



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
CENTRO DE CIÊNCIAS COMPUTACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Dissertação de Mestrado

*Imerso no Mar: um jogo imersivo sobre
preservação dos oceanos*

Leonardo Silveira Chagas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação

Orientador: Profa. Dra. Diana Francisca Adamatti

Rio Grande, 2025

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Imerso no Mar: um jogo imersivo sobre preservação dos oceanos**Leonardo Silveira Chagas**

Banca examinadora:

 Documento assinado digitalmente
LUIS OTONI MEIRELES RIBEIRO
Data: 06/05/2025 16:01:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro Documento assinado digitalmente
CARINE GELTRUDES WEBBER
Data: 04/05/2025 10:05:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Carine Geltrudes Webber Documento assinado digitalmente
DIANA FRANCISCA ADAMATTI
Data: 02/05/2025 15:34:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Diana Francisca Adamatti
Orientadora

Ficha Catalográfica

C433i Chagas, Leonardo Silveira.

Imerso no mar : um jogo imersivo sobre preservação dos oceanos /
Leonardo Silveira Chagas. – 2025.
77 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –
FURG, Programa de Pós-Graduação em Computação, Rio Grande/RS,
2025.

Orientadora: Dra. Diana Francisca Adamatti.

1. Jogos sérios. 2. Jogos educativos. 3. Realidade virtual. 4. Oceanos.
I. Adamatti, Diana Francisca. II. Título.

CDU 004:37

Catálogo na Fonte: Bibliotecária Sabrina Vaz da Silva CRB 10/2243

Dedico esta dissertação de mestrado aos meus pais e ao meu irmão.

RESUMO

CHAGAS, Leonardo Silveira. *Imerso no Mar: um jogo imersivo sobre preservação dos oceanos*. 2025. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um jogo sério com o uso de realidade virtual com o intuito de informar os jogadores sobre a importância dos oceanos, bem como, a definição das etapas necessárias para o desenvolvimento de um jogo educativo por meio de um metamodelo. Para auxiliar com o desenvolvimento do jogo, uma revisão sistemática da literatura foi realizada, de forma a encontrar textos com temáticas semelhantes. Os textos escolhidos na revisão sistemática foram analisados, buscando encontrar as metodologias educacionais utilizadas, quais tecnologias foram usadas, áreas que podem ser melhoradas e a eficácia dos jogos em realidade virtual como ferramentas de aprendizado. Os dados coletados foram utilizados para realizar um melhor planejamento do jogo proposto, com a utilização da metodologia *Game Design Document* e um fluxograma de cenas. Neste trabalho, o desenvolvimento do jogo foi detalhado, demonstrando os pacotes que foram utilizados e como funcionalidades específicas foram construídas, bem como as inspirações por trás das interfaces do jogo, baseadas em aspectos dos oceanos. Para finalizar, são apresentados os testes realizados com alunos da Universidade Federal do Rio Grande e a análise obtida, onde foi possível perceber que os alunos gostaram do jogo, entretanto, devido a escolha dos participantes dos testes não foi possível concluir o impacto que o jogo tem no conhecimento sobre os oceanos.

Palavras-chave: Jogos sérios, Realidade virtual, Oceanos.

ABSTRACT

CHAGAS, Leonardo Silveira. **Imerso no Mar: um jogo imersivo sobre preservação dos oceanos.** 2025. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande.

The main goal of this work is to develop a serious virtual reality game with the aim of informing players about the importance of the oceans, as well as defining the necessary stages for the development of an educational game through a metamodel. To help develop the game, a systematic literature review was done to find texts with similar themes. The texts chosen in the systematic review were analyzed to find the educational methodologies used, which technologies were used, areas that could be improved and the effectiveness of virtual reality games as learning tools. The data collected was used to better plan the game, using a Game Design Document and a scene flowchart. The text details the development of the game, showing which packages were used, how certain systems were built and the inspirations behind the games interfaces, based on aspects from the oceans. Finally, we'll talk about the tests carried out with students from the Federal University of Rio Grande and the analysis of the results obtained, where it was possible to see that the students enjoyed the game, however, due to the choice of test participants it was not possible to conclude the impact the game has on raising knowledge about the oceans.

Keywords: Serious Games; Virtual reality; Oceans.

LISTA DE FIGURAS

1	Diagrama relacionando jogos, aprendizado digital e narrativa de história com os jogos sérios.	15
2	INTEL IT Manager 3, mostrando algumas das vantagens do uso de jogos sérios na educação.	16
3	Exemplo de um fluxograma de cenas simples.	17
4	Diagrama de Venn representando a área de pesquisa desta revisão sistemática	23
5	Metamodelo proposto para o desenvolvimento e análise de jogos educativos	32
6	Game design canvas do jogo proposto.	34
7	Fluxograma de cenas.	36
8	Jogo com o <i>MockHMD</i>	37
9	Procedimento para jogador tirar uma foto de um tubarão martelo.	39
10	Imagem com notificação sobre uma nova espécie de animal encontrada	39
11	Regras do algoritmo de Boids.	40
12	Cena do jogo.	41
13	Mensagem que o jogador recebe ao tocar uma das paredes invisíveis.	41
14	Menu principal do jogo Half Life: Alyx	42
15	Menu principal do jogo BeatSaber	42
16	Menu principal do jogo.	42
17	Menu de opções do jogo.	43
18	Menu de catálogo do jogo.	43
19	Menu de informações de animal do jogo.	44
20	Menu de contexto do jogo.	44
21	Respostas para a pergunta “Você joga jogos digitais frequentemente?”	48
22	Respostas para a pergunta “Você já jogou algum jogo de realidade virtual anteriormente?”	48
23	Respostas para a pergunta “Você se sente enjoado facilmente ou possui algum problema de saúde que possa prejudicar sua experiência com a realidade virtual?”	49
24	Respostas para o questionário de atitudes sobre os oceanos	50
25	Respostas para o questionário SUS adaptado para o jogo	51
26	Respostas para a pergunta “Você conseguiu entender o propósito do jogo?”	52

27	Respostas para a pergunta “Você sentiu que a realidade virtual contribuiu com a imersão no cenário?”	52
28	Respostas para a pergunta “Após jogar o jogo você mudaria a resposta de alguma das afirmações relacionadas aos oceanos no pré-teste?”	53
29	Pontuação de conforto calculado pelo <i>Cognitive3D</i>	54
30	Parâmetros utilizados para calcular a pontuação de conforto. . . .	54
31	Parâmetros utilizados para calcular a pontuação de performance do aplicativo.	55
32	Pontuação de presença calculado pelo <i>Cognitive3D</i>	56
33	Parâmetros utilizados para calcular a pontuação de presença. . .	56
34	Código que realiza a gravação de eventos de coleta de lixo	57
35	Linha do tempo no <i>Cognitive3D</i>	58

LISTA DE TABELAS

1	Comparação entre as engines selecionadas	18
2	Bases de dados selecionadas	22
3	Critérios de inclusão e exclusão	22
4	Referências coletadas	24
5	Referências restantes para cada etapa da avaliação dos dados . . .	24
6	Comparações entre os diferentes trabalhos	29
7	Registro das principais informações encontradas em cada seção . .	58
8	Tabela com os atributos que foram utilizados para a escolha dos animais marinhos utilizados no jogo	65
9	Respostas complementares da questão "Eu acho que o jogo tem um bom nível de complexidade".	73
10	Respostas complementares da questão "Eu achei o jogo fácil de jogar".	74
11	Respostas complementares da questão "Eu acho que conseguiria jogar o jogo sem a ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos".	74
12	Respostas complementares da questão "Eu acho que as várias funções do jogo estão muito bem integradas".	75
13	Respostas complementares da questão "Eu acho que o jogo não apresenta muita inconsistência".	75
14	Respostas complementares da questão "Eu imagino que as pessoas aprenderão como jogar esse jogo rapidamente".	76
15	Respostas complementares da questão "Eu achei que o jogo não é muito atrapalhado de jogar".	76
16	Respostas complementares da questão "Eu me senti confiante ao jogar o jogo".	76
17	Sugestões dos participantes sobre como o jogo pode ser melhorado.	77

SUMÁRIO

1	Introdução	12
1.1	Objetivos	13
1.2	Estrutura do Texto	13
2	Referencial teórico	14
2.1	Jogos Sérios	14
2.1.1	Jogos sérios na educação	15
2.1.2	<i>Game Design Document</i>	16
2.1.3	Engines para Jogos	17
2.2	Realidade Virtual	18
2.3	Os oceanos e Sustentabilidade	19
3	Revisão Sistemática da Literatura	21
3.1	Definição de Protocolo	21
3.1.1	Coleta de Referências	23
3.1.2	Avaliação dos dados	24
3.2	Análise dos trabalhos selecionados	25
3.2.1	Metodologias Educacionais Utilizadas	25
3.2.2	Áreas que podem ser melhoradas	26
3.2.3	Tecnologias Utilizadas	26
3.2.4	Testes Realizados	26
3.3	Conclusão da Revisão Sistemática da Literatura	27
4	Jogo Proposto	31
4.1	Metodologia	33
4.2	Modelagem	33
4.3	Desenvolvimento	36
4.3.1	Pacotes de realidade virtual	36
4.3.2	Pacotes de recursos	37
4.3.3	Movimento e detecção de peixes	38
4.3.4	Algoritmos de comportamento dos animais	39
4.3.5	Cena	40
4.3.6	Interface	41
5	Testes e resultados	45
5.1	Resultados obtidos	47
5.1.1	Pré-teste	47

5.1.2	Pós-teste	50
5.1.3	Cognitive3D	54
6	Conclusão	60
	Referências	62
ANEXOS		
A	Animais marinhos	65
B	Termo de consentimento livre e esclarecido	72
C	Resultados complementares	73

1 INTRODUÇÃO

Os oceanos são de extrema importância para a qualidade de vida humana, eles trazem benefícios em áreas como a medicina, economia e cultura (FLEMING et al., 2015). Apesar disso, a qualidade dos oceanos está em constante declínio, entre algumas das razões estão o despejo de plásticos (RIBEIRO, 2023), a biodiversidade marinha ameaçada devido a pesca (PEREZ, 2010) e os impactos das mudanças climáticas nos oceanos (DONEY et al., 2012).

Diante esta situação, medidas devem ser tomadas por parte dos governos, empresas e inclusive da população, a fim de preservar a saúde dos oceanos. Uma pesquisa realizada por Santos, Silva e Trindade (2020), onde 74 participantes foram questionados acerca da temática da Década dos Oceanos proposta pela ONU, concluiu que ainda há a necessidade de conscientizar a população sobre a sua responsabilidade pelos oceanos.

Uma ferramenta educativa que tem se popularizado nos últimos tempos, é a utilização de jogos sérios para auxiliar no entendimento de conteúdos. Jogos sérios são uma categoria de jogos onde o objetivo não é apenas divertir, mas sim, ensinar (WANGENHEIM; WANGENHEIM, 2013). Dessa forma, unir o entretenimento promovido pelos jogos com metodologias de ensino, pode se tornar uma excelente ferramenta para melhorar o aprendizado, como pode ser observado pelos trabalhos de Rastegarpour e Marashi (2012) e Casarotto Bernardi e Medina (2018) que obtiveram resultados favoráveis com relação ao uso de jogos sérios na educação.

Outra ferramenta que tem recebido maior notoriedade com o passar do tempo é Realidade Virtual (RV), que é um tipo de tecnologia que simula um ambiente de maneira virtual, passando ao usuário a sensação de “estar presente” nesse ambiente ((WOHLGENANT; SIMONS; STIEGLITZ, 2020)).

A combinação da RV e dos jogos pode proporcionar uma experiência de aprendizado ainda mais imersiva do que seus usos de forma isolada. Por exemplo, o trabalho de Colleton et al. (2016) apresenta dois jogos sérios com o uso de RV, explicando as técnicas que estes jogos utilizam para ensinar sobre a conservação marítima. Já no trabalho de McMillan, Flood e Glaeser (2017), é abordada como a tecnologia de RV

pode ser utilizada para motivar o interesse e empatia para a conservação marítima em um nível global.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um jogo sério que utiliza realidade virtual para informar os jogadores sobre a importância dos oceanos. Como objetivos específicos temos:

- Realização de uma revisão sistemática da literatura, de forma a encontrar trabalhos com propostas semelhantes;
- Planejar e implementar um jogo educativo em RV com foco na preservação dos oceanos;
- apresentar um metamodelo definindo as etapas necessárias para o desenvolvimento de um jogo educativo;
- Documentar o processo de desenvolvimento do jogo, para contribuir com pesquisas futuras;
- Realizar testes com o jogo, para verificar se o mesmo pode ser utilizado como uma ferramenta de informação sobre os oceanos.

Dessa forma este trabalho tentará responder a seguinte questão de pesquisa: **jogos sérios combinados com realidade virtual podem ser utilizados como uma ferramenta para o entendimento sobre a importância dos oceanos?**

1.2 Estrutura do Texto

Este trabalho está dividido em seis capítulos. No Capítulo dois é apresentado o referencial teórico, onde é discutido o que são jogos sérios e realidade virtual e como essas tecnologias beneficiam a educação.

O Capítulo três trata sobre a revisão sistemática da literatura, explicando a metodologia utilizada, como foram encontradas as referências, os resultados obtidos e as conclusões retiradas a partir desses resultados.

O Capítulo quatro apresenta o jogo proposto e o metamodelo para a criação de jogos, mostrando a metodologia utilizada, como o jogo foi planejado e como foram criados os principais sistemas do jogo. O Capítulo cinco demonstra a realização dos testes e a discussão dos resultados obtidos. Por final, o Capítulo seis apresenta a conclusão do texto e os trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Jogos Sérios

De acordo com Wangenheim e Wangenheim (2013), um jogo é uma competição entre adversários que agem sobre restrições, que são as regras do jogo, para ao final vencer. E possui os seguintes elementos: objetivos, regras e restrições, narrativa, interação, desafio, competição e conflito, recompensa e feedback.

Os jogos digitais tiveram seu início em 1952 com o jogo OXO, que consistia de uma versão do clássico jogo da velha para o computador EDSAC. Desde então, diversas melhorias foram realizadas nesta área, transformando os jogos digitais em um grande setor desfrutado por mais de 3 bilhões de pessoas (CLEMENT, 2022).

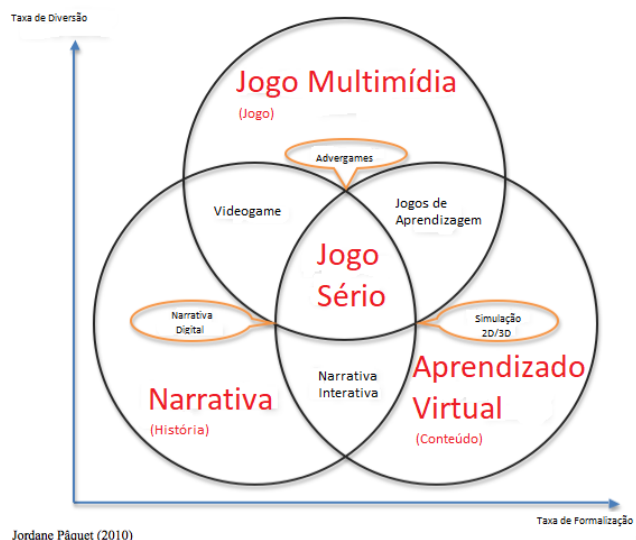
Esses avanços promoveram a realização de pesquisas, para unir os jogos digitais com outros setores, sendo um deles, o setor da educação. Dessa forma, os jogos sérios foram criados, buscando unir o entretenimento dos jogos digitais com estratégias de aprendizado, para suprir as necessidades de ensino dos jovens da atualidade.

O trabalho de Pinto et al. (2008) explica que jogos educativos são atividades lúdicas que possuem objetivos pedagógicos especializados para o desenvolvimento do raciocínio e aprendizado de crianças e adultos. Wangenheim e Wangenheim (2013) afirma que um jogo educacional precisa satisfazer duas dimensões: ser um jogo e ser educacional, ou seja, precisa ser projetado para ensinar determinado assunto.

