

# Immersive Ocean: Uma experiência em RV para educar estudantes sobre a biodiversidade marinha brasileira e a poluição

Stefane A. Orichuela<sup>1</sup>, Bianca M.A. Miranda<sup>1</sup>, Mateus A. Oliveira<sup>1</sup>, Yohanna M.G. Ferreira<sup>2</sup>, Samuel S. P. Costa<sup>1</sup>, Deborah D. Arruda<sup>1</sup>, César Rennó-Costa<sup>1</sup>, Alyson M.C. Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AKCIT-IMD - Instituto Metrópole Digital  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Caixa Postal 1524 – 59078-970 – Natal – RN – Brazil

<sup>2</sup>Centro de Biociências  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Caixa Postal 1524 – 59078-970 – Natal – RN – Brazil

{stefaneassisori, miranda.bianca41, devmateusalves, yohannagalarza67, ssoares981}@[gmail.com.br](mailto:gmail.com.br), deboraharruda@hotmail.com {cesar, alyson}@imd.ufrn.br

**Abstract.** *This article presents the Immersive Ocean, a Virtual Reality experience designed to educate elementary school students about the biodiversity of the Brazilian coast and the impacts of pollution. Developed in Unity for IEEE Education Week, the project uses narrative to transform a healthy ecosystem into a polluted one, generating emotional impact. Initial tests with students prompted design adjustments, such as replacing teleportation with free movement. The questionnaires demonstrated a good reception and potential for future development, including greater interactivity and multiplayer support.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta o Immersive Ocean, experiência em Realidade Virtual para educar alunos do ensino fundamental sobre a biodiversidade da costa brasileira e os impactos da poluição. Desenvolvido no Unity para a Semana da Educação do IEEE, o projeto usa uma narrativa que transforma um ecossistema saudável em poluído, gerando impacto emocional. Testes iniciais com alunos motivaram ajustes no design, como a troca do teletransporte por locomoção livre. Questionários mostraram boa recepção e potencial de conscientização, indicando avanços futuros como maior interatividade e suporte multiplayer.*

## 1. Introdução

A conservação marinha é ameaçada por fatores como poluição e pesca, mas uma barreira crítica é a distância psicológica [Maiella et al. 2020], que torna o problema abstrato e distante [Fauville et al. 2020]. A Realidade Virtual (RV) pode superar essa barreira ao permitir que os usuários vivenciem diretamente as consequências, reduzindo a distância psicológica [Gaglietti 2024]. Potencializando a educação ambiental com uma abordagem local, o projeto *Immersive Ocean* inspira-se em trabalhos brasileiros de RV (*DinosaurVR* [de Carvalho Souza et al., 2023], *MedusoZoa* [Souza et al., 2022] e *XiloVR* [Costa et al., 2024]) para focar na conservação marinha brasileira. Baseado na

psicologia ambiental e na alfabetização oceânica, ele se diferencia de vídeos 360° [Hetherington et al. 2025] ao usar interação direta para engajar alunos de escolas públicas na preservação do oceano.

Este artigo apresenta o "*Immersive Ocean*", um projeto de RV que insere participantes em um ambiente compartilhado para aprender sobre a biodiversidade e a poluição dos oceanos brasileiros por meio de narrativas engajadoras. Tendo em vista essa experiência, foi realizada posteriormente uma análise do experimento apresentado aos participantes e os resultados coletados.

## **2. Ferramentas e Fluxo de trabalho**

Os modelos 3D foram produzidos no Blender 4.3, enquanto a experiência foi desenvolvida no Unity 2022.3.20. Para os testes, foram utilizados os Oculus Quest 2 e 3, com a implementação do rastreamento de mãos dos participantes contido no *Oculus* para a aplicação. O ambiente virtual foi planejado com foco educacional e de conscientização ambiental e estruturado em quatro elementos principais:

AquaBot – Assistente Virtual: Robô-guia que apresenta o ambiente e incentiva a exploração dos recifes virtuais.

Painel Interativo: Exibe informações educativas sobre criaturas marinhas quando apontadas com o laser da mão direita.

Introdução ao Tema Poluição: Após 70 segundos, o AquaBot aborda os impactos da poluição marinha.

Transição Visual: O cenário muda de um recife saudável para um poluído, criando impacto emocional sobre a degradação ambiental.

