

DESENVOLVIMENTO DO CAAPEDIA: DESIGN INSTRUCIONAL E METODOLOGIA PARA UM JOGO EDUCATIVO SOBRE A SUSTENTABILIDADE NA CAATINGA

DEVELOPMENT OF CAAPEDIA: INSTRUCTIONAL DESIGN AND METHODOLOGY FOR AN EDUCATIONAL GAME ABOUT SUSTAINABILITY IN THE CAATINGA

DESARROLLO DE CAAPEDIA: DISEÑO INSTRUCCIONAL Y METODOLOGÍA PARA UN JUEGO EDUCATIVO SOBRE SOSTENIBILIDAD EN LA CAATINGA

Fernando Pereira Coelho



Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil

Paulo Roberto Ramos



Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil

RESUMO: Este artigo apresenta o desenvolvimento do Caapedia, um jogo educativo digital voltado para a promoção de práticas sustentáveis no semiárido brasileiro. Concebido como uma ferramenta de aprendizagem baseada em jogos digitais, integrando elementos de gamificação, narrativa interativa e simulação de recursos naturais, de modo a possibilitar uma experiência lúdica e ao mesmo tempo formativa. O objetivo central consiste em documentar as etapas de concepção, planejamento e implementação técnica do jogo, oferecendo subsídios metodológicos e tecnológicos para pesquisas na área de jogos sérios e educação ambiental. A metodologia adotada fundamentou-se no Game Development Life Cycle (GDLC), que orientou o processo em seis fases iterativas: Iniciação, Pré-produção, Produção, Testes, Beta e Lançamento. O Caapedia simula a gestão de recursos hídricos, financeiros e ambientais em uma propriedade rural na Caatinga, permitindo que os jogadores enfrentem desafios semelhantes aos vivenciados por comunidades locais, compreendendo as consequências de suas decisões produtivas. Além disso, a narrativa foi estruturada para valorizar a agricultura familiar, a biodiversidade regional e os saberes tradicionais, articulando ciência e cultura em um mesmo ambiente digital. Foi desenvolvido utilizando tecnologias web modernas, assegurando acessibilidade por navegadores em diferentes dispositivos, sem necessidade de instalação. Na fase Beta, alcançou 164 usuários ativos, registrando um tempo médio de engajamento de 15 minutos e 18 segundos, com mais de 13 mil visualizações de tela, o que evidencia interesse e potencial de imersão da proposta. Os resultados indicam a viabilidade técnica e metodológica da iniciativa, reforçando como ferramentas digitais acessíveis podem fomentar a educação ambiental em contextos regionais. Concluindo-se que a proposta não representa apenas uma ferramenta pedagógica, mas também uma iniciativa de valorização da identidade cultural e ambiental da Caatinga, com potencial de ser replicado em outros biomas e contextos educacionais.

Palavras-chave: Desenvolvimento de software. Educação Ambiental. Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais. Informação e Conhecimento.

ABSTRACT: This article presents the development of Caapedia, a digital educational game aimed at promoting sustainable practices in the Brazilian semi-arid region. Conceived as a digital game-based learning tool, it integrates elements of gamification, interactive storytelling, and natural resource simulation to provide a playful and educational experience. The main objective is to document the game's conception, planning, and technical implementation stages, providing methodological and technological support for research in the field of serious games and environmental education. The methodology adopted was based on the Game Development Life Cycle (GDLC), which guided the process through six iterative phases: Initiation, Pre-production, Production, Testing, Beta, and Launch. Caapedia simulates the management of water, financial, and environmental resources on a rural property in the Caatinga, allowing players to face challenges similar to those experienced by local communities and understand the consequences of their production decisions. Furthermore, the narrative was structured to promote family farming, regional biodiversity, and traditional knowledge, bringing together science and culture in a single digital environment. It was developed using modern web technologies, ensuring accessibility across browsers on different devices, without the need for installation. In the beta phase, it reached 164 active users, recording an average engagement time of 15 minutes and 18 seconds, with over 13,000 screen views, demonstrating the proposal's interest and immersive potential. The results indicate the initiative's technical and methodological feasibility, reinforcing how accessible digital tools can foster environmental education in regional contexts. The conclusion is that the proposal represents not only a pedagogical tool, but also an initiative to promote the cultural and environmental identity of the Caatinga, with the potential to be replicated in other biomes and educational contexts.

Keywords: Software development. Environmental Education. Digital Game-Based Learning. Information and Knowledge.

RESUMEN: Este artículo presenta el desarrollo de Caapedia, un juego educativo digital que promueve prácticas sostenibles en el semiárido brasileño. Concebido como una herramienta de aprendizaje digital basada en juegos, integra elementos de gamificación, narrativa interactiva y simulación de recursos naturales para brindar una experiencia lúdica y educativa. El objetivo principal es documentar las etapas de concepción, planificación e implementación técnica del juego, brindando apoyo metodológico y tecnológico para la investigación en el campo de los juegos serios y la educación ambiental. La metodología adoptada se basó en el Ciclo de Vida de Desarrollo de Juegos (CVD), que guió el proceso a través de seis fases iterativas: Iniciación, Preproducción, Producción, Pruebas, Beta y Lanzamiento. Caapedia simula la gestión de los recursos hídricos, financieros y ambientales en una propiedad rural de la Caatinga, permitiendo a los jugadores enfrentar desafíos similares a los que enfrentan las comunidades locales y comprender las consecuencias de sus decisiones productivas. Además, la narrativa se estructuró para promover la agricultura familiar, la biodiversidad regional y los conocimientos tradicionales, integrando ciencia y cultura en un único entorno digital. Se desarrolló utilizando tecnologías web modernas, garantizando la accesibilidad en todos los navegadores de diferentes dispositivos, sin necesidad de instalación. En la fase beta, alcanzó 164 usuarios activos, con un tiempo promedio de interacción de 15 minutos y 18 segundos, y más de 13 000 visualizaciones, lo que demuestra el interés de la propuesta y su potencial inmersivo. Los resultados indican la viabilidad técnica y metodológica de la iniciativa, reforzando cómo las herramientas digitales accesibles pueden fomentar la educación ambiental en contextos regionales. La conclusión es que la propuesta representa no solo una herramienta pedagógica, sino también una iniciativa para promover la identidad cultural y ambiental de la Caatinga, con potencial para ser replicada en otros biomas y contextos educativos.

Palabras clave: Desarrollo de software. Educación ambiental. Aprendizaje basado en juegos digitales. Información y conocimiento.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, abrange cerca de 11% do território nacional e enfrenta desafios crescentes de degradação ambiental, principalmente devido ao uso não sustentável de seus recursos naturais. A gestão inadequada da terra, da água e da biodiversidade tem contribuído para a desertificação e o comprometimento da subsistência das populações locais (Drumond *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2022).

Este cenário de vulnerabilidade socioambiental demanda estratégias educacionais inovadoras que promovam a conscientização sobre práticas sustentáveis e valorizem os saberes tradicionais das comunidades locais. Neste contexto, os jogos digitais emergem como ferramentas pedagógicas promissoras, capazes de integrar conhecimentos científicos e populares de forma lúdica e interativa, favorecendo a construção coletiva de alternativas sustentáveis para o desenvolvimento regional.

Os jogos sérios, definidos como aplicações desenvolvidas com objetivo principal de promover aprendizado, treinamento e/ou conscientização, têm demonstrado eficácia em diversas áreas educacionais (Georges e Araújo, 2023; Sandí-Delgado, Sanz e Lovos, 2022). Diferentemente dos jogos tradicionais, essas ferramentas têm como foco central a transmissão de conhecimentos ou o desenvolvimento de habilidades específicas, proporcionando experiências imersivas que favorecem a assimilação de conteúdos e competências.

