

**Aplicativo Mobile em realidade virtual para educação ambiental**

***Mobile App in Virtual Reality for Environmental Education***

*Anna Laura Dias<sup>1</sup>, Vinicius Santos Andrade<sup>1</sup>, Elvio Gilberto da Silva<sup>1</sup>, Patrick Pedreira Silva<sup>1</sup>, Renan Caldeira Menechelli<sup>1</sup>.*

*<sup>1</sup>Curso de Jogos Digitais. Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO), Bauru, São Paulo, Brasil.*

E-mail autor correspondente: *annalaura2002@gmail.com*

## **RESUMO**

Ambientes em Realidade Virtual (RV) são cada vez mais utilizados em diversas áreas. No ensino, sua aplicação em metodologias ativas traz novas possibilidades de atividades, que, no modelo “tradicional”, eram classificadas como tediosas ou até mesmo cansativas, permitindo que essas atividades sejam executadas de forma mais agradável e dinâmica, tornando o seu uso um diferencial. A preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, da vida terrestre vem sendo discutida no Brasil há anos. Atualmente, três dentre os dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU / Agenda 20-30) estão relacionados direta ou indiretamente com a preservação do meio ambiente. Diante desse contexto, a pesquisa em questão apresenta um ambiente em Realidade Virtual, tendo sua concepção e criação feita para auxiliar na educação ambiental, tendo seu foco em detritos inorgânicos, sendo o público-alvo crianças até 12 anos.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Ambiente Virtual. Meio Ambiente. Conscientização Ambiental.

## **ABSTRACT**

*Virtual Reality (VR) environments are increasingly used in several areas. In teaching, its application in active methodologies provides new possibilities of activities, which, in the “traditional” model, were classified as tedious or even tiring. The use of VR allows these activities to be performed in a more pleasant and dynamic way, turning their use into a differential. The preservation of the environment and, consequently, of the terrestrial life has been discussed in Brazil for years. Currently, three of the seventeen sustainable development goals of the United Nations (UN / Agenda 20-30) are directly or*

*indirectly related to the preservation of the environment. Given this context, this study presents an environment in Virtual Reality, having its conception and creation designed to assist environmental education, focusing on inorganic waste, and having as its target audience children up to 12 years old.*

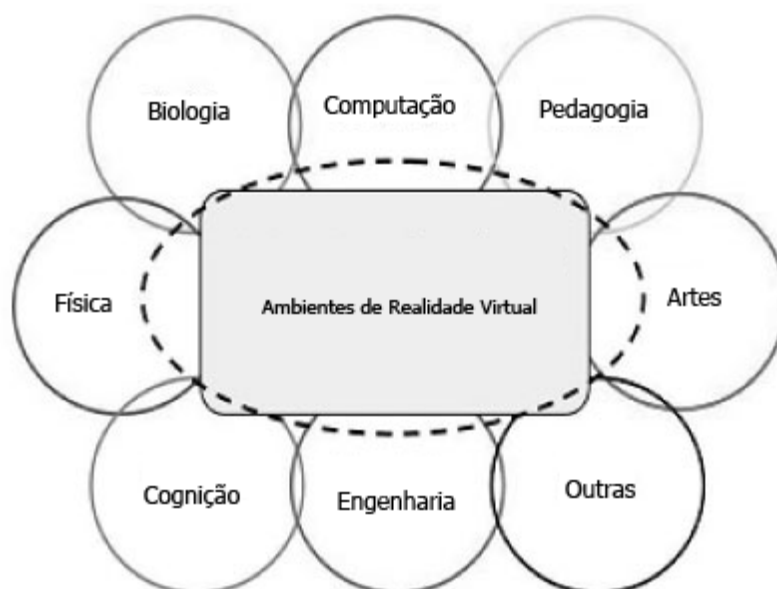
*Keywords: Virtual Reality. Virtual Environment. Environment. Environmental Awareness.*

## 1. INTRODUÇÃO

A pandemia COVID-19, que se instaurou no mundo entre os anos 2020 e 2021, principalmente, fez com que inúmeros processos fossem revistos. Um deles foi o de ensino-aprendizagem, que cada vez mais vem contando com um efetivo auxílio da tecnologia.

Um ambiente de realidade virtual é a forma mais dinâmica para estimular o aprendizado (BURTON *et al.*, 1997; BRNA, 1998; ROMANO *et al.*, 1998). Nesse contexto, foram feitos estudos para verificar o desenvolvimento educativo com a utilização de realidade virtual que mostraram ganhos em termos de aprendizagem (CHEN, 2009; COSTA; RIBEIRO, 2009; LIVINGSTON, 2005; LOCKWOOD; KRUGER, 2008; PANTELIDIS, 1996). A Figura 1 apresenta algumas das áreas que podem estar envolvidas com ambientes de realidade virtual.

