

Soluções inovadoras para práticas turísticas sustentáveis com educação ambiental e incidentes com tubarões

Marina Kunst
UFPE

Recife, Brasil
marina.kunst@ufpe.br

Walter Correia
UFPE

Recife, Brasil
walter.franklin@ufpe.br

João Teixeira
EACH - USP UFPE

Recife, Brasil
joao.teixe@ufpe.br

Ana Silva
UFRPE

Recife, Brasil
anaquiteria.silva@ufrpe.br

Artur Sales
UFPE

Recife, Brasil
artur.leal@ufpe.br

Maria Salgueiro
UFPE

Recife, Brasil
clara.vidal@ufpe.br

Daniel Lima
UFRPE

Recife, Brasil
daniel.feitosalima@ufrpe.br

João Costa
UFPE

Recife, Brasil
joao.cacosta@ufpe.br

Pedro Simões
UFPE

Recife, Brasil
pedro.hsimoies@ufpe.br

Samuel Liberato
UFPE

Recife, Brasil
samuel.mliberato@ufpe.br

Sérgio Souza
UFPE

Recife, Brasil
sergio.gbsouza@ufpe.br

José dos Santos
UFRPE

Recife, Brasil
jose.cpsantos@ufrpe.br

Raquel Palha
UFPE

Recife, Brasil
rachel.palha@ufpe.br

Murilo da Silveira
UFPE

Recife, Brasil
murilo.asilveira@ufpe.br

Fabio Campos
UFPE

Recife, Brasil
fc2005@gmail.com

Adiel Filho
UFPE

Recife, Brasil
adielfilho@cin.ufpe.br

José Siqueira
UFPE

Recife, Brasil
edeson.siqueira@ufpe.br

Natanael Sobral
UFPE

Recife, Brasil
natanvsobral@gmail.com

Marina Barros
UNICAP

Recife, Brasil
marina.barros@unicap.br

Abstract—In a scenario of environmental imbalance, the number of incidents involving humans and sharks on Brazilian beaches, particularly in the state of Pernambuco, has reached a record of 67 cases in a 20-year period, thus attracting national and international attention since the early 1990s. Although statistically rare, these attacks cause significant social, environmental, and economic impacts, especially in tourist areas. In light of these events, this article proposes technological alternatives to raise awareness of aquatic safety among the people of Pernambuco, promote environmental preservation, and, consequently, significantly reduce incidents between humans and sharks on Pernambuco's beaches.

Keywords—innovation; sustainable practices; tourism.

Resumo—Em um cenário de desequilíbrio ambiental, o número de incidentes envolvendo humanos e tubarões em praias brasileiras, com destaque para o Estado de Pernambuco, registra uma marca de 67 casos em um intervalo de 20 anos e, portanto, tem despertado atenção nacional e internacional desde o início dos anos 1990. Embora estatisticamente raros, esses ataques causam impactos sociais, ambientais e econômicos significativos, especialmente nas áreas turísticas. Em observância a esses acontecimentos, este artigo propõe alternativas tecnológicas com o intuito de

promover à sociedade pernambucana a conscientização sobre segurança aquática, a valorização da preservação ambiental e, por consequência, auxiliar de forma expressiva na redução dos incidentes entre humanos e tubarões nas praias de Pernambuco.

Palavras-chave—inovação; práticas sustentáveis; turismo.

I. INTRODUÇÃO

O litoral de Pernambuco, conhecido por suas praias paradisíacas, tem sido palco de uma crescente preocupação desde a década de 1990, quando foi registrado um aumento significativo no número de incidentes envolvendo tubarões, em especial nas praias urbanas da Região Metropolitana do Recife [1]. Hoje, o litoral de Pernambuco encontra-se em #1 lugar no ranking de incidentes com tubarão no Brasil (dados a partir de 1931), enquanto o país está situado na #4 posição mundial [2].