Como ferramentas pedagógicas, os jogos sérios possuem potencial de engajamento em diferentes contextos educacionais, embora sua eficácia dependa de adaptações adequadas e do envolvimento ativo dos educadores. A mediação docente se mostra essencial para orientar o uso desses recursos, especialmente quando utilizados para introduzir novos conteúdos ou revisar temas já estudados (Araujo e Leão, 2024).

O desenvolvimento de jogos educacionais voltados para questões ambientais é amplamente mencionado na literatura. Experiências como o "Plastic Stream", desenvolvido para conscientização sobre poluição plástica (Huda e Ramadhan, 2021), e

"Um passeio na Comprtrônica", focado em química e educação ambiental (Medeiros et al., 2022), demonstram o potencial dessas ferramentas para promover mudanças de atitude e compreensão sobre impactos ambientais.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento do Caapedia, um jogo educativo digital concebido especificamente para estimular práticas sustentáveis na Caatinga. O jogo une elementos de gamificação, narrativa interativa e simulação de recursos para oferecer uma experiência educacional contextualizada, que valoriza a agricultura familiar, a biodiversidade local e o uso racional dos recursos naturais do semiárido brasileiro.

O objetivo central desta pesquisa consiste na concepção, planejamento e implementação do Caapedia, com foco na promoção de conteúdos para o desenvolvimento socioeconômico sustentável no bioma Caatinga por meio de uma ferramenta digital gamificada. Para tanto, adotou-se o Game Development Life Cycle (GDLC) como referencial metodológico, estruturando o desenvolvimento em fases iterativas que abrangeram desde a iniciação até o lançamento da aplicação (Ramadan e Widyani, 2013).

Este trabalho contribui para o campo dos jogos sérios ao apresentar uma abordagem metodológica e tecnológica aplicada a contextos regionalizados, demonstrando como é possível integrar narrativa, simulação e dados reais em uma estrutura acessível e funcional. Além disso, o Caapedia representa uma iniciativa de valorização das identidades locais e fortalecimento de práticas educacionais contextualizadas, utilizando jogos digitais como ferramentas de transformação social e ambiental no semiárido brasileiro.

2 JOGOS SÉRIOS

Os Jogos sérios, ou *serious games*, são desenvolvidos com o objetivo principal de promover aprendizado, treinamento e/ou conscientização, indo além do entretenimento. São aplicados em diversas áreas como educação, saúde, defesa, negócios e políticas

públicas, proporcionando experiências imersivas e interativas que favorecem a assimilação de conteúdos, habilidades e competências. Diferentemente dos jogos tradicionais, os jogos sérios têm como foco central a transmissão de conhecimentos ou o desenvolvimento de habilidades específicas (Georges e Araújo, 2023; Sandí-Delgado, Sanz e Lovos, 2022).

Como ferramentas pedagógicas, possui potencial de engajamento em diferentes contextos de sala de aula, mas a eficácia depende de adaptações adequadas e do envolvimento ativo dos professores, uma vez que a receptividade dos estudantes pode variar. Dessa forma, a mediação docente se mostra essencial para orientar o uso desses recursos, especialmente em situações em que os jogos são utilizados para introduzir novos conteúdos ou revisar temas já estudados. Sem essa mediação, podem surgir dificuldades na compreensão dos objetivos propostos, o que reforça a necessidade de apoio contínuo por parte dos educadores ou da oferta de materiais complementares que facilitem o processo de aprendizagem (Araujo e Leão, 2024).

Sua utilização como atividade de avaliação tem se destacado como uma estratégia educacional inovadora, impulsionada pela integração crescente das tecnologias digitais no processo de ensino e sua natureza lúdica e interativa que pode reduzir a ansiedade. Além disso, os jogos sérios permitem o registro das ações dos estudantes, possibilitando o acompanhamento detalhado do processo de aprendizagem. O uso dos chamados "Game-Based Assessment" ainda se encontra em estágios iniciais, o que evidencia a necessidade de investigações empíricas que validem cientificamente sua eficácia (Silva, Vicente e Rodrigues, 2025; Kim, 2023).

Nesse contexto, o game design desempenha um papel fundamental na criação de jogos sérios, uma vez que define a estrutura, as mecânicas e a experiência proporcionada ao jogador. Envolve elementos como regras, jogabilidade e a experiência do usuário, sendo responsável por transformar as intenções em interações significativas. O cuidado com seu design influencia diretamente sua qualidade e efetividade, contribuindo diretamente para o alcance dos resultados esperados (Pereira, Silva e Henklain, 2023).

3 TRABALHOS SIMILARES

O "Plastic Stream" é um jogo educacional digital voltado para alunos do ensino fundamental, desenvolvido com o objetivo de aumentar a conscientização sobre os perigos do lixo plástico no meio ambiente. O jogo adota a mecânica do gênero tower defense e envolve o gerenciamento de uma equipe de barcos de coleta de lixo, cada qual especializado em um tipo de resíduo plástico: sacolas, garrafas ou canudos descartáveis. O jogador deve proteger zonas estratégicas, como uma cidade e o oceano, impedindo que os resíduos atinjam locais sensíveis. A interação se dá por meio de toques ou cliques, e o progresso é reforçado por cutscenes animadas que contextualizam a narrativa ambiental. O jogo foi desenvolvido com o motor GDevelop e todos os ativos visuais foram criados com Adobe Illustrator e Photoshop.

Os resultados da aplicação do "Plastic Stream" em uma escola primária na Indonésia foram promissores, o estudo com 45 alunos entre o 4º e 6º ano, revelou que a maioria atingiu níveis de compreensão "bons" ou "muito bons" sobre os impactos do plástico. Portanto, mostrou-se eficaz como ferramenta educativa ao promover mudanças de atitude e entendimento sobre o consumo de plástico descartável e seus efeitos nos ecossistemas urbanos e marinhos (Huda e Ramadhan, 2021).

O jogo educacional "Um passeio na Comptrônica", trata-se de um RPG digital, com o enredo em torno de uma fábrica de componentes eletrônicos. O jogador assume o papel de um jovem estagiário que precisa resolver problemas ambientais causados pelos processos da empresa de seu pai, como emissão de poluentes e descarte inadequado de resíduos. Visando promover a aprendizagem de conceitos de Química e Educação Ambiental de forma contextualizada, lúdica e interativa, aproximando os alunos do Ensino Médio Técnico das temáticas ambientais em um ambiente virtual imersivo.

Os resultados revelaram uma experiência altamente positiva, com aumento nas médias de autoavaliação dos alunos sobre os conteúdos ambientais abordados. Além disso, aspectos como imersão, diversão, desafio e cooperação foram fortemente

destacados pelos participantes. O jogo não só engajou os alunos como também se mostrou uma ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de Química com foco na Educação Ambiental (Medeiros et al, 2022).

O “Produtos Perigosos ou Sustentáveis” é um jogo digital educativo desenvolvido com o objetivo de promover a educação científica entre alunos da Educação Básica, abordando temas como contaminação ambiental, ecotoxicologia e sustentabilidade. Ele consiste em 13 fases nas quais os jogadores resolvem desafios baseados em questões sobre o impacto de produtos químicos no meio ambiente. A mecânica envolve a formação de palavras a partir de letras embaralhadas, com a possibilidade de dicas e pontuação conforme o desempenho.

Os resultados indicaram impacto positivo no processo de aprendizagem e conscientização ambiental. Os participantes demonstraram bom desempenho nas fases, e relataram maior compreensão sobre o descarte de produtos, os riscos ambientais de substâncias perigosas e a importância de optar por alternativas sustentáveis. Além disso, houve melhora significativa nas respostas dos questionários comparativos aplicados antes e depois do jogo, evidenciando maior conhecimento sobre contaminação ambiental, produtos sustentáveis e testes ecotoxicológicos (Oliveira et al, 2021).