## **3. Desenvolvimento**

### **3.1. Ambientação**

Para compor o ambiente virtual, foram utilizados modelos 3D de recifes e corais do Sketchfab, convertidos em prefabs no Unity para facilitar sua reutilização. Um terreno foi criado e modelado manualmente para representar o fundo do oceano, onde os recifes e corais foram posicionados para simular um ecossistema realista. A texturização do terreno empregou areia e cascalho disponíveis na *Unity Asset Store*. A ambientação visual utilizou um *skybox* para simular luz e coloração subaquática, além de um filtro azul-esverdeado aplicado à câmera e uma camada de neblina progressiva, que aumenta a imersão e reduz a carga de renderização. A fauna marinha foi complementada por uma mecânica educativa sobre poluição: após alguns segundos de exploração, o personagem AquaBot introduz a temática e objetos de lixo, como copos plásticos, anzóis e outros, que começam a cair na água. Esses elementos são instanciados aleatoriamente a partir de um *GameObject* invisível na superfície, variando em posição e tipo, criando um efeito visual imersivo que reforça a mensagem ambiental da experiência. O efeito de cáustica (padrões luminosos subaquáticos) foi simulado com *light cookies*, técnica leve

e eficiente para RV. O *skybox* também recebeu tratamento para simular variações naturais de iluminação, como o escurecimento causado por nuvens. Um loop de intensidade luminosa foi implementado para criar essas flutuações e, quando o lixo surge, a tonalidade da *skybox* muda para verde, evocando a sensação de poluição.

### **3.2. Interação com os animais**

A fauna foi planejada para criar um ecossistema dinâmico, com espécies como tubarões-martelo, tartarugas, raias, sardinhas e peixes de recife. Cada animal se movimenta continuamente dentro de áreas delimitadas por cubos invisíveis, com tamanhos proporcionais ao comportamento de cada espécie: tubarões exploram volumes maiores, enquanto peixes menores permanecem restritos a zonas compactas. O deslocamento é gerado por pontos aleatórios dentro desses cubos, garantindo um ciclo constante de movimento e vida na cena. A interação educativa permite que o usuário identifique os animais por meio de um *laser pointer* acoplado à mão direita; ao apontar para uma espécie, um painel informativo surge no pulso esquerdo exibindo dados relevantes. Para reforçar o feedback visual, um shader ciano translúcido com linhas de varredura animadas é aplicado ao animal selecionado, evocando um efeito de escaneamento holográfico típico da ficção científica. Essa solução combina estética futurista com clareza didática, estimulando a curiosidade do participante e aprofundando sua conexão com o conteúdo educacional.

### **3.3. Guia Virtual**

O design do assistente virtual AquaBot foi pensado para ser amigável, simples e adaptável, permitindo a aplicação de skins temáticas conforme o ambiente (Figura 1, Esquerda). O traje escolhido inclui membranas palmadas e óculos de mergulho, elementos que, embora desnecessários para um robô, tornam o personagem mais próximo e crível para o usuário. Em uma escolha criativa, o tradicional tanque de oxigênio foi substituído por uma bateria extra com shader dinâmico, que exhibe visualmente a drenagem da energia do robô ao longo da experiência. A comunicação do robô ocorre por meio de textos exibidos em um painel integrado ao cenário, com cores que harmonizam com a fauna e flora marinhas. O sistema de diálogos foi programado para ser contínuo, alternando mensagens em intervalos regulares durante os três minutos de duração da experiência, reforçando a sensação de acompanhamento em tempo real. A narração do AquaBot foi gravada usando um smartphone em português e foi alterada para soar mais robótica usando o Garageband.

## **4. Aplicação**

Os testes ocorreram entre abril e maio de 2025 em três instituições (Figura 1, Direita). O primeiro, realizado durante o *IEEE Education Week*, utilizou três *Oculus Quest 2* em áreas delimitadas dentro de uma sala de aula, com transmissão para TV. Nessa fase inicial, a locomoção era por teletransporte e as informações apareciam em um painel no pulso. Feedbacks sobre dificuldade no uso do laser e gesto de pinça levaram a mudanças no design e na apresentação dos conteúdos. Nos testes seguintes, hologramas estáticos com painéis educativos substituíram o painel no pulso, e a locomoção passou a ser física em espaços amplos. O segundo e o terceiro testes ocorreram em ginásios e áreas abertas, com quatro headsets (incluindo *Oculus Quest 3S*) em zonas delimitadas. Em um dos

testes externos, a luz solar afetou o rastreamento das mãos, exigindo a mudança para ambiente interno, com monitoramento individual dos participantes. Após cada sessão, os participantes responderam a questionários avaliando a opinião pessoal sobre a experiência imersiva e a usabilidade da aplicação.

