

Brasal: Um jogo que explora a Preservação Ambiental e Combate às Queimadas dos Biomas Brasileiros

Brasal: A game that explores the Environmental Preservation and Combat to Wildfires in Brazilian Biomes

Ícaro Adriel Brito Pires¹, Victor Catharino da Silva Cordeiro¹, Beatriz Souza Nascimento¹, Sidney Bruno Andrade Barros¹, Marcio Luis Valença Araújo¹ e Eduardo Souto Maior Sales¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)
R. São Cristóvão, s/n - Novo Horizonte, Lauro de Freitas - BA, 42700-000 – Brasil

icaroad99@gmail.com, victorcatharino17@gmail.com,
beatz.nasc@gmail.com, sbab.cdn@gmail.com, marcioarausjo@ifba.edu.br e
eduardo.sales@ifba.edu.br

Abstract. *Introduction:* This article presents the development of Brasal, an educational game that addresses the combat and prevention of wildfires in Brazilian biomes, aligned with the National Policy for Integrated Fire Management and the Sustainable Development Goals. **Objective:** To contribute to environmental education by raising awareness among children and pre-adolescents, in a playful and enjoyable way, assuming the role of firefighters, preventing and combating wildfires. **Methodology:** The methodological approach involves a literature review on the subject and follows the procedural stages of prototyping and agile development of digital games. **Results:** The outcome demonstrates the feasibility of integrating complex content into playful mechanics, with potential for use in educational settings, making them appealing to young audiences.

Keywords: Brazilian Biomes, Environment Education, Game Design, Serious Games, Wildfires.

Resumo. *Introdução:* Este artigo apresenta o desenvolvimento do Brasal, um jogo educacional que aborda o combate e a prevenção de queimadas nos biomas brasileiros, alinhado à Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Objetivo:** Contribuir com a educação ambiental, visando conscientizar crianças e pré-adolescentes, de forma lúdica e divertida, no papel de brigadistas, prevenindo e combatendo queimadas. **Metodologia:** A abordagem metodológica transita por meio da revisão bibliográfica sobre a temática e segue as etapas processuais de prototipação e desenvolvimento ágeis de jogos digitais. **Resultados:** Tem como resultado uma demonstração da viabilidade de integrar conteúdos complexos em mecânicas lúdicas, com potencial para uso em ambientes educacionais, de modo a torná-los aprazíveis ao público jovem.

Palavras-chave: Biomas Brasileiros, Design de jogos, Educação Ambiental, Jogos Sérios, Queimadas.

1. Introdução

No ano de 2024, o Brasil registrou mais de 30,8 milhões de hectares devastados pelo fogo, com um aumento de 79% em relação ao período anterior [Félix 2025]. Biomas como Amazônia, Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica tiveram um aumento de mais de 60% de área queimada, quando comparado a anos anteriores. Diante dessa situação, e com base na Lei 9.795/99 [Brasil 1999] da inclusão da educação ambiental nos currículos de educação básica nas escolas [Haje 2025], surgiu a ideia de um projeto com experiência gamificada capaz de auxiliar a integração do tema dentro do ambiente educacional.

Este artigo apresenta e discute o resultado do desenvolvimento de um jogo educacional cujo objetivo foi ser uma ferramenta capaz de contribuir com a formação ambiental de crianças e pré-adolescentes, abordando as principais causas de queimadas em cada bioma brasileiro, e a importância do trabalho das brigadas no combate e prevenção dentro desse contexto, além de chamar a atenção sobre a relevância da tecnologia no combate ao fogo.

A metodologia adotada neste trabalho combinou pesquisa bibliográfica e desenvolvimento de software para a criação do jogo Brasal. Realizou-se uma revisão sistemática de dados estatísticos sobre queimadas nos biomas brasileiros, com ênfase nos registros de 2024 disponibilizados pelo Painel do Fogo [CENSIPAM 2024], bem como em estudos acadêmicos e políticas públicas, como a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo [Brasil 2024].

