos e comunitários para conscientizar sobre a importância dos ODS e de escolhas coletivas para um futuro sustentável. É um ótimo exemplo de como os jogos podem promover uma compreensão mais profunda das metas globais da ONU.

Embora os trabalhos relacionados sejam excelentes ferramentas de conscientização em larga escala, observa-se uma lacuna em jogos que simulam as consequências diretas e interligadas das decisões do jogador em um ambiente controlado, focando

especificamente na sustentabilidade. O presente trabalho busca preencher essa lacuna ao oferecer uma experiência de microgerenciamento onde o jogador observa o impacto direto de suas escolhas na sustentabilidade de sua própria comunidade virtual.

6. Metodologia

Nesta seção, são apresentados os métodos e os processos escolhidos para o desenvolvimento de um jogo digital em Unity como ferramenta para a abordagem sobre a sustentabilidade, com o intuito de possibilitar uma melhor estruturação e planificação do projeto.

6.1. Pesquisa Bibliográfica

A metodologia adotada é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter exploratório e descritivo. O trabalho envolve a pesquisa bibliográfica como principal fonte teórica para fundamentação do tema e embasamento das decisões de desenvolvimento. A pesquisa visou compreender como os jogos digitais e a gamificação podem ser utilizados como ferramentas de conscientização ambiental, com foco em práticas sustentáveis.

Para embasar teoricamente o desenvolvimento do projeto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos e livros, visando o aprofundamento dos seguintes temas:

- **Jogos digitais e suas aplicações no ensino**, especialmente no contexto de conscientização social e engajamento com temas globais.
- **Técnicas de desenvolvimento de jogos digitais**, com ênfase no uso da *engine* Unity e nas mecânicas de jogo que podem promover o aprendizado ativo e a conscientização crítica.
- **Sustentabilidade**, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos, bem como práticas e estratégias para incentivar um consumo mais responsável e a construção de comunidades mais sustentáveis. Nesse contexto, foram analisados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis) como referências para o projeto.

Essa etapa garantiu uma compreensão sólida das temáticas abordadas e das melhores práticas no desenvolvimento de jogos voltados para a conscientização.

6.2. Ferramentas e Recursos

Foram empregadas as seguintes ferramentas e recursos para apoiar o desenvolvimento do jogo:

- **Engine:** A ferramenta de desenvolvimento escolhida foi a Unity, uma das plataformas mais proeminentes do mercado para a criação de jogos e experiências interativas em 2D e 3D. Desenvolvida pela *Unity Technologies*, a Unity se destaca por seu modelo de licenciamento flexível, que disponibiliza uma versão gratuita e robusta, a *Unity Personal*, tornando a tecnologia acessível a estudantes, desenvolvedores independentes e pequenas empresas. Esta foi a versão empregada no presente trabalho. A ferramenta fornece um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) completo, que otimiza o fluxo de criação e gerenciamento de projetos. Toda a lógica de programação e interatividade foi implementada através de *scripts* na linguagem C# (C-Sharp).
- **Banco de dados:** O MySQL foi o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) utilizado para armazenar e gerenciar as informações essenciais de progressão e estado do jogo.
- **Edição de Imagem:** GIMP (*GNU Image Manipulation Program*) ferramenta gratuita, foi usada para a criação e edição de texturas e elementos gráficos 2D que foram integrados ao jogo.
- **Edição e Mixagem de Áudio:** A ferramenta gratuita Audacity foi utilizada para criar, cortar e ajustar os arquivos de efeitos sonoros e músicas. Em seguida, a implementação, mixagem e aplicação de efeitos em tempo real foram feitas diretamente na *engine* Unity para enriquecer a experiência do jogo.

6.3. Estudo das Capacidades da Unity

Para assegurar a viabilidade técnica do projeto e o cumprimento dos objetivos propostos, foi realizado um estudo aprofundado das capacidades da *Unity*, com foco em:

- **Narrativa e Interface:** Ferramentas para criação de sistemas de diálogo e interfaces de usuário (UI) que permitam a integração dos conceitos dos ODS de forma fluida.
- **Lógica e Mecânicas:** Implementação de *scripts* que simulem as consequências das decisões do jogador, afetando o ecossistema virtual em tempo real.