Figura 1 – Multidisciplinaridade na construção de ambientes baseados em RV



Fonte: Modificada a partir de Machado *et al.* (2017).

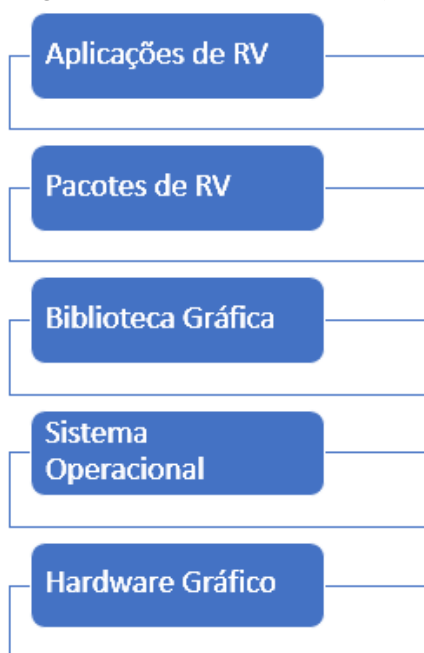
Dessa forma, este artigo propõe uma contribuição à área de pesquisa e do ensino de forma multidisciplinar, possibilitando transmitir conhecimento de uma maneira mais dinâmica e descontraída, usando como apoio a tecnologia.

## 2. REALIDADE VIRTUAL

O termo Realidade Virtual (RV) é bastante abrangente. Os autores Latta e Oberg (1994) definem como uma interface que simula um ambiente real, permitindo às pessoas visualizarem e manipularem representações complexas. Já Hancock (1994) define RV como a forma mais avançada de interface criada até o momento para interação com o computador. Outros autores, como Burdea; Coiffert, (1994); Jacobson, (1991); Krueger, (1991), afirmam que RV é uma técnica avançada de interface que permite ao usuário realizar navegação, interação em um ambiente tridimensional (3D) gerado por computador, utilizando canais multissensoriais de forma imersiva.

Essas aplicações necessitam de esforço computacional considerável para processá-las. A fim de garantir portabilidade e fazer com que a aplicação não se torne fortemente dependente do poder de processamento (hardware), opta-se por um modelo de desenvolvimento que utiliza o conceito de camadas de abstração sobreposta (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006). A Figura 2 exibe tais camadas.

Figura 2 – Camada de abstração



Fonte: (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

A camada “Hardware Gráfico” corresponde a um dispositivo de saída gráfica. Com o dispositivo gráfico em funcionamento, a camada do “Sistema Operacional” deve ser configurada. Ela fará o gerenciamento do hardware gráfico, além de possibilitar maior portabilidade na camada da “Biblioteca Gráfica” que, por sua vez, concede suporte aos “Pacotes de RV”, tornando possível a criação de aplicações para RV (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

## 2.1 Dispositivos de realidade virtual

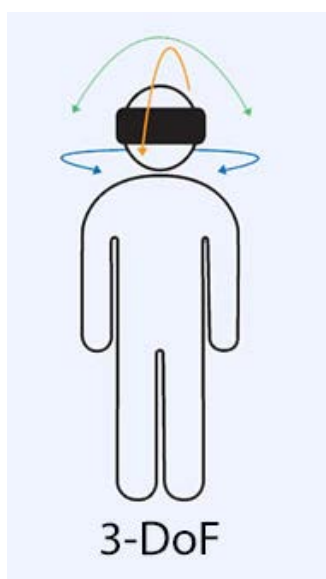
Existe um vasto catálogo de dispositivos para realidade virtual. Nesta seção, apresentaremos apenas os que estão condizentes com o estudo, que, no caso, são os vídeo-capacetes (HDMs) e o fone de ouvido.

Os vídeo-capacetes, também conhecidos como óculos de realidade virtual ou *cardboard*, são os dispositivos mais comuns no âmbito de cenários de realidade virtual. É possível encontrar diversos exemplares com o preço variando de R\$50,00 até R\$ 2.000,00. Dentre as diversas limitações encontradas nos dispositivos de menor custo em relação aos de maior custo, pode-se destacar a compatibilidade com os graus de liberdade (*Degree of Freedom* - DoF), que é uma característica importante neste estudo. Mesmo os dispositivos mais simples, possuem 3DoF, isto é, três graus de liberdade, o que para este estudo é suficiente. Trabalhar com 3DoF significa ter a disposição os movimentos (BARNARD, 2020):

- a) olhar para direita ou esquerda;
- b) rodar a cabeça para cima ou para baixo; e
- c) pivô para direita ou para esquerda.

