

Expandindo o ForestEyes: Proposta de um Jogo Digital para Ampliar o Monitoramento do Desmatamento via Ciência Cidadã

Enzo O. Fernandes¹, Álvaro L. Fazenda², Vanessa A. Pereira², Fábio Cappabianco², Alfredo Goldman¹

¹Instituto de Matemática e Estatística da USP
enzo.fernandes@usp.br

1. Contexto e Problema

O desmatamento na Amazônia é uma crise crescente ($> 10.000 \text{ km}^2/\text{ano}$; INPE, 2024). O volume massivo de imagens de satélite torna impossível a análise manual apenas por especialistas.

O projeto **ForestEyes** utiliza Ciência Cidadã para monitorar a Amazônia: voluntários classificam segmentos de imagens de satélite para treinar modelos de Inteligência Artificial (Dallaqua, Fazenda e Faria, 2021; Fazenda e Faria, 2024).

Na plataforma atual, a Zooniverse (Zooniverse, s.d.), observam-se problemas de engajamento:

- **Baixo engajamento:** a tarefa repetitiva leva à evasão rápida dos voluntários.
- **Falta de contexto:** o usuário não entende seu papel no todo.
- **Limitação técnica:** a Zooniverse não oferece suporte nativo a mecânicas de jogo mais ricas (missões, narrativa, níveis persistentes).

2. Objetivos

Este trabalho propõe a expansão do ForestEyes através da gamificação, com foco em:

1. **Reter:** aumentar o tempo de permanência e o retorno de voluntários.
2. **Qualificar:** melhorar a acurácia via consenso gamificado e *feedback*.
3. **Educar:** fortalecer a conscientização sobre conservação florestal.

3. Metodologia (RSL)

Foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura com apoio da ferramenta Parsifal, uma plataforma web para planejar, registrar e conduzir revisões sistemáticas. O protocolo seguiu o esquema PICOC, considerando projetos de Ciência Cidadã e seus voluntários (população), jogos digitais e plataformas gamificadas (intervenção), engajamento/participação/qualidade de dados (resultados) e o contexto de monitoramento ambiental e desmatamento (Bonney et al., 2014).

A string `gam* AND ("citizen science" OR "crowdsourcing") AND (environmental OR deforestation OR "land use")` foi aplicada nas bases ACM, IEEE, Scopus e Web of Science. Após remoção de duplicatas e triagem PRISMA (título, resumo e texto completo), obteve-se um conjunto de estudos elegíveis, que foi então submetido a uma avaliação de qualidade no Parsifal.

Cada artigo recebeu nota de 0 a 6, com base em seis questões sobre uso de gamificação, número de participantes, avaliação de engajamento e qualidade dos dados. As respostas (*sim/parcialmente/não*) tiveram pesos 1,0 / 0,5 / 0,0 e adotou-se ponto de corte 3,0: apenas 14 estudos atingiram essa nota mínima e compuseram o conjunto final utilizado nas sínteses do trabalho.

Principais achados:

- **Gamificação superficial:** muitos projetos limitam-se a pontos e *badges*, com engajamento de curto prazo.
- **Integração e narrativa limitadas:** poucos jogos usam dados reais de monitoramento em tempo (quase) real, e *storytelling* aparece pouco, embora seja apontado como importante para engajamento.

4. Proposta de Jogo

O conceito define o usuário como um Guardião da Floresta. A classificação passa a ser parte de uma missão coerente, explorando princípios de sabedoria das multidões (Surowiecki, 2004).

Mecânicas principais:

- **Missões:** imagens agrupadas por dificuldade (ex.: nuvens vs. desmatamento).
- **Níveis:** progressão baseada na precisão, não apenas na quantidade de tarefas.
- **Recompensas:** XP e *badges*, além de desbloquear trechos da narrativa.
- **Feedback:** retorno visual imediato quando há consenso sobre a classificação.