O processo de desenvolvimento seguiu as etapas padrão da indústria de *games*, que incluem: pré-produção (definição de escopo, público-alvo, estilo artístico e mecânicas de jogo), prototipação (validação das mecânicas centrais), produção (desenvolvimento das fases, personagens, *cutscenes* e sistemas de progressão) e pós-produção (testes e refinamento). Esta abordagem metodológica permitiu alinhar os fundamentos teóricos da educação ambiental com as práticas de *design* de jogos sérios, seguindo os princípios de Deguirmendjian (2016): propósito (conscientização sobre queimadas), conteúdo (dados científicos e políticas públicas) e desenho (jogabilidade imersiva e acessível). Dessa forma, o jogo não apenas expressa conceitos, mas também engaja o jogador por meio da experimentação e da repetição estratégica, reforçando o aprendizado de forma lúdica.

A seção 2 traz a fundamentação teórica que embasa a pesquisa; os trabalhos relacionados com a proposta apresentada são discutidos na seção 3; a seção 4 expõe a metodologia utilizada no processo de desenvolvimento do jogo; os resultados alcançados e discussão são abordados na seção 5; por fim, na seção 6, as considerações finais deste trabalho.

2. Fundamentação Teórica

O referencial teórico deste trabalho se dá pela revisão bibliográfica da Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo, a revisão bibliográfica de trabalhos sobre as queimadas, seus efeitos nos biomas brasileiros e as formas de combatê-las, e por fim, a revisão bibliográfica a respeito de jogos sérios. Esses estudos foram fundamentais para o embasamento teórico do jogo.

2.1. Prevenção e Combate de Incêndios Florestais

A Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (2024) estabelece normas para prevenção e combate a incêndios florestais, incluindo diretrizes para brigadas. Embora essenciais, tais políticas enfrentam desafios de implementação. Fonseca-Morello et al. (2017) apontam obstáculos como orçamento insuficiente, acesso limitado à assistência técnica e recursos inadequados, comprometendo sua eficácia.

Em 2024, observou-se uma intensificação das queimadas nos biomas brasileiros, com 11,39 milhões de hectares consumidos pelo fogo [Munhoz e Antun 2024]. Alencar et al. (2024) destacam que o aumento foi especialmente crítico em Terras Indígenas e Unidades de Conservação, reforçando a necessidade de políticas mais eficientes. Os autores criticam ainda a abordagem atual de regulamentação, cujos custos administrativos limitam sua sustentabilidade.

2.2. Educação Ambiental

A Lei 9.795/99 estabelece a educação ambiental como componente essencial e permanente da educação nacional, devendo ser promovida em todos os níveis de ensino, visando à formação de valores e atitudes voltadas à prevenção e solução de problemas ambientais. Embora prevista na legislação, sua aplicação ainda enfrenta desafios, sobretudo nas instituições públicas. O trabalho de Marques et al. (2022) analisa a percepção ambiental de alunos das redes pública e privada, observando menor interesse e preocupação entre os estudantes da rede pública — mais de 60% relataram nunca ter participado de uma atividade relacionada ao meio ambiente.

Na visão de Serra et al. (2024), a educação ambiental deve ser contextualizada com o meio natural dos estudantes, utilizando atividades que tratam do conteúdo trabalhado em aula para desenvolver atitudes cotidianas de respeito, preservação e sustentabilidade:

Para que a sociedade tenha um meio ambiente equilibrado ecologicamente, é indispensável incentivar os estudantes a desenvolverem o entendimento da importância da sustentabilidade, a fim de usufruir de uma vida com qualidade. Os espaços educativos precisam oferecer aprendizagens que estejam relacionadas com a vida, com respeito à diversidade ambiental, promovendo aos alunos experiências, de pertencer e ter responsabilidade de cuidado do universo. [Serra et al. 2024]

Levando em conta a carência da educação ambiental observada em instituições de ensino públicas e seguindo os princípios de Serra et al., este trabalho busca construir um jogo que possa auxiliar no processo de educação ambiental, criando um espaço educativo que seja divertido para estudantes e promovendo o entendimento acerca da importância da sustentabilidade.

2.3. Jogos Sérios

A respeito dos jogos sérios, eles foram estudados com o intuito de proporcionar uma experiência autêntica que seja capaz de auxiliar o aprendizado do usuário, tendo em mente o público-alvo infanto-juvenil do jogo. De acordo com Machado et al. (2016), os jogos sérios têm o poder de auxiliar o aprendizado a partir de seus aspectos lúdicos, motivando o jogador e estimulando o conhecimento. Conforme Compto (2023), os jogos podem despertar o interesse dos estudantes, engajando-os no processo de aprendizagem. Segundo Mattar (2013; 2017), os jogos digitais possibilitam o aprendizado por meio da experimentação, tentativas e erros.