Dessa forma, para um jogo ser considerado sério ou educacional, ele necessita ter um objetivo educativo, que vai além da diversão, para reforçar o conhecimento do usuário. Entretanto, a diversão ainda deve ser considerada ao projetar um jogo sério, pois sem ela o jogo perde a sua eficácia como uma ferramenta educativa.

Na Figura 1 temos uma definição sobre o que são jogos sérios de uma maneira gráfica. Essa figura mostra a relação entre jogos multimídia, narrativa e aprendizado virtual, em termos de sua taxa de diversão e taxa de formalização. Os jogos sérios se encaixam no centro do diagrama, por possuírem características dos três elementos e por causa de seu balanço entre a taxa de diversão e formalização que eles proporcionam.

Figura 1: Diagrama relacionando jogos, aprendizado digital e narrativa de história com os jogos sérios.



Fonte: Adaptado de Jordane Pâquet.

2.1.1 Jogos sérios na educação

Os jogos sérios não são um conceito recente, eles tem sido utilizados para o aprendizado em diversas áreas. Um dos exemplos mais populares de um jogo sério digital é o jogo *America's Army*, lançado em 2002, ele é da categoria *first-person shooter* e foi criado para informar, educar e recrutar possíveis soldados para o exército americano. Outro exemplo popular de um jogo sério é a franquia de jogos *Microsoft Flight Simulator*, lançado inicialmente em 1982, esses jogos possuem a intenção de simular realisticamente a pilotagem de diversos tipos de aeronaves. Na Figura 2 tem-se outro exemplo, do *Intel IT Manager 3*, que mostra como realizar diversas atividades gerenciais de forma segura, aprendendo com os erros e tendo um *feedback* instantâneo.

Figura 2: INTEL IT Manager 3, mostrando algumas das vantagens do uso de jogos sérios na educação.



Fonte: Wangenheim e Wangenheim (2013)

Apesar da existência de jogos sérios a diversos anos, o seu uso nas instituições escolares apenas ganhou força nos últimos tempos. Diversas pesquisas tem sido realizadas, buscando integrar o uso de jogos sérios nas salas de aula, como pode ser visto no trabalho de Rastegarpour e Marashi (2012), onde foi criado um jogo sério digital para ensinar conceitos de química, que se provou uma ferramenta efetiva com os participantes do experimento. Os autores explicam que “os resultados demonstraram que o jogo promoveu o aprendizado ativo, concentração e a utilização de tentativa e erro”, eles também colocam que “o potencial completo de jogos educacionais ainda não foi descoberto”.

Wangenheim e Wangenheim (2013) explicam as vantagens do uso de jogos nas salas de aula, dizendo que eles oferecem um ambiente seguro estimulando a experimentação e a visualização de consequências. Outro mérito dos jogos sérios apresentado pelo texto, é o seu fornecimento de *feedback* instantâneo aos alunos, além do processo de aprendizagem se tornar mais divertido com a sua utilização.

2.1.2 *Game Design Document*

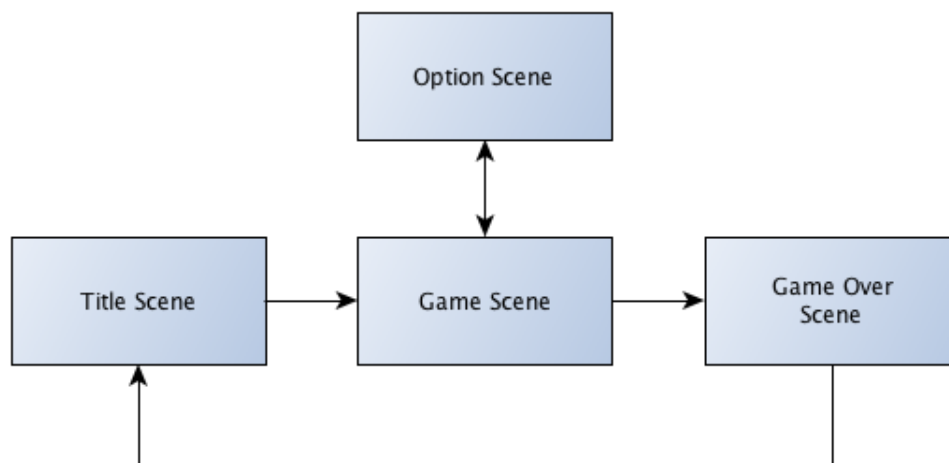
Quando se organiza o desenvolvimento de um novo jogo, a primeira etapa a ser feita é a pré-produção. Nesta etapa é realizado o planejamento do jogo, para definir o conceito principal, se existirá algum elemento multijogador, público alvo, etc. Para organizar essas ideias, na maioria das vezes é criado um *Game Design Document* (GDD).

Para tanto, pode-se utilizar diversas ferramentas. Aqui, adota-se o modelo *Unified Game Canvas*, que possui os seguintes elementos (SARINHO, 2017):

- Game Concept: nome do jogo, objetivo, gênero;
- Game Player: o público alvo que pretende-se atingir;
- Game Play: o espaço do jogo, limitações, desafios, regras;
- Game Flow: aleatoriedade, testes de habilidade, incentivo;
- Game Core: mecânicas, efeitos;
- Game Interaction: controles, plataforma, configurações;
- Game Impact: emoção, diversão, aprendizado;
- Game Business: custo, canais de venda, material bônus.

Ainda na etapa de design, é desenvolvido um fluxograma representando as cenas do jogo, para auxiliar na produção da interface, como o exemplo da Figura 3.

Figura 3: Exemplo de um fluxograma de cenas simples.



Fonte: <https://www.raywenderlich.com/>

2.1.3 Engines para Jogos

Uma decisão de extrema importância a ser feita antes de iniciar o desenvolvimento de um jogo é escolher que *engine* de jogos será utilizada. As *engines* de jogos são camadas de software reutilizáveis que permitem a separação entre os conceitos de jogos e os recursos do jogo, como os níveis, a arte, etc (ANDRADE, 2015).

Certas desenvolvedoras de jogos possuem suas próprias *engines*, porém ainda existem algumas *engines* disponibilizadas para o público. Algumas das principais *engines* utilizadas no mercado são:

Tabela 1: Comparação entre as engines selecionadas

Engine	Tipos de Jogos	Pontos Fortes	Preço
Unity	2D e 3D	Importação para um grande número de plataformas e facilidade de uso	Gratuita para versão padrão com assinatura mensal ou anual para versão pro
Unreal Engine	3D	performance boa para gráficos de alta fidelidade e linguagem visual excelente para fazer protótipos rápidos	Gratuita com taxa de 5% dos lucros para jogos que renderam mais de 1 milhão de dólares americanos
Godot	2D	A engine é completamente de graça e seu código está disponível de maneira open source	Gratuita

2.2 Realidade Virtual

(KIRNER; SISCOOTTO, 2007) definem a realidade virtual como uma “interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador”. Os autores realçam a importância da interação do usuário com o ambiente virtual, o que torna a interação mais rica e natural, gerando assim, um aumento no engajamento e eficiência do usuário.

A capacidade da realidade virtual de "transportar" o usuário para outro mundo, permite que a tecnologia possa ser utilizada para diversas situações. Uma dessas situações pode ser encontrada no trabalho de (BOTELLA et al., 2017), que realiza uma revisão sistemática a cerca do uso de realidade virtual para o tratamento de fobias, por meio de terapia de exposição.

Outro setor que se beneficia muito com o uso de realidade virtual é na utilização de simuladores para treinamento, permitindo que o usuário aperfeiçoe sua técnica em certa atividade enquanto recebe *feedback* em tempo real. Como pode ser visto no trabalho de (SATAVA, 1993), a realidade virtual pode ser uma excelente ferramenta para capacitar novos profissionais na realização de cirurgias, antes de serem realizadas em pacientes.

A educação é uma área que pode se beneficiar com o uso de realidade virtual, como pode ser visto no trabalho de (BRAGA, 2001). A autora fala que a realidade virtual dará um grande salto para a educação, por permitir experiências com o conhecimento de forma imersiva e interativa.

Entretanto, mesmo a realidade virtual sendo mais acessível atualmente, as tecnologias que aproveitam dela ainda são caras, possuindo um alto custo para serem implementados na sala de aula. As escolas também possuem dificuldades para inserir novas tecnologias como ferramentas pedagógicas, desde a falta de competências para uso crítico por professores e alunos que transcendem as dimensões do acesso à máquina até a falta de infraestrutura e manutenção dos equipamentos na escola ((LAMAISON, 2015)).

2.3 Os oceanos e Sustentabilidade

Os oceanos cobrem cerca de 70% da superfície da terra e possuem a maior quantidade de biodiversidade do planeta (O'DOR, 2004). Além de serem um recurso necessário para a vida na terra, eles nos trazem benefícios em diversas áreas como a medicina, economia e cultura (FLEMING et al., 2015).

Mesmo com tamanha importância, a saúde dos oceanos está em constante declínio. Um dos motivos para esta decadência, é a pesca desenfreada, já que seus impactos podem levar espécies de animais à extinção e causam a degradação de habitats das pescas (PEREZ, 2010). O despejo dos plásticos também impacta negativamente os oceanos, pois certas espécies de animais marinhos podem ingerir esses plásticos, causando asfixia ou lesões nos órgãos internos (RIBEIRO, 2023).

Diante estes problemas, é necessário que iniciativas sejam criadas para impedir que os oceanos continuem em decadência. Uma dessas iniciativas é a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, declarada pela Organização das Nações Unidas em 2017, com o objetivo de conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável (NAKAGAKI et al., 2024).

Ainda assim, medidas devem se tomadas não apenas por parte dos governos e empresas, mas também pela população, para que a saúde dos oceanos não piore. Os trabalhos de Santos, Silva e Trindade (2020) e Ribeiro (2023) apontam para a conscientização e educação da população como uma das medidas que podem ser tomadas para combater as ameaças aos oceanos.

No trabalho de Silva et al. (2023), com relação a educação de crianças, é explicado que “A Educação Ambiental possibilita a interdisciplinaridade e abre espaço para criatividade e diversidade de métodos, como brincadeiras, livros, poemas, desenhos, jogos, entre outros”. Assim combinar realidade virtual e jogos sérios, com conheci-

mentos de oceanos, pode ser uma boa maneira de conscientizar os jovens, sobre a importância dos oceanos, de maneira mais imersiva e divertida.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Para a realização da revisão sistemática da literatura, foi utilizado um protocolo adaptado de (MARIANO et al., 2017), que possui as seguintes etapas:

- Definição do protocolo;
- Coleta de referências;
- Avaliação dos dados;
- Interpretar o que foi encontrado.

3.1 Definição de Protocolo

Para a realização desta etapa são necessários 6 itens, sendo eles:

- Questão de pesquisa;
- String de busca;
- Bases de dados;
- Critérios de inclusão;
- Critérios de exclusão;
- Questões específicas.

A questão de pesquisa refere-se a pergunta principal que deve ser respondida no final da revisão sistemática. A partir desta questão é possível definir os termos que serão utilizados para a realização da pesquisa. A *string* de busca é composta de diversos termos e operadores lógicos que formam uma frase, que é utilizada para a busca dos artigos e que deve ser adaptada para cada base de dado utilizada. As bases de dados são os repositórios onde será realizada a pesquisa para os trabalhos utilizados na revisão sistemática.

Os critérios de inclusão são os parâmetros para decidir se certo texto será incluído na revisão sistemática, já os critérios de exclusão são o oposto. As questões específicas são outras perguntas além da questão de pesquisa, que pretende-se responder após a realização da revisão sistemática.

A questão de pesquisa foi definida com o intuito de buscar trabalhos sobre o uso de jogos sérios em realidade virtual que estejam relacionados com os oceanos. Desta forma a seguinte questão foi elaborada: **Jogos de Realidade Virtual podem servir como uma ferramenta para o entendimento sobre a importância dos oceanos?**

A partir desta questão de pesquisa foi elaborada a string de busca:

("realidade virtual"OR "virtual reality"OR "rv"OR "vr") AND ("jogos sérios"OR "serious games") AND (oceanos OR oceans)

As bases de dados selecionadas para a realização da pesquisa são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Bases de dados selecionadas

Base de dados	Endereço eletrônico
BDTD	https://bdtb.ibict.br/vufind/
Google Scholar	https://scholar.google.com/
ACM Digital Library	https://dl.acm.org/
IEEE XPLOER	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
Periódico Capes	https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/

Os critérios de inclusão e exclusão estão na Tabela 3.

Tabela 3: Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Estar disponível em inglês ou português	Resultados não mostram a satisfação dos usuários com relação aos jogos
Apresentar o desenvolvimento do projeto e resultados obtidos	Trabalhos que não apresentem de forma integrada jogos sérios e realidade virtual
Publicado nos últimos 10 anos	Trabalhos que não tratem sobre oceanos

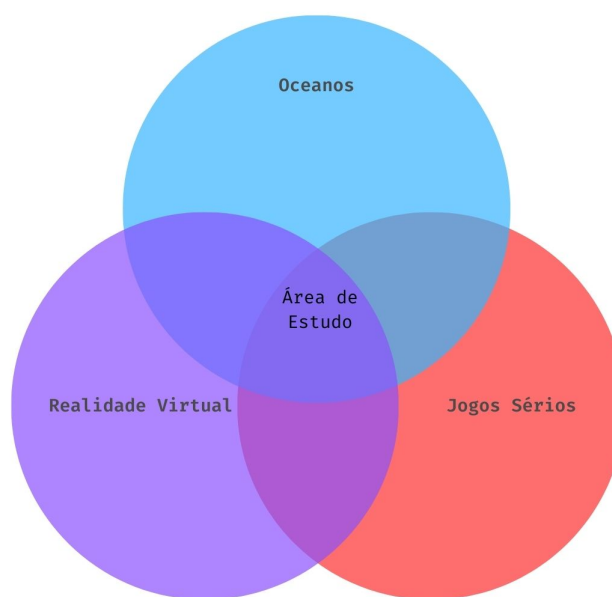
As questões específicas foram elaboradas com o intuito de encontrar informações que possam ser utilizadas para o desenvolvimento do jogo. Desta forma foram criadas quatro perguntas:

- Quais metodologias educacionais foram empregadas nos jogos?

- Em quais campos os jogos podem ser melhorados?
- Quais ferramentas foram utilizadas na criação dos jogos?
- Como foram realizados os **testes** dos jogos?

Por fim, foi criado um Diagrama de Venn, representando a área de pesquisa desta revisão sistemática (Figura 4).

Figura 4: Diagrama de Venn representando a área de pesquisa desta revisão sistemática



Fonte: Próprio Autor

3.1.1 Coleta de Referências

Para cada base de dados foram realizadas duas pesquisas, uma utilizando a *string* de busca completa e outra pesquisando apenas por realidade virtual e oceanos, exceto para o BDTD onde a primeira pesquisa foi com **realidade virtual e oceanos** e a segunda com **jogos sérios e oceanos**. O período de busca dos textos foi entre 2013 e 2023.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de referências encontradas para cada base de dados.

Tabela 4: Referências coletadas

Base de dados	Primeira pesquisa	Segunda pesquisa
BDTD	9 resultados	1 resultado
Google Scholar	432 resultados	2710 resultados
ACM Digital Library	68 resultados	681 resultados
IEEE XPLOER	40 resultados	2230 resultados
Periódico Capes	20 resultados	775 resultados

Das referências coletadas estavam inclusos todos os tipos de trabalho, desde artigos até congressos.

3.1.2 Avaliação dos dados

Com o total de referências encontradas, se dá início a etapa de avaliação de dados que possui 4 passos:

- Avaliação do título;
- Avaliação do resumo;
- Leitura diagonal;
- Leitura final.

A Tabela 5 mostra a quantidade de seleções para cada etapa.