A Figura 3 ilustra o funcionamento do 3DoF

Figura 3 - funcionamento do 3DoF



Fonte: Barnard (2020).

Dispositivos de saída de áudio, como um fone de ouvido, permitem explorar as diferenças de intensidade e atrasos na propagação do som entre dois ouvidos, gerando uma sensação tridimensional e de imersão (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006). Quanto mais sofisticado o dispositivo, melhor será a experiência do usuário. Assim, canais de áudio, isolamento acústico, potência dos fones etc. são pontos que devem ser levados em consideração durante o processo de escolha do periférico.

O aplicativo aqui proposto usa o padrão 3DoF, uma vez que trabalhar com maior grau de liberdade exigirá um óculos de realidade virtual com mais tecnologia, não sendo possível o uso de *smartphones* e *cardboards* devido às limitações de tecnologia.

## 2.2 Unity e realidade virtual

O Unity foi escolhido para projetar a aplicação em realidade virtual. Segundo Coelho (2010), Unity 3D é um software utilizado para a criação de jogos e aplicações interativas que permitem a visualização de ambientes tridimensionais em tempo real. A partir de ferramentas como Blender ou Studio Max, é possível importar modelos 3D e criar cenários e personagens. Também tem como característica a possibilidade de trabalhar com projetos multiplataformas, isto é, com relativamente poucas alterações no código, é possível criar aplicações para plataforma Android e iOS. Também é possível a criação de cenários em tempo real, possibilitando mover objetos e luzes de acordo com o gosto do usuário. Também é possível criar interações, animações, definir os controles que serão utilizados no jogo e muito mais ferramentas que um motor de jogo pode oferecer.

## 3. MEIO AMBIENTE E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

Art (1998, *apud* DULLEY, 2004, p. 18) define meio ambiente como:

[...] soma total das condições externas circundantes no interior das quais um organismo, uma condição, uma comunidade ou um objeto existe. O meio ambiente não é um termo exclusivo; os organismos podem ser parte do ambiente de outro organismo.

Cada espécie necessita de um determinado número de elementos específicos da natureza para que haja vida em seu meio. Tais elementos muitas vezes deixam de existir ou sofrem grandes modificações químicas, biológicas etc. por conta de ações humanas que geram grande impacto ambiental, resultando na modificação e, a longo prazo, na extinção de espécies biológicas.

Com isso, se faz necessária a conscientização ambiental, tendo em vista que muitas vezes por questões culturais, por exemplo, o ser humano causa danos ao meio ambiente sem ter em

mente o impacto que sua ação pode gerar. O estudo desse tema no Brasil teve início próximo ao período de 1970 e, assim como a evolução da tecnologia e a forma de transmitir conhecimento, esse assunto também está em constante processo de evolução, visto que os problemas ambientais mudam com o passar dos anos.

A Constituição Federal de 1988<sup>1</sup> se refere ao meio ambiente como objeto de regulação e preservação. Dispõe em seu capítulo VI do meio ambiente, no seu artigo n. 225, que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Outra evidência da importância desse assunto é a existência de diversas iniciativas governamentais e não governamentais focadas em trazer informações relacionadas ao tema de forma que aumente a consciência das pessoas no que tange os efeitos dos problemas ambientais (JACOBI, 2005).

Atualmente, três dentre os dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável definidos como metas para 2030 pela ONU estão relacionados com a preservação do meio ambiente, sendo eles (ONU, 2020):

- a) objetivo 13: tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;
- b) objetivo 14: conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos;
- c) objetivo 15: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

O crescimento urbano por si só auxilia no aumento da poluição do ambiente, seja ela orgânica ou não orgânica (VIANNA, 2015).

Qualquer mudança no ambiente pode ser considerada como fruto da poluição ambiental. Os principais exemplos são o aumento da temperatura ou as mudanças climáticas de modo geral. Essas mudanças podem ser geradas através de detritos orgânicos ou inorgânicos. Os detritos orgânicos se decompõem com mais facilidade, enquanto os inorgânicos podem levar anos para se decompor, como o vidro, o plástico e o metal (SILVIA; DE PAULA, 2011).

Uma vez que os detritos inorgânicos possuem um tempo maior de decomposição, eles acabam ficando por mais tempo na natureza, e, conseqüentemente, gerando um impacto ambiental maior que os orgânicos. Por isso, escolheu-se para esta pesquisa o foco em detritos inorgânicos. Se considerarmos o crescimento urbano com pessoas conscientes ambientalmente falando, o impacto da poluição populacional é reduzido à quase zero.

<sup>1</sup> SENADO FEDERAL (1988). Constituição Federal do Brasil, capítulo VI artigo n. 225. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf). Acesso em: 15 mar. 2020.

