

Uma arquitetura de sistema Web de apoio ao ensino gamificado dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

1st Thyago Fabricio Melo Costa
DETEC/UFERSA
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
thyago.costa@alunos.ufersa.edu.br

2nd Johan Pedro de Queiroz
DETEC/UFERSA
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
johan.queiroz@alunos.ufersa.edu.br

3rd Nattan Ferreira Lopes
DETEC/UFERSA
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
nattan.lopes@alunos.ufersa.edu.br

4th Daniela de Freitas Lima
DETEC/UFERSA
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
daniela.freitas@ufersa.edu.br

5th Walber José Adriano Silva
DETEC/UFERSA
UFERSA
Pau dos Ferros, Brasil
walber.silva@ufersa.edu.br

Resumo—A urgência em promover a conscientização global sobre o desenvolvimento sustentável exige estratégias educacionais que transcendam os métodos tradicionais, integrando tecnologia e interatividade. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e a arquitetura do sistema Web Extensão ODS UFERSA, uma plataforma voltada ao ensino gamificado dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). A solução foi construída utilizando o *framework Next.js* e a biblioteca *React*, adotando uma arquitetura centrada no *front-end* com geração de site estático, *Static Site Generation (SSG)*, para garantir alta performance, baixo custo de infraestrutura e escalabilidade via AWS (*Amazon Web Services*) *Amplify*. A interface foi estruturada sob a metodologia *Atomic Design*, proporcionando um ambiente responsivo e modular que facilita a navegação e o engajamento lúdico por meio de jogos educativos. Os resultados iniciais demonstram que a combinação de práticas de engenharia de software com estratégias de gamificação favorece a assimilação de temas complexos, consolidando o sistema como uma ferramenta viável para a educação básica e projetos de extensão universitária.

Palavras-chaves—Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; Arquitetura de Sistemas; Gamificação; Desenvolvimento de Software; *Next.js*.

I. INTRODUÇÃO

A crescente urgência em promover a conscientização sobre sustentabilidade tem impulsionado diversas iniciativas voltadas à divulgação dos ODS, estabelecidos pela ONU. Mais do que um conjunto de metas, os ODS configuram uma agenda global abrangente e desafiadora, que propõe conciliar crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental até 2030 [1]. Nesse cenário, a educação assume um papel central na disseminação desses princípios, sobretudo quando integrada às tecnologias digitais. O uso de aplicações Web e recursos interativos não só amplia o alcance do conteúdo, como também transforma o processo de ensino-aprendizagem

em uma experiência mais dinâmica, acessível e significativa, favorecendo práticas ativas e construtivas [2]. É nesse contexto que se insere este trabalho, que apresenta o desenvolvimento do sistema Web Extensão ODS UFERSA, vinculado ao Projeto de Extensão ODS da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)¹. O sistema foi concebido com o objetivo de disponibilizar aplicações Web gratuitas voltadas ao ensino dos ODS, além de servir como base para integrações com aplicações para dispositivos móveis e outros recursos educacionais interativos.

Para além da construção do sistema, o projeto também prevê a adaptação de jogos educativos já disponíveis na internet para o contexto escolar, estimulando uma abordagem mais lúdica, participativa e envolvente no ensino dos ODS. Embora essa etapa ainda esteja em desenvolvimento, ela revela um importante potencial de expansão e consolidação da proposta.

A metodologia adotada possui caráter aplicado e tecnológico, com ênfase na criação de soluções digitais voltadas à educação. A arquitetura adotada combina práticas de engenharia de software com estratégias pedagógicas fundamentadas na gamificação, buscando criar um sistema Web educacional interativo, acessível e capaz de evoluir conforme novos requisitos surjam no projeto de extensão. Como resultado inicial, o desenvolvimento da aplicação Web contribui para ampliar a disseminação dos ODS por meio de ferramentas acessíveis, ao mesmo tempo em que estabelece uma base consistente para futuras pesquisas sobre o uso de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