Tabela 5: Referências restantes para cada etapa da avaliação dos dados

Base de dados	Avaliação do título	Avaliação do resumo	Leitura diagonal
BDTD	6	2	0
Google Scholar	33	10	3
ACM Digital Library	11	4	1
IEEE XPLOER	7	3	0
Periódico Capes	11	4	2

Para a leitura final foram selecionados 6 trabalhos, apresentados abaixo:

- (MCMILLAN; FLOOD; GLAESER, 2017);
- (BRUNO et al., 2018);
- (MARKOWITZ et al., 2018);
- (BLYTHE et al., 2021);
- (GALEOTE et al., 2022);
- (LI et al., 2023).

3.2 Análise dos trabalhos selecionados

Primeiramente, tentou-se responder a questão de pesquisa da revisão sistemática, analisando os resultados obtidos em todos os trabalhos. Foi possível observar, que todos os textos obtiveram um alto grau de satisfação dos participantes dos testes, e que após a realização dos experimentos os participantes mostraram um aumento no conhecimento sobre o conteúdo abordado. Dessa forma, é possível confirmar que jogos em realidade virtual podem ser usados como uma ferramenta para o entendimento sobre a importância dos oceanos.

Outra observação interessante que pode ser feita com uma leitura geral dos textos, é a ausência de capítulos que explicam o desenvolvimento dos jogos utilizados, possuindo um foco maior na realização dos experimentos. Assim, percebe-se uma lacuna que pode ser preenchida por um trabalho que se aprofunda na etapa de desenvolvimento, auxiliando trabalhos futuros.

O trabalho de Li et al. (2023) identificou que a performance do jogador e seu engajamento com o jogo está diretamente relacionado. O trabalho de Markowitz et al. (2018) encontrou resultados semelhantes, onde jogadores que completaram mais objetivos no jogo apresentaram uma maior mudança no conhecimento.

Os trabalhos de Bruno et al. (2018), McMillan, Flood e Glaeser (2017), Galeote et al. (2022), Markowitz et al. (2018) e Li et al. (2023) apresentam jogos focados na exploração de um ambiente, com objetivos a serem concluídos ou com informações a serem adquiridas sobre os animais e objetos presentes no cenário. Já no texto de Blythe et al. (2021) o usuário não consegue se mover dentro da realidade virtual, ele pode apenas observar o cenário 3D e ouvir a narração apresentada.

3.2.1 Metodologias Educacionais Utilizadas

No trabalho de Blythe et al. (2021) foram criados cenários futuros otimistas e pessimistas em realidade virtual, para aumentar a empatia da população sobre os oceanos. Foi percebido que o cenário pessimista, ao mostrar os efeitos negativos sofridos pelos oceanos, gerou maior empatia nos participantes em comparação com o cenário positivo.

O trabalho de Galeote et al. (2022) pesquisou a possibilidade de enviar um e-mail para o jogador indicando ações específicas que podem ser tomadas para ajudar o meio ambiente. Dessa forma o jogador não somente aprende sobre os impactos negativos das mudanças climáticas, mas também recebe informações sobre como ele pode contribuir em proteger o ecossistema, aumentando assim a sua motivação.

Os trabalhos de Li et al. (2023) e Bruno et al. (2018) apresentaram o uso de multimídia como textos, imagens, áudios e vídeos, para auxiliar no entendimento do assunto e relacionar o que é visto no ambiente virtual com a realidade.

Os trabalhos de Markowitz et al. (2018), Blythe et al. (2021), Bruno et al. (2018) e Galeote et al. (2022) utilizaram um enredo ou narrativa para engajar os jogadores com o jogo. Entre as técnicas de apresentar este enredo houve a descrição de uma história representando o cenário, um narrador descrevendo a situação e objetivos e um personagem que acompanha o jogador, servindo de guia.

3.2.2 Áreas que podem ser melhoradas

O trabalho de Li et al. (2023) pretende melhorar o jogo com a adição de tutoriais de treinamento e melhorias na experiência do usuário com otimizações na detecção de colisões usando algoritmos de inteligência artificial e oferecendo sugestões de melhorias de hardware para os provedores de hardware.

O estudo de Blythe et al. (2021) mostra que as mudanças de empatia dos usuários não persistiram três meses após a realização dos testes. O trabalho de Markowitz et al. (2018) fala que não ficou claro por quanto tempo os efeitos de aprendizado irão persistir na maioria de seus estudos. Assim é possível perceber que a retenção do conhecimento pode se tornar um problema, com o uso de jogos em realidade virtual.

No trabalho de Galeote et al. (2022) foi mencionado que os participantes afirmaram que já realizavam ações para ajudar o ambiente e reclamaram que o jogo não proporcionou novas ideias, sendo esse um aspecto que será reforçado em futuras versões do jogo.

3.2.3 Tecnologias Utilizadas

Para a criação dos jogos, houve o uso tanto da *Unity Engine* quanto da *Unreal Engine*. As duas são as *engines* públicas mais populares do mercado e ambas possuem um bom suporte para a produção de jogos em realidade virtual.

Os óculos de realidade virtual utilizados para a realização de testes foram o *Oculus Rift* e o *HTC Vive*. Atualmente o *Oculus Rift* deixou de ser produzido, sendo substituído por versões mais recentes como o *Meta Quest* e o *Meta quest 2*.

Alguns trabalhos utilizaram realidade virtual imersiva enquanto outros utilizaram realidade virtual não imersiva. A diferença está na quantidade de interação que o usuário possui com o jogo. Na RV imersiva o jogador pode interagir com o ambiente, se mover e até mesmo pegar objetos no cenário, enquanto na RV não imersiva ou semi imersiva a interação do jogador sobre o cenário é muito limitada. O trabalho de Bruno et al. (2018) utilizou os dois métodos e percebeu que participantes dos testes tiveram uma preferência maior para a RV imersiva.

3.2.4 Testes Realizados

A maioria dos participantes nos testes eram jovens de dez a vinte e cinco anos. O trabalho de Li et al. (2023) adicionou critérios de exclusão para pessoas com

problemas de saúde, bem como mulheres grávidas e indivíduos idosos, isso para evitar a ocorrência de desconfortos durante os testes.

O trabalho de McMillan, Flood e Glaeser (2017) aborda diversos problemas de saúde relacionados com o uso da realidade virtual. Tais problemas devem ser levados em conta na realização de testes, para não causar desconfortos nos participantes.

Para a obtenção de dados, a maioria dos trabalhos realizaram questionários abordando a satisfação e engajamento dos jogadores com os jogos. O trabalho de Blythe et al. (2021) apresentou três questionários, um pré-teste para avaliar a empatia dos jogadores com os oceanos antes do jogo, um pós teste para avaliar a empatia dos jogadores com os oceanos depois do jogo, e um último questionário três meses após a realização dos testes para analisar se a empatia permanece após determinado tempo.

Os trabalhos de Markowitz et al. (2018), Li et al. (2023) e Galeote et al. (2022) analisaram a performance e o comportamento dos jogadores nos jogos. Para realizar a coleta desse dados Galeote et al. (2022) fez uso de anotações realizadas pelos autores observando os jogadores, enquanto Markowitz et al. (2018) e Li et al. (2023) automatizaram o processo para a coleta de certas variáveis como a movimentação da cabeça e controles do jogador, quantidade de objetos coletados, número de colisões, etc.

Analisar a forma que os jogadores agem dentro do jogo, é uma ótima maneira de entender como melhorar o jogo e a correlação entre a performance dos jogadores e conhecimento adquirido. Entretanto, percebe-se a necessidade de melhorias na forma como esse dados são adquiridos de forma automatizada, para realizar uma análise mais profunda sobre o comportamento dos jogadores.

3.3 Conclusão da Revisão Sistemática da Literatura

Com os resultados obtidos nos trabalhos, é possível perceber que jogos sérios com realidade virtual podem servir como uma ferramenta para auxiliar a população com o entendimento sobre a importância dos oceanos. Entretanto, um grande problema que foi observado em alguns dos trabalhos foi na retenção do conhecimento em longo prazo.

Este problema foi observado em apenas dois dos trabalhos selecionados, enquanto o restante não procurou analisar o nível de conhecimento dos participantes dos testes ao longo do tempo. Percebe-se que essa tecnologia necessita de certo apoio para que as informações adquiridas não decaiam com o tempo.

Uma grande parte dos textos utilizaram uma metodologia de enredo ou narrativa para engajar os jogadores. Com isso é possível compreender a importância de contextualizar ao jogador, as ações que ele deve realizar dentro do jogo, nem que seja por meio de um texto informando a história antes do início do *gameplay*.

Vale a pena notar a observação realizada nos trabalhos (LI et al., 2023) e (MARKOWITZ et al., 2018), onde foi observado que a performance do jogador afeta o seu engajamento com o jogo, e dessa forma o seu entendimento do conteúdo apresentado. Pessoas diferente irão possuir níveis de habilidade diferentes com relação a jogos, assim um único nível de dificuldade não será o suficiente para manter todos os jogador engajados.

A tabela 6 apresenta comparações entre os trabalhos encontrados, a cerca de elementos importantes presentes nos textos.

Tabela 6: Comparações entre os diferentes trabalhos

ARTIGOS	(MCMILLAN; FLOOD; GLAESER, 2017)	(BRUNO et al., 2018)	(MARKOWITZ et al., 2018)	(BLYTHE et al., 2021)	(GALEOTE et al., 2022)	(LI et al., 2023)
<i>Game Engine</i> utilizada	Não foi mencionado no texto, o jogo apresentado foi criado com a <i>Unity Engine</i>	<i>Unity Engine</i>	Não houve uso de <i>Game Engine</i> , foi utilizada a ferramenta <i>Worldviz's Vizard</i>	Não houve uso de <i>Game Engine</i>	Não foi mencionado no texto	<i>Unreal Engine</i>
Dispositivo de RV utilizado	<i>Oculus Rift</i>	<i>HTC Vive</i>	<i>Oculus Rift</i>	<i>HTC Vive Pro</i>	Não houve uso de dispositivo VR	<i>HTC Vive Pro</i>
Coleta de dados	Comentários realizados pelos participantes	Um questionário e entrevistas com os participantes	Diversos estudos com questionários pré e pós-teste e análise da locomoção do jogador	Questionário pré e pós-teste	Questionário e mapa de conceito pré e pós teste, anotações durante os testes e entrevistas com os participantes	Dois questionários e análise da performance do jogador no jogo
Apresenta modelagem do jogo	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim

Como podemos observar pela tabela, entre os textos que utilizaram alguma *Game Engine*, houve um uso maior da *Unity Engine* para a criação dos jogos. Foi dada uma preferência maior para o dispositivo de RV *HTC Vive* para a realização dos testes.

Metade dos trabalhos utilizou questionários pré e pós-teste para a coleta de dados, o que é uma ótima maneira de analisar se houve mudanças na forma de pensar dos participantes depois dos testes. Entretanto não houve uso de uma ferramenta robusta automatizada para coletar dados, com relação a forma que os jogadores interagem com os jogos.

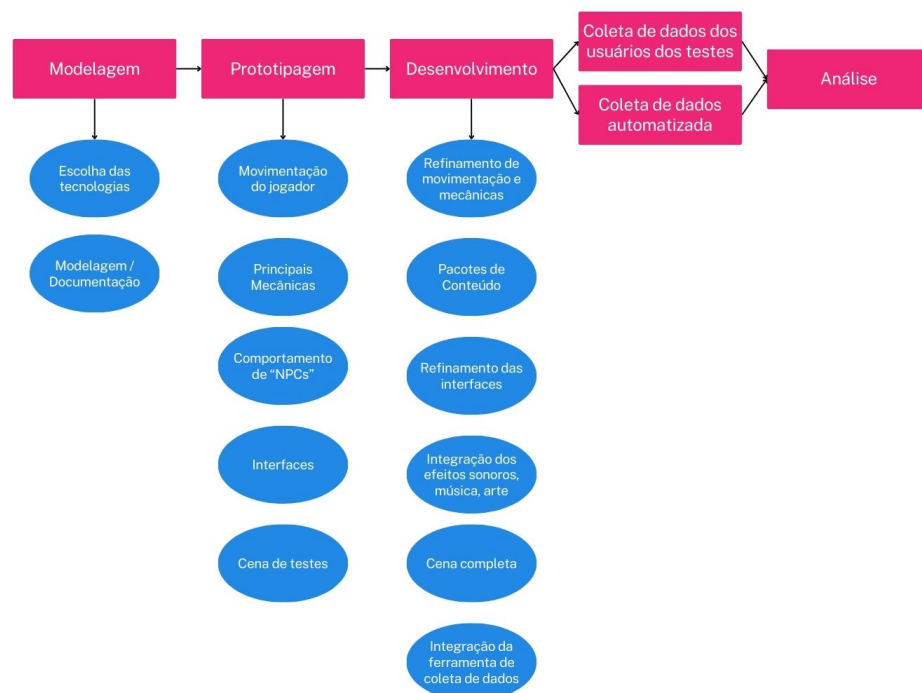
Com a tabela percebemos ainda que a maioria dos textos não apresenta a modelagem do jogo, ou seja, não é detalhado como o jogo foi planejado, a implementação de certos sistemas ou se aprofundou nas tecnologias utilizadas. Esse detalhe dificulta os avanços que podem ser feitos na área, visto que desenvolvedores e pesquisadores interessados na produção de jogos neste setor, não irá possuir muitas opções de referências para o desenvolvimento de jogos educativos relacionados aos oceanos.

Desta forma, pretende-se contribuir com essa lacuna, com uma seção do texto detalhando a modelagem do jogo proposto. Nesta seção será apresentado um metamodelo explicitando todas as etapas para a criação de um jogo e análise do mesmo. As informações deste modelo estarão escritas de forma genérica, para que ele possa auxiliar no desenvolvimento de jogos que não estejam necessariamente relacionados aos oceanos.

4 JOGO PROPOSTO

Este trabalho se propõe a apresentar um metamodelo com os procedimentos necessários para o desenvolvimento e análise de um jogo educativo. Este metamodelo é apresentado na Figura 5. Pode-se observar pela figura que existem três etapas para o desenvolvimento do jogo e três etapas para a realização de testes e análise. Para cada etapa de desenvolvimento, tem-se tarefas específicas que devem ser realizadas para o cumprimento daquela etapa. Primeiramente, tem-se a modelagem, onde é realizado o planejamento do jogo. Para isso são definidas as tecnologias que serão utilizadas, como a *game engine*, o *hardware* onde o jogo será testado e a ferramenta para a coleta de dados automatizada. Depois, utiliza-se algum modelo para a modelagem/documentação do jogo. Neste trabalho foi utilizado um *GDD* e um fluxograma de cenas.

Figura 5: Metamodelo proposto para o desenvolvimento e análise de jogos educativos



Fonte: Próprio Autor

A segunda etapa é a prototipagem do jogo, onde criam-se os principais sistemas do jogo. Para isso é necessário desenvolver a movimentação do jogador, as principais mecânicas que o jogo deve possuir, os comportamentos dos "NPCs", a criação do layout das interfaces e suas interações com o jogo, e a criação de uma cena que será utilizada para testar a combinação de todos estes sistemas. Neste momento, não há a necessidade de arquivos de arte, música ou áudio.

A terceira etapa se refere ao desenvolvimento completo do jogo. Nesta etapa, estende-se o trabalho realizado na prototipagem com melhorias nos sistemas de movimentação e mecânicas já desenvolvidas, a instalação de pacotes de conteúdo ou criação de conteúdo próprio, adicionando a aparência para as interfaces, integrando os conteúdos de arte, áudio e música com o jogo, criando as cenas completas que o jogo deve possuir e integrando a ferramenta de coleta de dados com o jogo, para a realização dos testes. Com a finalização desta etapa, tem-se uma versão do jogo, que pode ser jogada do início ao fim.