Para Deguirmendjian (2016), os jogos sérios devem ser pautados em três elementos: propósito, conteúdo e desenho:

O propósito diz respeito ao que se quer desenvolver com o jogo, ou seja, se é uma técnica, um comportamento, uma habilidade, etc. O conteúdo é o suporte de informações e conhecimentos que será usado para alcançar o propósito, pode ser uma base de dados ou um processo de aplicação, visando estabelecer um meio de se chegar ao propósito. Já o desenho é como o propósito será atingido e o conteúdo exposto, o desenho está muito ligado a modelos e simulações [...] [Deguirmendjian 2016]

Tendo em mente o referencial destes autores, é notável a importância da experimentação e da tentativa e erro durante o aprendizado. Estes princípios foram aplicados na construção do jogo, que incentiva a rejogabilidade, de forma que o jogador possa melhorar seu desempenho a partir de experiências repetidas. À medida que o jogador se familiariza com o jogo, seus conhecimentos sobre as mecânicas aumentam com suas próprias experiências, aproximando-o do propósito criado pelo jogo.

3. Trabalhos Relacionados

Esta seção foi dedicada à análise de três jogos com uma temática semelhante a deste trabalho, para destacar o que já foi explorado sobre o tema e determinar o que ainda falta ser discutido.

O primeiro jogo a ser observado é *Fire Prevention* [Bernardo 2021], um jogo sério desenvolvido na *Unity Engine* para dispositivos móveis. Ele busca promover atitudes que possam prevenir incêndios florestais. O jogo se passa em um parque de campismo que deve ser explorado pelo jogador, que deve identificar situações que apresentam risco de fogo e agir de forma adequada, realizando ações que previnam o incêndio. O jogo conta com diversos desafios que ensinam, na prática, como prevenir incêndios. *Fire Prevention* traz uma estética agradável, propondo desafios que capacitam o jogador de forma prática, passando conhecimentos que podem ser aplicados de forma relevante na vida real, promovendo a segurança e a sustentabilidade. Em contrapartida, o jogo não aborda o combate direto ao incêndio, limitando-se apenas à sua prevenção. O *gameplay* ocorre em um único cenário, dispensando a presença de múltiplos biomas.

Smokey's Scouts [CCAD 2021] traz uma temática semelhante, sendo um jogo de combinação de peças, visando aumentar a segurança em relação a incêndios florestais. Passa o conhecimento sobre riscos de incêndio para o público alvo, composto de crianças e adolescentes. Durante a *gameplay*, o jogador deve combinar objetos que apresentam risco de incêndio para tirá-los do caminho. O jogo conta com diversas missões, onde os jogadores podem receber certos emblemas, dependendo do seu desempenho. O elenco de personagens é composto por animais antropomórficos que dialogam com o jogador e dão dicas de prevenção de incêndio. Os cenários do jogo são baseados em florestas e parques reais que podem ser reconhecidos por jogadores, aumentando a imersão. Assim como o exemplo anterior, *Smokey's Scouts* foca na prevenção de incêndios e não aborda o combate direto.

Por fim, *Bushfire* [Cubehamster 2020] é um jogo benéfico dedicado a bombeiros e voluntários que ajudaram a resgatar animais selvagens afetados por incêndios florestais na Austrália, buscando promover a conscientização acerca do tema. O jogo possui um estilo retrô com gráficos pixelados e jogabilidade simples de plataforma

2D. O jogador é equipado com uma bomba costal que deve ser usada para combater o fogo e auxiliar na sua locomoção. Durante o jogo, é necessário resgatar um coala e levá-lo até o final da fase. O jogo é relativamente curto, contendo uma única fase que pode ser completada em cerca de cinco minutos. Dos três trabalhos relacionados explicados nesta seção, este é o que mais se assemelha ao jogo Brasal em termos de abordagem do tema, contando com resgate de animais e combate direto ao fogo.