## 4. METODOLOGIA

A pesquisa foi dividida em três etapas: fundamentação teórica, modelagem de um ambiente de realidade virtual e criação de aplicação em RV para conscientização ambiental.

Na fundamentação teórica, foram abordadas teorias e ferramentas computacionais necessárias ao desenvolvimento deste estudo, sendo consultada literatura especializada e de alta relevância científica.

Sequencialmente, utilizando o Blender, se iniciou a modelagem do ambiente 3D para realidade virtual. Com o ambiente modelado, foi feita a seleção do conteúdo relacionado à conscientização ambiental, dando prosseguimento com a implementação no ambiente em realidade virtual com o Unity.

O processo de desenvolvimento seguiu os seguintes passos:

- a) Brainstorm do ambiente a ser modelado;
- b) Modelagem dos objetos de cena de forma individual;
- c) Modelagem da cena;
- d) Definição das texturas dos objetos de cena;
- e) Definição das texturas da cena;
- f) Inserção dos objetos modelados separadamente na cena;
- g) Build da aplicação.

A proposta em questão trabalha com um *cardboard*, fones de ouvidos *bluetooth* e *joystick* também com conexão *bluetooth*.

Para cenas de interação, é necessário o uso de um *joystick (bluetooth)* compatível com celular Android. A Figura 4 mostra um modelo de *cardboard* e controle simples, que custa em média R\$80,00. Também é possível utilizar fone de ouvido (*bluetooth*) para aumentar a imersão.

Figura 4 – *Cardboard* e controle *bluetooth*

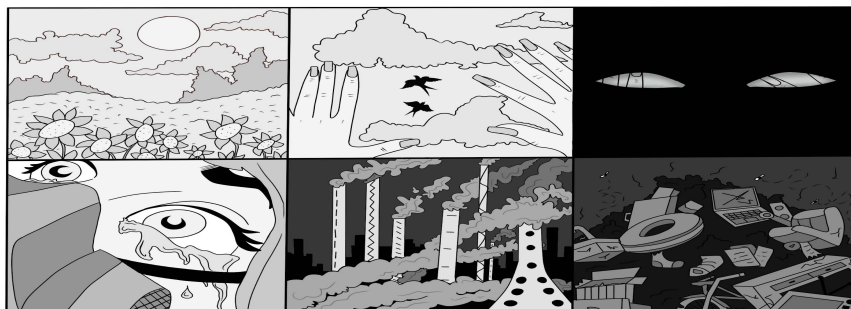


Fonte: Mercado Livre (2021).

## 5. RESULTADOS

Este primeiro *storyboard* tem como objetivo avaliar o cenário de modo geral, a fim de poder efetuar o planejamento mais detalhado nos demais. Na Figura 5, temos um *storyboard* genérico, que foi utilizado para criação de uma cinemática, em que cada quadro consiste em uma cena.

Figura 5 – *Storyboard* da cinemática

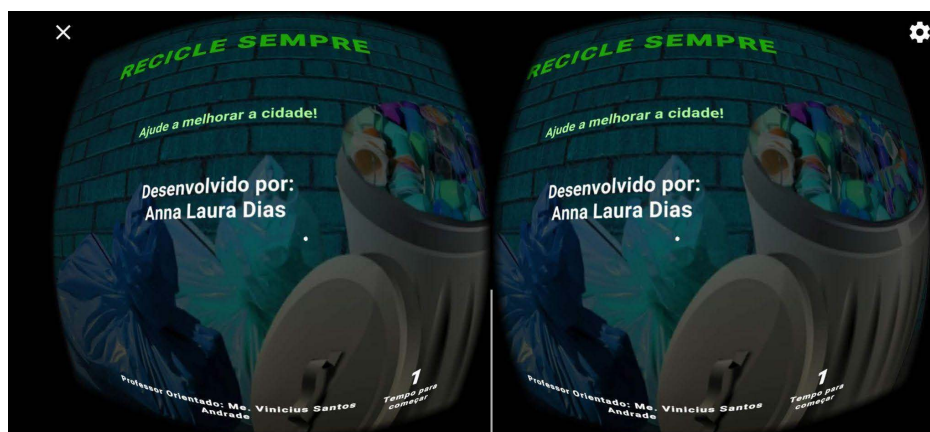


Fonte: Elaborada pelos autores.

Essa cinemática é apresentada no início do jogo. É possível observar que no *storyboard* exibido na Figura 5, as duas primeiras imagens estão diretamente relacionadas ao mundo verde, não há poluição, nem o desgaste da natureza, mas sim um mundo vivo. Portanto, após a personagem acordar do sonho de um mundo lindo, nos terceiro e quarto quadros, ela descobre a realidade real apresentada nos dois últimos quadros, um mundo cheio de poluição, com baixa qualidade do ar, em que ela precisa usar máscara para evitar a contaminação.

