

# MUSEUVR: UMA APLICAÇÃO EM REALIDADE VIRTUAL E DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL VOLTADA AO PATRIMÔNIO CULTURAL

Guilherme Resende Muniz<sup>1</sup>  
Fábio Pinto da Silva<sup>2</sup>

**RESUMO:** Novas abordagens de comunicação e de aprendizagem estão surgindo a partir das tecnologias digitais emergentes. Neste contexto, a digitalização 3D, utilizada em conjunto com a realidade virtual, possibilita novas formas de produção e de interação com acervos digitais. Utilizando tais tecnologias, desenvolveu-se um programa em realidade virtual, intitulado de MuseuVR, no qual as obras foram obtidas a partir de técnicas de digitalização tridimensional. Para o manuseio das peças presentes no ambiente digital, criou-se um sistema de interação baseado em gestos corporais (interface natural). Com auxílio do design, tal iniciativa busca gerar inovação, unindo diferentes tecnologias e campos do conhecimento, estimulando, por exemplo, a educação patrimonial com foco no usuário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acervos digitais. Educação patrimonial. Tecnologias 3D. Digitalização 3D. Design.

## **MUSEUVR: A CULTURAL HERITAGE APPLICATION IN VIRTUAL REALITY WITH THREE-DIMENSIONAL SCANNING**

**ABSTRACT:** *New approaches into communication and learning fields are emerging from digital technologies. In this context, 3D digitization, used in conjunction with virtual reality, enables new forms of production and interaction with digital collections. Using such technologies, a virtual reality program, entitled MuseuVR, was developed, with three-dimensional scanning techniques. For the handling of the pieces obtained through 3D scanning, an interaction system based on body gestures (natural interface) was created. With the help of design, this initiative seeks to generate innovation, uniting different technologies and fields of knowledge, stimulating cultural heritage education with a focus on the user experience.*

**KEYWORDS:** *Digital collections. Heritage education. 3D technology. 3D digitizing. Design.*

---

<sup>1</sup> Doutorando e Mestre em Design pelo Programa de Pós-Graduação em Design (PGDESIGN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: guiresende20@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia, Professor no PGDESIGN/UFRGS, Pesquisador no Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LDSM/UFRGS). E-mail: fabio.silva@ufrgs.br

# MUSEUVR: UMA APLICAÇÃO EM REALIDADE VIRTUAL E DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL VOLTADA AO PATRIMÔNIO CULTURAL

## Introdução

As tecnologias digitais têm proporcionado novas abordagens nas práticas de ensino, de modo que espaço físico já não é mais fator determinante. Ainda que seja importante em diversos outros aspectos, o fluxo de informações e de experiências se dá cada vez mais no âmbito eletrônico. Deste modo, uma das vantagens positivas que o ciberespaço trouxe foi a supressão dos limites geográficos, proporcionado a troca de dados em tempo real<sup>3</sup>. Ao mesmo tempo, a evolução dos dispositivos eletrônicos e a convergência digital possibilitaram que os mais diferentes tipos de mídias fossem empregados em diversas aplicações, gerando aplicativos das mais diversas naturezas. Logo, temos os telefones celulares, por exemplo, cuja função de ligar é apenas mais uma dentre as diversas outras funções que o dispositivo disponibiliza. Diante de tais transformações, fica evidente que as novas tecnologias digitais têm grande potencial para serem importantes ferramentas no auxílio do processo de aprendizagem, incluindo a educação patrimonial.

Neste cenário, a realidade virtual emerge como uma tecnologia que proporciona alto grau de imersão, oferecendo uma experiência multissensorial ao usuário, podendo incorporar texto, áudio, vídeo e modelos 3D num ambiente interativo. A possibilidade de englobar diversos tipos de mídia, somado ao seu alto grau de impacto sensorial, a torna uma boa plataforma para o desenvolvimento de aplicações direcionadas a valorização e divulgação de bens culturais como exposições virtuais e acervos digitais de museus. De fato, os museus devem ser vistos como instituições que acompanham as transformações sociais culturais<sup>4</sup> e também as tecnológicas.

Diante do exposto, desenvolveu-se uma aplicação em realidade virtual para exibição e manuseio de elementos do patrimônio cultural, os quais foram obtidos por meio de técnicas de digitalização tridimensional. Unindo ambas as tecnologias, desenvolveu-se então o MuseuVR, pensado com o foco no usuário, objetivando o estímulo da educação patrimonial de maneira lúdica e interativa. O projeto foi criado no LDSM/UFRGS<sup>5</sup>, o qual já atua com digitalização de elementos do patrimônio cultural e possui um repositório de modelos 3D que pode ser acessado *online*<sup>6</sup>. Assim, a

---

<sup>3</sup> LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 1999.