4. Metodologia

O desenvolvimento de Brasal surge da necessidade de se produzir um jogo que contemplasse o tema Meio Ambiente, Sustentabilidade e Inovação. Este trabalho é fundamentado no recorte de combate e prevenção a queimadas, escolhido devido aos altos índices de queimadas que ocorreram no país no ano de 2024 coletados do banco de informações do painel do fogo disponibilizado pelo governo [CENSIPAM 2024]. Com essa referência, a abordagem discute as principais razões dos incêndios em cada bioma brasileiro, indo desde causas naturais a incêndios criminosos.

Durante a pré-produção do jogo, se definiu a metodologia que seria utilizada, a elaboração do roteiro, que parte dos dados do painel do fogo, assim como as mecânicas e a parte gráfica da arte do jogo, construído dentro do motor de jogos Unity, conhecido pela criação de jogos 2D e 3D, tendo como escolha o 3D. Desta forma os modelos foram desenvolvidos utilizando o programa de modelagem e animação 3D Blender. A direção gráfica do jogo está ligada com esta escolha, utilizando de modelos 3D com baixa quantidade de polígonos para transmitir a estética desejada, sem demandar alto poder de processamento. A maioria dos objetos de interface foram criados em 2D, pois permite maior liberdade criativa e além de se manter em linha com o tempo estabelecido para o projeto.

O processo de concepção e prototipação se dá início pela etapa de elicitação, especificação e detalhamento dos requisitos do jogo com a elaboração do *Game Design Document* (GDD). O GDD norteou todo o processo de desenvolvimento do jogo, a partir do detalhamento de todos os elementos essenciais para sua construção, como: (i) narrativa e enredo; (ii) *Game Flow*; (iii) *Gameplay* e Mecânicas; (iv) Cenários, Personagens e NPC's; (v) Níveis; (vi) *Game Art*; (vii) Interface; (viii) Inteligência Artificial e Banco de Dados. Com o início da etapa de produção, toda a parte gráfica do jogo foi integrada ao projeto, seguida pela implementação das *cutscenes* — interligadas por sistemas como o banco de dados, grande responsável pela estruturação do jogo — e, posteriormente, pela inclusão de efeitos sonoros e trilha musical. Na fase de pós-produção, o foco direcionou-se aos testes e refinamento de detalhes, assegurando a qualidade e a coesão da experiência final oferecida ao jogador.

Para o êxito deste trabalho, houve o estudo das ferramentas e métodos para prevenção e combate ao fogo, da geografia dos estados brasileiros e do funcionamento de uma brigada de incêndio, buscados em trabalhos acadêmicos, artigos, sites governamentais e leis, aqui selecionados, além do conhecimento prévio de programação e arte. Assim, se utilizou conceitos e ideias de diversas fontes, ditas neste artigo, que se alinham com a proposta para a criação do jogo, como, por exemplo, a definição de *Game Design* de Higuchi e Nakano (2017). Essa abordagem possibilitou que o projeto tivesse embasamento científico, sem fugir da proposta casual e lúdica.

5. Resultados e discussão

Alinhado ao ODS 12 [IBGE 2025] e às temáticas de Meio Ambiente, Sustentabilidade e Inovação, nasce o Brasal – um jogo digital que trata do combate às queimadas e preservação de biomas mediante uma abordagem lúdico-educativa. Como destaca Abreu (2013), jogos oferecem oportunidades únicas de aprendizagem, e o Brasal traduz a responsabilidade ambiental em experiência concreta, estimulando habilidades cognitivas, motoras e afetivas [Diniz 2024] para seu público-alvo (8-14 anos).

Diferente de jogos puramente recreativos, o desafio foi equilibrar educação e diversão sem cair no didatismo excessivo. A solução se deu por meio de mecânicas interativas que transformam a seriedade do tema em ação – não só ensinando sobre prevenção de queimadas, mas tornando o jogador agente ativo da proteção ambiental. Como comandante de uma brigada especial, o jogador enfrenta incêndios agravados por secas e degradação, enquanto discute causas (naturais ou criminosas) e reflete sobre impactos climáticos e desmatamento ilegal em cada fase.

5.1. Game Design

Higuchi e Nakano (2017) definem *game design* como a arte de projetar jogos, estabelecendo regras, objetivos, personagens e todos os elementos que os compõem. No jogo, o jogador assume o papel de brigadista, utilizando equipamentos reais de combate a incêndios florestais - como a bomba costal anti-incêndio, que permite dispersar água diretamente sob as chamas.