Esse estudo técnico foi conduzido por meio da análise da documentação oficial da *Unity*, tutoriais especializados e desenvolvimento de protótipos para validação das mecânicas.

6.4. Definição e Implementação das Mecânicas de Jogo

Com base no gênero de estratégia e gerenciamento de recursos, foram definidas as mecânicas centrais que regem a jogabilidade, inspiradas em sistemas de gerenciamento de comunidades:

- **Gestão Estratégica de Construção e Tempo:** O jogador atua como gestor de uma comunidade, decidindo quais estruturas construir. Cada ação possui um tempo de execução, exigindo que o jogador planeje suas ações a longo prazo para otimizar o crescimento sustentável.
- **Sistema de Recursos e Saldos:** O desafio consiste no balanceamento dinâmico de recursos. Diferente de sistemas tradicionais onde a escassez impede ações, aqui os recursos podem atingir valores negativos, representando dívidas financeiras ou passivos ambientais (como o desmatamento excessivo). A aplicação dos ODS é prática: o objetivo não é apenas acumular, mas chegar ao final do tempo estipulado com um saldo sustentável, recuperando possíveis déficits gerados durante a expansão.
- **Feedback Visual:** O sistema fornece retorno contínuo através da Interface de Usuário (UI). O *feedback* é sistêmico e numérico: o jogador monitora contadores que oscilam em tempo real. Isso demonstra a relação de *trade-off* (troca): uma decisão pode aumentar rapidamente a economia, mas levar o indicador ambiental para níveis negativos. O jogador deve interpretar esses dados para corrigir sua estratégia e buscar um resultado final positivo.

6.5. Desenvolvimento do Projeto

O desenvolvimento do jogo ocorreu em etapas, organizadas da seguinte forma:

6.6. Planejamento e Definição do Conceito

Foi realizada a delimitação da proposta do jogo, a definição da temática de sustentabilidade e o mapeamento das mecânicas de gamificação a serem utilizadas. O foco foi alinhar o escopo técnico com os objetivos pedagógicos dos ODS.

6.7. Protótipo Inicial

Nesta etapa, foi desenvolvida uma versão inicial do jogo (*MVP*), contendo a estrutura básica de gerenciamento, uma interface preliminar e as mecânicas fundamentais de recursos já integradas à temática sustentável. O objetivo foi validar a lógica de ganho e gasto de recursos antes do refinamento visual.

6.8. Desenvolvimento Iterativo

O jogo foi aprimorado progressivamente, com foco na expansão das funcionalidades e balanceamento dos recursos. A *engine* Unity foi utilizada para implementar os gráficos finais, a lógica de programação em C# e as interações de interface. O desenvolvimento focou em garantir que as decisões do jogador tivessem impacto direto e visível no desempenho da comunidade, promovendo a reflexão crítica sobre sustentabilidade.

6.9. Design e Interface

A interface foi projetada de acordo com as Heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 1994), de forma que jogadores com diferentes níveis de conhecimento em jogos digitais possam participar da experiência. O design da interface foi validado em ciclos curtos de desenvolvimento (metodologia ágil), a fim de garantir que os requisitos de usabilidade e funcionalidade fossem atendidos.

6.10. Integração de Conteúdo Sustentável

O tema da sustentabilidade está presente em toda a jogabilidade. Ao decidir o que construir e como usar seus recursos, o jogador lida com dilemas baseados na realidade. O objetivo é mostrar que, para a comunidade crescer, não basta ter dinheiro; é preciso equilibrar a economia com o bem-estar social e o cuidado com o meio ambiente.

6.11. Validação

A etapa de validação teve como foco assegurar que a parte técnica e as mecânicas de gestão funcionassem como planejado. O objetivo principal foi garantir que o fluxo do jogo estivesse estável e que o sistema de balanço de recursos respondesse de forma lógica às decisões do jogador.