As duas próximas etapas são realizadas simultaneamente, visto que serão coletados dados dos usuários, enquanto a ferramenta automatizada irá coletar dados do jogo. Cabe ao autor a maneira como a coleta de dados dos usuário será realizada, podendo utilizar questionários, entrevistas, filmagens, etc. O mesmo vale para a escolha da

ferramenta de coleta de dados automatizada. Para este trabalho foram utilizados questionários de pré e pós-teste e a ferramenta *Cognitive3D* para a coleta de dados automatizada. Ao final, tem-se a análise, onde realiza-se a leitura dos dados coletados, para observar os pontos fortes e fracos do jogo, as áreas que podem ser melhoradas, conteúdos e mecânicas que podem ser adicionados e se o jogo conseguiu cumprir com sua proposta.

4.1 Metodologia

Para realizar a modelagem do jogo foi utilizado o *GDD Unified Game Canvas*. Como não se planeja vender o jogo, o elemento *Game Business* foi desconsiderado na elaboração do *GDD*. Um fluxograma de cenas também foi projetado, para auxiliar na elaboração da interface de usuário.

Comparando as *engines* apresentadas no referencial teórico, foi decidido utilizar a *Unity* para o desenvolvimento desse jogo. Essa decisão ocorreu em conta das ferramentas disponibilizadas pela *Unity* para a construção tanto de jogos 2D quanto 3D, por permitir a importação para um grande número de plataformas, por possuir uma loja de recursos com uma grande quantidade de conteúdo para acelerar o processo de desenvolvimento do jogo e por possuir bom suporte para o desenvolvimento de jogos de realidade virtual.

Em um primeiro momento o jogo foi desenvolvido utilizando o simulador de realidade virtual da *Unity*, e depois foi utilizado o óculos de realidade virtual *Meta Quest 2*, por ser um óculos de boa qualidade e com um preço acessível.

Para coletar dados durante o jogo foi utilizado a ferramenta *Cognitive3D*¹, que se trata de uma ferramenta que coleta e analisa informações sobre seções de jogos de realidade virtual. *Cognitive3D* pode ser integrada com o *Unity* para obter dados como a performance do jogo, o nível de conforto do jogador, o nível de imersão do jogador e diversos dados personalizados que são definidos pelo desenvolvedor.

4.2 Modelagem

Para se dar início a modelagem foi criado um *GDD* seguindo o modelo *Unified Game Canvas*. Esse *GDD* foi criado para definir as principais ideias do projeto (conforme Figura 6).

¹<<https://cognitive3d.com/>>

Figura 6: Game design canvas do jogo proposto.

Game Impact					
Conscientização sobre a importância dos oceanos					
Game Concept	Game Player	Game Play	Game Flow	Game Core	Game Interaction
-Título: Imerso no Mar -Objetivos: remover lixo do oceano e tirar fotos de diferentes espécies de peixes -Ideia: construir um jogo em realidade virtual que ajude os jogadores a se aproximarem dos oceanos -Gêneros: realidade virtual, exploração, educativo	-Idade: todas as idades -Segmento: jogadores que tenham interesse em aprender mais sobre os oceanos -Número de jogadores: 1	-Cena: ambiente aquático -Componentes: lixo, animais marinhos, formações rochosas, plantas, câmera fotográfica -Começo: ao iniciar o jogo, o jogador será colocado em uma cena com um texto contextualizando os seus objetivos no jogo. Após o jogador será colocado dentro do ambiente aquático para começar a exploração -Regras: o jogador pode se mover em qualquer direção tendo completa liberdade para explorar o ambiente. O jogador pode remover lixo da área e tirar fotos de animais marinhos para ganhar pontos.	-Desafio em encontrar todo o lixo e animais marinhos espalhados pelo mapa -Certos animais estarão mais bem escondidos do que outros -Tempo limitado para explorar o mapa	-O jogador pode alterar o estado da mão direita para segurar ou não a câmera fotográfica -Ao tirar a foto de um animal marinho o jogador irá receber uma notificação com o nome da espécie do animal -O jogador pode abrir um menu que possui informações sobre todas as espécies de animais marinhos que foram encontrados -Diferentes espécies de animais marinhos darão diferentes quantidades de pontos ao jogador	-Plataforma: computador -Menu de catálogo para o jogador poder ver informações sobre as espécies de peixes que ele encontrou -Movimentação realizada com o controle de mão esquerda e câmera fotográfica na mão direita

A partir da Figura 6 é possível perceber a concepção do jogo seguindo os elementos presentes no *Unified Game Canvas*, com exceção do *Game Business*.

O primeiro elemento a ser preenchido foi o *Game Impact*, que diz respeito ao efeito que o jogo pretende ter sobre o jogador, nesse caso, a intenção do projeto de conscientizar o jogador para a importância dos oceanos.

Após, o elemento *Game Concept* foi preenchido, apresentando o nome do jogo, os objetivos que o jogador deverá cumprir, a principal ideia por trás do jogo e seus gêneros.

No elemento *Game Player* temos o perfil do jogador que pretende-se atingir com o jogo, focando em pessoas de todas as idades que tenham interesse de aprender mais sobre o oceano.

No *Game Play* é falado sobre os componentes que fazem parte do ambiente, o início do jogo e suas regras.

No *Game Flow* é apresentado o fluxo do jogo, como o desafio que o jogador teria para encontrar todo o lixo e animais presentes no ambiente, a dificuldade em encontrar certos animais por estarem mais bem escondidos do que outros e um limite de tempo para a exploração do mapa, aumentando a rejogabilidade do jogo caso o jogador não encontre todo o lixo e animais no mapa, numa tentativa de encontrar tudo.

No *Game Core* se fala sobre o funcionamento de certas mecânicas do jogo, como o uso do controle de mão direita para segurar a câmera, o que acontece quando o jogador tira a foto de um animal marinho, como o jogador pode ver informações sobre os animais que ele encontrou e a distribuição de pontos entre as diferentes espécies de animais.

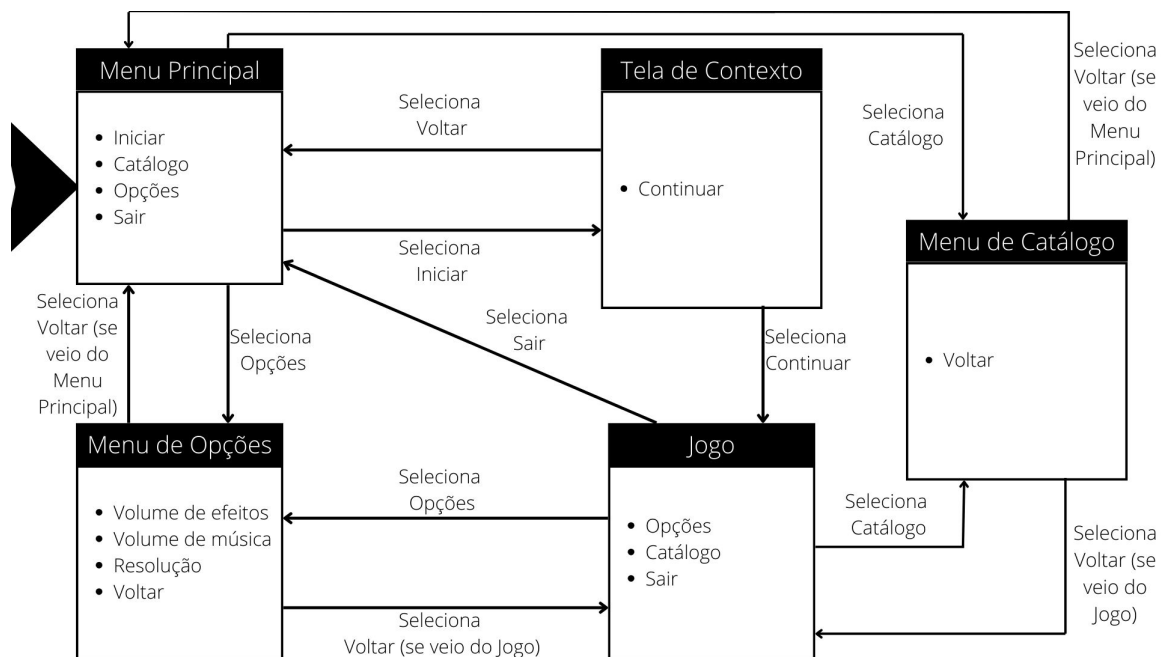
Por final, o elemento *Game Interaction* trata sobre como o jogador irá interagir com o jogo, a plataforma onde pode ser encontrado, menus e o uso dos controles de realidade virtual.

Com todos os elementos preenchidos é possível ter uma ideia do que o jogo pode se tornar, sendo um jogo focado na exploração de um ambiente aquático, onde o jogador deve limpar a área de lixo e fotografar animais marinhos para catalogar as espécies que vivem na região.

A dificuldade do jogo estará no limite de tempo para explorar o mapa, sendo desafiador encontrar certas espécies de animais marinhos por estarem mais bem escondidas do que outras, entretanto tais espécies darão mais pontos ao jogador.

A próxima etapa para a modelagem do jogo foi a criação de um fluxograma de cenas, para se observar como a navegação dos menus ocorrerá.

Figura 7: Fluxograma de cenas.



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 7 pode-se observar que temos cinco telas principais, começando com o menu principal com botões para iniciar o jogo, navegar para o menu de catálogo ou opções e sair do jogo. Ao iniciar o jogo o jogador primeiro irá para a tela de contexto, que contém um texto explicando a história do jogo e os objetivos do jogador.

Assim que o jogador terminar de ler o texto ele pode clicar no botão de continuar para entrar no jogo. A partir da tela de jogo ele ainda pode navegar para o menu de catálogo ou opções ou voltar para o menu principal.

Dentro do menu de opções o jogador pode alterar certas configurações do jogo e voltar para o menu principal ou para o jogo dependendo da tela anterior. No menu de catálogo o jogador pode ver informações sobre os animais marinhos que ele já encontrou e voltar para o menu principal ou para o jogo dependendo da tela anterior.

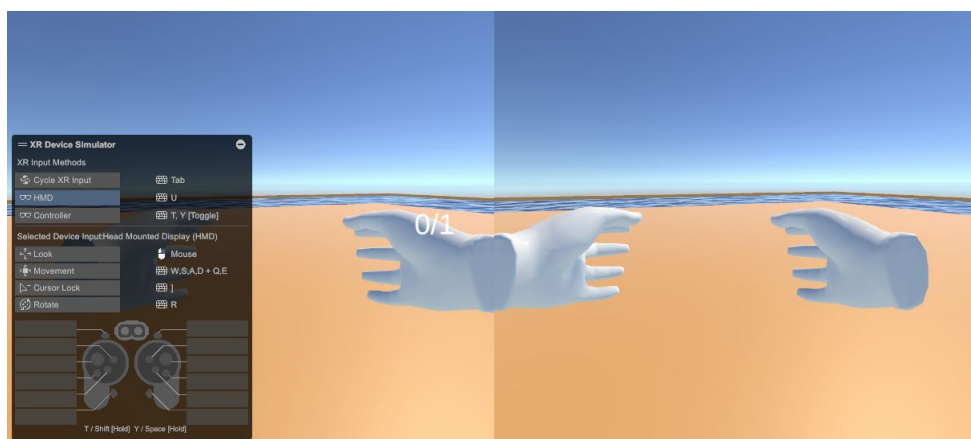
4.3 Desenvolvimento

4.3.1 Pacotes de realidade virtual

O desenvolvimento do jogo foi iniciado com a criação de um simples projeto 3D e com a instalação dos pacotes *XR Interaction Toolkit*, *XR Plugin Management* e *OpenXR Plugin* para permitir o desenvolvimento em realidade virtual. Como o óculos de RV que foi utilizado para o projeto é o *Meta Quest 2*, o pacote *Oculus XR Plugin* foi instalado, para dar suporte a esse tipo de óculos. Por final foi instalado o

pacote *MockHMD XR Plugin* que adiciona renderização e suporte de entrada para *MockHMD*. O *MockHMD* é uma ferramenta do *Unity* que simula as propriedades de um óculos de realidade virtual, permitindo que o jogo seja testado sem a necessidade de um dispositivo. Essa ferramenta é útil pois permite que testes sejam realizados com mais facilidade, acelerando o processo da criação de mecânicas e conserto de *bugs*, conforme apresenta Figura 8.

Figura 8: Jogo com o *MockHMD*.



Fonte: Próprio Autor

4.3.2 Pacotes de recursos

Além dos pacotes de realidade virtual, também foram instalados pacotes da loja de recursos do *Unity*, para acelerar o desenvolvimento do jogo.

- *8K Skybox Pack Free*;
- *City Assets Volume 1 -FREE*;
- *Ocean Environment Pack*;
- *3D Cartoon Road Warning Signs*;
- *Mess Maker Free*;
- *Next-gen Camera*;
- *Saltwater fish URP Complete Pack*;
- *Effect Textures And Prefabs*;
- *easy UI emerald - default*.

Os pacotes *City Assets Volume 1 FREE* e *Mess Maker FREE* possuem modelos que puderam ser utilizados para os objetos de lixo no jogo. O pacote *Effect textures and prefabs* contém um efeito de fumaça que pode ser adicionado aos objetos de lixo, para diferenciar o lixo dos outros objetos da cena e aumentar a sua visibilidade dentro da água. O pacote *Ocean Environment Pack* contém vários conteúdos para a criação de um ambiente aquático, incluindo pedras, efeitos, peixes, etc. O pacote *Next-gen Camera* possui o modelo de uma câmera que pôde ser utilizada como a câmera que o jogador utiliza para tirar fotos dos animais marinhos.

8K Skybox Pack Free possui diversas imagens de céus com nuvens que foi utilizado como o céu no menu principal. o pacote *3D Cartoon Road Warning Signs* possui diversos modelos de placas que foram utilizadas para mostrar visualmente ao jogador os limites do mapa. *easy UI emerald - default* possui uma variedade de elementos de interface que foram utilizados para melhorar a *UI* do jogo. Ao final, o pacote *Saltwater fish URP Complete Pack* possui mais de 30 modelos e animações de animais marinho que foram utilizados para popular a cena com os animais que o jogador deve encontrar.

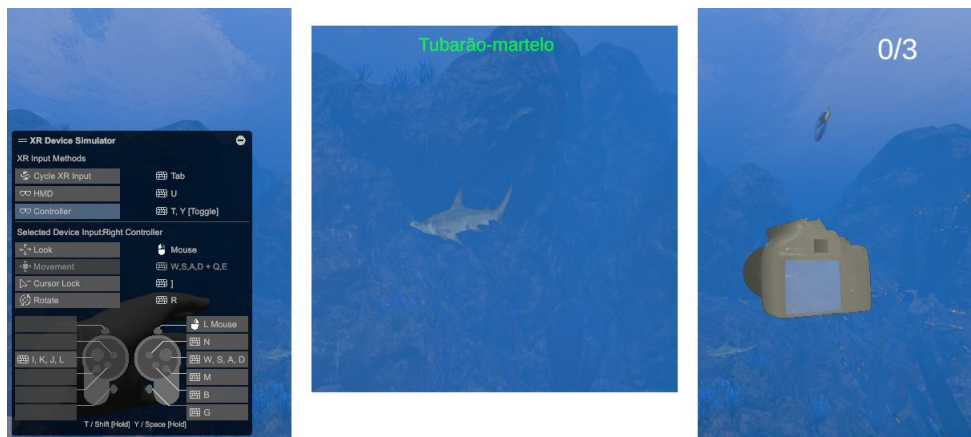
Para dar mais autenticidade ao cenário, foram selecionados 10 peixes do pacote, que realisticamente poderiam viver em uma mesma região. Para isso foram selecionados animais encontrados no oceano pacífico. A tabela utilizada para a escolha dos animais pode ser encontrada no Apêndice A.