A Figura 6 representa a tela inicial do jogo. Ela possui o título do jogo (Recycle Sempre) além dos responsáveis pelo projeto. É importante destacar que as imagens apresentadas a partir daqui estarão em visão estereoscópica.

Figura 6 – Menu/Tela inicial

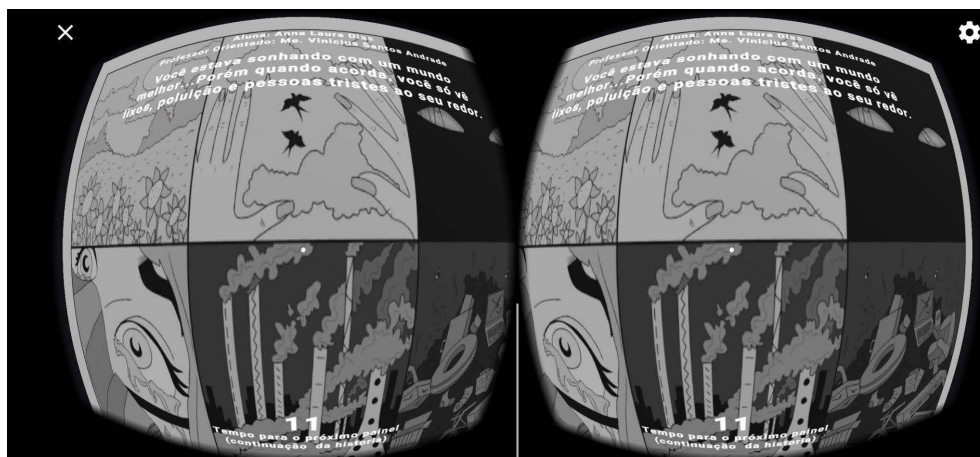


Fonte: Elaborada pelos autores.



Na Figura 7, é apresentada a primeira cena do jogo. Essa cena é baseada no *storyboard* da Figura 5. Foi desenvolvida como cinemática para a introdução do tema do jogo.

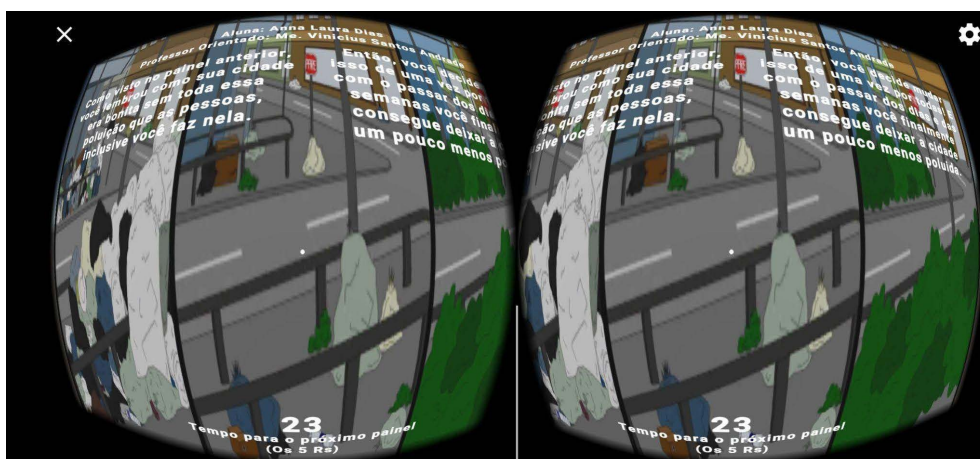
Figura 7 – Cena 1 baseada no *Storyboard 1*



Fonte: Elaborada pelos autores.

Assim como a Figura 7, a Figura 8 também é uma cinemática, gerada a partir de um *storyboard*, com o objetivo de auxiliar na apresentação da temática do jogo ao jogador.

Figura 8 – Cena 2 baseada no *Storyboard 2*



Fonte: Elaborada pelos autores.

O jogo também conta com informações sobre educação ambiental. A Figura 9 também é cinemática. Nela, são apresentadas ao jogador informações relacionadas a Reciclar, Reutilizar, Repensar, Recusar e Reduzir (5Rs).

Figura 9 – Cena 2 baseada no abordando os 5Rs



Fonte: Elaborada pelos autores.

Antes de iniciar o jogo, um breve tutorial é apresentado ao jogador, como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Cena 4 Tutorial de como jogar



Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 11 já representa uma cena do jogo em um ambiente determinado, em que o jogador tem como objetivo recolher os lixos espalhados no ambiente, como os pneus, por exemplo.