Esses incidentes, muitas vezes exacerbados por fatores antrópicos como a degradação ambiental, pesca predatória e alterações nos habitats naturais, apontam para a necessidade de medidas preventivas que promovam tanto a segurança aquática

quanto a proteção das espécies de tubarões e seus ecossistemas [3]. Afinal, esses eventos geraram medo na população e abalaram a atividade turística local motivando investigações científicas para identificar suas causas e prevenir novos incidentes [4]. Além de apresentar a necessidade de fomentar a educação ambiental com as pessoas, apresentando formas seguras de se relacionar com o meio ambiente e desmistificando os riscos e estereótipos de vilania dos tubarões [5].

Nesse contexto, a educação ambiental surge como ferramenta estratégica para abordar questões de segurança no banho de mar, promovendo práticas responsáveis e sustentáveis entre a população. Estudos demonstram que soluções educativas lúdicas e tecnologicamente inovadoras, como a gamificação e a Realidade Aumentada (RA), são capazes de engajar diferentes públicos e gerar maior impacto na retenção de informações críticas [6]. Tecnologias com essa mostram seu impacto no ensino da educação ambiental. Santos e Abessa [7], apontam empoderamento, aquisição de novas perspectivas e visualização, constituindo uma boa ferramenta para educadores marinho. Ademais, os autores afirmam que após a imersão, houve uma resposta psicológica de conexão com o ambiente marinho e que os participantes relataram uma oportunidade de reflexão e conscientização sobre a sua responsabilidade em relação à natureza.

Dentre as várias tecnologias emergentes, a RA é vista como recurso auxiliar na ação de redução de incidentes entre humanos e tubarões. Segundo Chamba-Eras e Aguilar [8], a RA tem a capacidade de combinar objetos físicos e virtuais, propondo uma interação expressiva entre os mundos real e virtual, além de proporcionar experiência agradável para o usuário da aplicação. Ainda, estudos recentes também destacam que o uso de tecnologias assistivas em projetos educacionais aumenta significativamente a acessibilidade e inclusão de públicos com deficiência [9], um aspecto pouco explorado em iniciativas similares.

Assim, este artigo propõe elaborar propostas de cartilha e jogo baseados em RA para ações educativas voltadas para turistas, promovendo a conscientização sobre práticas que reduzam riscos de incidentes e incentivem o respeito à fauna marinha.

II. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados Scopus e Web of Science. A estratégia de busca utilizada foi: TITLE-ABS-KEY (Shark*) AND TITLE-ABS-KEY (Incident* OR Attack* OR "human-shark interaction*" OR "bite*" OR "risk assessment" OR "mitigation" OR "management"). Essa string de busca foi desenvolvida para resgatar publicações que abordassem o tema dos tubarões e conexões com incidentes, ataques ou interações entre humanos e tubarões, apresentando riscos, mitigação, segurança e gestão.

Os resultados apresentaram 6084 documentos no espaço temporal de 1899 a 2025.

Com esta pesquisa bibliográfica, uma estrutura conceitual de aplicação foi definida, composta por três pilares: cartilha educativa, jogo interativo e RA. Para integrar a experiência física com a digital, será desenvolvido um carimbo com o símbolo e nome do projeto, acompanhado de um QR Code.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ideia de utilizar RA ocorreu pelo fato de que essa tecnologia pode ser empregada de forma a enriquecer a experiência do usuário, integrando elementos virtuais ao ambiente físico e ampliando as possibilidades interativas do jogo. Dessa forma, nas subseções abaixo serão demonstradas conceitualmente a cartilha e o jogo baseados em RA.

A. Cartilha em RA

A dimensão cartilha será responsável por transmitir as principais informações acerca de aspectos do meio ambiente, dos tubarões, do clima e outras questões, a partir de informações confiáveis e científicas.

Inspirada nos aplicativos de previsão do tempo, esta proposta visa desenvolver uma interface que forneça dados relevantes relacionados à segurança de mergulho em ambientes costeiros, com foco na prevenção de interações entre humanos e tubarões. A aplicação apresentaria, de forma clara e acessível, indicadores que influenciam a probabilidade de ocorrência de incidentes, como horário do dia, maré, turbidez da água, temperatura e histórico de ocorrências. Com base nesses parâmetros, o sistema poderia sugerir se o mergulho seria seguro ou não naquele momento.