4.3.3 Movimento e detecção de peixes

O jogador consegue controlar o personagem com o analógico do controle esquerdo do dispositivo de realidade virtual. O jogador pode se mover em todas as direções, permitindo uma exploração livre do cenário. Um dos principais objetivos do jogador dentro do jogo é catalogar as diferentes espécies de animais marinhos da região. Para isso o jogador pode alterar a mão direita para utilizar uma câmera e fotografar os animais, para adiciona-los a um menu de catálogo. A detecção de animais ocorre quando o jogador tira a foto de um animal. O algoritmo que realiza a detecção primeiro verifica se o animal está na direção onde a foto está sendo retirada. Após o algoritmo verifica se existe algum objeto entre o animal e a câmera. Caso o animal passe por essas duas verificações ele é adicionado a uma lista de animais que estão contidos na foto.

A última etapa é identificar qual desses animais será detectado pela foto, que ocorre verificando qual animal está mais próximo do centro da visão da câmera. Com o animal identificado, o nome dele é escrito na tela e esse animal é marcado como detectado em um arquivo *JSON*, assim o jogador tem acesso as informações desse animal (ver Figura 9).

Figura 9: Procedimento para jogador tirar uma foto de um tubarão martelo.



Fonte: Próprio Autor

Quando o jogador realiza com sucesso a foto de um animal que ele não encontrou anteriormente, é ativada uma notificação, avisando o jogador que as informações desta espécie podem ser encontradas no menu de pausa do jogo (Figura 10).

Figura 10: Imagem com notificação sobre uma nova espécie de animal encontrada



Fonte: Próprio Autor

4.3.4 Algoritmos de comportamento dos animais

Para criar um algoritmo que defina o comportamento de cardumes de peixes de maneira realista, foi utilizado como base o algoritmo de *Boids*, definido por (REYNOLDS, 1987).

Figura 11: Regras do algoritmo de Boids.



Fonte: Adaptado de (REYNOLDS, 1987)

Como é possível perceber pela Figura 11, este algoritmo define três regras que simulam o comportamento de grupos de indivíduos que se movem em conjunto. Essas regras são definidas a seguir.

- Separação: evita colisão com indivíduos próximos;
- Alinhamento: indivíduos próximos influenciam o vetor de velocidade do indivíduo, fazendo-o ter um comportamento parecido com seus vizinhos;
- Coesão: indivíduos próximos movem-se para o centro do grupo.

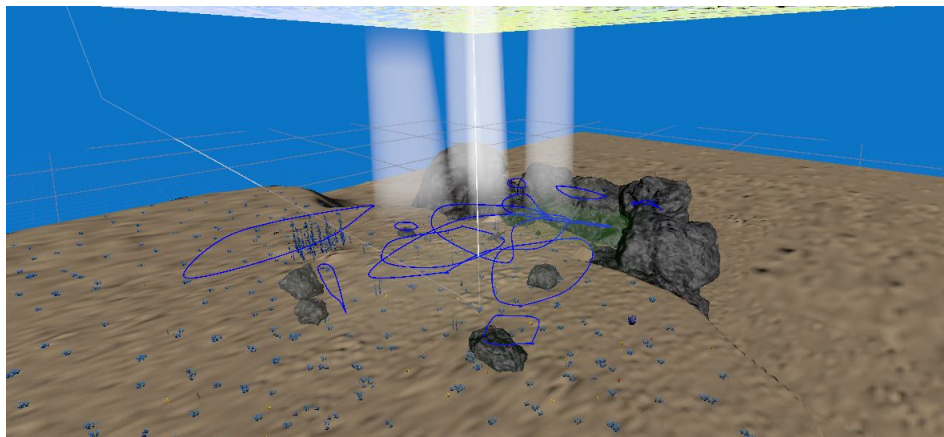
Por ser um algoritmo relativamente simples, é possível adicionar novas regras para criar mais comportamentos para o cardume de peixes, como definir uma área específica em que o grupo possa se mover ou fazer com que o grupo se afaste de perigos.

Para criar a movimentação dos animais, foi utilizado o pacote de *splines* do *Unity*. Com este pacote é possível criar rotas que podem ser percorridas pelos objetos da cena. Esse pacote foi escolhido, pois as rotas criadas com ele são curvas que permitem que o objeto rotacione de maneira suave ao longo da rota, fazendo com que os animais marinhos tenham uma movimentação mais realista.

4.3.5 Cena

Combinando todos os elementos apresentados anteriormente foi possível criar uma cena onde o jogador deverá explorar (Figura 12).

Figura 12: Cena do jogo.



Fonte: Próprio Autor

As linhas azuis na cena são as splines, representando o caminho que alguns dos animais da cena irão percorrer. Foram posicionadas paredes invisíveis nos cantos do cena, para impedir que os jogadores se movam para fora do mapa. Existem placas indicando onde as paredes invisíveis começam, e quando o jogador toca uma destas paredes ele recebe uma mensagem avisando para retornar para a área explorável, como podemos ver na Figura 13.

Figura 13: Mensagem que o jogador recebe ao tocar uma das paredes invisíveis.



Fonte: Próprio Autor

4.3.6 Interface

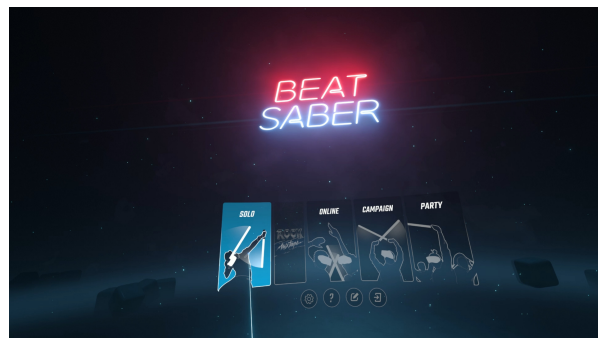
Para a criação das interfaces do jogo foi utilizado o *website gameuidatabase.com*, que se trata de uma base de dados com imagens das interfaces de uma grande variedade de jogos, para encontrar referencias de menus de jogos, como pode ser visto nas Figuras 14 e 15.

Figura 14: Menu principal do jogo
Half Life: Alyx



Fonte: *gameuidatabase.com*

Figura 15: Menu principal do jogo
BeatSaber



Fonte: *gameuidatabase.com*

A Figura 16 apresenta o menu principal do jogo, criado com base nas referências encontradas no *gameuidatabase.com*.

Figura 16: Menu principal do jogo.



Fonte: Próprio Autor

Foi criado um menu de opções para configurar o volume do jogo, o modo de rotação e um efeito de foco para deixar o jogo menos cansativo (Figura 17).

Figura 17: Menu de opções do jogo.



Fonte: Próprio Autor

Na Figura 18 tem-se o menu de catálogo do jogo, que inicia com botões vazios, mas quando o jogador fotografa os animais, o menu é preenchido com as imagens dos animais encontrados.

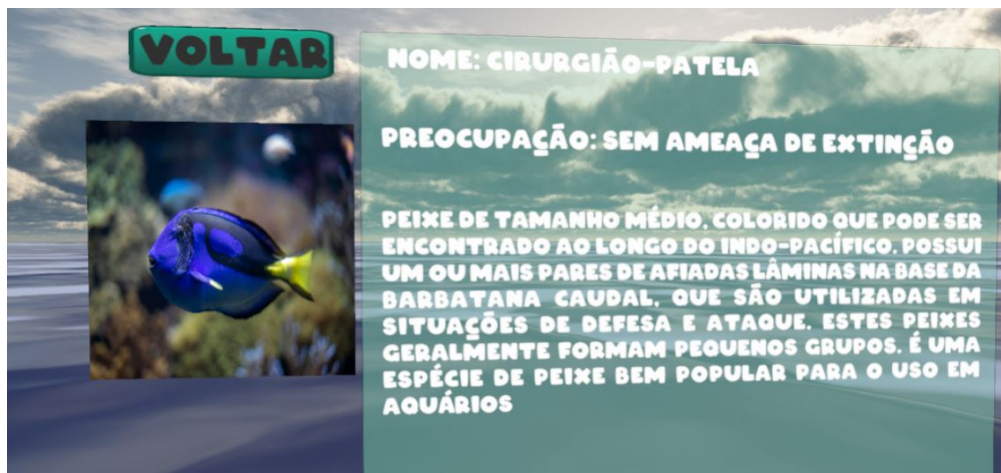
Figura 18: Menu de catálogo do jogo.



Fonte: Próprio Autor

Ao clicar no botão de um dos peixes encontrados no menu de catálogo, o jogador é levado a um menu que apresenta as informações desse animal, como pode-se ver na Figura 19. Este menu possui o nome do animal, o seu nível de preocupação de extinção e um pequeno parágrafo falando sobre as principais informações e curiosidades sobre aquele animal.

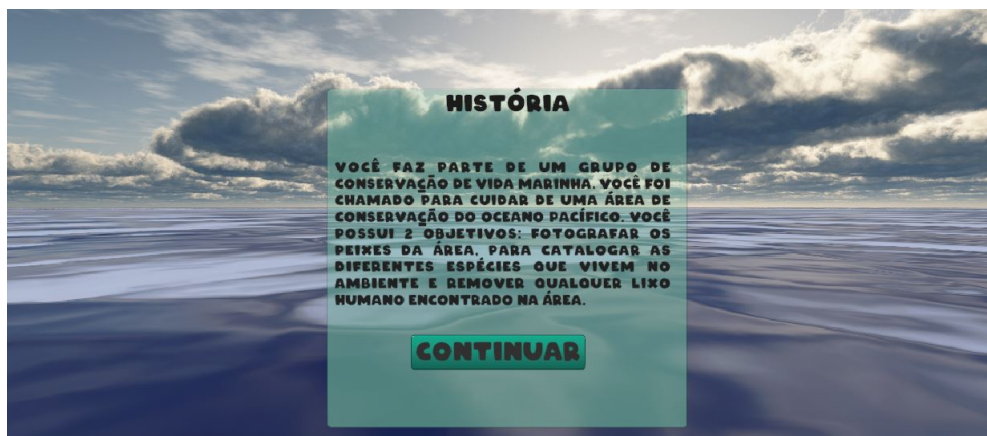
Figura 19: Menu de informações de animal do jogo.



Fonte: Próprio Autor

Por final, ao clicar no botão de jogar no menu principal, o jogador é levado para o menu de contexto que contém um pequeno parágrafo explicando a história do jogo e o papel do jogador (Figura 20).

Figura 20: Menu de contexto do jogo.



Fonte: Próprio Autor

5 TESTES E RESULTADOS

Os testes foram conduzidos com 17 (dezesete) alunos de Engenharia de Computação e Sistemas de Informação da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Os testes consistiam de um questionário pré-teste, dez minutos com o jogo e um questionário pós-teste. Cada participante realizou o teste separadamente, em sala específica, e em horário pré-definido. Este projeto foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme CAAE: 45606915.8.0000.5324.

O questionário pré-teste inicia com um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), que explica a proposta do trabalho e pergunta ao participante se ele concorda em participar da pesquisa. O TCLE completo é apresentado no Apêndice B e após são feitas 4 (quatro) perguntas ao participante a cerca de suas experiências com jogos digitais e realidade virtual. São elas:

1. Você joga jogos digitais frequentemente? (Sim/Não)
2. Você já jogou algum jogo de realidade virtual anteriormente? (Sim/Não)
3. Se sim, quais? (Texto - Opcional)
4. Você se sente enjoado facilmente ou possui algum problema de saúde que possa prejudicar sua experiência com a realidade virtual? (Sim/Não)

Na última seção do questionário pré-teste são colocadas 7 (sete) afirmativas, baseadas no questionário do texto de Paredes-Coral et al. (2022), acerca das atitudes dos participantes com relação aos oceanos. Todas as afirmativas estão em uma escala de Likert de 5 (cinco) pontos, representando o quanto o participante concorda com a afirmativa. São elas:

1. A saúde dos oceanos é importante para a sobrevivência humana.
2. Minhas ações podem ter um efeito significativo na saúde dos oceanos e áreas costeiras.

3. Tenho a responsabilidade pessoal de trabalhar pela saúde dos oceanos e das áreas costeiras.
4. As empresas e a indústria devem ser responsáveis pela sustentabilidade dos oceanos.
5. Eu entendo os problemas que os oceanos enfrentam.
6. Os cidadãos individualmente devem ser responsáveis pela sustentabilidade dos oceanos
7. A sustentabilidade dos oceanos é mais importante do que o crescimento econômico.

Após responder todas as perguntas do pré-teste, o participante segue para a etapa de jogar o jogo. Cada participante recebe auxílio para a colocação do óculos e é notificado de que seus objetivos no jogo são a coleta de lixo e tirar fotos dos animais marinhos. São dados dez minutos para realizar a exploração do mapa, para catalogar o maior número de peixes e remover a maior quantidade de lixo que o jogador conseguir. Durante este tempo a ferramenta *Cognitive3D* estará coletando dados sobre as ações que o jogador estiver realizando dentro do jogo.

O segundo questionário possui duas seções. A primeira seção é baseada no modelo SUS (*System Usability Scale*) (BROOKE, 1995) e possui as seguintes perguntas:

1. Eu acho que gostaria de jogar esse jogo com frequência. (Escala Likert 1-5)
2. Eu acho que o jogo tem um bom nível de complexidade. (Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)
3. Eu achei o jogo fácil de jogar. (Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)
4. Eu acho que conseguiria jogar o jogo sem a ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos. (Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)
5. Eu acho que as várias funções do jogo estão muito bem integradas. (Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)
6. Eu acho que o jogo não apresenta muita inconsistência. (Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)

7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como jogar esse jogo rapidamente.
(Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)
8. Eu achei que o jogo não é muito atrapalhado de jogar.(Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)
9. Eu me senti confiante ao jogar o jogo. (Escala Likert 1-5)
Por que? (Texto - Opcional)
10. Eu não precisei aprender muitas coisas novas antes de conseguir jogar o jogo.
(Escala Likert 1-5)

O propósito dessas questões é fazer com que os participantes avaliem o jogo como um sistema. A segunda seção tem o objetivo de avaliar o entendimento dos participantes com relação ao assunto apresentado no jogo e possui as seguintes questões:

1. Você conseguiu entender o propósito do jogo? (Sim/Não)
2. Você sentiu que a realidade virtual contribuiu com a imersão no cenário?
(Contribuiu pouco/Contribuiu muito)
3. Após jogar o jogo você mudaria a resposta de alguma das afirmações relacionadas aos oceanos no pré-teste? (Sim/Não)
4. Dê suas sugestões em como o jogo pode ser melhorado. (Texto - opcional)

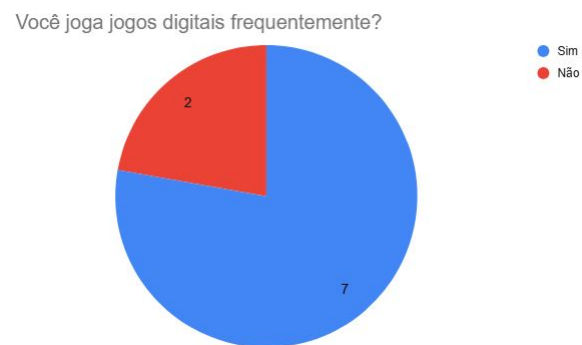
Um dos alunos respondeu o questionário pré-teste, mas não pode permanecer para jogar o jogo. Das dezesseis seções, apenas nove foram gravadas por completo pelo *Cognitive3D*, devido a problemas de *software*. Assim os resultados apresentados levarão em consideração apenas as respostas destes 9 (nove) alunos. Destes nove alunos, seis são homens e três são mulheres.

5.1 Resultados obtidos

5.1.1 Pré-teste

A partir da Figura 21 pode-se perceber que 7 (sete) participantes responderam que jogam jogos digitais frequentemente, enquanto 2 (dois) participantes responderam que não jogam jogos digitais frequentemente. O que nos mostra que a maior parte dos participantes terá menos dificuldade para entender/jogar o jogo.

Figura 21: Respostas para a pergunta “Você joga jogos digitais frequentemente?”



Fonte: Próprio Autor

Figura 22: Respostas para a pergunta “Você já jogou algum jogo de realidade virtual anteriormente?”