¹Disponível em: <https://extensaood.ufersa.dev.br>

II. FUNDAMENTAÇÃO SOBRE OS ODS

Desde o final do século XX, observa-se uma intensa concentração populacional em áreas urbanas, refletindo um processo de urbanização acelerada que trouxe profundas transformações na dinâmica social e espacial das cidades. Nesse contexto, a segregação socioespacial urbana emergiu como um fenômeno significativo, fragmentando o espaço urbano de acordo com critérios econômicos e sociais, e estabelecendo zonas de privilégio e exclusão que impactam diretamente o acesso a serviços, infraestrutura e oportunidades de desenvolvimento [3]. Tal divisão territorial, além de reproduzir desigualdades históricas, compromete a equidade no usufruto dos recursos urbanos, reforçando a necessidade de estratégias de planejamento que considerem a justiça social e a inclusão.

Frente a esse cenário, o conceito de desenvolvimento sustentável torna-se central para a formulação de políticas públicas e práticas urbanas. Conforme delineado pelo Relatório de Brundtland (1987), o desenvolvimento sustentável consiste em atender às necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades, estabelecendo um equilíbrio entre crescimento econômico, preservação ambiental e bem-estar social. Essa perspectiva enfatiza a importância de ações integradas e planejadas que promovam cidades resilientes e equitativas, capazes de sustentar a qualidade de vida ao longo do tempo.

Em resposta a essa necessidade, a ONU instituiu, em 2015, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual define 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Tais objetivos constituem uma agenda global voltada para o avanço simultâneo do crescimento econômico, da justiça social e da proteção ambiental, promovendo direitos humanos e reduzindo desigualdades em nível mundial. A implementação dos ODS representa um instrumento estratégico para a superação de desafios contemporâneos que afetam tanto a geração atual quanto as futuras, incluindo pobreza, degradação ambiental e exclusão social [4].

Dessa forma, a incorporação dos princípios do desenvolvimento sustentável e dos ODS no planejamento urbano não apenas responde a exigências éticas e sociais, mas também configura um imperativo estratégico para a construção de cidades inclusivas, resilientes e sustentáveis, capazes de integrar crescimento econômico, equidade social e preservação ambiental.

Portanto, diante do cenário de complexidade e desigualdade urbana, aliado à urgência de disseminar os princípios do desenvolvimento sustentável, torna-se essencial promover ferramentas educacionais inovadoras que incentivem a compreensão e a aplicação prática dos ODS. Nesse contexto, uma arquitetura de sistema de suporte ao ensino gamificado dos ODS apresenta-se como uma solução adequada, pois combina tecnologia, aprendizagem ativa e engajamento lúdico para facilitar a internalização dos objetivos de desenvolvimento sustentável.

III. DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA

A arquitetura do sistema foi concebida para sustentar uma plataforma Web educacional dedicada ao ensino gamificado dos ODS. O projeto prioriza desempenho, organização modular e capacidade de crescimento, com a vantagem de fornecer uma experiência interativa e envolvente ao ensino dos ODS.

A. Visão Geral da Arquitetura

O sistema consiste em uma aplicação Web estruturada e centrada no *front-end*, sem dependência de um *back-end* dedicado, embora sua organização permita futura integração com serviços externos de forma desacoplada. Nesse formato, a própria aplicação assume tanto a responsabilidade pela apresentação quanto pela lógica de interação com o usuário, enquanto os dados e conteúdos são fornecidos por meio de arquivos estáticos.

O sistema foi desenvolvido como uma aplicação Web baseada no *framework Next.js*², em conjunto com a biblioteca *React*, utilizando *TypeScript* como linguagem principal. A distribuição ocorre na forma de um site estático, o que favorece um carregamento mais rápido, garante alta disponibilidade e simplifica a infraestrutura necessária. Essa abordagem mostra-se especialmente adequada para plataformas educacionais com foco na entrega de conteúdo e em experiências interativas.