Para aliar sustentabilidade e inovação, o jogo incorpora mecânicas inspiradas em tecnologias reais. O satélite, por exemplo, reflete o uso de geotecnologias no monitoramento de focos de incêndio [CBMMS 2024], funcionando no jogo como um item que revela a localização do próximo incêndio. Já o *superdrone* — equipamento capaz de atingir áreas inacessíveis — foi desenvolvido com técnicas de IA, especificamente com os conceitos de Máquinas de Estado Finito [Malfatti 2006], mesclando drones experimentais da vida real com uma abordagem lúdica (tamanho e força ampliados).

A progressão do jogo gira em torno da taxa de preservação do bioma, vinculando o avanço do jogador à minimização de danos ambientais. A estrutura é não linear: o jogador pode escolher a ordem das fases e jogá-las novamente para cumprir objetivos opcionais, como resgatar animais ou preservar ainda mais da vegetação — ações recompensadas com medalhas que, quando coletadas, desbloqueiam um final alternativo. Essa abordagem incentiva a exploração e o aprimoramento de estratégias, reforçando o ciclo de *gameplay*, além de tudo, gerando satisfação pelo trabalho ambiental bem executado.

5.2. Requisitos Técnicos

O jogo implementa um sistema de salvamento que preserva o progresso do jogador entre sessões, utilizando um banco de dados SQL local para armazenar as informações. Esse sistema permite pausar e retomar o jogo em qualquer intervalo entre fases, atualizando automaticamente os dados quando o jogador retorna ao *Hub* - a tela de seleção representada por um mapa interativo do Brasil, onde cada bioma corresponde a uma fase. Além de guardar as medalhas conquistadas, o sistema possibilita reassistir *cutscenes* e ambos os finais já desbloqueados.

O drone inteligente emprega recursos de IA com três estados comportamentais distintos: permanece inativo (*idle*) quando não há incêndios próximos, ativa-se ao detectar fogo nas imediações e executa a ação de apagar quando engajado. Essa lógica foi implementada através de Máquinas de Estado Finito. Para movimentação de personagens e animais, o jogo utiliza o sistema *NavMesh* da Unity [Brewer 2019], que permite navegação inteligente com desvio de obstáculos. Os personagens controlados pelo jogador se movem para o ponto clicado no cenário, enquanto os animais se deslocam aleatoriamente pela área até serem resgatados, quando então passam a buscar a saída mais próxima.

5.3. Fases

O jogo contempla cinco dos seis biomas brasileiros, enfatizando aqueles com maior incidência de queimadas em 2024 [Przibisczki 2024]. Destaque especial para a Amazônia, que registrou 38.266 focos apenas em agosto – o maior número mensal desde 2010 [WWF 2024]. Os biomas selecionados (Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Amazônia e Pantanal), representados na Figura 1, foram implementados buscando não apenas fidelidade visual, mas também incorporando elementos que impactam diretamente na jogabilidade.

A Caatinga (Figura 1c) exemplifica essa abordagem: seu clima árido e temperaturas elevadas, que aceleram a propagação do fogo na realidade, foram traduzidos em mecânicas de jogo que exigem agilidade e planejamento estratégico do jogador, com chamas que se alastram mais rapidamente.