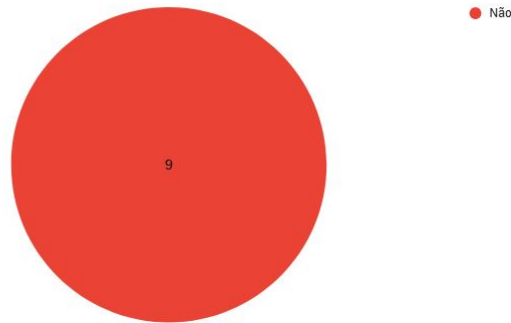


Fonte: Próprio Autor

Como é possível perceber pela Figura 22, a maioria dos participantes nunca jogou um jogo de realidade virtual. Devido a esse motivo, houveram dúvidas em como operar os menus, como utilizar os controles do dispositivo de realidade virtual e como utilizar as mãos dentro do jogo.

Figura 23: Respostas para a pergunta “Você se sente enjoado facilmente ou possui algum problema de saúde que possa prejudicar sua experiência com a realidade virtual?”

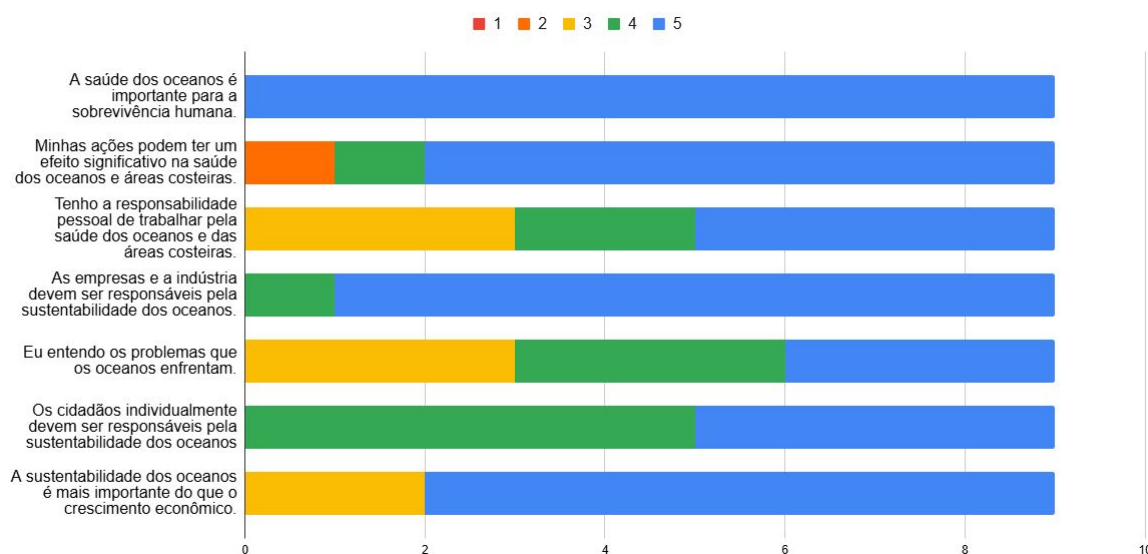
Você se sente enjoado facilmente ou possui algum problema de saúde que possa prejudicar sua experiência com a realidade virtual?



Fonte: Próprio Autor

Nenhum dos participantes respondeu que possui um problema de saúde que afete a sua experiência com o jogo, podendo assim realizar os testes sem preocupações (Figura 23).

Figura 24: Respostas para o questionário de atitudes sobre os oceanos



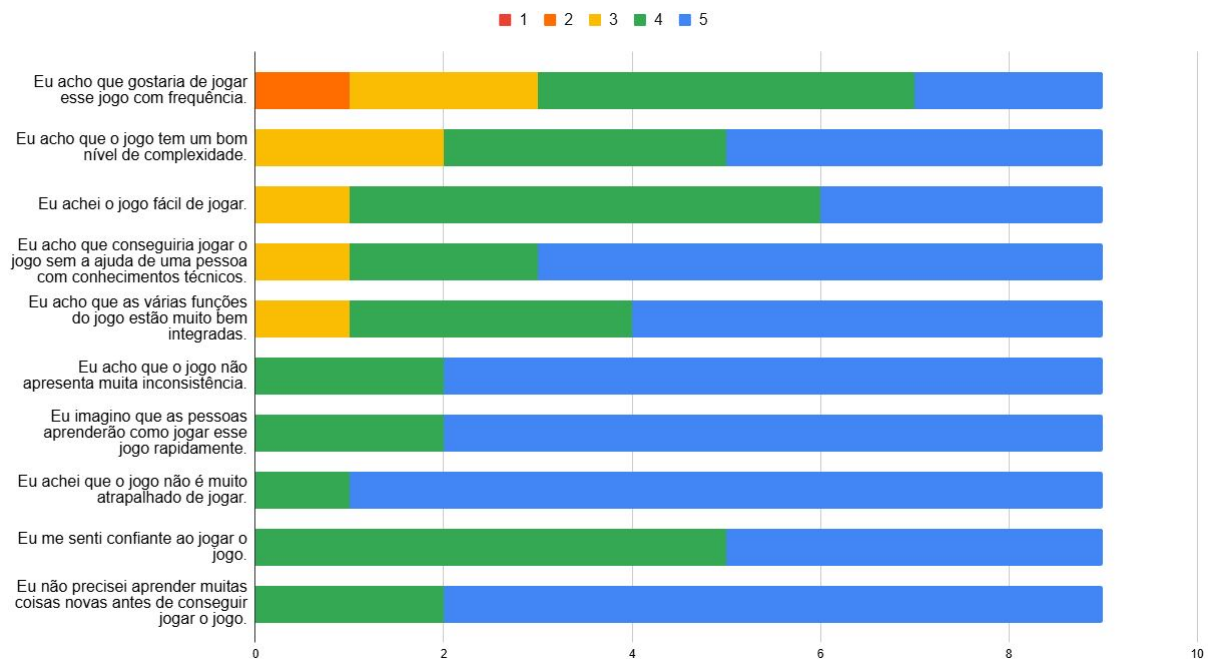
Fonte: Próprio Autor

A Figura 24 mostra a distribuição das respostas para as 7 (sete) afirmações relacionadas com as atitudes que os participantes possuem com relação aos oceanos. Como pode-se perceber pelo gráfico, antes de jogar o jogo os participantes já possuíam uma visão bem positiva dos oceanos. A afirmação que obteve a menor quantidade de respostas positivas foi "Eu entendo os problemas que os oceanos enfrentam", mostrando-se aí uma lacuna que pode ser abordada no futuro com o jogo.

5.1.2 Pós-teste

A Figura 25 apresenta a distribuição das respostas para o questionário do modelo SUS adaptado para o jogo. De modo geral, o jogo foi recebido de maneira bem positiva pelos participantes. A afirmação que recebeu menos aprovação foi "Eu acho que gostaria de jogar esse jogo com frequência". Um dos motivos que causou essa distribuição de respostas, pode ter sido a falta de conteúdo no jogo, apresentando apenas dez espécies de animais marinhos e possuindo um único nível com dez minutos de duração.

Figura 25: Respostas para o questionário SUS adaptado para o jogo

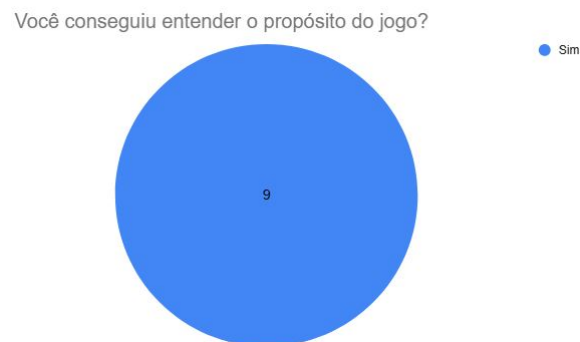


Fonte: Próprio Autor

Uma crítica que foi levantada neste questionário foi com relação ao sistema de coleta de lixo. Um dos alunos escreveu "Acredito que não prestei atenção em algum detalhe, pois não cheguei a coletar nenhum dos lixos". Percebe-se aí, uma necessidade de criar um tutorial que ensine as mecânicas ao jogador de maneira prática.

Outra crítica que apareceu poucas vezes, foi relacionada com a movimentação do jogador. Um participante falou que "Tive alguns problemas durante a movimentação". Outro falou: "Acho que falta um pouco de fluidez na movimentação apenas". Essas críticas podem ter sido feitas pela falta de experiência com jogos *RV*, já que houveram algumas dúvidas com os controles do jogo, como pode ser visto na resposta de um dos participantes: "Bom, porém para quem não é familiarizado com controles de vídeo game ou os *RV*, acabam se perdendo em meio as teclas do jogo". Ainda assim, vale a pena explorar se a movimentação do jogador pode ser melhorada. Todas as respostas complementares dos participantes podem ser encontradas no Apêndice C.

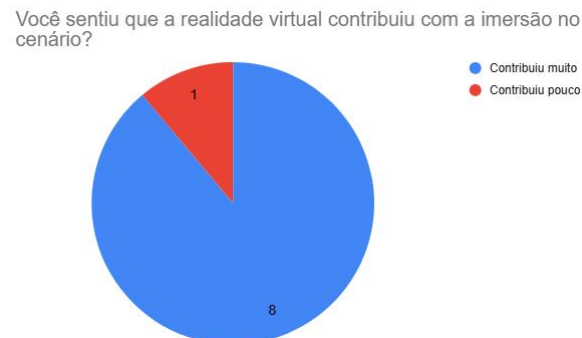
Figura 26: Respostas para a pergunta “Você conseguiu entender o propósito do jogo?”



Fonte: Próprio Autor

A partir da Figura 26, percebe-se que todos os participantes conseguiram entender a proposta do jogo.

Figura 27: Respostas para a pergunta “Você sentiu que a realidade virtual contribuiu com a imersão no cenário?”



Fonte: Próprio Autor

A maioria dos participantes sentiu que a realidade virtual contribuiu muito com a imersão do cenário. Esse resultado confirma as conclusões encontradas na revisão sistemática da literatura, como pode ser visto nos trabalhos de Bruno et al. (2018) e Li et al. (2023), de que a realidade virtual possui um impacto positivo para a imersão nos ambientes virtuais (Figura 27).

Figura 28: Respostas para a pergunta “Após jogar o jogo você mudaria a resposta de alguma das afirmações relacionadas aos oceanos no pré-teste?”



Fonte: Próprio Autor

A Figura 28 mostra que a maioria dos participantes não mudaria nenhuma das respostas feitas no questionário de pré-teste. O principal motivo para isso pode ter sido a seleção dos participantes para os testes. Como pode-se ver nas respostas do questionário pré-teste, a maioria dos participantes já tinha uma visão positiva sobre os oceanos, portanto o jogo não teve grande efeito sobre a maneira como eles pensam.

Por fim, os participantes deram suas sugestões em como o jogo pode ser melhorado. Um dos alunos realizou uma comparação com o jogo *Beyond Blue* dizendo “mais espécies, adicionar uma historia, algo como beyond blue só que com conscientização ambiental, tem muito potencial o jogo”. Este aluno ainda sugeriu a adição de mais conteúdo para o jogo, como uma maior quantidade de espécies de peixe, ponto este que também foi levantado por outro aluno que disse: “aumentar o tamanho do cenário e colocar mais peixes”.

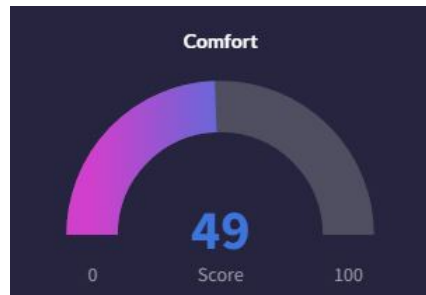
Outro participante falou “Adicionar um aviso informando onde deve apertar o botão do menu, mostrando em uma imagem a localização desse botão no controle, durante a inicialização ou no começo da partida”. Esta sugestão consiste em deixar mais claro a maneira como o usuário interage com os menus do jogo, principalmente para pessoas que não estão acostumadas com jogos de *RV*.

Um participante deu diversas sugestões, falando que “Acredito que ajustar a movimentação que trava ao tentar girar e o controle com a cabeça também só vai até um certo ponto, dar mais aparência de lixo aos lixos e adicionar algo que relebre um capacete de mergulho na interface, acho que faltou isso para me ajudar na imersão”. As questões da movimentação e dos lixos já foram levantadas anteriormente, entretanto este foi o único aluno que sugeriu uma maneira de tornar o jogo mais imersivo, e que será considerada para o futuro.

5.1.3 Cognitive3D

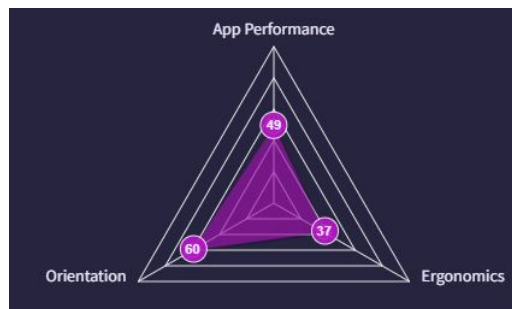
Uma das estatísticas que o *Cognitive3D* calcula para avaliar o jogo, é a pontuação de conforto, como pode-se ver na Figura 29. Essa pontuação é calculada a partir da média de três dados, apresentados na Figura 30.

Figura 29: Pontuação de conforto calculado pelo *Cognitive3D*.



Fonte: Próprio Autor

Figura 30: Parâmetros utilizados para calcular a pontuação de conforto.

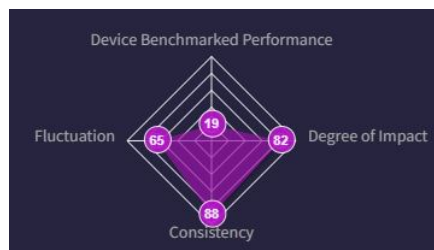


Fonte: Próprio Autor

- Performance do aplicativo: pontuação de $[0; 100]$, com base na taxa de quadros da aplicação;
- Ergonômicos: pontuação de $[0; 100]$, com base no tempo gasto em zonas de tensão dos braços;
- Orientação: pontuação de $[0; 100]$, com base no tempo gasto em zonas de tensão no pescoço.

Como o jogo não necessita de muita movimentação das mãos, os participantes mantiveram os controles mais próximos do corpo, por isso a baixa pontuação nos ergonômicos. Para a performance do aplicativo, sua pontuação é calculada a pela média de quatro dados apresentados na Figura 31.

Figura 31: Parâmetros utilizados para calcular a pontuação de performance do aplicativo.

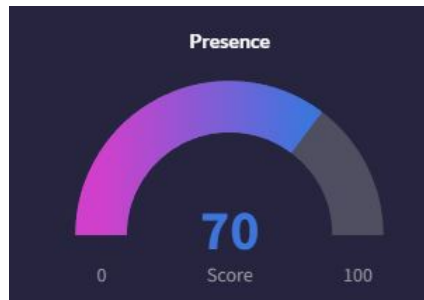


Fonte: Próprio Autor

- Desempenho de referência do dispositivo: pontuação de $[0; 100]$, com base na performance geral do aplicativo;
- Grau de impacto: pontuação de $[0; 100]$, com base na magnitude das quedas de performance distante da taxa de quadros máxima do dispositivo;
- Consistência: pontuação de $[0; 100]$, com base no quão estável é a taxa de quadros ao longo do aplicativo, independente da taxa de quadros geral;
- Flutuação: pontuação de $[0; 100]$, com base nas mudanças da taxa de quadros nos menores valores alcançados.

Percebe-se que apenas o desempenho referência do dispositivo obteve uma pontuação bem abaixo das demais. Isso ocorreu, porque a taxa de quadros média do jogo foi de 56 Hz, enquanto que para o *Meta Quest 2* é recomendado uma taxa de quadros consistente de 72 Hz. Assim, o jogo atingiu uma taxa de quadros menor do que o recomendado para o dispositivo, reduzindo a sua pontuação de performance. Não houveram reclamações de desconforto pelos participantes, mesmo com a taxa de quadros abaixo do recomendado, ainda assim, serão analisadas maneiras de fazer com que o jogo atinja uma taxa de quadros consistente de 72 Hz.