Para ensinar elementos culturais dos estados brasileiros, utilizando uma mecânica investigativa inspirada no jogo clássico “Where in the World is Carmen Sandiego?”. Os autores desenvolveram um jogo onde o jogador assume o papel de um detetive que precisa perseguir um bandido por diferentes estados do Brasil, reunindo informações culturais, como pratos típicos, monumentos históricos e fatos sobre cidades para descobrir a identidade do criminoso e o seu paradeiro. Adotando o estilo point-and-click com gráficos em 2D, permitindo interações com imagens, textos e menus de navegação. A cada estado visitado, o jogador investiga locais, coleta pistas sobre o suspeito e consulta um computador para emitir um mandado de prisão, tudo isso dentro de um tempo limite. A proposta pedagógica se apoia na Teoria Analítico-

Comportamental (TAC), promovendo o aprendizado por meio da ação e da contextualização cultural.

Os resultados do estudo apontam que o protótipo foi bem avaliado pelos 12 juízes participantes, que o testaram quanto à usabilidade, engajamento e potencial educativo. O fator mais destacado foi o engajamento, com a maioria dos participantes expressando desejo de continuar jogando. Apesar da boa aceitação, alguns pontos de melhoria foram identificados, como simplificar certos elementos da interface e tornar as instruções mais acessíveis. (Pereira, Silva e Henklain, 2023).

Os jogos “Férias de Verão no Parque de Campismo!”, “Férias na Quinta dos Avós!”, “Férias de Verão no Mar!” e “Férias de Verão em Safari!” foram desenvolvidos para avaliar de forma formativa e somativa as aprendizagens em ciências no ensino primário, como parte do Programa de Ensino Experimental das Ciências (PEEC) em Portugal. Criados com base no método de Educational Design Research (EDR), esses jogos foram elaborados para cada ano do 1º ciclo do ensino básico e compartilham uma narrativa lúdica protagonizada por dois personagens, Cien e Tista, durante suas férias escolares. Com interface acessível, narrativa envolvente e diferentes dinâmicas interativas (como arrastar, clicar e ordenar), os jogos foram projetados para avaliar conhecimentos, habilidades e atitudes das crianças de forma integrada ao currículo.

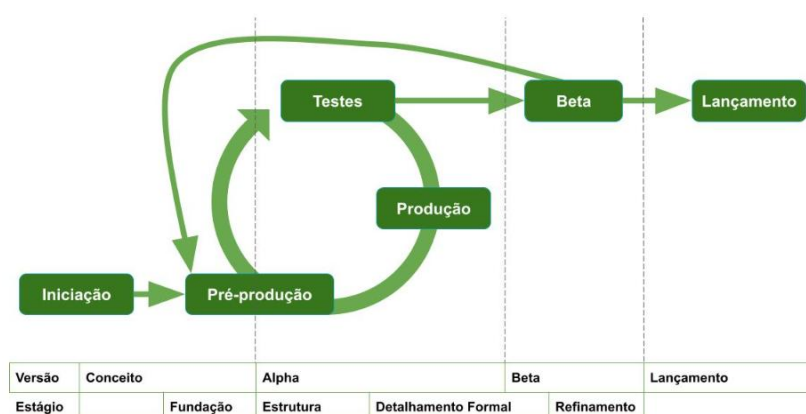
Os resultados obtidos após dois ciclos de implementação indicaram uma forte aceitação dos jogos como instrumentos de avaliação. A maioria dos alunos relatou emoções positivas como curiosidade e surpresa, preferindo os jogos em relação aos testes tradicionais. Os professores destacaram melhorias no engajamento e no desempenho dos alunos após o uso dos jogos, e os dados coletados permitiram um acompanhamento detalhado das respostas e caminhos percorridos por cada criança. (Silva, Vicente e Rodrigues, 2025).

4 METODOLOGIA

Este trabalho faz parte de uma pesquisa de caráter interdisciplinar e natureza aplicada, voltada para o desenvolvimento de um artefato tecnológico: o jogo digital Caapedia. O objetivo central desta etapa consiste na concepção, planejamento e implementação do jogo, com foco na promoção de conteúdos para o desenvolvimento socioeconômico sustentável no bioma Caatinga por meio de uma ferramenta digital gamificada. Ressalta-se que os procedimentos de avaliação do jogo, com base em uma análise de aceitação, serão objeto de discussão em um outro artigo.

O Game Development Life Cycle (GDLC) foi adotado como referencial metodológico para orientar as fases de concepção, desenvolvimento, testes e lançamento do Caapedia. O modelo proposto por Ramadan e Widyani estrutura o desenvolvimento em seis fases iterativas: Iniciação, Pré-produção, Produção, Testes, Beta e Lançamento. Cada fase está associada a estágios específicos de maturação do jogo, refletindo o avanço da construção do artefato com base em critérios de qualidade como funcionalidade, completude interna, balanceamento, acessibilidade e fator diversão (Ramadan e Widyani, 2013).

Figura 1 – Modelo GDLC.



Descrição: Esquema circular do Game Development Life Cycle (GDLC) mostrando seis fases iterativas conectadas por setas verdes. O fluxo inicia com "Iniciação" posicionada à esquerda, seguindo para "Pré-produção" na parte inferior esquerda. Uma seta curva conecta-se à fase "Produção" no centro inferior, que possui uma seta bidirecional conectando-a novamente à "Pré-produção", indicando interações entre essas duas etapas. Da "Produção", o fluxo segue para "Testes" na parte superior, que se conecta linearmente a "Beta" e posteriormente a "Lançamento" na extremidade direita. Uma tabela inferior complementa o diagrama, apresentando quatro colunas: "Versão" (Alpha, Beta, Lançamento), "Conceito" (Fundação, Estrutura, Detalhamento Formal), "Estágio" e "Refinamento", demonstrando a evolução progressiva do projeto através das diferentes fases de maturação.

Fonte: Adaptado de Ramadan e Widyani (2013, p. 98).

A figura 1 representa visualmente essas fases ao processo de criação do Caapedia, contextualizando-o dentro de uma sequência cíclica e evolutiva. Inicialmente, o projeto passou pela etapa de Iniciação, em que foram definidos o propósito educativo, o público-alvo e a mecânica central do jogo. Em seguida, durante a Pré-produção, elaborou-se o documento de design do jogo (Game Design Document – GDD) e protótipos iniciais que passaram por validações informais quanto à atratividade e viabilidade.

Na fase de Produção, implementações técnicas e criação de ativos gráficos foram realizadas, com base nas estruturas conceituais e funcionais validadas anteriormente. As fases de Testes e Beta incluíram ciclos iterativos de avaliação com jogadores internos e externos, respectivamente, permitindo refinamentos contínuos até a fase de Lançamento. Esse processo assegurou que o Caapedia fosse desenvolvido segundo padrões de qualidade compatíveis com seu propósito educativo e engajador, em conformidade com as diretrizes metodológicas do GDLC (Huda e Ramadhan, 2021).

5 Resultados e Discussão

5.1 Inicialização

O desenvolvimento do jogo Caapedia teve início a partir da definição clara de seus objetivos educacionais e sociais, fundamentados no compromisso com a valorização da Caatinga e a promoção do desenvolvimento sustentável no semiárido brasileiro. Conforme descrito na página oficial do projeto, o Caapedia (<https://caapedia.fernandopc.dev.br/caapedia/sobre>) propõe uma experiência interativa que simula gestão de recursos e atividades produtivas típicas do Semiárido Brasileiro, estimulando o pensamento estratégico e o engajamento com temas como a agricultura familiar, biodiversidade local e uso racional dos recursos naturais.

A concepção inicial baseou-se em uma abordagem gamificada acessível, lúdica e informativa, que alia entretenimento a conteúdos socioambientais. O jogo foi idealizado

como uma plataforma gratuita e sem fins lucrativos, voltada ao uso educacional e de extensão, e estruturada para funcionar de forma responsiva via navegador web, possibilitando seu acesso tanto em dispositivos móveis quanto em desktops.