Para isso, foram monitoradas as métricas geradas pelo sistema durante os testes, com atenção especial aos indicadores de "**Pontos Sustentáveis**" e "**Capital Acumulado**". A intenção foi confirmar se a matemática do jogo permitia alcançar as metas de gestão sem apresentar erros de cálculo ou inconsistências que bloqueassem o progresso.

Os testes demonstraram que o sistema se comporta de maneira consistente, confirmando três pontos principais:

- **Clareza das Regras:** O sistema reage de forma previsível. Quando o jogador constrói ou remove algo, o jogo responde exatamente como esperado.
- **Feedback Visual:** As barras de recursos comunicam bem a relação de causa e efeito, mostrando claramente quando uma escolha gera lucro financeiro ou prejuízo ambiental.
- **Alcance das Metas:** É tecnicamente possível equilibrar os recursos e chegar ao final do tempo com saldo positivo. Isso valida o *design* e o desafio proposto, conforme será demonstrado nos cenários apresentados na seção de Resultados.

7. Resultados

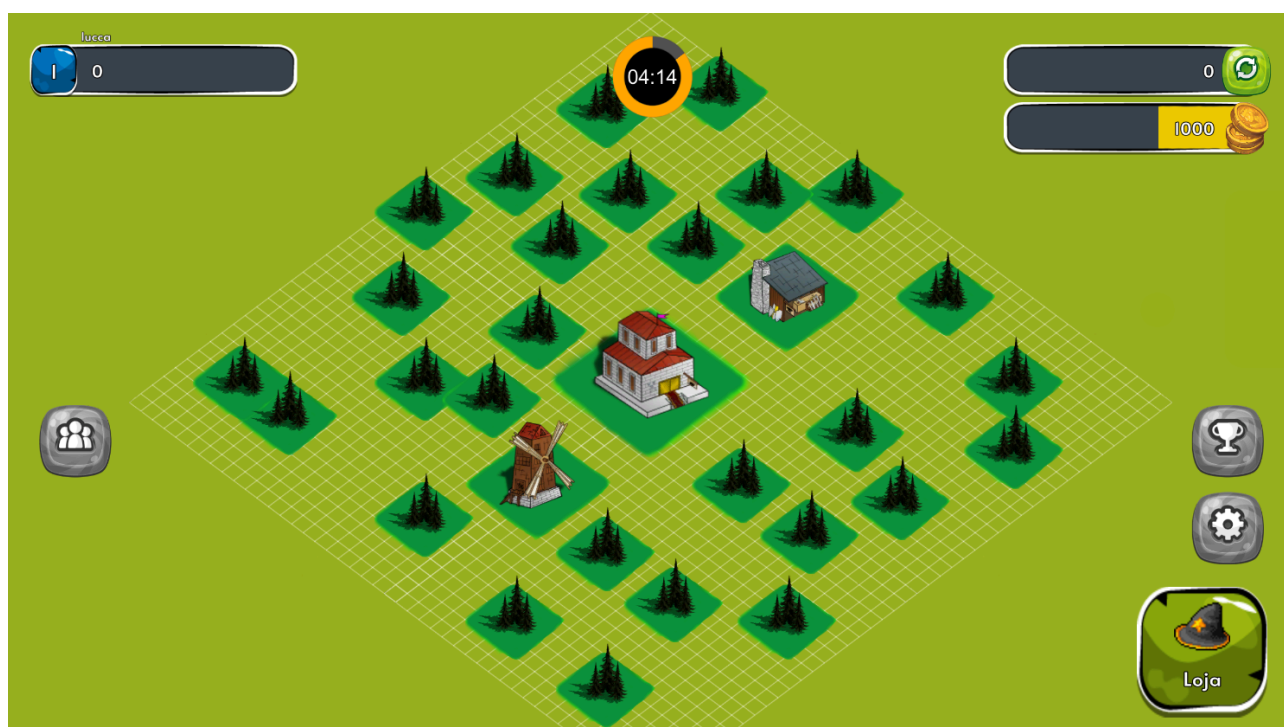
O principal resultado deste trabalho foi o desenvolvimento de um protótipo funcional de um jogo digital na *engine* Unity, que aborda a sustentabilidade por meio de mecânicas de gamificação. O processo de desenvolvimento permitiu o aprimoramento prático no uso da

Unity, incluindo a criação de cenas, animações e a implementação da lógica do jogo com scripts em C#.