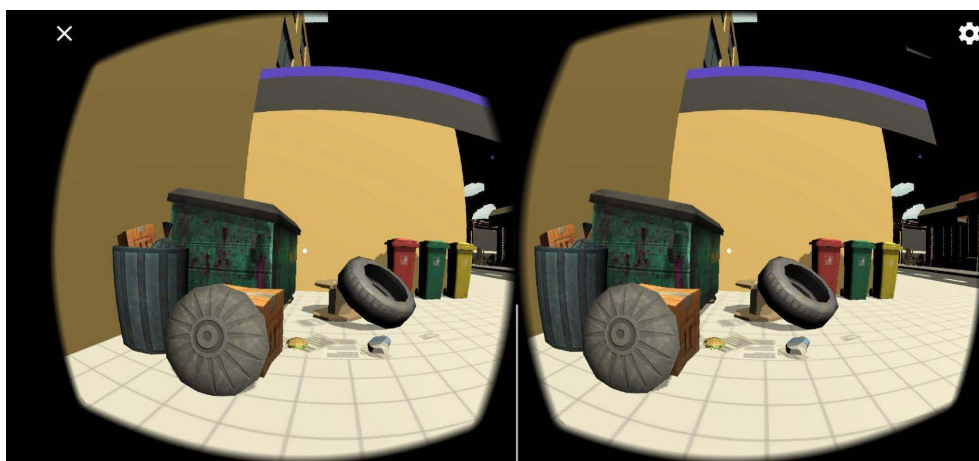
Figura 11 – Cena do jogo com o ambiente muito poluído



Fonte: Elaborada pelos autores.

Quando o jogador concluir a limpeza de um ambiente, ele é direcionado para a próxima cena. Em cada ambiente, um determinado tipo de lixo é apresentado, podendo se repetir entre as cenas. A Figura 12 exibe um exemplo.

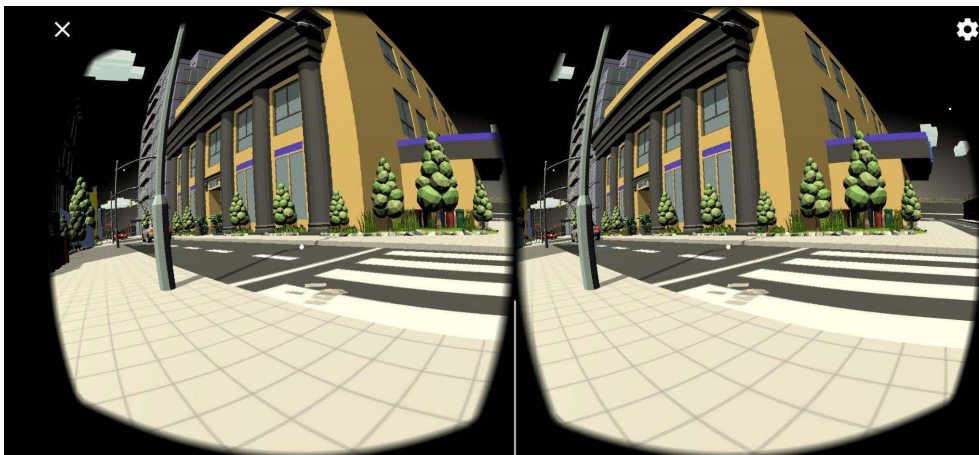
Figura 12 – Cena do jogo já diminuindo a poluição



Fonte: Elaborada pelos autores.

Após o jogador concluir a limpeza dos ambientes, ele será direcionado para um ambiente limpo, como mostra a Figura 13. É importante destacar que cada ambiente possui um som de fundo e que cada material reproduz um som quando reciclado (removido do ambiente). Essas características trazem maior imersão e grau de realismo ao ambiente.

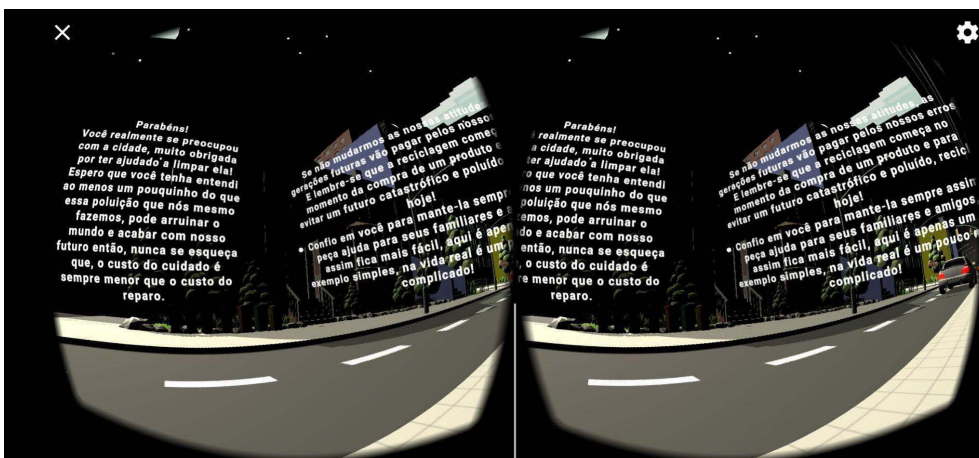
Figura 13 – Cena jogo despolido e “limpo”



Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 14 (última cena do jogo) é semelhante à de pós créditos que aparecem nos filmes. Aqui, é incentivado que o jogador recicle e cuide do meio ambiente, destacando que não é uma tarefa simples, mas no coletivo isso é possível e todos saem ganhando.