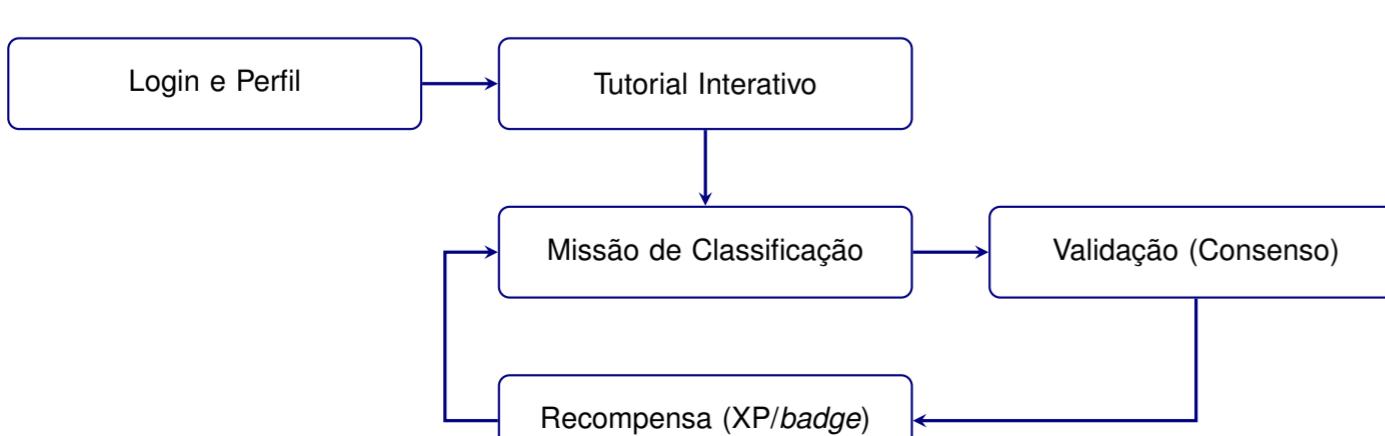


Figura 1: Fluxo de interação no jogo

5. Arquitetura Técnica

Para superar as limitações do Zooniverse, propõe-se uma arquitetura externa em três camadas:

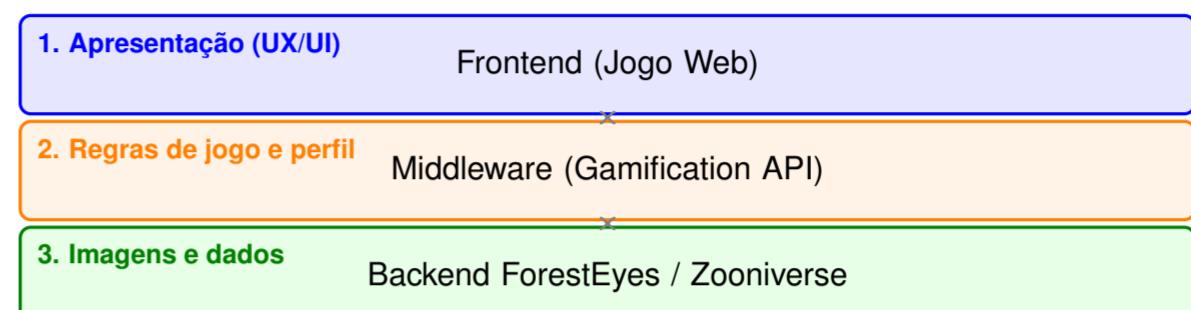


Figura 2: Arquitetura em camadas proposta

Essa separação garante a integridade dos dados científicos, ao mesmo tempo em que moderniza a interface e permite experimentar diferentes estratégias de jogo.

6. Resultados Esperados

- **Retenção:** redução da taxa de abandono inicial de novos voluntários.
- **Qualidade:** diminuição de respostas ruidosas (chutes) em até 20%.
- **Escalabilidade:** possibilidade de adicionar novos minigames sem alterar o backend científico.

7. Conclusão

A RSL permitiu mapear o estado da arte de jogos e plataformas gamificadas voltadas à Ciência Cidadã, evidenciando tanto o potencial quanto as limitações das abordagens existentes. A partir desses achados, o trabalho propôs um jogo e uma arquitetura que dialogam diretamente com as lacunas identificadas, em especial a falta de narrativas envolventes e a fraca integração com dados reais de monitoramento.

A expansão gamificada do ForestEyes busca, ao mesmo tempo, aumentar o engajamento dos voluntários, qualificar as classificações e aproximar o público da temática do desmatamento. Como trabalhos futuros, destaca-se a implementação do protótipo, sua integração com o backend científico e estudos empíricos com usuários, comparando a experiência de jogo com a interface tradicional da Zooniverse.

8. Percepção Pessoal

Quando entrei no projeto, a expectativa era apenas programar um jogo. Eu praticamente não tinha experiência prévia com artigos acadêmicos, protocolos de revisão ou avaliação de qualidade de estudos. O contato com a RSL mudou completamente essa visão.

Participar das reuniões semanais, discutir os artigos com a equipe e aplicar o protocolo no Parsifal mostrou, na prática, como decisões de design e de arquitetura dependem de evidências e não só de intuição. Do ponto de vista pessoal, o trabalho foi um aprendizado sobre método científico, colaboração interdisciplinar e sobre o fato de que, em um projeto real, escrever código é só uma parte da história.

9. Referências (selecionadas)

- Bonney, R. et al. (2014). Next steps for citizen science. *Science*.
- Dallaqua, F. B. J. R., Fazenda, Á. L., & Faria, F. A. M. (2021). ForestEyes Project: conception, enhancements, and challenges. *Future Generation Computer Systems*.
- Fazenda, Á. L., & Faria, F. A. (2024). ForestEyes: Citizen Scientists and Machine Learning-Assisting Rainforest Conservation. *Communications of the ACM*.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). (2024). Monitoramento do Desmatamento da Amazônia Legal por Satélite PRODES.
- Surowiecki, J. (2004). *The Wisdom of Crowds*. Anchor Books.
- Zooniverse (s.d.). ForestEyes usando cidadãos para rastrear o desmatamento.