A apresentação dessas informações poderia ocorrer tanto em uma interface digital convencional quanto por meio de recursos de RA, permitindo ao usuário alternar entre os modos de visualização por meio de um switch de interação. Esta abordagem busca aliar clareza informativa à inovação tecnológica, promovendo consciência situacional em tempo real. Uma visão geral e inicial desta cartilha pode ser vista na Figura 1.

B. Jogo em RA

No âmbito da seção lúdica do aplicativo, é proposto o desenvolvimento de um jogo no estilo tycoon, com elementos de jogos incrementais e base builder, concebido para ser de fácil compreensão e, ao mesmo tempo, transmitir conteúdos educativos de forma engajadora.

Jogos "tycoon" são um simulador de negócios ou atividades a serem realizados dentro do jogo específico, oferecendo uma interface atraente com jogabilidade interativa e envolvente. Neste tipo de jogo, o usuário assume o papel de responsável do negócio, trabalhando por conta própria. E quanto mais



Fig. 1. Ideação inicial da cartilha

bem-sucedido são as decisões, mais são as oportunidades de expandir os negócios com vários funcionários e com um espaço de trabalho maior, como apontam Vakaliuk et al. [10].

O jogo incluirá, por exemplo, um botão de informações que, ao ser acionado, exibiria conteúdos informativos contextualizados, com base em dados científicos, reportagens e artigos acadêmicos que sustentem os conceitos representados no jogo. A ideia inicial desse jogo pode ser visualizada na Figura 2.

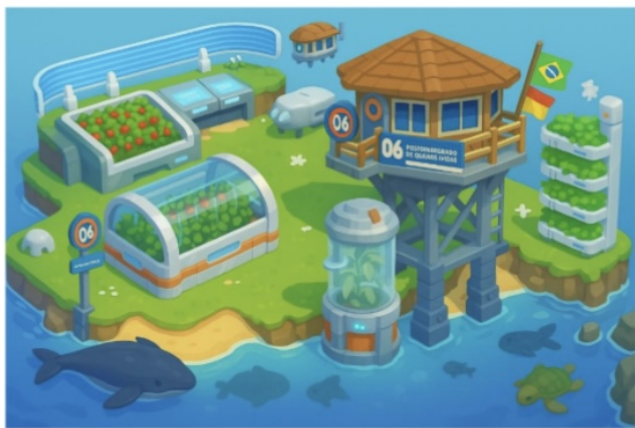


Fig. 2. Imagem gerada por IA para exploração do design do jogo

1) *Colecionáveis: Cartas de Tubarão:* Com ênfase na valorização do turismo local e da interação territorial, esta proposta prevê a criação de um álbum digital de figurinhas, no qual o usuário possa colecionar kits de tokens representando espécies de tubarões ou elementos do ecossistema marinho.

A obtenção desses kits estaria vinculada à visita a pontos turísticos próximos à orla, de modo semelhante ao projeto “Passaporte Pernambuco”, em que os visitantes “carimbam” os locais visitados, oferecendo uma experiência tátil e interativa que se alinha bem com as capacidades de um dispositivo móvel, de forma que os comandos de tocar e arrastar seriam suficientes para tornar a experiência de abrir um pacote de cartas gratificante, similar ao que se observa em jogos como Pokémon TCG Pocket, da Nintendo [11].

No contexto da aplicação, a coleta se daria de forma digital, com possíveis integrações com RA e reconhecimento de marcadores físicos. Além disso, a proposta prevê a interconectividade com as demais seções do aplicativo: usuários poderiam ser recompensados com kits de figurinhas ao realizar determinadas ações, como acessar a cartilha diariamente ou completar missões no jogo. O pacote seria responsivo ao toque: um clique resultaria em um efeito simples de “esticar e encolher”, e arrastar o pacote o moveria pela tela. Para abrir o pacote, o usuário deveria tocar e segurar, fazendo surgir uma linha indicativa para o arrasto correto; arrastar em outra direção resultaria apenas na rotação do pacote. Para garantir a acessibilidade, uma opção de abertura simplificada do pacote deve ser implementada, facilitando o uso por pessoas com limitações de mobilidade nas mãos.