Desde as primeiras fases de planejamento, o projeto foi guiado por diretrizes éticas e legais, com a definição de Termos de Uso e Políticas de Privacidade transparentes e alinhadas à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), conforme divulgado nas páginas oficiais do jogo. Tais documentos reforçam o compromisso com a privacidade dos usuários, especialmente por se tratar de um público potencialmente composto por estudantes e comunidades em contextos de vulnerabilidade social.

A fase de inicialização contemplou, ainda, a delimitação do público-alvo, a escolha das tecnologias empregadas, bem como o planejamento das principais funcionalidades que sustentariam as dinâmicas do jogo, como agricultura sustentável, pecuária adaptada, manufatura artesanal e gestão de recursos hídricos.

5.2 Pré-produção

No Quadro 1 é apresentada uma versão simplificada do Documento de Design de Jogo (GDD), adaptada às necessidades específicas de jogos sérios. Essa versão incorpora características comuns aos modelos propostos por Vasconcellos e Carvalho (2023) e Epifânio e Silva (2023), ambos voltados à documentação de jogos com objetivos educacionais, terapêuticos ou sociais.

DESENVOLVIMENTO DO CAAPEDIA: DESIGN INSTRUCIONAL E METODOLOGIA PARA UM JOGO EDUCATIVO SOBRE A SUSTENTABILIDADE NA CAATINGA

Fernando Pereira Coelho; Paulo Roberto Ramos

Quadro 1 – Documento de Design do Caapedia.

Tópico	Características	Descrição
Visão Geral do Projeto	Informações Básicas	<ul style="list-style-type: none">• Nome do Jogo: Caapedia• Plataforma: Web (Browser)• Gênero: Jogo de Simulação e Gestão de Recursos• Público-Alvo: Estudantes, educadores, pesquisadores e demais interessados no tema• Propósito: Educacional e Acadêmico
Conceito e Propósito	Missão do Jogo	O Caapedia é um jogo educativo que visa contribuir com a difusão do conhecimento sobre o desenvolvimento sustentável na Caatinga, promovendo a valorização da agricultura familiar, da biodiversidade local e do uso racional dos recursos naturais.
	Objetivos Educacionais	<ul style="list-style-type: none">• Promover conhecimento sobre práticas sustentáveis no semiárido brasileiro• Valorizar a cultura e saberes da agricultura familiar• Ensinar gestão consciente de recursos naturais• Simular economia local e microcrédito rural• Conscientizar sobre impacto ambiental das atividades produtivas
	Contexto Temático	O jogo é ambientado no bioma Caatinga, retratando a realidade do semiárido brasileiro, com foco na agricultura familiar e nas práticas de convivência sustentável com o ambiente.
Mecânicas de Jogo	Gestão de Recursos	<ul style="list-style-type: none">• Água: Recurso limitado e essencial para todas as atividades• Dinheiro: Fluxo de caixa para investimentos e compras• Tempo: Atividades requerem tempo simulado para conclusão• Degradação Ambiental: Indicador de sustentabilidade
	Sistema de Produção	<ul style="list-style-type: none">• Criação: Criação de animais típicos e não típicos da região• Cultivo: Cultivo de culturas típicas e não típicas da região• Exploração: Extração de recursos da vegetação nativa• Manufatura: Processamento de produtos primários
	Sistema Financeiro	<ul style="list-style-type: none">• Fluxo de Caixa: Receitas e despesas mensais• Empréstimos: Sistema de crédito rural simulado• Comércio: Compra e venda de produtos
Narrativa e Personagens	Estrutura Narrativa	O jogador assume o papel de uma família que vive e produz na Caatinga, tomando decisões que afetam o bem-estar familiar e a sustentabilidade ambiental.

DESENVOLVIMENTO DO CAAPEDIA: DESIGN INSTRUCIONAL E METODOLOGIA PARA UM JOGO EDUCATIVO SOBRE A SUSTENTABILIDADE NA CAATINGA

Fernando Pereira Coelho; Paulo Roberto Ramos

	Personagens Principais	<ul style="list-style-type: none"> ● Pedro: Personagem-guia principal (chefe da família) ● Rita: Personagem principal (chefe da família) ● Francisca: Personagem auxiliar (filha) ● Miguel: Personagem-guia auxiliar (filho)
	Sistema de Diálogos	<ul style="list-style-type: none"> ● Narrativa interativa através de diálogos ● Orientações sobre princípios do jogo ● Introdução às mecânicas através da história
Interface e Experiência do Usuário	Princípios de Design	<ul style="list-style-type: none"> ● Simplicidade: Mecânicas simples e intuitivas ● Acessibilidade: Interface clara e de fácil navegação ● Informativo: Informações relevantes sempre visíveis ● Responsivo: Adaptável a diferentes dispositivos
	Elementos da Interface	<ul style="list-style-type: none"> ● Dashboard de recursos (água, degradação, dinheiro, etc) ● Visualização do progresso da história ● Resumo das atividades dos personagens ● Gestão de produção ● Sistema de estoque e comércio ● Registros financeiros mensais ● Ranking de progresso dos jogadores
Progressão e Sistema de Recompensas	Progressão do Jogador	<ul style="list-style-type: none"> ● Evolução da produção ao longo do tempo ● Ampliação da infraestrutura da propriedade ● Aumento da eficiência produtiva
	Sistema de Consequências	<ul style="list-style-type: none"> ● Decisões afetam resultados financeiros ● Impacto ambiental das práticas adotadas ● Riscos de colapso financeiro por má gestão ● Eventos aleatórios baseados na realidade do semiárido
Aspectos Técnicos	Tecnologias Utilizadas	<p>Backend</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Laravel: Framework PHP para desenvolvimento web ● MySQL/MariaDB: Sistema de gerenciamento de banco de dados <p>Frontend</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Livewire: Componentização reativa para Laravel ● Alpinejs: Framework JavaScript minimalista ● Tailwind CSS: Framework CSS utilitário ● DaisyUI: Componentes UI sobre Tailwind ● Mary UI: Extensões UI com Livewire para DaisyUI <p>Infraestrutura</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Debian: Sistema Operacional do servidor em nuvem ● Nginx: Servidor Web

DESENVOLVIMENTO DO CAAPEDIA: DESIGN INSTRUCIONAL E METODOLOGIA PARA UM JOGO EDUCATIVO SOBRE A SUSTENTABILIDADE NA CAATINGA