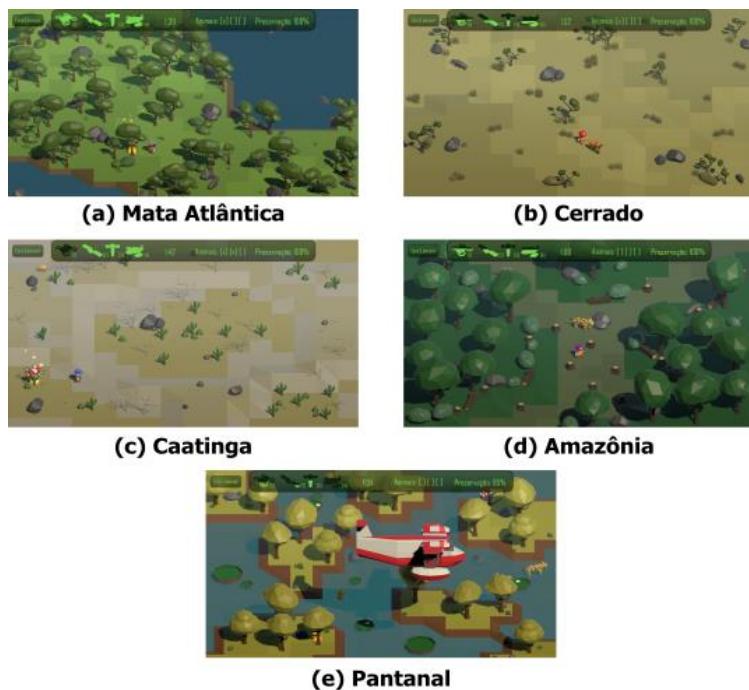


Figura 1. Biomas com as fases do jogo.
Fonte: Autores, 2024.

No caso do Pantanal (Figura 1e), embora os incêndios ocorram principalmente na seca, optou-se por retratar suas famosas planícies alagadas, criando um desafio único: a água reduz a velocidade de movimentação do personagem. Essas escolhas de design,

como mostra a Figura 1, reforçam a identidade de cada fase, promovendo variações mecânicas que enriquecem a experiência do jogador, buscando simular tanto as características dos biomas quanto os impactos reais das queimadas.

5.4. Narrativa e Personagens

O jogo apresenta cinco personagens com design e personalidades distintas, criados para entreter e reforçar a temática ambiental, além de promover identificação com o público-alvo. Suas características são evidenciadas nos diálogos, que também servem para explicar suas funções na brigada. Roxo (Figura 2), por exemplo, é a engenheira do grupo, responsável pelos dispositivos inovadores - seu nome, como os demais, refere-se à cor de seu capacete.

Embora a narrativa pudesse funcionar com um único protagonista e narrador, a escolha por uma brigada busca transmitir a importância do trabalho coletivo. Essa decisão reforça que as brigadas de incêndio – grupos especializados na prevenção e combate a incêndios em áreas de risco – dependem de organização e cooperação para uma atuação eficaz.



Figura 2. Personagens jogáveis, referenciados pelas cores de seus capacetes.

Fonte: Autores, 2024.

Cada fase inicia com uma *cutscene* (Figura 3) que apresenta as características e importância do bioma, explicando a dinâmica de propagação de incêndios naquele ambiente. Ao término, uma nova *cutscene* complementa as informações, mostrando ações preventivas reais e as consequências dos incêndios no ecossistema. Na Mata Atlântica, destaca-se especialmente o risco para áreas urbanas próximas quando o fogo não é contido rapidamente [SOS Mata Atlântica 2024]. O fechamento de cada fase mostra tanto a atuação dos brigadistas quanto orientações práticas para o jogador, incluindo referências a ONGs e iniciativas de conservação relevantes.



Figura 3. Cutscene de introdução a Mata Atlântica.

Fonte: Autores, 2024.

As diferentes fases abordam desafios específicos de cada bioma: no Cerrado, os personagens alertam sobre os impactos da devastação no agronegócio; na Amazônia, Roxo destaca a relação entre queimadas e exploração madeireira ilegal; no Pantanal, Amarelo e Cinza discutem como a seca agrava incêndios de origem humana; enquanto na Caatinga, Azul aborda o aumento das queimadas naturais pelo aquecimento global. Essas situações reforçam a importância da preservação frente a ameaças diversas, demonstrando na prática como o manejo integrado do fogo - combinando ciência, práticas sustentáveis e ação das brigadas - pode mitigar danos ambientais e econômicos, em consonância com as políticas públicas.

As *cutscenes* trazem informações sobre cenários de incêndios criminosos, focando na indústria da agropecuária que usam de incêndios para abrir espaço para pasto e agricultura, como explicado pelo presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Rodrigo Agostinho:

“É muito essa lógica: eu vou acabar com a floresta. Não preciso desmatar. Porque o desmatamento é caro. O fogo é muito mais barato, só comprar gasolina e sair espalhando”, o que justifica incêndios tão intensos apesar da diminuição do desmatamento da Amazônia. O fogo é o meio mais eficiente para os ruralistas escaparem à fiscalização do Ibama. [...] [APIB 2024]

Os diálogos também destacam como as emissões de carbono das queimadas intensificam o aquecimento global, equilibrando a discussão entre causas criminosas e naturais dos incêndios, sempre as relacionando com a influência humana nos ecossistemas.