Essa escolha não foi por acaso: ela permite simplificar o processo de implantação, otimizar o tempo de carregamento e tornar a manutenção mais prática, aspectos especialmente relevantes em uma plataforma voltada para conteúdo educacional e interações executadas no lado do cliente. Como consequência dessa escolha, o custo de manutenção da infraestrutura também foi reduzido.

Por fim, a organização da aplicação foi planejada para ser funcional, com páginas temáticas estruturadas que abrangem tanto seções institucionais quanto áreas específicas para jogos educativos. Parte desses jogos foi incorporada por meio de arquivos estáticos, enquanto outros foram desenvolvidos como componentes *React*, o que amplia a flexibilidade e enriquece as possibilidades de interação dentro da plataforma.

B. Arquitetura de Interface e Experiência do Usuário

A interface foi organizada com base no padrão *Atomic Design*, estruturando os componentes em diferentes níveis, como átomos, moléculas e organismos. Essa abordagem contribui para o reuso de elementos, garante maior consistência visual e favorece a evolução do sistema de forma organizada e escalável.

O desenvolvimento priorizou uma experiência responsiva e intuitiva, com foco na usabilidade em diferentes dispositivos. Para a estilização, foi utilizado o *Tailwind CSS*³, permitindo mais agilidade na construção da interface. Recursos adicionais, como o *Framer Motion*⁴, foram empregados para criar animações mais fluidas, enquanto o *Embla Carousel*⁵ foi utilizado

²Disponível em: <https://nextjs.org/>

³Disponível em: <https://tailwindcss.com/>

⁴Disponível em: <https://motion.dev/>

⁵Disponível em: <https://www.embla-carousel.com/>

na exibição de conteúdos interativos, tornando a navegação mais dinâmica.

A lógica de comportamento da aplicação foi estruturada por meio de contextos globais e funções reutilizáveis, responsáveis por gerenciar a navegação, destacar seções e adaptar a interface conforme as interações do usuário. Isso contribui para uma experiência mais fluida e consistente ao longo do uso da plataforma.

C. Infraestrutura e Implantação

A aplicação foi disponibilizada em ambiente de produção por meio dos serviços de computação em nuvem da AWS, utilizando o *AWS Amplify* como plataforma de hospedagem e integração.

Essa escolha permite uma conexão contínua com o repositório de código, possibilitando *deploys* automatizados e mantendo a aplicação sempre atualizada. Além disso, a infraestrutura em nuvem garante alta disponibilidade e contribui para a escalabilidade, a confiabilidade e a simplificação do gerenciamento do sistema.

D. Processo de Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento seguiu uma abordagem incremental e colaborativa, apoiada pelo uso de controle de versão com Git e pela estratégia *Git Flow*. As funcionalidades foram construídas em ciclos evolutivos, com revisões de código realizadas por meio de *Pull Requests* antes de sua integração ao repositório principal, garantindo maior qualidade e consistência ao longo do projeto.

Para organizar as atividades, foi adotado o método *Kanban* como suporte ágil, permitindo acompanhar continuamente as tarefas, visualizar o fluxo de trabalho e monitorar o progresso das funcionalidades. Com isso, o desenvolvimento tornou-se mais transparente, organizado e eficiente.

Antes da implementação, a prototipação visual foi utilizada como etapa orientadora, contribuindo para a construção de uma interface centrada no usuário e alinhada aos objetivos educacionais da plataforma.

E. Estrutura da Aplicação

A estrutura da aplicação é baseada em páginas e seções, o que facilita a navegabilidade, tornando mais fácil encontrar o conteúdo e as funcionalidades disponíveis. Essa organização é complementada, internamente, por uma arquitetura de componentes responsável por sustentar a construção das interfaces.

A navegação é majoritariamente feita a partir de uma única página principal que concentra diferentes seções organizadas continuamente. O acesso direto às seções é facilitado por meio de elementos posicionados no topo da página (*header*) e no final (*footer*), como forma de auxiliar e facilitar o rápido acesso aos segmentos da aplicação.