## 5. Resultados

O questionário via *Google Forms* obteve 81 respostas de alunos de três escolas, majoritariamente entre 15 e 18 anos (82,9%), com equilíbrio de gênero. Quase metade (46,9%) nunca havia usado RV. A maioria avaliou a experiência como positiva (“legal”, “incrível”), destacando o caráter educativo e a conscientização sobre a biodiversidade e poluição. Relatos mencionaram impacto emocional, como tristeza ao observar a degradação ambiental. Sugestões incluíram mais tempo de uso, maior imersão e correção de bugs. Poucos participantes relataram desconforto físico (ansiedade, dor de cabeça) ou não perceberam o viés educativo devido à imersão.



**Figura 1. Aplicação da Experiência. (Esquerda) Resultado final da ambientação, apresentando os efeitos visuais, terreno, modelos de corais e um tubarão martelo junto ao robô assistente AquaBot. (Direita) Primeira versão da aplicação testada, a primeira foto foi realizada em uma sala de luta e a segunda na área externa. A terceira foto à esquerda foi no ginásio de outra instituição, e a última imagem à direita em uma sala de aula do evento IEEE Education Week.**

## 6. Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou o design, desenvolvimento e avaliação da versão inicial do Oceano Imersivo, uma experiência de Realidade Virtual para educar alunos do ensino médio sobre a biodiversidade marinha brasileira e os impactos da poluição. O projeto utiliza narrativa que transita de um ecossistema vibrante para um cenário poluído, visando gerar impacto emocional e conscientização. Testes com 81 alunos validaram o objetivo dessa versão inicial e o processo iterativo de design resultou em melhorias significativas na locomoção e interação, culminando em uma experiência bem recebida e eficaz. Para os próximos passos, serão priorizadas três frentes: ampliação do conteúdo

educacional, aprofundamento da interatividade com tarefas de conservação e implementação multiusuário para aprendizagem colaborativa. Além disso, a integração de feedback tátil surge como um caminho promissor para intensificar a presença e o impacto emocional, permitindo sensações físicas, como o contraste entre tocar um golfinho e um saco plástico, potencializando a consciência ambiental e a imersão multissensorial.

## **Agradecimentos**

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo projeto 'Investigação de Tecnologias Imersivas para o Desenvolvimento de Novas Experiências nas Artes', apoiado pelo Advanced Knowledge Center in Immersive Technologies (AKCIT), com recursos financeiros do PPI IoT/Manufatura 4.0 / PPI HardwareBR do MCTI, por meio do convênio nº 057/2023, firmado com a EMBRAPPI.

Além do apoio financeiro, agradecemos à parceria com o capítulo do Ramo IEEE UFRN, que nos proporcionou a oportunidade e a inspiração necessárias para o início desta pesquisa.

## **Referências**

- Fauville, G., Queiroz, A. C. M., and Bailenson, J. N. (2020). Chapter 5 - virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness. In Kim, J. and Song, H., editors, *Technology and Health*, pages 91–108. Academic Press.
- Gaglietti, M. (2024). A confluência transformadora: A inteligência artificial, inteligência emocional e mediação de conflitos. *REVISTA CIENTÍFICA FADESA*, 1(1):1–14.
- Hetherington, L., Brandt, H., Chappell, K., Dillon, J., and Malmierca, M. R. (2025). Exploring the role of digital technologies in ocean literacy education: a material-dialogic perspective. *Environmental Education Research*.
- Maiella, R., La Malva, P., Marchetti, D., Pomarico, E., Di Crosta, A., Palumbo, R., Cetara, L., Di Domenico, A., and Verrocchio, M. C. (2020). The psychological distance and climate change: A systematic review on the mitigation and adaptation behaviors. *Frontiers in Psychology*, 11.
- Costa, S. S. P., Miranda, B. M. A., Orichuela, S. D. A., Ramos, E. A., Bessa, O. F. M., and Souza, A. M. D. C. (2024) 'Xilovr: Preserving cultural heritage through a virtual

reality-based woodcutting simulation’, *Proceedings of the 26th Symposium on Virtual and Augmented Reality*, pp. 234–241.

de Carvalho Souza, A. M., Aureliano, T., Ghilardi, A. M., Ramos, E. A., Bessa, O. F. M., and Rennó-Costa, C. (2023) ‘DinosaurVR: Using Virtual Reality to Enhance a Museum Exhibition’, *Journal on Interactive Systems*, 14(1), pp. 363–370.

Souza, A. M. D. C., Barbosa, D. M. D. N., Bessa, O. F., Ramos, E. A., and Rennó-Costa, C. (2022) ‘MedusoZoa – An Immersive and Interactive Virtual Reality Installation in a Museum’, *Proceedings of the 24th Symposium on Virtual and Augmented Reality*, pp. 39–46.