A seguir, são apresentados os resultados concretos do desenvolvimento, ilustrados pelas telas do jogo.

A interface foi projetada para ser simples e funcional, visando garantir que jogadores com diferentes níveis de familiaridade com jogos digitais pudessem participar da experiência. Para isso, foram aplicados princípios das Heurísticas de Nielsen, como o uso de ícones reconhecíveis e *feedback* visual imediato para as ações do jogador.

Figura 1 - Tela Principal do Jogo (Gameplay)



Fonte: Elaboração própria.

A tela principal do jogo (Figura 1) é o ambiente interativo onde os conceitos de sustentabilidade foram integrados. Nela, o jogador gerencia recursos e toma decisões que impactam o desenvolvimento de sua comunidade. As mecânicas foram diretamente associadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos no escopo do projeto:

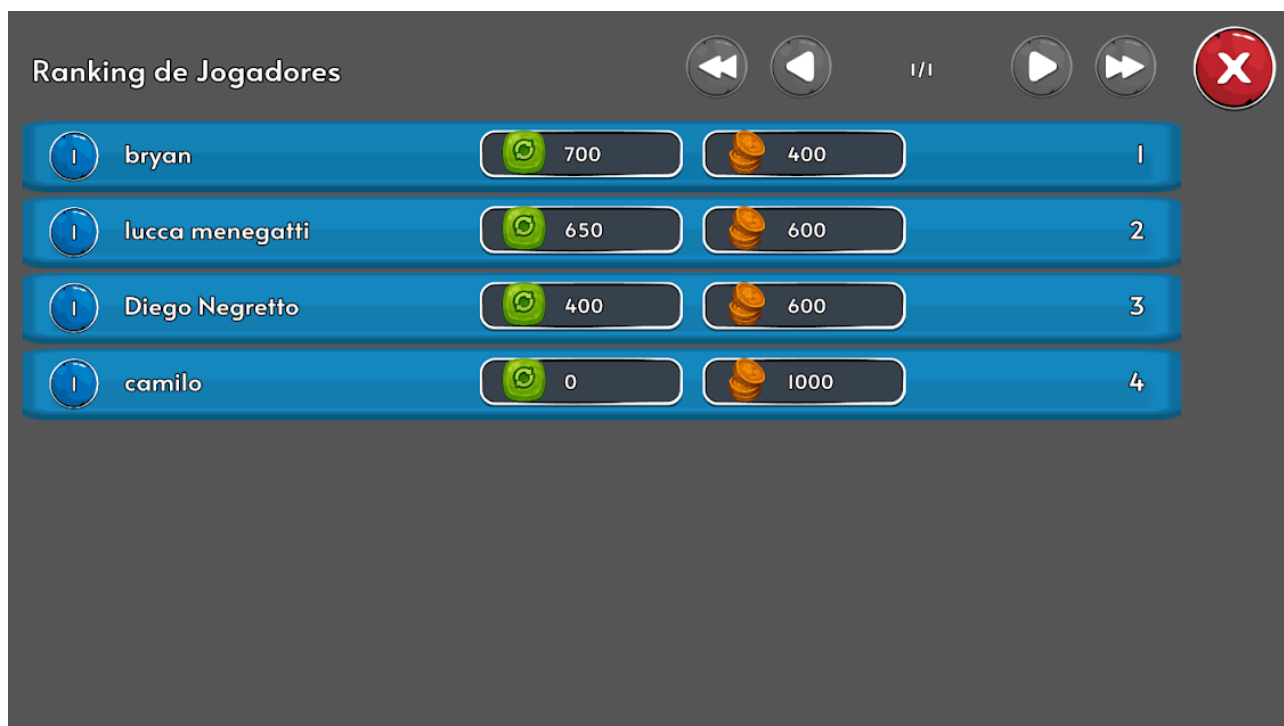
- Indicadores de Desempenho (Canto Superior Direito): Os indicadores de moedas e pontos sustentáveis representam a economia da comunidade. A gestão desses