Além disso, o sistema fornece um *feedback* visual durante a navegação, destacando a área atual exibida na parte superior, o que contribui para a clareza e orientação das seções anteriores e posteriores. Dessa forma, a aplicação contém um modelo de página única, no qual o conteúdo é acessado por meio da rolagem e dos atalhos de navegação.

F. Organização em Camadas

A aplicação é organizada em camadas, com o objetivo de separar responsabilidades para um maior controle e escalabilidade do sistema, adotando o princípio SoC (*Separation of Concerns*). A Figura 1 detalha essa organização do sistema.

A camada de interface é organizada através do *Atomic Design*, sendo estruturada em níveis crescentes de complexidade, como átomos, moléculas e organismos, onde a responsabilidade e a lógica são gradualmente estabelecidas.

A camada de lógica é implementada através de contextos globais e *custom hooks*, responsáveis por gerenciar o estado e o fluxo da aplicação conforme a navegação do usuário. Isso permite um maior controle do sistema, tornando a experiência de uso mais interativa à medida que o conteúdo é consumido.

A camada de roteamento é gerenciada pelo roteamento nativo do *Next.js*, que rastreia as rotas de acordo com os links acessados. Essa abordagem permite que a troca de rotas ocorra sem o recarregamento da página, garantindo uma transição suave e comportamento *SPA* (*Single Page Application*), mesmo em um ambiente de exportação estática.

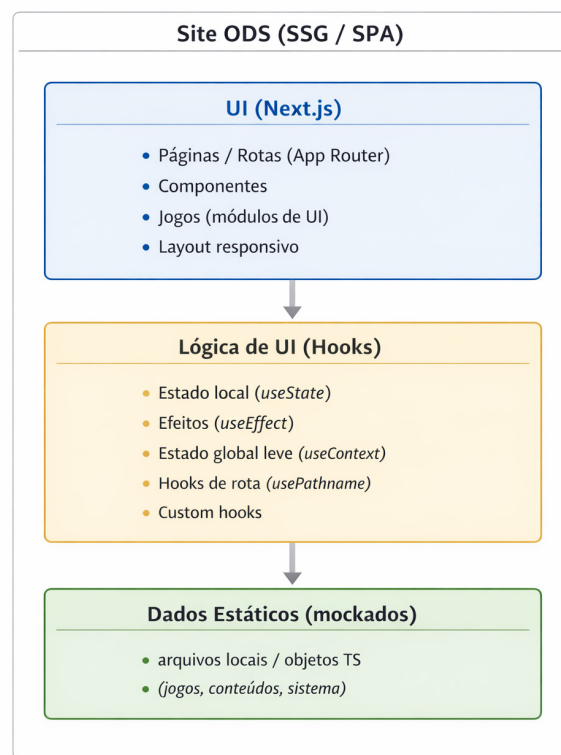


Figura 1. Arquitetura geral do sistema

IV. DISCUSSÕES E RESULTADOS

A. Arquitetura Tecnológica e Implementação

O sistema Web “Extensão ODS UFERSA” foi desenvolvido utilizando o *framework Next.js* com foco em geração de site estático (SSG). Essa escolha técnica foi fundamental para garantir tempos de carregamento reduzidos e uma arquitetura de *front-end* independente, o que resultou em uma operação eficiente com baixos custos de infraestrutura. A infraestrutura baseada em *AWS Amplify* consolidou a eficiência do fluxo de *Continuous Deployment*, assegurando alta disponibilidade e escalabilidade imediata. Para atender às demandas interativas do projeto, integraram-se animações via *Framer Motion* e o sistema de carrosséis *Embla Carousel*, conferindo à plataforma a fluidez característica de uma *Single Page Application* (SPA) sem comprometer a robustez técnica.

B. Interface, Usabilidade e Funcionalidades

A interface foi concebida sob a metodologia *Atomic Design*, utilizando o suporte do *Tailwind CSS* para garantir modularidade e consistência visual. A decomposição do *layout* em átomos, moléculas e organismos permitiu a criação de um ambiente responsivo e intuitivo, conforme evidenciado na Figura 2. Na prática, a experiência do usuário é guiada por uma página principal de navegação contínua, otimizada por atalhos estratégicos no cabeçalho e rodapé. O núcleo interativo da aplicação concentra-se na seção de jogos (Figura 3), que propõe desafios educativos dedicados ao ensino dos ODS. A adaptação visual entre as versões *desktop* e *mobile* foi priorizada para assegurar que a proposta pedagógica mantivesse sua eficácia em diferentes contextos de uso.