Em síntese, Brasal enfrentou o desafio de tratar a preservação ambiental e o combate às queimadas de forma simultaneamente educativa e lúdica para o público jovem. Utilizando mecânicas interativas e representações autênticas dos biomas, o jogo consegue conscientizar sobre causas e consequências dos incêndios enquanto simula estratégias reais de prevenção e combate, alinhadas ao Manejo Integrado do Fogo. Ao assumir o papel de brigadista, o jogador vivencia uma experiência dinâmica que transforma conceitos complexos em aprendizado orgânico, comprovando o potencial dos jogos como ferramentas educacionais que incentivam a reflexão e ação ambiental.

6. Considerações finais

Este artigo discutiu o desenvolvimento de Brasal, um jogo educacional que aborda o combate a queimadas e a preservação ambiental, alinhado ao ODS 12 e à Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo. Apesar da crescente devastação de biomas brasileiros – como evidenciado pelos dados recentes de queimadas – e da obrigatoriedade da educação ambiental (Lei 9.795/99), ainda há uma lacuna na integração efetiva desse tema, especialmente em escolas públicas [Marques et al. 2022].

Diante disso, Brasal foi concebido para preencher esta lacuna por meio da combinação entre mecânicas que simulam equipamentos reais de combate a incêndios, uma narrativa contextualizada sobre os biomas brasileiros e um sistema de progressão que recompensa a preservação ambiental. Os resultados mostraram que a abordagem gamificada foi eficaz em traduzir conceitos complexos em uma experiência tangível e reflexiva, sem sacrificar a diversão e o engajamento.

A análise do processo de desenvolvimento e dos elementos implementados em Brasal sugere que a gamificação, quando ancorada em dados reais e contextos ambientais específicos, pode ir além da simples transmissão de informação, favorecendo a construção ativa de significado por parte do jogador. O uso de mecânicas associadas à preservação, somado a variações entre os biomas e à presença de personagens com diferentes visões e conhecimentos, favoreceu uma experiência rica em conteúdo sem tornar a jogabilidade expositiva ou desmotivadora. Esses resultados reforçam a eficácia do design centrado no engajamento e na agência do jogador como caminho promissor para abordar temas socioambientais de forma crítica, acessível e significativa.

No entanto, o projeto apresenta algumas limitações que apontam para direções futuras. Atualmente disponível apenas para PC, uma versão *mobile* do jogo facilitaria significativamente o acesso ao conteúdo educacional. Outras melhorias incluem a adição de outros biomas como a Pampa, além de testes com o público-alvo para avaliar o impacto na aprendizagem. Estas adaptações potencializam o alcance e a eficácia do jogo como ferramenta educativa.

Brasal demonstra como os jogos digitais podem transformar desafios ambientais em experiências interativas e educativas. Seu modelo apresenta potencial para ser aplicado a outros temas de sustentabilidade, contribuindo para a formação de uma geração mais consciente e participativa na preservação ambiental.

Referências

- Agro é fogo: o negócio por trás das queimadas e a instituição do marco temporal (2024). <https://apiboficial.org/2024/09/06/agro-e-fogo-o-negocio-por-tras-das-queimadas-e-a-instituicao-do-marco-temporal/>.
- Alencar, A., Arruda, V., Martenexen, F., et al. (2024). Fogo no Brasil em 2024: o retrato fundiário da área queimada nos biomas. Nota técnica. <https://ipam.org.br/bibliotecas/fogo-no-brasil-em--2024-o-retrato-fundiario-da-area-queimada-nos-biomas/>.
- Bernardo, A. C. F. (2021). Jogo Sério para Prevenção de Fogos Florestais. Universidade Beira Interior.
- Brasil (1999). Política Nacional de Educação Ambiental. 27 abr. 1999.