Considerando que a coleção deverá ter 20 cartas, sendo três cartas por pacote e com possibilidade de repetições, a obtenção apenas por meio de visitas a pontos turísticos seria inviável para a maioria dos usuários, podendo gerar frustração e abandono do jogo. Isso justifica a necessidade de múltiplas formas de aquisição de cartas. Atividades dentro do jogo ou troca de cartas repetidas poderiam conceder aos jogadores moedas virtuais, as quais seriam utilizadas para a compra de pacotes de cartas adicionais, garantindo progressão e engajamento do usuário.

Essa lógica de recompensas busca fomentar a exploração do território, a recorrência no uso do aplicativo e o engajamento contínuo dos usuários com os conteúdos propostos. Na Figura 3 é possível visualizar esses colecionáveis.

2) *Visualizando os Tubarões:* Esta ideia surge em conjunto com o conceito dos colecionáveis e é um gerenciador de uma “Unidade de Monitoramento de Tubarões”, que contaria com drones aquáticos com câmeras de segurança, permitindo a visualização dos tubarões em seus habitats naturais.

Dessa forma, a tela principal do jogo incluirá um botão com um ícone de câmera que, ao ser clicado, levará o usuário para as telas de visualização dos tubarões. Essas telas apresentarão cenas subaquáticas com os tubarões, divididas em múltiplas cenas para evitar a poluição visual e respeitar os diferentes habitats das espécies. Por exemplo, a tela referente à área de Recife exibirá apenas os tubarões avistados nestas praias. O visual dessas telas será estilizado, o que é mais adequado

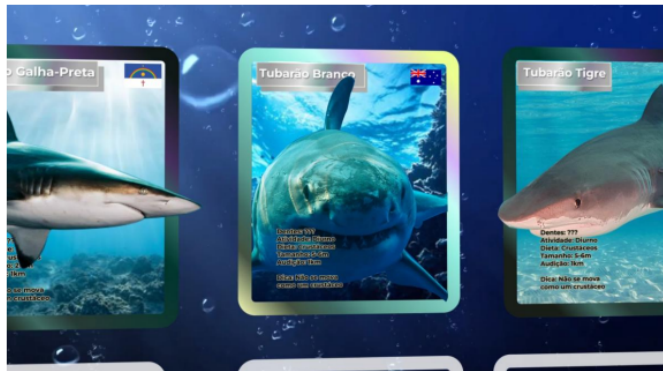


Fig. 3. Imagem-conceito do álbum de figurinhas digital.

para dispositivos com menor poder computacional e também evita representações excessivamente realistas que poderiam ser desconfortáveis ou assustadoras para alguns usuários.

Nessas telas, o jogador poderá navegar entre diferentes câmeras por meio de botões, visualizando os tubarões já coletados. Aqueles ainda não obtidos serão representados por suas silhuetas, indicando que ainda faltam ser adquiridos. Ao tocar em um tubarão, a câmera se aproximará, e um painel com informações detalhadas sobre o animal será exibido.

As telas de visualização também oferecerão um modo de RA, selecionável pelo usuário. Nesse modo, os modelos 3D dos tubarões serão carregados no ambiente real do usuário, acompanhados de efeitos de pós-processamento para simular um ambiente subaquático (como uma máscara de cor azulada, névoa e cáusticas). Diferente do controle por toque, o painel de informações do tubarão surgirá quando o usuário apontar a câmera para o animal e se aproximar.

Assim, o desenvolvimento da cartilha e do jogo estão baseados, inclusive, na ideia de Mensink et al. [12] de que a imersão é vista para apoiar ideias envolvendo aprendizagem e transferência de habilidades aprendidas no mundo virtual para o mundo real. Esta ideia foi uma das bases para a construção do MarineXR, um módulo de aprendizagem de RA com foco no envolvimento de todos os alunos na natureza das concepções científicas, incluindo a prática da ciência e dos cientistas [13].