Figura 14 – Final do jogo



Fonte: Elaborada pelos autores.

Cabe ainda relatar que, nas cenas cinematáticas, o jogador não possui quaisquer interações. Cada uma dessas cenas foi projetada para ser passada automaticamente, de forma que o jogador consiga ler e interpretar o respectivo texto.

Outra característica importante, mas que não é possível apresentar com imagens, é o conjunto de efeitos sonoros do jogo. Toda vez que o jogador remover o lixo da cena, é reproduzido um efeito sonoro de acordo com o material removido, por exemplo, ao remover uma lata

de alumínio será reproduzido um som de uma lata sendo amassada. Esses efeitos sonoros são fundamentais para maior imersão do jogador no ambiente em RV.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as cenas iniciais, o jogo em si é iniciado, isto é, um ambiente totalmente poluído e “sombrio”, como mostrou a Figura 10. À medida que o jogador remove os lixos do ambiente, a cena começa a clarear e tornar o ambiente mais agradável, com sons de pássaros, como mostra a cena da Figura 12.

Conforme as imagens apresentadas anteriormente, fruto do desenvolvimento dessa pesquisa, podemos observar um ambiente intuitivo em realidade virtual. É importante destacar que as imagens apresentadas foram extraídas da aplicação, e que sua real visualização só é possível com o uso de um óculos de realidade virtual.

O processo de desenvolvimento de ambientes em Realidade Virtual é complexo por exigir conhecimento interdisciplinar e demandar inúmeros testes de desempenho. Ao longo do desenvolvimento deste estudo, ocorreram muitos erros e ajustes, principalmente na criação do mapa, do qual tiveram que ser retirados alguns objetos para que o jogo não ficasse com alto custo computacional, possibilitando assim executá-lo em um maior número de dispositivos Android.

Para trabalhos futuros, sugere-se efetuar testes com o público-alvo da pesquisa, pois todo ambiente foi criado de forma que chamasse e prendesse a atenção desse público em específico, podendo trabalhar também com outras faixas etárias.

## REFERÊNCIAS

BARNARD, D. Degrees of Freedom (DoF): 3-DoF vs 6-DoF for VR Headset Selection. *In: virtualspeech*. [S.l.], 5 May 2019. Disponível em: <https://virtualspeech.com/blog/degrees-of-freedom-vr>. Acesso em: 15 mar. 2020.

BRNA, P. Modelos de Colaboração. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 9-16, dez. 1998. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2298>. Acesso em: 06 set. 2021.

BURDEA, G.; COIFFET, P. *Virtual Reality Technology*. Hoboken: John Wiley& Sons, 1994.

BURTON, M.; BRNA, P.; TREASURE-JONES, T. Splitting the collaborative atom: How to support learning about collaboration. *Artificial intelligence in education: Knowledge and media in learning systems*, [s.l.], v. 135, p. 142, 1997.

CHEN, C. J. Theoretical bases for using virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, Ioannina, v. 2, n. 1-2, p. 71-90, 2009. Disponível em: <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/23/18>. Acesso em: 15 set. 2021.

COELHO, P. R. P. S. A construção de visitas virtuais: o caso do Museu de Aveiro. 2010. Dissertação (Mestrado em Comunicação Multimedia) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2010. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/3785/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

COSTA, R. M.; RIBEIRO, M. W. Aplicações de realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: SBC, 2009.

DIAS, D. A.; ZORZAL, E. R. Desenvolvimento de um Jogo Sério com Realidade Aumentada para Apoiar a Educação Ambiental. *In: WORKSHOP ON VIRTUAL, AUGMENTED REALITY AND GAMES*, 12., 2013, São Paulo. Proceedings [SBGames]. São Paulo: SBC, 2013. Disponível em: [https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/workshop/WorkshopVAR-18\\_Full.pdf](https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/workshop/WorkshopVAR-18_Full.pdf). Acesso em: 28 set. 2021.

DULLEY, R. D. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26, 2004.