recursos aborda diretamente o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), pois o jogador precisa equilibrar o consumo (representado pelo gasto de moedas) com a capacidade de produção sustentável (representada pelo ganho de pontos) para prosperar.

- Este sistema exige que o jogador não foque apenas no acúmulo de capital, mas também na forma como esse capital é gerido em alinhamento com práticas sustentáveis.
- Construção da Comunidade (Centro): O espaço central permite ao jogador construir e organizar sua cidade. Esta mecânica está ligada ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), incentivando o planejamento e a criação de um ambiente equilibrado.

Além disso, o cronômetro, posicionado no topo central da figura 1, é um elemento de gamificação que define o tempo disponível para o jogador realizar as ações no ciclo de jogo. Ele adiciona um componente de desafio e urgência, essencial para aumentar o engajamento e a motivação do usuário, estimulando a tomada de decisão estratégica sob pressão. O tempo é limitado em 5 minutos, onde as escolhas do jogador têm consequências diretas na pontuação do jogo, promovendo uma reflexão crítica sobre sustentabilidade.

Figura 2 - Tela de Ranking



Ranking de Jogadores				
1	bryan	700	400	1
2	lucca menegatti	650	600	2
3	Diego Negretto	400	600	3
4	camilo	0	1000	4

Fonte: Elaboração própria.

Elementos de gamificação foram implementados para aumentar o engajamento e a motivação dos usuários. A Figura 2 exibe o *ranking* de jogadores, que estimula a competição saudável e a retenção. Já a Figura 3 ilustra a loja do jogo, um componente central do ciclo de recompensas onde os jogadores utilizam recursos acumulados para evoluir e reforçar a aprendizagem ativa.