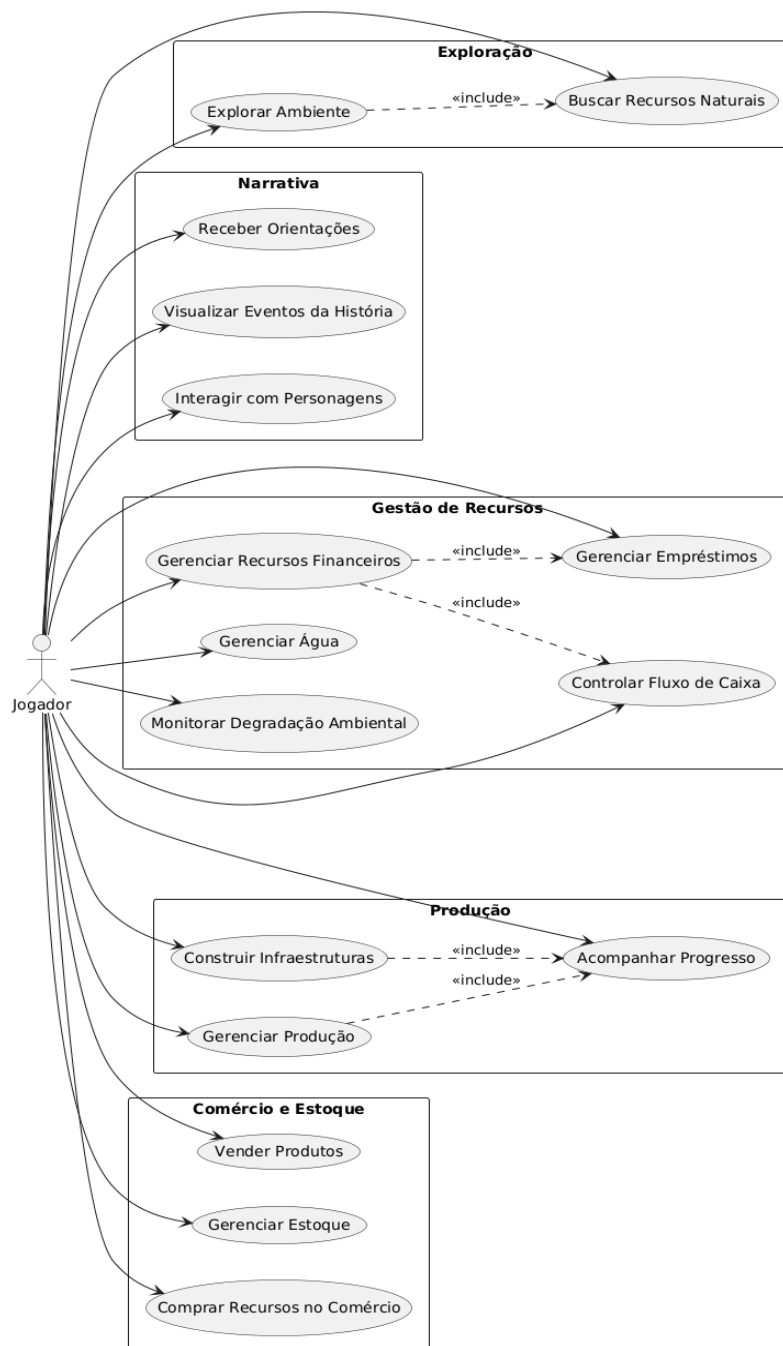
Fernando Pereira Coelho; Paulo Roberto Ramos

		<ul style="list-style-type: none"> ● PHP: Linguagem de programação principal ● Redis: Banco de dados em memória para cache e sessão ● Node.js: Para compilação de assets ● Composer: Gerenciador de dependências PHP ● Cloudflare: Proteção e proxy reverso
	Requisitos do Sistema	<ul style="list-style-type: none"> ● Navegador web atualizado ● Conexão com internet ● JavaScript habilitado
Modelo de Negócio	Modelo de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> ● Gratuito: Acesso livre para fins educacionais ● Sem Anúncios: Foco na experiência educativa ● Acadêmico: Sem propósito comercial
Aspectos Legais e Éticos	Termos de Uso	<ul style="list-style-type: none"> ● Fins educativos e informativos ● Parâmetros fictícios que não substituem orientação profissional ● Uso ético e respeitoso obrigatório
	Privacidade e Dados	<ul style="list-style-type: none"> ● Coleta mínima de dados pessoais, somente para autenticação via Google OAuth ● Dados de uso anônimos para pesquisa acadêmica ● Conformidade com LGPD
Considerações Finais	Impacto Esperado	<ul style="list-style-type: none"> ● Conscientização sobre sustentabilidade no semiárido ● Valorização da cultura local ● Ferramenta educacional para instituições ● Contribuição científica para área de games educativos
	Visão de Longo Prazo	O Caapedia espera ser uma referência em jogos educativos voltados à sustentabilidade regional, contribuindo para a formação de uma consciência ambiental crítica e valorização dos conhecimentos produzidos.

Fonte: Elaboração própria.

Com base no design, foi elaborado um diagrama de casos de uso com base nas especificações descritas na normativa da UML (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2017) para representar as principais interações do jogador com os sistemas do jogo. O diagrama (Figura 2) visa sintetizar as ações disponíveis em cinco categorias centrais: Exploração, Narrativa, Gestão de Recursos, Produção e Comércio e Estoque. Cada uma dessas categorias no jogo foi caracterizada no contexto do semiárido brasileiro, enfatizando a busca por recursos naturais, a tomada de decisões financeiras, a administração de água e a evolução das atividades produtivas.

Figura 2 – Principais interações do Jogador.



Descrição: Diagrama de casos de uso em formato UML apresentando um ator central ("Jogador") conectado a cinco categorias principais de interações através de linhas. A categoria "Exploração" inclui as ações "Explorar recursos da Caatinga", "Coletar informações ambientais" e "Descobrir oportunidades produtivas". Em "Narrativa", encontram-se "Interagir com personagens", "Tomar decisões narrativas" e "Progredir na história". A seção "Gestão de Recursos" abrange "Gerenciar água", "Controlar degradação ambiental", "Administrar tempo" e "Monitorar finanças". "Produção" contempla "Criar produções agrícolas", "Desenvolver pecuária", "Processar manufaturas" e "Construir infraestrutura". Por fim, "Comércio e Estoque" inclui "Comprar produtos", "Vender produtos", "Gerenciar estoque" e "Acessar crédito rural". O diagrama ilustra a amplitude de interações disponíveis no jogo, organizadas em categorias funcionais que refletem as principais mecânicas de simulação da vida rural no semiárido.

Fonte: Elaboração própria.

Outra etapa fundamental também contemplada nessa fase, com a definição do escopo funcional do jogo, consistiu na delimitação das mecânicas a serem implementados, priorizando aqueles com maior relevância e viabilidade técnica. Esse processo envolveu a construção de protótipos de interface em baixa fidelidade, permitindo testes iniciais de navegação e usabilidade.

Na Figura 3, na qual se observa a disposição hierárquica dos elementos centrais da interface: estatísticas principais do jogador, menus laterais para acesso aos sistemas (produção, comércio, finanças etc.), área central destinada à realização de ações e painel superior com o controle de tempo. Essa organização reforça a principal característica do Caapedia enquanto jogo de simulação: a gestão estratégica de recursos, exigindo que o jogador tome decisões informadas a partir dos indicadores apresentados.

Figura 3 – Protótipo da interface do jogo.



Descrição: Wireframe em baixa fidelidade da interface principal do jogo, apresentando *layout* organizado em quatro seções principais. No topo, uma barra horizontal contém controles de tempo e navegação principal. À esquerda, um painel vertical exibe as estatísticas principais do jogador, incluindo recursos como água, dinheiro, degradação ambiental e área produtiva. E logo abaixo, um menu lateral vertical apresenta botões de acesso aos diferentes sistemas do jogo, como produção, comércio, finanças, estoque e exploração. O centro da tela é reservado para a área de conteúdo principal, onde ocorrem as interações e visualizações das ações do jogador. A disposição hierárquica dos elementos enfatiza a natureza de simulação, priorizando a visualização de indicadores essenciais para tomada de decisões estratégicas pelos jogadores.

Fonte: Elaboração própria.

Na pré-produção também foram elaborados roteiros narrativos iniciais e fluxogramas de decisões, que serviram como base para a estruturação da narrativa interativa com os personagens e os eventos do jogo. Esses elementos foram fundamentais para garantir a coerência entre a progressão da história e as ações realizadas pelos jogadores, permitindo que suas escolhas impactassem diretamente no progresso do jogo. A narrativa foi utilizada como guia inicial de apresentação para o jogador, introduzindo-o ao universo do Caapedia, às regras do sistema e aos objetivos educacionais propostos.

Além de orientar, a narrativa desempenha papéis funcionais no sistema de jogo: ela pode conceder recursos iniciais, como água ou dinheiro, quando o jogador toma decisões alinhadas com o propósito do jogo; pode encerrar prematuramente a experiência, caso o usuário opte por não continuar a jornada ou em decorrência de escolhas contrárias aos valores estabelecidos pelo enredo.