- Brasil (2024). Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo. 31 jul. 2024.
- Brewer, D. (2019). Tactical Pathfinding on a NavMesh. Game AI Pro 360. CRC Press. p. 25–32.
- CBMMS é referência no uso de Geotecnologias no combate aos incêndios florestais (2024). <https://www.bombeiros.ms.gov.br/cbmms-e-referencia-no-uso-de-geotecnologias-no-combate-aos-incendios-florestais>.
- CCAD - Columbus College of Art & Design (2023). Smokey's Scouts.
- CENSIPAM - Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (2024). Panorama - Mapas Interativos. <https://panorama.sipam.gov.br/painel-do-fogo/>.
- Compto, G. (2023). Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais. Serious Games: do lúdico à educação. Ponta Grossa - PR: Athena. p. 20–34.
- Cubehamster (2020). Bushfire.
- De Abreu, P. L. (2013). O lúdico na educação infantil como facilitador de aprendizagem. Universidade de Brasília.
- Deguirmendjian, S. C., De Miranda, F. M. e Zem-Mascarenhas, S. H. (2016). Serious Game desenvolvidos na Saúde: Revisão Integrativa da Literatura. Journal of Health Informatics, p. 110–116.
- Diniz, A. C., Gomes, F. P., Moreno, D. A. e De Araujo, G. C. (2024). Terraverde: um jogo para conscientização ambiental. In Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2024). Sociedade Brasileira de Computação.
- Felix, T. (2025). Brasil registra crescimento de quase 80% nas áreas queimadas, diz estudo. <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-registra-crescimento-de-quase-80-nas-areas-queimadas-diz-estudo/>.
- Fonseca-Morello, T., Ramos, R., Steil, L., et al. (2017). Fires in Brazilian Amazon: Why does policy have a limited impact? Ambiente & sociedade, v. 20, n. 4, p. 19–38.
- Haje, L. (2025). Projeto cria nova lei sobre educação ambiental nas escolas. Fonte: Agência Câmara de Notícias. Portal da Câmara dos Deputados. <https://www.camara.leg.br/noticias/1141175-projeto-cria-nova-lei-sobre-educacao-ambiental-nas-escolas/>.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([S.d.]). Indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Brasil. <https://odsbrasil.gov.br/>.
- Machado, L. S., Valença, A. M. G. e Morais, A. M. (2016). Um Serious Game para Educação Sobre Saúde Bucal em Bebês. Tempus Actas de Saúde Coletiva, v. 10, n. 2, p. 167–186.
- Malfatti, S. M. e Fraga, L. M. Utilizando Behaviors Para o Gerenciamento da Máquina de Estados em Jogos Desenvolvidos com Java 3D. In: Brazilian Symposium Games. 2006.
- Marques, W. R. A., Rios, D. L. e Alves, K. dos S. (2022). A percepção ambiental na aplicação da Educação Ambiental em escolas. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 17, n. 2, p. 527–545.

- Mattar, J. (2013). Web 2.0 e redes sociais na educação. Artesanato Educacional.
- Mattar, J. (2017). Metodologias ativas: para a educação presencial, blended e a distância. Artesanato Educacional.
- Munhoz, L. e Antun, O. (2024). Catástrofe dos Incêndios: Já temos a solução ou não. Agroanalysis. Fundação Getulio Vargas. v. 44p. 23–25.
- Przibiszcki, C. (2024). Queimadas explodem em cinco dos seis biomas brasileiros. <https://oeco.org.br/noticias/queimadas-explodem-em-cinco-dos-seis-biomas-brasileiros/>.
- Serra Junior, D. F., De Souza, R. C. e Baldassini, R. dos S. (2024). A Importância da Educação Ambiental nas escolas para a promoção do desenvolvimento sustentável. Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, v. 8, p. 185–194.
- SOS Mata Atlântica (2024). Incêndios florestais escancaram a fragilidade de cidades paulistas e reforçam a urgência da restauração de ecossistemas. <https://www.sosma.org.br/noticias/incendios-florestais-escancaram-a-fragilidade-de-cidades-paulistas-e-reforcam-a-urgencia-da-restauracao-de-ecossistemas>.
- WWF (2024). Queimadas nos principais biomas brasileiros se concentraram em áreas de vegetação nativa em ago. <https://www.wwf.org.br/?89621/Queimadas-nos-principais-biomas-brasileiros-se-concentraram-em-areas-de-vegetacao-nativa-em-agosto>.