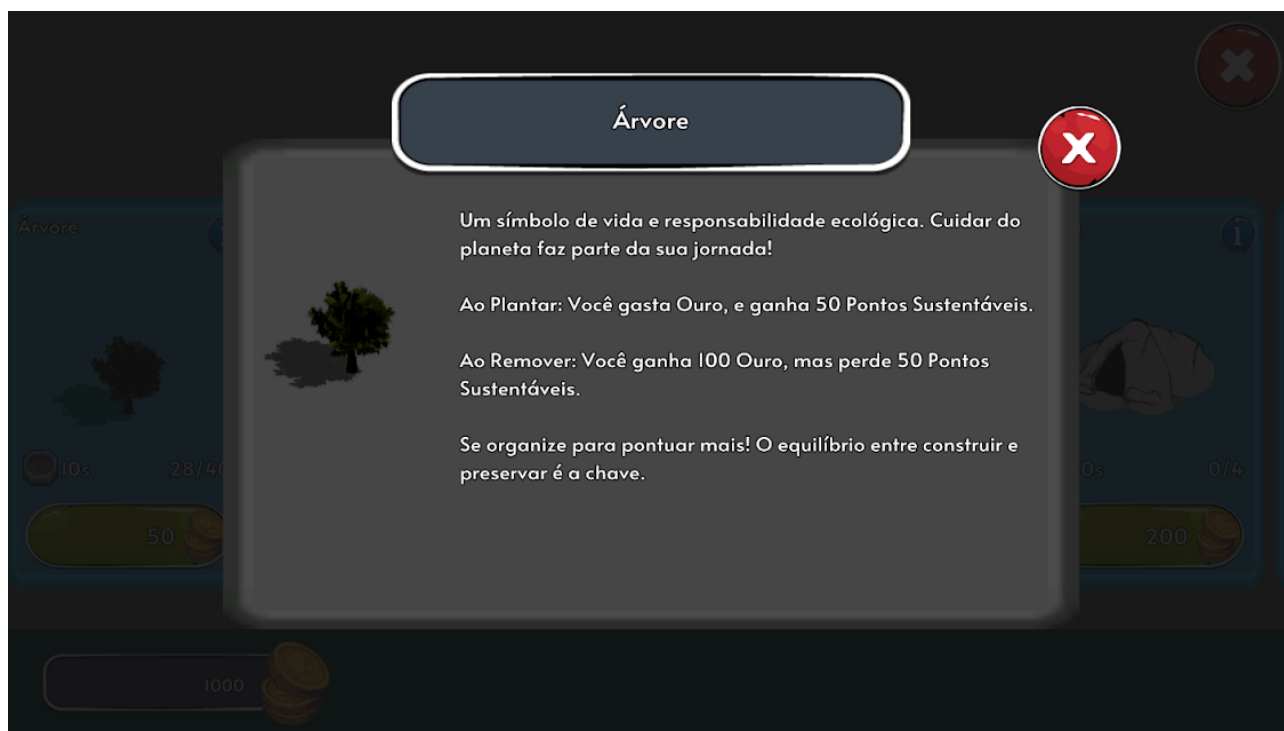
Figura 3 - Loja de Itens



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 4 apresenta a descrição de um dos itens da loja. Nela, é apresentada uma breve exposição sobre o respectivo item e seu impacto nos Indicadores de Desempenho.

Figura 4 - Descrição do Item



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5 - Pontuação



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 5 apresenta a Tela de Pontuação, um elemento de *feedback* imediato e quantitativo sobre o desempenho do jogador ao final de cada ciclo de jogo. Esta tela é fundamental, pois exibe dois indicadores-chave:

- **Pontos Sustentáveis:** Reflete diretamente o impacto positivo das decisões tomadas pelo jogador em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A pontuação quantifica as ações que promovem a sustentabilidade ambiental, social e econômica, servindo como a principal recompensa para a conscientização e o engajamento do usuário.
- **Capital Acumulado:** Representa os recursos econômicos (como moedas) que o jogador conseguiu acumular na rodada. Este valor é essencial para a progressão, pois permite ao jogador adquirir novos itens na Loja (Figura 3), possibilitando a evolução da comunidade e a continuidade da experiência.
- **Feedback:** São apresentados dois tipos de *feedback*, um sobre o equilíbrio entre os Indicadores de Desempenho e outro referente à quantidade de cobertura vegetal.

A exibição conjunta desses indicadores reforça a premissa do projeto: o desenvolvimento sustentável exige o equilíbrio entre a prosperidade econômica (Capital Acumulado) e a responsabilidade ambiental e social (Pontos Sustentáveis).

Em resumo, o projeto alcançou seu objetivo geral ao criar uma ferramenta funcional que utiliza uma mecânica interativa para abordar temas complexos de sustentabilidade. As mecânicas de jogo foram definidas e implementadas de forma a unir aprendizado e entretenimento, resultando em uma experiência educativa e envolvente.

8. Considerações Finais

Este projeto teve como objetivo o desenvolvimento de um jogo digital na *engine* Unity com foco na sustentabilidade. A premissa central foi utilizar a gamificação como uma ferramenta para incentivar o jogador a refletir sobre questões ambientais, sociais e econômicas por meio de decisões com impacto direto no ambiente do jogo.

Durante o desenvolvimento, foram explorados os recursos da Unity para a criação de uma experiência interativa, sendo definidas as mecânicas de jogo e a interface do usuário. Conforme planejado, foram integrados conceitos ligados aos Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, 11 e 12 na narrativa e nas mecânicas do jogo. A fundamentação teórica, obtida por meio de pesquisa bibliográfica, foi essencial para embasar as decisões de design e reforçar o potencial dos jogos como ferramentas de transformação educativa e social.