C. Abordagem Pedagógica e Validação

O desenvolvimento foi pautado por uma gestão incremental, utilizando *Git Flow* e o método *Kanban*. Essa estrutura de trabalho facilitou ciclos rápidos de *feedback* e validações periódicas junto ao corpo de participantes do projeto, garantindo que o produto final refletisse as expectativas reais. Embora o projeto não tenha seguido uma fase formal de elicitação de requisitos, a adoção de prototipagem de alta fidelidade foi decisiva para alinhar o *design* aos objetivos pedagógicos propostos. A estratégia de gamificação atua como o principal motor de engajamento, transpondo conteúdos teóricos para um ambiente de aprendizado lúdico. Ao contrário da versão anterior, a implementação atual utiliza a interatividade direta para fomentar a conscientização sustentável. A validação prática confirmou que a dinâmica dos jogos facilita a assimilação dos temas globais, consolidando a plataforma como um recurso de apoio viável tanto para a educação básica quanto para iniciativas de extensão universitária.

D. Evolução do Sistema

O desenvolvimento do sistema foi concebido como um processo contínuo, estruturado em fases evolutivas. O projeto prevê a expansão da plataforma, incluindo a integração futura com aplicações *mobile*, ampliação do conjunto de jogos e

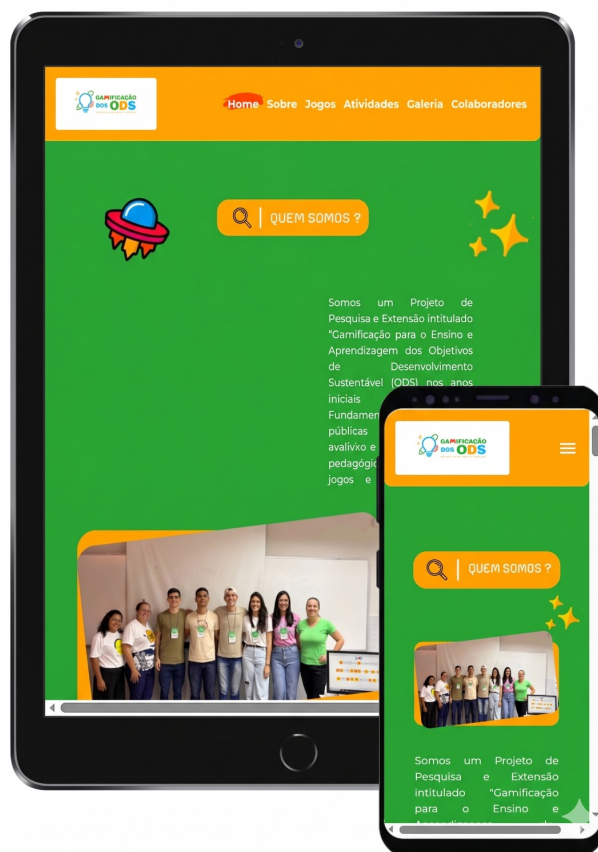


Figura 2. Representação da interface responsiva e adaptação dos componentes baseada em *Atomic Design*.