Este estudo ainda se relaciona com a pesquisa de Ferreira [14]. Para ele, a RA pode ajudar as pessoas a visualizarem e compreenderem a natureza dos perigos ao redor. Com marcadores (sinalizações), as pessoas podem tomar decisões de forma mais segura. Além disso, ele considera que estratégias visuais são ferramentas educacionais eficazes para incentivar a conscientização e a compreensão do retorno, que por ser visualizada com um smartphone, pode melhorar a percepção de risco, levando à adoção de um comportamento mais seguro.

IV. CONCLUSÃO

As propostas iniciais apresentadas representam um avanço na definição e estruturação conceituais das dimensões que compõem o aplicativo em desenvolvimento, com foco em educação ambiental, prevenção de incidentes com tubarões e valorização do turismo local.

A segmentação do conteúdo em três dimensões (Cartilha, Jogo e Realidade Aumentada) permite uma abordagem mais estruturada e eficiente, tanto do ponto de vista técnico quanto pedagógico, facilitando a experiência do usuário e ampliando o potencial de impacto da aplicação.

Por fim, destaca-se que as etapas seguintes incluem, dentre outras, a finalização dos protótipos, a validação com stakeholders e a incorporação de recursos de acessibilidade, tais como descrições em áudio, legendas e elementos interativos otimizados para leitores de tela, além da disponibilização do código do jogo como software livre no futuro.

V. AGRADECIMENTOS

Ao órgão de fomento FACEPE pela apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] M. C. d. ARAÚJO, "Análise espaço-temporal de incidentes com tubarões no litoral de pernambuco," 2019.
- [2] I. S. A. File, Florida Museum of Natural History, 2025.
- [3] N. S. Hart and S. P. Collin, "Sharks senses and shark repellents," *Integrative zoology*, vol. 10, no. 1, pp. 38–64, 2015.
- [4] P. I. A. de Souza, "Área 10-cultura, lazer, turismo e desenvolvimento regional uma avaliação dos impactos dos ataques de tubarão sobre o turismo da região metropolitana do Recife (rnr)," Ph.D. dissertation, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- [5] B. M. d. Souza et al., "Percepções dos surfistas da ilha de Santa Catarina sobre tubarões e implicações para a conservação," 2024.
- [6] M. Dunleavy and C. Dede, "Augmented reality teaching and learning," *Handbook of research on educational communications and technology*, pp. 735–745, 2013.
- [7] A. J. R. G. dos Santos and D. M. de Souza Abessa, "Realidade virtual como ferramenta de sensibilização do público na conservação da biodiversidade marinha," *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, vol. 16, no. 5, pp. 46–73, 2021.
- [8] L. Chamba-Eras and J. Aguilar, "Augmented reality in a smart classroom—case study: Saci," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 12, no. 4, pp. 165–172, 2017.
- [9] Y. Correa, T. B. Moro, and C. B. Valentini, "Tecnologia assistiva na educação inclusiva," *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, pp. 2963–2970, 2021.
- [10] T. Vakaliuk, V. Kontsedailo, D. Antoniuk, and O. Korotun, "Using game dev tycoon to create professional soft competencies for future engineers-programmers," 2020.
- [11] Creatures Inc. and DeNA, "Pokémon trading card game pocket," Mobile game for iOS and Android, 2024, released on October 30, 2024.
- [12] P. Mensink, R. Brar, A. Sajid, and I. Decoito, "Marine xr: The impact of an immersive learning app on student motivation and engagement with the biology, ecology and conservation of basking sharks," *Immersive Learning Research-Practitioner*, pp. 67–70, 2022.
- [13] P. Mensink, L. Briona, and I. Decoito, "Marinexr: Ocean education in augmented reality," 2023.
- [14] R. FERREIRA, "Augmented reality concept to improve public awareness and safety at the beach," Ph.D. dissertation, Universidade Europeia, 2020.