O principal desafio enfrentado foi encontrar o equilíbrio ideal entre a profundidade do conteúdo educativo e a garantia de uma experiência divertida e engajadora, evitando que o jogo se tornasse excessivamente expositivo. A gestão do tempo em paralelo com as demandas acadêmicas também se mostrou um obstáculo significativo. Tais dificuldades foram superadas com um planejamento cuidadoso, a adoção de um ciclo de desenvolvimento iterativo e a realização de testes contínuos para ajustar as mecânicas.

8.1. Sugestões para Trabalhos Futuros

O projeto possui grande potencial de expansão. Tecnicamente, é possível aprimorar as mecânicas, incluir cenários com outros ODS e traduzir o jogo para alcançar mais pessoas. Já no aspecto educacional, o próximo passo lógico é avançar da validação técnica para testes com usuários reais, medindo o impacto no aprendizado. Para isso, propõe-se:

- **Seleção de Grupo de Teste:** Convite a estudantes do público-alvo para interagir com a ferramenta;
- **Aplicação de Questionários (Pré e Pós-teste):** Avaliação do nível de conhecimento dos participantes sobre os ODS 2, 11 e 12 antes e depois da sessão de jogo;
- **Análise Comparativa:** Comparar as respostas para entender se houve uma evolução real no conhecimento dos participantes sobre temas como consumo responsável e planejamento urbano sustentável.

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento deste protótipo evidenciou que o uso de jogos digitais na promoção da sustentabilidade é uma estratégia promissora, com capacidade real de engajar e conscientizar diferentes públicos de maneira lúdica e interativa.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, Fábio José de. et al. GAMIFICAÇÃO NO ENSINO: UMA ANÁLISE DA PLATAFORMA KAHOOT!. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. 246–258, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i7.14744. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/14744>. Acesso em: 5 maio. 2025.

FERREIRA, L. C. et al. Educação ambiental e sustentabilidade na prática escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 201–214, 2019. DOI: 10.34024/revbea.2019.v14.2678. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2678>. Acesso em: 7 nov. 2024.

FERREIRA, R. A. da S. A Importância da Educação Ambiental Para a Busca da Sustentabilidade e Construção da Cidadania. **Epitaya E-books**, [S. l.], v. 1, n. 12, p. 297-313, 2022. DOI: 10.47879/ed.ep.2022557p297. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/506>. Acesso em : 5 nov. 2024.

LETÍCIA NASCIMENTO COELHO, N. et al. GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA: ESTRATÉGIA DE ENGAJAMENTO E PERSONALIZAÇÃO DO ENSINO. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1–14, 2025. DOI: 10.61164/rnm.v3i1.3571. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/3571>. Acesso em: 5 maio. 2025.

NAKAMURA, Ricardo. **A expansão do mercado de games brasileiro se deve a mudanças no modo tradicional do trabalho**. Jornal da USP: 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/a-expansao-do-mercado-de-games-brasileiro-se-deve-a-mudancas-no-modo-tradicional-do-trabalho/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

NIELSEN, Jakob. **10 Heurísticas de Usabilidade para Design de Interface de Usuário**. 1994. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 15 out. 2024.

SILVA, C. F. da; CASTILHO, F. F. de A. A Pesquisa-ação e o design de jogos: uma proposta metodológica para o desenvolvimento de produtos educacionais. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 8, n. ., p. e180622, 2022. DOI: 10.31417/educitec.v8.1806. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1806>. Acesso em: 2 nov. 2024.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). **Mission 1.5 [Jogo eletrônico]**. Android, iOS, Web. Nova York: UNDP, 2020.

ZU Digital. **World Rescue** [Jogo eletrônico]. Android, iOS. Paris: UNESCO, 2017.

IMACOCOLLABO. **2030 SDGs Game** [Jogo de simulação]. Tóquio: Imacocollabo, 2016. Disponível em: <https://2030sdgsgame.com/>. Acesso em: 01 nov. 2024.