5.3 Produção

Essa fase concentrou os esforços no desenvolvimento efetivo dos sistemas planejados, implementando funcionalidades, interfaces e integrações que haviam sido delineadas nos documentos de design. No contexto do Caapedia, isso significou codificar os sistemas de gestão de recursos (água, dinheiro, tempo e degradação ambiental), as mecânicas de produção agrícola, pecuária e manufatureira, além da lógica de comércio e finanças. O código fonte pode ser encontrado em um repositório no Github (<https://github.com/fernandopc1996/caapedia>).

As artes visuais do Caapedia, foram geradas com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial disponíveis no mercado, a partir de descrições detalhadas extraídas de artigos científicos, manuais técnicos e relatórios técnicos. Essa abordagem permitiu a criação de imagens fiéis à realidade socioprodutiva do semiárido brasileiro, mesmo com recursos limitados de ilustração manual, na Figura 4 é possível observar exemplos. As descrições utilizadas para guiar os modelos de IA enfatizaram elementos como

materiais de construção típicos, dimensões reais das estruturas, vegetações nativas e ferramentas de trabalho artesanal, para garantir autenticidade cultural e coerência visual.

Figura 4 – Interface da tela de Produção do Caapedia.



Descrição: Captura de tela da interface de produção implementada, demonstrando o design visual final com elementos gráficos representativos da Caatinga. A tela apresenta um layout de cards organizados lado a lado, cada um representando diferentes opções produtivas disponíveis ao jogador. Os cards incluem ilustrações de atividades como agricultura, pecuária e manufatura, incluindo representação gráfica delas. O design incorpora elementos visuais que remetem ao semiárido brasileiro como cores e artes.

Fonte: Elaboração própria.

O desenvolvimento implementacional seguiu o padrão stack TALL (Laravel, Livewire, Alpine.js e Tailwind CSS), que reflete boas práticas recomendadas na comunidade. A aplicação *backend* foi construída em Laravel, estruturando principalmente rotas e modelos de dados. No *frontend* foram utilizados os componentes reativos do Livewire, que permitem atualizações dinâmicas, combinados com o Tailwind CSS para estilizar e tornar o layout responsivo. Além disso, foram adicionadas bibliotecas como DaisyUI e Mary UI, para proporcionar maior consistência visual e componentes prontos à semelhança de abordagens modernas de design.

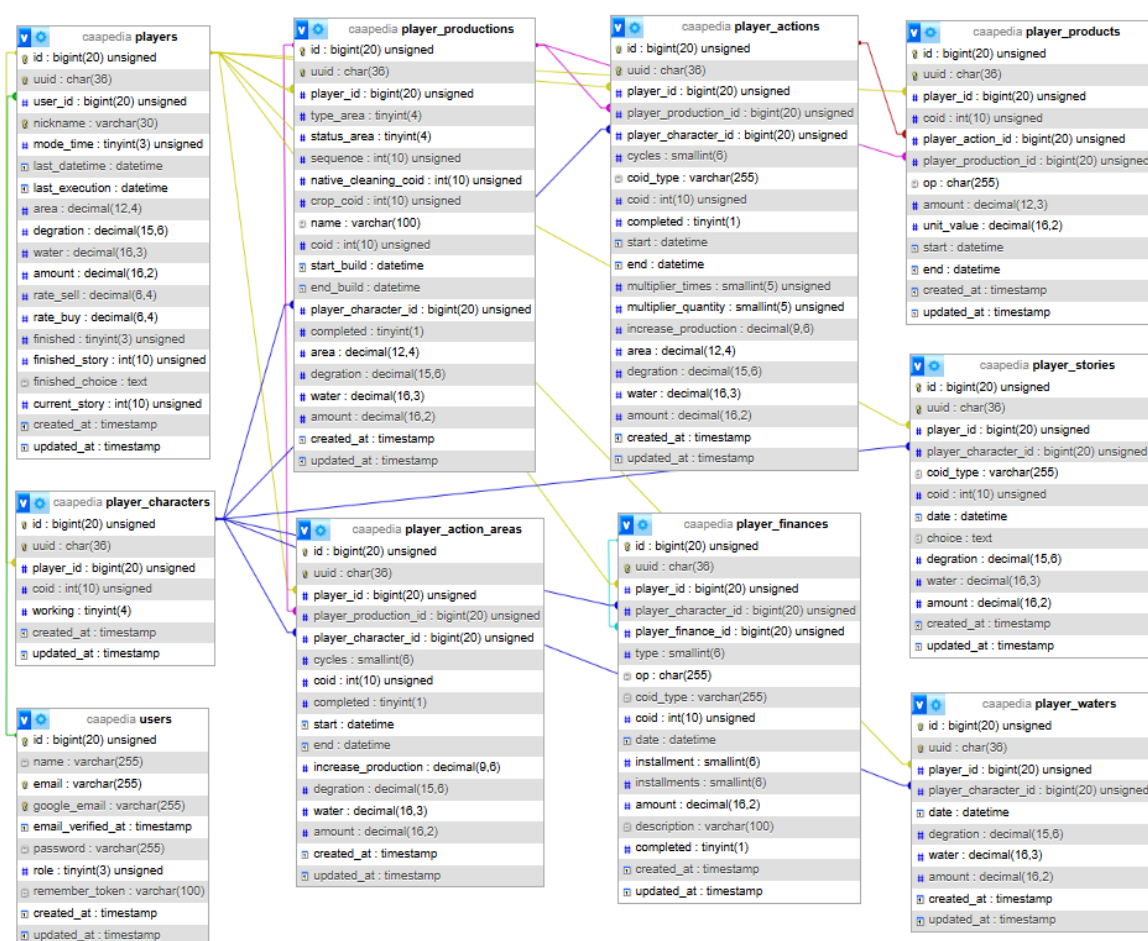
A estrutura de dados (Figura 5) do Caapedia foi desenhada para refletir a lógica de um sistema de simulação econômica e ambiental voltado à realidade do semiárido brasileiro. O modelo relacional, representado por entidades como Player,

DESENVOLVIMENTO DO CAAPEDIA: DESIGN INSTRUCIONAL E METODOLOGIA PARA UM JOGO EDUCATIVO SOBRE A SUSTENTABILIDADE NA CAATINGA

Fernando Pereira Coelho; Paulo Roberto Ramos

PlayerProduction, PlayerAction, PlayerFinance e PlayerStory, centraliza o jogador como elemento fundamental, conectando todas as demais atividades e interações. A entidade Player armazena os principais indicadores do jogador, como área produtiva, degradação ambiental, volume de água disponível e saldo financeiro e serve de ponto de partida para a cadeia de registros relacionados às suas ações no jogo.

Figura 5 – Estrutura dos dados relacionados ao Jogador.



Descrição: Esquema de estrutura relacional de banco de dados apresentando o modelo entidade-relacionamento do sistema Caapedia, composto por nove entidades principais interconectadas. A entidade "users" ligada a central "players" (controla a sessão do jogo atual por jogador) conecta-se através de relacionamentos "um para muitos" com todas as demais tabelas: "player_productions" (armazena produções criadas pelo jogador), "player_actions" (registra ações realizadas), "player_action_areas" (documenta intervenções territoriais), "player_products" (controla produtos gerados), "player_finances" (gerencia transações financeiras), "player_waters" (monitora consumo hídrico), "player_stories" (rastreia progressão narrativa) e "production_characters" (gerência personagens disponíveis e suas atividades atuais). A arquitetura relacional garante integridade referencial e rastreabilidade completa das ações dos jogadores, permitindo análise detalhada da evolução das estratégias adotadas pelos usuários.

Fonte: Elaboração própria, gerado usando PhpMyAdmin.