FIGUEIREDO, A. S. L. *et al.* Realidade virtual no ensino e na aprendizagem de geometria descritiva. 2007. Tese de Mestrado (Mestrado em Tecnologia Multimédia) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2007. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11043>. Acesso em: 28 set. 2021.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. A realidade virtual no ensino e aprendizagem da Física e da Química. *Gazeta de Física*, Lisboa, v. 19, n. 2, p. 11-15, 1996. Disponível em: <https://eg.uc.pt/handle/10316/40791>. Acesso em: 12 set. 2021.

HANCOCK, D. Virtual-Reality in search of middle ground. *IEEE Spectrum*, v. 32, n.1, Jan. 1995.

HAMANN, R. iOS, Android e Windows Phone: números dos gigantes comparados. *In: tecmundo*. [S.l.], 18 ago. 2014. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/sistema-operacional/60596-ios-android-windows-phone-numeros-gigantes-comparados-infografico.htm>. Acesso em: 8 fev. 2021.

JACOBSON, R. After the "virtual reality" gold rush: The virtual worlds paradigm. *Computers & graphics*, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 695-698, 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/009784939390120X?via%3Dihub>. Acesso em: 12 set. 2021.

KRUEGER, M. W. Artificial reality II. Boston: Addison-Wesley Professional, 1991.

JACOBI, P. R. Governança institucional de problemas ambientais. *Política & Sociedade: revista de sociologia política*, Florianópolis, v. 4, n. 7, p. 119-138, 2005.

LATTA, J. N.; OBERG, D. J. A conceptual virtual reality model. *IEEE Computer Graphics and Applications*, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 23-29, 1994.

LIVINGSTON, M. A. Evaluating human factors in augmented reality systems. *IEEE Computer Graphics and Applications*, [s.l.], v. 25, n. 6, p. 6-9, 2005.

LIVINGSTON, Mark A. Evaluating human factors in augmented reality systems. *IEEE Computer Graphics and Applications*, [s.l.], v. 25, n. 6, p. 6-9, 2005.

LOCKWOOD, D.; KRUGER, E. "Using VR for Human Development in Africa", *IEEE Computer Graphics and Applications*, [s.l.], p.99-103, May/June 2008.

LORENZO, S. M. de; BRACCIALLI, L. M. P.; ARAÚJO, R. de C. T. Realidade virtual como intervenção na síndrome de Down: uma perspectiva de ação na interface saúde e educação. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v. 21, n. 2, p. 259-274, 2015.

MACHADO, L. S. *et al.* Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. *Revista brasileira de educação médica*, Marília, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.

ÓCULOS 3d Realidade Virtual Vr Box Com Controle. *In: MercadoLivre*. Osasco, 2021. Disponível em: [encurtador.com.br/gpAV0](https://encurtador.com.br/gpAV0). Acesso em: 04 out. 2021.

ONU. Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: ONU, 2020. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 14 mar. 2020.

REZENDE, F. *et al.* Simulador cirúrgico e realidade virtual no ensino de cirurgia de catarata. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, Rio de Janeiro, v. 71, n. 3, p. 147-148, 2012.

ROMANO, D. M.; BRNA, P.; SELF, J. A. Collaborative decision-making and presence in shared dynamic virtual environments. *In: PRESENCE IN SHARED VIRTUAL ENVIRONMENTS WORKSHOP.10-11.*, 1998. Ipswich. Proceedings [...]. Ipswich: The International Society for Presence Research (ISPR), 1998. Disponível em: [https://www.academia.edu/33605225/Collaborative\\_decision\\_making\\_and\\_presence\\_in\\_shared\\_dynamic\\_virtual\\_environments](https://www.academia.edu/33605225/Collaborative_decision_making_and_presence_in_shared_dynamic_virtual_environments). Acesso em: 14 mar. 2020.

SENADO FEDERAL (1988). Constituição Federal do Brasil, capítulo VI artigo n. 225. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf). Acesso em: 15 mar. 2020.

SILVA, L.; DE PAULA, S. M. Lixo urbano, população e saúde: um desafio. *Nucleus*, Ituverava, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2011.

SILVA, R. W. A. *et al.* Educação a distância em ambientes de aprendizagem matemática auxiliada pela realidade virtual. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/81477?show=full>. Acesso em: 15 mar. 2020.

TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P.; SILVA, T. L. K. O Uso da Realidade Virtual no Ensino de Geometria Descritiva. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA-COBENGE*. 2000. Ouro Preto, 2000. p. 315-320.

VALERIO NETTO, A.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. Realidade virtual: fundamentos e aplicações. [S.l.]: Visual Books, 2002.

VIANNA, A. M. Poluição ambiental, um problema de urbanização e crescimento desordenado das cidades. *Revista Sustinere*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 22-42, 2015.

VINCE, J. Introduction to virtual reality. Berlin: Springer Science & Business Media, 2004.