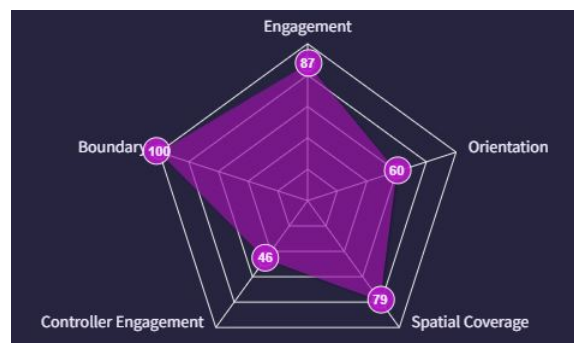
Figura 32: Pontuação de presença calculado pelo *Cognitive3D*.



Fonte: Próprio Autor

A segunda estatística calculada pelo *Cognitive3D*, é a pontuação de presença representada na Figura 32. Essa pontuação é calculada a partir da média de cinco dados apresentados na Figura 33.

Figura 33: Parâmetros utilizados para calcular a pontuação de presença.



Fonte: Próprio Autor

- Engajamento: pontuação de $[0; 100]$, com base no engajamento com os objetos dinâmicos e eventos acionados pelas interações com os objetos dinâmicos;
- Orientação: pontuação de $[0; 100]$, com base na atividade de movimentação da cabeça;
- Cobertura espacial: pontuação de $[0; 100]$, com base na porcentagem do ambiente virtual que o usuário explorou;
- Engajamento dos controles: pontuação de $[0; 100]$, com base na velocidade de movimentação dos controles;
- Limite: pontuação de $[0; 100]$, com base na quantidade de vezes que o usuário atingiu os limites do ambiente.

O único dado que obteve uma pontuação bem abaixo das demais foi o engajamento dos controles, isso porque o jogo não necessita de muita movimentação dos controles.

Com o *Cognitive3D* é possível criar eventos para as ações que o jogador realiza dentro da cena, para que a ferramenta crie uma linha do tempo com todas as ações realizadas durante a sua sessão. Na Figura 34 tem-se um código que realiza a gravação de eventos de coleta de lixo.

Figura 34: Código que realiza a gravação de eventos de coleta de lixo

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using Cognitive3D;
using UnityEngine.XR.Interaction.Toolkit;

public class RecordTrashEvent : MonoBehaviour
{
    private DynamicObject dynamicObject;
    void Start()
    {
        dynamicObject = GetComponent<DynamicObject>();
    }