Cada produção criada pelo jogador é registrada na entidade PlayerProduction, que traz consigo atributos como tipo (cultivo, criação ou manufatura), área ocupada, recursos consumidos e tempo necessário para construção. Associado a essas produções, o modelo registra ações (PlayerAction) ou intervenções sobre o território (PlayerActionArea) quando cultivo, que por sua vez geram produtos (PlayerProduct) com valor econômico e ciclo temporal de produção. O histórico de decisões narrativas, com impacto direto sobre os recursos do jogador, é armazenado em PlayerStory, enquanto PlayerWater registra o consumo hídrico ao longo do tempo.

A lógica financeira contempla lançamentos de receitas e despesas (PlayerFinance), incluindo suporte a parcelamentos, tipos de operação (crédito ou débito) e vínculo com ações produtivas ou eventos narrativos. A arquitetura de dados prevê operações encadeadas por meio de relacionamentos “um para muitos” entre as entidades, respeitando o princípio de integridade e rastreabilidade de dados. Esse modelo relacional possibilita o registro e o monitoramento contínuo da evolução do jogador, promovendo a integração entre as dimensões econômica, ambiental e narrativa do jogo.

Quanto às regras de negócios, foi realizada uma organização modular que emprega *services*, *helpers* e *enums* para promover legibilidade e reutilização de código. Os serviços concentram a lógica de jogo, por exemplo, ProductionService que gerencia a criação de produções e a verificação de recursos necessários. A parte financeira é tratada por classes como FinancialStatementService, FamilyCostService e LoanInstallmentService, responsáveis pelo fluxo de caixa mensal e por parcelas de empréstimos. A narrativa utiliza classes como StoryActionExecutor que executa ações da história e AddCharacterToStoryService que adiciona novos personagens, permitindo evolução dinâmica do enredo.

5.4 Testes

A etapa de testes no ciclo de vida do Caapedia foi conduzida conforme os princípios da GDLC, priorizando a verificação da funcionalidade, da usabilidade e da coerência pedagógica do jogo. Inicialmente, foram realizados testes técnicos internos (alpha testing) com foco em garantir a estabilidade dos sistemas de backend, a integridade dos dados e o correto funcionamento das principais mecânicas, como a criação de produções, execução de ações, atualização de recursos (água, dinheiro, degradação) e progressão narrativa. Esses testes envolveram verificação unitária das classes e inspeção manual da interface e dos fluxos principais.

Uma das ferramentas essenciais adotadas nesse processo foi a integração contínua via GitHub Actions, que automatiza o processo de execução de testes sempre que há alterações no código. Com ela, validações como linting, execução de testes automatizados e verificação de dependências são realizadas automaticamente, contribuindo para a identificação precoce de falhas e para a manutenção de um padrão de qualidade no projeto, reduzindo riscos de regressão funcional.

Além dos testes funcionais, também foram aplicados testes exploratórios, simulando diferentes perfis de jogadores e trajetórias narrativas, a fim de detectar incoerências lógicas, travamentos inesperados ou loops narrativos indevidos.

5.5 Beta

Essa fase teve como foco principal avaliar a experiência do jogador em condições reais de uso, observando o desempenho da aplicação, a receptividade do público-alvo e a efetividade das estratégias pedagógicas.

Para tal, foi feita a divulgação do Caapedia por meio de campanhas em redes sociais (Instagram, Facebook e Twitter), envio de e-mails segmentados, além da mobilização de grupos de chat como WhatsApp e Telegram, com ênfase em comunidades acadêmicas e coletivos ligados à temática da agricultura familiar e

sustentabilidade. Esse processo permitiu atingir um público diversificado e geograficamente disperso, em sintonia com o propósito extensionista e inclusivo do projeto.

Devido à baixa adesão inicial por meios exclusivamente digitais, foram realizadas também intervenções presenciais em salas de aula no município de Petrolina-PE com caráter unicamente divulgativo, com o objetivo de apresentar o jogo diretamente a estudantes do ensino médio, técnico e graduação.

Para o monitoramento da experiência dos usuários, foi utilizada a plataforma Google Analytics, que possibilitou a coleta de dados quantitativos sobre o comportamento dos jogadores. Foram analisadas métricas como número de sessões, tempo médio de jogo, taxa de conclusão de histórias, taxa de retorno, pontos de abandono, dispositivos utilizados e regiões de acesso. Essas informações permitiram avaliar o desempenho técnico do jogo em diferentes contextos e dispositivos, bem como identificar gargalos na navegação e na compreensão das mecânicas.

Além disso, foi disponibilizado um formulário de feedback incorporado ao jogo, permitindo que os próprios jogadores enviassem relatos sobre eventuais bugs, sugestões de melhorias, observações críticas e elogios. Essa ferramenta colaborativa foi fundamental para complementar os dados analíticos com perspectivas subjetivas dos usuários, contribuindo diretamente para o aprimoramento contínuo da experiência de jogo e da proposta pedagógica.

Com base nos dados extraídos do Google Analytics, o Caapedia registrou um total de 164 usuários ativos no período de 11 de maio a 22 de junho de 2025, sendo a maioria composta por novos acessos, o que indica forte alcance inicial da aplicação. O tempo médio de engajamento por usuário ativo foi de aproximadamente 15 minutos e 18 segundos, sinalizando um bom nível de envolvimento com o conteúdo e as mecânicas do jogo.

Durante o período analisado, o jogo totalizou 13.458 visualizações de tela, com uma média de 82,06 visualizações por usuário ativo, evidenciando uma navegação ampla pelos diferentes módulos da plataforma, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Engajamento dos usuários.

	Caminho da página e classe da tela	Visualizações	Usuários ativos	Visualizações por usuário ativo	Tempo médio de engajamento por usuário ativo
1.	/production	2779	111	25,00	4 min 54 seg
2.	/market/manage	1882	99	19,01	3 min 06 seg
3.	/finance/manage	1302	75	17,36	4 min 27 seg
4.	/inventory/manage	1046	99	10,57	2 min 20 seg
5.	/story/events	982	145	6,77	1 min 31 seg
6.	/production/create	931	108	8,62	1 min 06 seg
7.	/explore/manage	610	90	6,78	1 min 29 seg
8.	/general/score/ranking	593	46	12,89	2 min 23 seg
9.	/people/manage	554	99	5,60	1 min 33 seg
10.	/player/create	453	163	2,78	18 seg

Fonte: Dados da pesquisa coletados através do Google Analytics.

Durante essa fase, também foram realizadas melhorias no design da interface, com foco especial em destacar visualmente o sistema de controle do tempo, considerado essencial para a compreensão das dinâmicas de simulação do jogo. O objetivo foi tornar mais clara a relação entre as escolhas dos jogadores e os ciclos temporais das ações realizadas, como plantios, criações e transformações produtivas.

Foram executadas correções de bugs identificados a partir dos relatórios analíticos, dos feedbacks espontâneos dos usuários e, principalmente, dos registros de erro coletados nos logs do Laravel.

5.6 Lançamento

O Caapedia passou a estar acessível ao público a partir da fase beta, com a disponibilização do jogo já em ambiente web (jogarcaapedia.fernandopc.com.br). Desde então, o projeto vem sendo mantido em um estado de desenvolvimento contínuo, com atualizações periódicas e melhorias baseadas em análises técnicas e feedbacks recebidos dos usuários.

Apesar de ser funcional e plenamente jogável, o Caapedia ainda se encontra, no momento da escrita deste trabalho, em um estado que demanda a inclusão de novos conteúdos narrativos, produtivos e sistêmicos. O roadmap de desenvolvimento prevê a ampliação da narrativa, inserção de novos meios de produção, bem como o refinamento de técnicas ligadas à educação ambiental e gestão hídrica.

O jogo conta também com registro oficial junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), sob o número de Registro de Software BR 51 2025 002388-0, o que assegura seus direitos autorais e reconhece formalmente sua originalidade como produto digital voltado à educação e à extensão.