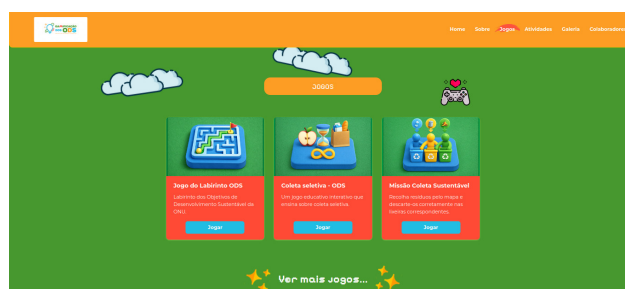


Figura 3. Visualização da seção de jogos educativos e elementos de interação.

adaptação para diferentes contextos educacionais, especialmente no âmbito de escolas públicas e projetos de extensão universitária. Como resultado, foi publicado o site Gamificação ODS, hospedado de forma contínua (24/7) na plataforma AWS. Atualmente, a aplicação promove o aprendizado acerca dos ODS, atuando como ferramenta de apoio ao ensino na educação básica. O sistema disponibiliza recursos interativos que favorecem o processo de ensino-aprendizagem, por meio

da utilização de jogos educativos, tornando a experiência mais dinâmica e envolvente para os usuários. Além disso, a plataforma incentiva a conscientização e a adoção de práticas sustentáveis, inserindo os alunos em um contexto tecnológico alinhado às demandas educacionais contemporâneas. Dessa forma, a aplicação possibilita o aprendizado de forma lúdica, contribuindo para a disseminação dos princípios relacionados aos ODS e promovendo maior engajamento dos estudantes com as temáticas abordadas.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma plataforma Web educacional voltada ao ensino dos ODS, fundamentada em uma abordagem gamificada e orientada ao uso de tecnologias digitais. A proposta buscou integrar conteúdo educacional, interatividade e acessibilidade, contribuindo para a disseminação dos ODS em diferentes contextos de ensino, com destaque para iniciativas de extensão universitária.

A arquitetura adotada mostrou-se alinhada aos objetivos do sistema ao empregar um modelo de *front-end* desacoplado, baseado em tecnologias modernas, com organização modular e distribuição estática. Essa escolha trouxe benefícios como melhor desempenho, maior simplicidade na implantação e facilidade de manutenção, além de proporcionar uma experiência fluida e responsiva ao usuário.

Sob a perspectiva pedagógica, a incorporação da gamificação e de recursos interativos demonstrou potencial significativo ao tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, participativo e significativo. A combinação entre jogos educativos e conteúdos informativos favorece o engajamento dos usuários e contribui para uma compreensão mais efetiva dos conceitos relacionados à sustentabilidade.

Como resultado principal, destaca-se a implementação do sistema Web funcional, já disponível para acesso público, que serve como base para futuras expansões e experimentações no campo educacional. Além disso, a solução desenvolvida abre espaço para a realização de estudos sobre o impacto do uso de tecnologias digitais no ensino dos ODS.

Apesar dos avanços, o sistema ainda se encontra em evolução. Entre as limitações identificadas estão a ausência de uma versão *mobile* dedicada e a necessidade de ampliação do conjunto de jogos e funcionalidades disponíveis. Destaca-se, ainda, a necessidade de aprofundar a validação da plataforma em ambientes escolares reais.

Como continuidade do trabalho, propõe-se a integração com aplicações *mobile*, a ampliação dos conteúdos educacionais e dos recursos interativos, bem como a realização de estudos empíricos com usuários. Com esses avanços, espera-se consolidar a solução como uma ferramenta efetiva de apoio à educação voltada ao desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- [1] ONUBR, “Nações Unidas do Brasil,” 2019. [Online]. Available: <https://nacoesunidas.org/>. [Accessed: Apr. 09, 2026].
- [2] P. A. S. Bittencourt and J. P. Albino, “O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI,” *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, vol. 12, no. 1, pp. 205–214, Jan. 2017.
- [3] PAGANI, E. B.S.; MORAES ALVES, J.; CORDEIRO, S. M. A. Segregação socioespacial e especulação imobiliária no espaço urbano. *Argumentum*, v. 7, n. 1, p. 167-183, 2015.
- [4] TREMBLAY, D.; FORTIER, F.; BOUCHER, J. F.; RIFFON, O.; VIL-LENEUVE, C. Sustainable development goal interactions: An analysis based on the five pillars of the 2030 agenda. *Sustainable Development*, v. 28, n. 6, p. 1584– 1596, 2020