    public void RecordTrashCollected() {
        new Cognitive3D.CustomEvent("lixo □ coletado").Send();
    }
}
```

Fonte: Próprio Autor

Foram criados 5 tipos de eventos para serem gravados pelo *Cognitive3D*, sendo eles:

1. coleta de lixo;
2. mensagem sobre foto de peixe;
3. entrada no menu de catalogo;
4. entrada no menu de informações do peixe;
5. pontuação obtido no final da sessão.

Na Figura 35 tem-se um trecho de uma linha do tempo no *Cognitive3D*, onde é possível ver como os eventos são representados.

Figura 35: Linha do tempo no *Cognitive3D*.

Fonte: *Cognitive3D*

Com essa linha do tempo pode-se analisar as maneiras que os participantes interagem com o jogo. Na Tabela 7 estão registradas diversas informações que foram encontradas em cada uma das seções.

Tabela 7: Registro das principais informações encontradas em cada seção

Seção	Pontuação de lixo	Pontuação de catálogo	Interagiu com catálogo	Quantidade de erros de foto
Seção 1	210	600	Não	7
Seção 2	270	550	Sim	13
Seção 3	270	650	Não	17
Seção 4	0	200	Não	24
Seção 5	0	250	Não	15
Seção 6	120	400	Não	17
Seção 7	90	550	Não	21
Seção 8	300	650	Sim	13
Seção 9	0	600	Não	10

Percebe-se que alguns dos participantes não coletaram nenhum objeto de lixo, o que mostra que pode haver uma certa dificuldade na realização desse objetivo. Uma maneira de solucionar este problema, é com a criação de um tutorial mais elaborado que mostra ao jogador como coletar o lixo.

Outra observação importante está no baixo nível de interação com o menu de catálogo. A maioria dos participantes nunca abriu o menu de catálogo para ver mais informações sobre os peixes, mesmo com uma mensagem avisando sobre o menu, toda vez que o jogo encontra uma espécie de animal marinho nova. Para lidar com este problema, pode ser necessária uma integração melhor entre as informações dos

peixes e o *gameplay*, sem a necessidade de quebrar o fluxo do jogo com o menu de pausa.

Uma última informação que pode ser adquirida desta tabela, é a quantidade de erros de fotografia adquiridos pelos jogadores. Foram, em média de 15.22 erros de fotografia, ou seja, para cada seção de 10 minutos, foram obtidos por volta de 15 erros para tentar tirar a foto dos animais da cena. Assim percebe-se que há uma necessidade de aperfeiçoar o sistema de fotografia do jogo, para que seja mais acessível aos usuários.

Você pode encontrar os códigos do jogo e todas as resposta dos questionários no repositório do *GitHub* <<https://github.com/Leonardo-chagas/Imerso-no-Mar-Dados>>.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um jogo de realidade virtual chamado *Imerso no Mar*, com o intuito de conscientizar os jogadores sobre a importância dos oceanos. Neste texto foi apresentado o que são jogos sérios e seu uso na educação, o uso de *GDDs* e *game engines* no desenvolvimento de jogo, uma revisão sistemática para encontrar trabalhos com temas semelhantes e como o jogo foi desenvolvido. Um metamodelo foi elaborado, definindo as etapas necessárias para o desenvolvimento e análise de jogos educativos, para contribuir com trabalhos com propostas voltadas para o desenvolvimento de jogos.

Para avaliar a qualidade do jogo, o mesmo foi testado com 17 (dezessete) alunos de engenharia de computação, e aqui avaliados 9 (nove) alunos, devido a problemas a ferramenta *Cognitive3D* durante a coleta dos dados. Analisando as respostas obtidas, percebeu-se que o jogo foi bem recebido pelos alunos. Observando o *feedback* passado pelos participantes dos experimentos e os resultados do *Cognitive3D*, foi possível vislumbrar os seguintes trabalhos futuros:

- Criar um tutorial que ensine o jogador as mecânicas do jogo de maneira prática;
- Melhorar o sistema de movimentação e rotação do jogador;
- Integrar as informações dos animais no jogo, sem a necessidade de abrir um menu;
- Aperfeiçoar o sistema de fotografia do jogo, para que ocorram menos erros ao tentar tirar fotos dos animais;
- Mais espécies de animais e áreas diferentes;
- Aumentar a imersão do jogo (por exemplo, adicionar elementos de interface que lembrem um capacete de mergulho);
- Melhorar a performance do jogo, para que o mesmo atinja a taxa de quadros consistente recomendada para o dispositivo *Meta Quest 2* de 72 Hz;

- Testar o jogo com jovens que tenham menos consciência sobre a importância dos oceanos, de forma a verificar qual seria o impacto nos mesmos.

Com este trabalho percebe-se que os participantes dos testes gostaram do jogo desenvolvido, porém como eles já possuíam posições positivas com relação aos oceanos não foi possível concluir o impacto que o jogo possa ter no entendimento do assunto. Espera-se que os conhecimentos adquiridos neste texto, possam contribuir com o desenvolvimento de novos jogos nesta área, para que a sociedade possa cooperar na criação de gerações futuras com maior conhecimento sobre os cuidados que devemos ter com a saúde dos oceanos.

Agradecimento especial ao CNPq, pelo apoio na pesquisa, com a bolsa de mestrado, via processo número 130865/2023-0.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. Game engines: a survey. *EAI Endorsed Transactions on Game-Based Learning*, v. 2, p. 150615, 11 2015. Citado na página 17.

BLYTHE, J. et al. Fostering ocean empathy through future scenarios. *People and nature (Hoboken, N.J.)*, John Wiley Sons, Inc, London, v. 3, n. 6, p. 1284–1296, 2021. ISSN 2575-8314. Citado 5 vezes nas páginas 24, 25, 26, 27 e 29.

BOTELLA, C. et al. Recent progress in virtual reality exposure therapy for phobias: A systematic review. *Current Psychiatry Reports*, v. 19, n. 7, p. 42, May 2017. ISSN 1535-1645. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11920-017-0788-4>>. Citado na página 18.

BRAGA, M. Realidade virtual e educação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 2001. ISSN 1519-5228. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50010104>>. Citado na página 19.

BROOKE, J. Sus: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.*, v. 189, 11 1995. Citado na página 46.

BRUNO, F. et al. Virtual reality technologies for the exploitation of underwater cultural heritage. In: _____. [S.l.: s.n.], 2018. Citado 5 vezes nas páginas 24, 25, 26, 29 e 52.

CASAROTTO BERNARDI, A. Z. C. R. I.; MEDINA, R. D. Logirunner: um jogo de tabuleiro como ferramenta para o auxílio do ensino e aprendizagem de algoritmos e lógica de programação. *Renote, Porto Alegre*, v. 16, 2018. Citado na página 12.

CLEMENT, J. *Number of video gamers worldwide in 2021, by region*. Statista, 2022. Disponível em: <<https://www.statista.com/>>. Citado na página 14.

COLLETON, N. et al. Concepts and practice in the emerging use of games for marine education and conservation. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 26, 2016. Citado na página 12.

DONEY, S. C. et al. Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, v. 4, 2012. Citado na página 12.

FLEMING, M. D. L. et al. The oceans and human health. Oxford University Press, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 19.

GALEOTE, D. F. et al. The good, the bad, and the divergent in game-based learning: Player experiences of a serious game for climate change engagement. In: *Proceedings of the 25th International Academic Mindtrek Conference*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2022. (Academic Mindtrek '22), p. 256–267. ISBN 9781450399555. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3569219.3569414>>. Citado 5 vezes nas páginas 24, 25, 26, 27 e 29.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações*. [S.l.]: “Livro do pré-simpósio, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality”, 2007. Citado na página 18.

LAMAISSON, A. B. e Anelice Figueiredo e M. A inserção de tecnologias digitais nos processos educativos. *Revista Tecnológica / ISSN 2358-9221*, v. 2, n. 1, p. 21–38, 2015. ISSN 2358-9221. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/17>>. Citado na página 19.

LI, J. et al. Deepsea: a meta-ocean prototype for undersea exploration. *Information Technology & Tourism*, v. 25, n. 3, p. 391–409, Sep 2023. ISSN 1943-4294. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40558-023-00260-1>>. Citado 7 vezes nas páginas 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 52.

MARIANO, D. C. B. et al. *A guide to performing systematic literature reviews in bioinformatics*. 2017. Citado na página 21.

MARKOWITZ, D. M. et al. Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in psychology*, Frontiers Research Foundation, Switzerland, v. 9, p. 2364–2364, 2018. ISSN 1664-1078. Citado 6 vezes nas páginas 24, 25, 26, 27, 28 e 29.

MCMILLAN, K.; FLOOD, K.; GLAESER, R. Virtual reality, augmented reality, mixed reality, and the marine conservation movement. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 27, n. S1, p. 162–168, 2017. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aqc.2820>>. Citado 5 vezes nas páginas 12, 24, 25, 27 e 29.

NAKAGAKI, J. M. et al. Exposição cultura oceânica: A década do oceano. *BARBAQUÁ*, v. 6, p. e8979, dez. 2024. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/barbaqua/article/view/8979>>. Citado na página 19.

O'DOR, R. A census of marine life. *BioScience*, v. 54, n. 2, p. 92–93, 02 2004. ISSN 0006-3568. Disponível em: <[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0092:ACOML\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0092:ACOML]2.0.CO;2)>. Citado na página 19.

PAREDES-CORAL, E. et al. The blue survey: Validation of an instrument to measure ocean literacy among adults. *Mediterranean Marine Science*, v. 23, 03 2022. Citado na página 45.

PEREZ, J. A. A. Biodiversidade marinha: Uma herança ameaçada? *Ciência e Cultura*, v. 62, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 19.

PINTO, I. M. et al. Saberlândia: Plataforma lúdica integrando robótica e multimídia para educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2008. Citado na página 14.

RASTEGARPOUR, H.; MARASHI, P. The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 31, p. 597– 601, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 16.

REYNOLDS, C. W. Flocks, herds, and schools: A distributed behavioral model. *SIGGRAPH '87 Conference Proceedings*, p. 25–34, 1987. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.

RIBEIRO, P. J. S. Plástico e a poluição marinha uma ameaça urgente aos oceanos. In: *Periódico de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Vale do São Francisco*. [S.l.: s.n.], 2023. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 19.

SANTOS, M. G.; SILVA, J. L. C. da; TRINDADE, M. B. G. Década do oceano (2021-2030): o que sabemos sobre a necessidade de salvar os ecossistemas marinhos? In: *Anais do V CONAPESC*. [S.l.: s.n.], 2020. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 19.

SARINHO, V. T. Uma proposta de game design canvas unificado. SBC – Proceedings of SBGames, 2017. Citado na página 17.

SATAVA, R. M. Virtual reality surgical simulator. *Surgical Endoscopy*, v. 7, n. 3, p. 203–205, May 1993. ISSN 1432-2218. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF00594110>>. Citado na página 18.

SILVA, G. d. S. et al. Environmental education for children following the 2030 agenda: Mobilizing on ocean biodiversity. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 8, p. e11612842946, Aug. 2023. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/42946>>. Citado na página 19.

WANGENHEIM, C. G. von; WANGENHEIM, A. von. *Ensinando Computação com Jogos*. São Paulo: Bookess, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 12, 14 e 16.

WOHLGENANT, I.; SIMONS, A.; STIEGLITZ, S. Virtual reality. *Business & Information Systems Engineering*, v. 62, n. 5, p. 455–461, Oct 2020. ISSN 1867-0202. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12599-020-00658-9>>. Citado na página 12.

A ANIMAIS MARINHOS

Esta tabela com as informações dos animais marinhos foi preenchida pelo Laboratório de Ensaios Farmacológicos e Toxicológicos (LEFT) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Tabela 8: Tabela com os atributos que foram utilizados para a escolha dos animais marinhos utilizados no jogo

Animal	Pacífico	Atlântico	Onde vive	Quantidade
Amberjack (<i>Seriola dumerili</i>)	X *E Indico	X	Zona pelágica e epibentônica (águas tropicais e subtropicais), habitam recifes ou declives. Cardumes moderados ou pequenos.	Importância econômica e ambiental. Quantidade: não está ameaçado de extinção, entretanto as mudanças climáticas (temperatura) estão afetando essa espécie. Tendência populacional desconhecida.
Barracuda (<i>Sphyraena barracuda</i>)	X *E Indico	X	Zona pelágica, recifes (águas tropicais e temperadas). Juvenis formam cardumes, adultos solitários.	Importância econômica e ambiental (espécie predatória). Quantidade: não está ameaçado de extinção. Tendência populacional desconhecida.
Basking Shark (<i>Cetorhinus maximus</i>)	X	X	Zona pelágica oceânico-costeiros (águas subtropicais e temperadas). Ocorrem agregações de organismos.	Espécie em perigo de extinção, somente a China e o Japão continuam pescando pelo grande valor das nadadeiras. Tendência populacional decrescente.

Blue Tang (<i>Acanthurus leucosternon</i>)	X *E Indico		Zona pelágica, vivem em zonas de forte correnteza adjacentes aos recifes de corais (águas tropicais). Vivem em grandes agregações alimentares.	Espécie com menor preocupação quanto a extinção. Tendência populacional desconhecida.
Bream (<i>Acanthopagrus australis</i>)	X		Zona pelágica de ambientes costeiros, estuarino, rios e lagoas. Podem ocorrer em grandes cardumes sobre recifes	Espécie sem preocupação de extinção e tendência populacional estável.
Butterfly Fish (<i>Chaetodon capistratus</i>)		X	Zona pelágica (águas subtropicais). Habitam áreas rasas rochosas e de recifes. Solitários ou em pares.	Não são ameaçados, por estarem apenas no oceano atlântico ocidental. Tendência populacional estável.
Coral Grouper (<i>Cephalopholis miniata</i>)	X *E Indico		Zona pelágica. Habitam águas claras em recifes de corais e é frequentemente encontrada em áreas de recife expostas em vez de protegidas. Formam grupos harêmicos compostos por um macho dominante e duas a 12 fêmeas.	Não são ameaçados de extinção. A sobrepesca e a degradação do habitat criam motivos para preocupação e necessidade de monitoramento adicional na IUCN. Tendência populacional estável.
Dorado (<i>Coryphaena hippurus</i>)	X *E Indico	X	Zona pelágica (águas tropicais e subtropicais). Vivem em cardumes, em águas abertas e costeiras.	Espécie com menor preocupação quanto a extinção. Tendência populacional estável.
Eagle Ray (<i>Aetobatus narinari</i>)	X * E Indico	X	Zona pelágica (águas tropicais e subtropicais). Bentopelágica sobre a plataforma continental, associada a ecossistemas de recifes de corais. Vivem solitárias ou em pequenos grupos.	Espécie em perigo de extinção. Tendência populacional decrescente.

Emperor Angelfish (Pomacanthus imperator)	X *E Indico		Zona pelágica - bentopelágica. Indivíduos geralmente relatados em recifes costeiros e externos, lagoas profundas. Vivem solitários, em pares ou pequenos grupos.	Espécie com menor preocupação quanto a extinção. Tendência populacional estável.
Great White Shark (Carcharodon carcharias)	X	X	Zona pelágica (águas temperadas da plataforma continental). Solitários, mas podem se agrupar para alimentação.	Espécie vulnerável e em declínio populacional.
Green Turtle (Chelonia mydas)	X	X	Zona pelágica nerítica. Solitárias, em pequenos grupos no momento da reprodução.	Espécie vulnerável e em estágio decrescente.
Grouper (Epinephelus itajara)		X	Zona pelágica nerítica (zonas de corais e lama).	Espécie vulnerável e com tendência populacional decrescente.
Humphead Wrasse (Cheilinus undulatus)	X *E Indico		Zona pelágica nerítica. Vivem associados a recifes, solitários ou em pares.	Espécie vulnerável e com tendência populacional decrescente.
Leerfish (Lichia amia)	X	X	Zona pelágica nerítica e oceânica, incluindo águas costeiras e estuárias. Vivem em cardumes.	Espécie com menor preocupação e com tendência populacional desconhecida.
Lion Fish (Pterois volitans)	X *E Indico	X (introdução ser humano)	Zona pelágica nerítica, incluindo águas estuárias, associados a recifes e manguezais nas Bahamas. Vive solitário.	Não está em risco de extinção, a tendência populacional está aumentando.

Loggerhead (<i>Caretta caretta</i>)	X *E Indico	X	Zona pelágica nerítica e oceânica, águas temperadas e subtropicais, nidifica em praias arenosas. Vivem solitária.	Espécie ameaçada de extinção, tendência populacional decrescente. Ameaças: poluição marinha, captura acidental e mudanças climáticas.
Mako Shark (<i>Isurus oxyrinchus</i>)	X *E Indico	X	Zona pelágica, águas tropicais e temperadas. Vive solitário, encontrado em pequenos grupo no momento de alimentação.	Espécie em perigo de extinção e tendência populacional decrescente, devido a pesca intensa.
Giant Manta Ray (<i>Mobula birostris</i>)	X *E Indico	X	Zona pelágica nerítica, visita áreas costeiras rasas e zonas de recifes. Águas tropicais, subtropicais e temperados. Vive em pequenos cardumes.	Espécie em perigo de extinção e tendência populacional decrescente, devido a pesca intensa para uso das brânquias.
Marlin (Kajik <i>kia albida</i>)		X	Zona pelágica e oceânica, águas subtropicais. Vivem solitários, em grupos, somente na reprodução.	Não está em risco de extinção, a tendência populacional está aumentando.
Nurse Shark (<i>Ginglymostoma cirratum</i>)		X	Zona pelágica nerítica, águas costeiras tropicais e subtropicais. Habita recifes rochosos e de corais. Vivem solitários, somente na caça se juntam em pequenos grupos.	Espécie vulnerável, tendência populacional decrescente.
Olive Ridley (<i>Lepidochelys olivacea</i>)	X *E Indico	X	Zona pelágica e oceânica, derivam em fortes correntes, nidifica em praias arenosas. Vivem solitárias.	Espécie vulnerável, tendência populacional decrescente. Serão afetadas pelas mudanças climáticas e o aumento no nível dos mares.

Parrot Fish (<i>Scarus quoyi</i>)	X *E In- dico		Zona pelágica, habita áreas ricas em corais de canais externos e recifes costeiros em direção ao mar, ocorre isolado ou em grupos.	Espécie não ameaçada de extinção, tendência populacional desconhecida.
Queen Angelfish (Holo- <i>lucianus</i>)		X	Zona pelágica nerítica, recifes de corais rochosos. Solitário ou em pares.	Espécie não ameaçada de extinção, tendência populacional estável. Peixe agressivo.
Red Snapper	X	X	Zona pelágica nerítica, incluindo águas estuárias.	Espécie vulnerável e com tendência populacional decrescente.
Sailfish (<i>Istiophorus albi- cans</i>)		X	Zona pelágica e costeiro, águas subtropicais. Vivem solitários.	Espécie vulnerável e tendência populacional decrescente.
Red Steenbras (<i>Petrus rupestris</i>)		X *E In- dico	Zona pelágica, águas subtropicais, habita bancos rochosos perto de águas costeiras. Adultos territoriais e solitários.	Espécie encontra-se em perigo de extinção, tendência populacional decrescente.
Striped Bass (<i>Morone saxatilis</i>)		X	Zona pelágica nerítica, habita áreas costeiras e se move rio acima para desova.	Espécie encontra-se sem preocupação de extinção e a tendência populacional é desconhecida.
Swordfish (<i>Xiphias gladius</i>)	X	X	Zona pelágica nerítica e oceânica, mas chegam em zonas batipelágicas. Eles migram para águas temperadas ou frias para se alimentar no verão e voltam para águas quentes para desova e hibernação.	Espécie quase ameaçada de extinção, tendência populacional decrescente.

Tarpon (Megalops atlanticus)		X	Zona pelágica nerítica, intermareal, costeira, águas tropicais e subtropicais. Juvenis vivem em grandes cardumes e adultos em pares ou solitários.	Espécie vulnerável e com tendência populacional decrescente.
Tiger Shark (Carcharodon carcharias)	X *E Indico	X	Zona pelágica nerítica, águas tropicais e subtropicais, habita habitats de plataforma, recife e encosta, às vezes é associado a recifes de corais.	Espécie quase ameaçada, tendência populacional decrescente.
Trigger Fish (Rhinecanthus aculeatus)	X *E Indico		Zona pelágica, habita recifes submareais e lagoas rasas sobre fundos de areia e cascalho de coral. Animais territoriais. Vivem em pares monogâmicos ou as fêmeas são solitárias.	A espécie não encontra-se vulnerável e a tendência populacional é desconhecida.
Tripletail (Lobotes surinamensis)		X	Zona....., águas tropicais e subtropicais. habitam baías, estuários lamacentos e cursos inferiores de grandes rios. Flutuam perto da superfície.	Espécie não encontra-se em vulnerabilidade e tendência populacional estável.
Tuna (Thunnus alalunga)	X *E Indico	X	Zona pelágica (epipelágica e mesopelágica) oceânica, migratória, águas tropicais, formam cardumes com outras espécies de atum.	Espécie com menor preocupação, tendência populacional decrescente.
Wahoo (Acanthocybium solandri)	X *E Indico	X	Zona pelágica (oceânicos e epipelágicos). Alta taxa de fecundidade.	Espécie sem preocupação de extinção, tendência populacional estável.

Whale Shark (Rhincodon typus)	X *E In- dico	X	Zona pelágica (epipelá- gica, na maior parte do tempo).	Espécie em perigo de ex- tinção, tendência popula- cional decrescente.
-------------------------------------	------------------	---	---	--

B TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Concordo em participar, como voluntário/a, da pesquisa intitulada “Imerso no Mar: um jogo imersivo”- sobre preservação dos oceanos que tem como pesquisador responsável Leonardo Silveira Chagas, aluno do Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGComp) da Universidade Federal do Rio Grande, orientado por Diana Francisca Adamatti, os quais podem ser contatados pelo e-mail leoschagas@hotmail.com.

O presente trabalho tem por objetivo: o desenvolvimento de um jogo sério de realidade virtual para servir como uma ferramenta de conscientização sobre a importância dos oceanos.

Desta forma, sua participação consistirá em jogar o jogo proposto e em responder um questionário pré-teste e um questionário de *feedback* para o jogo. Dados do jogo serão adquiridos automaticamente durante a sua sessão, a partir de uma ferramenta chamada *Cognitive3D*. Esta ferramenta não irá coletar dados pessoais, apenas informações sobre as suas interações com o jogo. Compreendo que esse estudo possui finalidade de pesquisa, e que os dados obtidos serão divulgados seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, assegurando, assim, minha privacidade. Sei que posso retirar meu consentimento quando eu quiser, e que não receberei nenhum pagamento por essa participação.

C RESULTADOS COMPLEMENTARES

Para certas questões do questionário de pós-teste, os participantes tinham a opção de complementar sua resposta com a escrita de um pequeno texto. abaixo temos todas as respostas complementares escritas pelos participantes.

Tabela 9: Respostas complementares da questão "Eu acho que o jogo tem um bom nível de complexidade".

Acho que o jogo poderia ter mais variedade de peixes e rotação com o óculos ao invés de ser feita pelo controle para dar maior imersividade
o jogo é interessante e bastante educativo acredito que tenha uma complexidade moderada, talvez alguns guias ajudassem mais
Bom, porém para quem não é familiarizado com controles de vídeo game ou os <i>VR</i> , acabam se perdendo em meio as teclas do jogo
o intuito é simples mas tem se que ter uma paciência para jogar
As atividades do jogo são simples e tranquilas.
Nuca havia jogado antes esse tipo de jogos, mas foi bem legal, pra quem nunca jogou, o jogo foi bem auto explicativo, claro, que como não havia jogado antes, tive que perguntar algumas coisas do controle por que nunca tinha tido contato, mas depois que consegui aprender sobre os botões foi bem simples na verdade, gostei de ter jogado, depois de tirar as fotos e ter o nome dos peixes, foi muito legal, nunca havia visto alguns peixinhos e deu de aprender deles até, pegar o lixo foi meio nojento pra mim, algo realista por que a fumaça deixava mais feio ainda, mas no geral foi bem legal
Achei interessante a forma com que precisa-se andar pelo mapa para procurar os peixes.

Tabela 10: Respostas complementares da questão "Eu achei o jogo fácil de jogar".

Achei os comandos simples e o menu intuitivo
bom é bem simples, tirar lixo e fotografar animais
O jogo é simples e intuitivo, sem muita complexidade, as dicas e informações são previamente alertadas antes de iniciar o jogo
as ações intuitivas deixam a experiência mais agradável
No início o manejo dos controle dos controles foi um pouco difícil, mas depois de um tempo ficou agradável.
O jogo é bem explicado em "Como jogar", possui avisos visuais sobre tamanho do mapa e os comandos são simples.
Nunca joguei antes um jogo assim, mas não foi difícil acompanhar de primeira como jogar, então foi teoricamente simples de aprender
Acredito que não prestei atenção em algum detalhe, pois não cheguei a coletar nenhum dos lixos.

Tabela 11: Respostas complementares da questão "Eu acho que conseguiria jogar o jogo sem a ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos".

um tutorial intuitivo seria um complemento para o menu de comandos
é um jogo que não demanda muito conhecimento complexo, deixa acessível a maioria das pessoas
jogo intuitivo
Como dito anteriormente, o jogo é bem intuitivo, os comandos são simples e isso faz o jogo ser tranquilo de ser jogado.
De primeira não, mas depois que aprende fica mais fácil
O jogo tem uma aba onde ensina os comandos.

Tabela 12: Respostas complementares da questão "Eu acho que as várias funções do jogo estão muito bem integradas".

Acho que falta um pouco de fluidez na movimentação apenas
acredito que estejam bem integradas sim, apesar de ter apenas 2 funções praticas (tirar lixo e fotografar) as outras como nado e avanço de profundidade estão bem integradas
Novamente, as dicas e informações do jogo são previamente exibidas antes de começar a jogar, o que é facilmente entendido pelo jogador antes de iniciar a partida, e gostei bastante do alerta que sobe na tela quando você começa a explorar áreas "proibidas"ou que não possuem nada.
não tive problemas com bugs
Não observei bugs
Rodou bem enquanto jogava, foi bem dinamico e bem auto explicativo nas etapas de tirar foto e na etapa de coletar lixo
Tive alguns problemas durante a movimentação.

Tabela 13: Respostas complementares da questão "Eu acho que o jogo não apresenta muita inconsistência".

Parece bem feito para o que se propõe
é bastante coerente
Por que foi bem intuitivo de saber o que fazer, o jogo dizia com as legendas onde ir, mas talvez adicionar as distancias das fotos melhorasse, não sabia quando podia e não podia tirar foto, de resto, dava de saber até onde ir, onde ver os lixos, onde ver os peixinhos

Tabela 14: Respostas complementares da questão "Eu imagino que as pessoas aprenderão como jogar esse jogo rapidamente".

em 5 minutos jogando (ou menos) qualquer pessoa aprende, pela simplicidade e praticidade
Provavelmente sim, porém quem não é familiarizado com controles ou VR acaba se perdendo um pouco nos botões. Uma dica seria adicionar um aviso ou informação de como abrir o menu, indicando o botão a ser apertado no controle.
tarefas simples de realizar
Por que como havia dito antes, eu nunca joguei esse tipo de jogo, mas aprendi a jogar rápido até, em 10 min jogando deu de aprender o que fazer e como jogar

Tabela 15: Respostas complementares da questão "Eu achei que o jogo não é muito atrapalhado de jogar".

facilidade
Não foi muito atrapalhado de jogar, mas às vezes parecia que não tinha nada pra fazer, talvez por que foi minha primeira vez jogando esse tipo de jogos

Tabela 16: Respostas complementares da questão "Eu me senti confiante ao jogar o jogo".

tive um pouco de confiança até achar a camera(Estava na minha mão, literalmente) mas depois disso fiquei bastante confiante com o jogo
Bem interativo fotografar diversas espécies de peixe e explorar o mar
por usar oculos minha experiência foi razoável
Em primeiro momento não, mas depois a confiança foi aumentando sim

Tabela 17: Sugestões dos participantes sobre como o jogo pode ser melhorado.

Os movimentos da camera poderiam ser feito totalmente pelo óculos, incluindo rotação
mais especies, adicionar uma historia, algo como beyond blue só que com concientização ambiental, tem muito potencial o jogo
Adicionar um aviso informando onde deve apertar o botão do menu, mostrando em uma imagem a localização desse botão no controle, durante a inicialização ou no começo da partidal
acredito que o jogo tem muito potencial assim como estar, mas mudar o cenário para outros cores pode ser uma boa tentativa, assim se tem mais variedade
aumentar o tamnho do cenário e colocar mais peixes
Sem maiores sugestões
Não conheço muito bem desse tipo de jogos, então não saberia dizer como melhorar, mas a experiencia de jogar foi bem interessante
Acredito que ajustar a movimentação que trava ao tentar girar e o controle com a cabeça também só vai até um certo ponto, dar mais aparência de lixo aos lixos e adicionar algo que relebre um capacete de mergulho na interface, acho que faltou isso para me ajudar na imersão.