O lançamento, portanto, não se configura como um encerramento do desenvolvimento, mas sim como o início de uma etapa de disponibilização pública permanente, com caráter colaborativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias adotadas no desenvolvimento do Caapedia se mostraram perfeitamente adequadas para a construção de um jogo baseado em simulação e gestão de recursos. A mecânica centrada em cliques que geram ações com consequências narrativas, produtivas e financeiras revelou-se coerente e eficaz, permitindo a criação de uma interface interativa, reativa e responsiva com baixo consumo de recursos.

Além do aspecto técnico, o desenvolvimento do Caapedia seguiu os princípios do Game Development Life Cycle (GDLC), com fases bem definidas desde a concepção até

o lançamento. Abordagem que permitiu a construção de um artefato digital que simula os desafios enfrentados por comunidades do Semiárido Brasileiro, promovendo a reflexão crítica sobre práticas sustentáveis e o uso consciente dos recursos naturais.

Espera-se que este trabalho sirva como referência metodológica e tecnológica para o desenvolvimento de outros jogos sérios com foco em contextos regionalizados. A proposta demonstra que é possível integrar narrativa, simulação e dados reais em uma estrutura acessível e funcional, contribuindo para a valorização de identidades locais, para o fortalecimento de práticas educacionais contextualizadas usando jogos digitais como ferramentas de transformação social e ambiental.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M. L.; LEÃO, M. F. Estado do conhecimento sobre a utilização de jogos sérios no ensino de ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 12, e24015, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16692>. Acesso em: 6 maio 2025.
- CARVALHO, J. N.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; RODRIGUES, R. G.; FONTANA, A. P.; PIFANO, D. S. Native caatinga species for the recovery of degraded areas in the brazilian semiarid region. **Revista Árvore**, [S. l.], v. 46, e4610, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-908820220000010>. Acesso em: 15 set. 2024.
- DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C. de; OLIVEIRA, V. R. de; ALBUQUERQUE, S. G. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAVALCANTI, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 329-340. Disponível em: <https://link.ufms.br/JfEIG>. Acesso em: 28 set. 2025.
- EPIFÂNIO, J. C.; SILVA, L. F. Embracing Applied Behavior Analysis on a Serious Game Design Document Model. **IEEE Access**, [S. l.], v. 11, p. 72070–72087, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3289857>. Acesso em: 22 maio 2025.
- GEORGES, M. R. R.; ARAÚJO, K. S. Jogos sérios em sustentabilidade: uma análise exploratória nas plataformas GAMES4SUSTAINABILITY e LUDOPÉDIA. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 184–197, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14864>. Acesso em: 11 maio 2025.
- HUDA, S. N.; RAMADHAN, M. F. Designing Educational Game to Increase Environmental Awareness. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, [S. l.], v. 16, n. 15, p. 181–193, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i15.22661>. Acesso em: 9 maio 2025.
- KIM, Y. J.; KNOWLES, M. A.; SCIANNA, J.; LIN, G.; RUIPÉREZ-VALIENTE, J. A. Learning analytics application to examine validity and generalizability of game-based assessment for spatial reasoning. **British Journal of Educational Technology**, [S. l.], v. 54, n. 2, p. 355–372, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/bjet.13286>. Acesso em: 16 maio 2025.

MEDEIROS, R. C. T.; MOREIRA, D. R.; SILVA, G. de A.; LOPES, G. S.; RICARDO, N. M. P. S.; RIBEIRO, M. E. N. P. Production and evaluation of a didactic game using factor analysis for pattern recognition. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 15, e142111536696, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.36696>. Acesso em: 16 maio 2025.

OLIVEIRA, K. M. G.; SANTOS FILHO, R. dos.; GUILHERME, A. de A.; LEME, D. M. Produtos perigosos ou sustentáveis: elaboração e avaliação de um jogo digital como ferramenta de educação científica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, [S. l.], v. 5, n. 1-2, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.30691/relus.v5i1-2.3141>. Acesso em: 16 maio 2025.

OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). **Unified Modeling Language (UML), Version 2.5.1**. Needham: OMG, Dec. 2017. Disponível em: <https://link.ufms.br/UI4xa>. Acesso em: 23 maio 2025.

PEREIRA, J. K. H.; SILVA, L. F.; HENKLAIN, M. H. O. Projeto e avaliação de um jogo sério desenvolvido para apoiar o aprendizado sobre a cultura brasileira. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 31, p. 575–601, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/rbie.2023.3385>. Acesso em: 16 maio 2025.

RAMADAN, R.; WIDYANI, Y. Game development life cycle guidelines. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS (ICACSIS), 2013, Bali. **Anais [...]**. Piscataway: IEEE, 2013. p. 95–100. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICACSIS.2013.6761558>. Acesso em: 5 maio 2025.

SANDÍ-DELGADO, J. C.; SANZ, C. V.; LOVOS, E. N. Acceptance of Serious Games to Develop Digital Competencies in Higher Education Professors. **Electronic Journal of e-Learning**, v. 20, n. 3, p. 351–367, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34190/ejel.20.3.2181>. Acesso em: 6 maio 2025.

SILVA, P. C.; VICENTE, P. N.; RODRIGUES, A. V. Development of Serious Games for Science Assessment Using Educational Design Research. **International Journal of Serious Games**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 5–36, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.17083/ijsg.v12i2.854>. Acesso em: 16 maio 2025.

VASCONCELLOS, M. S. de; CARVALHO, F. G. de. “GDD-Sério”: uma Proposta de Game Design Document (GDD) para desenvolvimento de jogos sérios. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 22., 2023, Rio Grande. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 169-178. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2023.233261. Acesso em: 22 maio 2025.

Sobre os autores

Fernando Pereira Coelho

Mestrando em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Especialista em Engenharia de Sistemas pela Escola Superior Aberta do Brasil (ESAB) e Licenciado em Computação pelo Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF-Sertão PE). Tem experiência na área de Ciência da Computação e Educação, com ênfase em desenvolvimento de sistemas e aplicações de tecnologias digitais no contexto educacional.

E-mail: fernando.pc@discente.univasf.edu.br

Contribuições do autor: Levantou o material bibliográfico; Executou a análise; Redigiu o texto.

Paulo Roberto Ramos

Graduação em Ciências Sociais. Mestrado e Doutorado em Sociologia pela Universidade Federal da Paraíba. Atualmente, é professor associado da Universidade Federal do Vale do São Francisco - Univasf. Tem experiência nas áreas de Educação, Metodologia Científica, Ciência Política e Sociologia, com ênfase em Sociologia do Desenvolvimento, Sociologia Ambiental, Sociologia da Saúde e Sociologia Urbana, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Ambiental, Meio Ambiente, Interdisciplinaridade, Degradação Socioambiental, Saúde Ambiental e Mídia. Fundador e Coordenador Geral do Programa Escola Verde, aprovado pelo Programa de Extensão Universitária (PROEXT-MEC). Ganhador do prêmio de Referência para Inovação e Criatividade na Educação Básica pelo MEC através do Projeto Escola Verde. Líder do Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental Interdisciplinar. Coordenador do Núcleo Temático de Educação Ambiental Interdisciplinar (NUTEAI) e do Núcleo de Estudos em Sociologia Ambiental (NESSA). Coordenador do Curso de Especialização Lato Sensu em Educação Ambiental Interdisciplinar, Univasf.

E-mail: paulo.ramos@univasf.edu.br

Contribuições do autor: Realizou orientação conceitual; Contribuiu com o delineamento metodológico; Revisão final.

Submetido em 04 de julho de 2025.

Aceito para publicação em 23 de agosto de 2025.

Licença de acesso livre



A **Revista Edutec - Educação, Tecnologias Digitais e Formação Docente** utiliza a Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional, pois acredita na importância do movimento do acesso aberto nos periódicos científicos.