<sup>4</sup> ROSA, M. M. A política de acervos como gestão de museus. *Ventilando Acervos*, v. 8, n. 2, p. 5-26, 2020.

<sup>5</sup> Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LDSM), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>6</sup> LDSM. *LDSM 3D - Repositório 3D do Laboratório de Design e Seleção de Materiais*. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/ldsm/3d>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

digitalização tridimensional foi utilizada para a captura fidedigna de objetos do patrimônio cultural e a realidade virtual foi usada como meio para sua exibição e interação com os usuários.

O projeto foi realizado de forma transdisciplinar, devido à necessidade de abordagem de diferentes áreas do conhecimento, como ergonomia, programação e computação gráfica, além de Museologia e Design. Desta forma, os preceitos preconizados pelo Design agiram como elementos aglutinadores das diferentes tecnologias necessárias para compor o desenvolvimento da aplicação. O resultado é um protótipo funcional que conta com dois cenários, um construído virtualmente e outro oriundo da fachada de um prédio histórico digitalizado em 3D. Ambos os cenários, os quais serão posteriormente detalhados, abrigam diversas obras que podem ser manipuladas livremente pelo usuário com suas próprias mãos no ambiente de realidade virtual (Figura 1).

Figura 1: Demonstração do MuseuVR: (A) usuário manipulando a obra virtual por meio de gestos e (B) representação no monitor do que está sendo exibido nos óculos de realidade virtual.



### Realidade Virtual e Digitalização 3D

A digitalização tridimensional permite a captura das informações da superfície do objeto por meio de técnicas não destrutivas. Dentre os princípios utilizados para a aquisição de dados, destacam-se o uso de lasers, de luz branca (luz estruturada), e de fotografias (fotogrametria). Atualmente, há equipamentos portáteis que permitem a captura dos objetos *in loco*, aumentando a gama de possíveis aplicações relacionadas ao patrimônio cultural. Ainda, existem diversas tecnologias que permitem obter desde pequenos objetos, como peças de acervos de museus, até objetos de grande porte, como monumentos públicos ou prédios históricos.

De fato, a digitalização 3D se trata de uma tecnologia particularmente útil para a aquisição de dados de artefatos de valor histórico<sup>7 8</sup>, pois os dados capturados permitem, por exemplo, uma reconstrução fidedigna do objeto, permitindo que ele possa ser visualizado por diversos ângulos, conferindo assim maior liberdade de exploração ao usuário.

Nesse contexto, a partir dos dados adquiridos tridimensionalmente, há duas importantes possibilidades para representação: de modo virtual, para que o objeto possa ser exibido em diversos tipos de telas (incluindo dispositivos de realidade virtual)<sup>9</sup>, ou de modo físico, no qual ele pode ser materializado por meio de técnicas de fabricação digital<sup>10</sup>.

A realidade virtual, por sua vez, é uma tecnologia que proporciona grande interatividade e grau de imersão. Ela teve o início de seu desenvolvimento durante a década de 60<sup>11</sup>, entretanto, somente agora a tecnologia está se tornando acessível junto ao grande público<sup>12</sup>. De forma geral, o conjunto de equipamentos que compreendem os sistemas de realidade virtual consistem num *headset* – dispositivo que exibe imagens tridimensionais de acordo com a captura os dados oriundos da movimentação do usuário, popularmente conhecido como “óculos de realidade virtual” – e num dispositivo para interação, sendo do tipo *motion controllers* (controles específicos para *headsets*, similares a *joysticks*) ou sensores que capturam a movimentação das mãos do usuário (interface natural).

Os *headsets* de realidade virtual vêm se tornando populares, existindo desde modelos mais simples – nos quais insere-se um *smartphone* para ser usado como tela e unidade de processamento – ou modelos mais elaborados (e mais caros), os quais possuem tela integrada e podem possuir unidade de processamento própria ou serem conectados a computadores.

Especificamente, o projeto aqui apresentado foi baseado em *headsets* interligados à computadores, e testado com modelos como o Oculus Rift e o Acer Windows Mixed Reality. Quanto aos controles, optou-se pelo uso de interface natural, permitindo que o usuário realize movimentos mais intuitivos para manipulação dos objetos com as próprias mãos, o que foi implementado por meio do sensor Leap Motion. O desenvolvimento da aplicação em si é abordado no tópico seguinte.

---

<sup>7</sup> LOPES, Jorge; BRANCAGLION JR., Antônio; AZEVEDO, Sergio Alex; WENER JR., Heron. *Tecnologias 3D. Desvendando o Passado, Modelando o Futuro*. 1. ed. Lexikon: Rio de Janeiro, 2013.

<sup>8</sup> IOANNIDES, Marinos; QUAK, Ewald. *3D Research Challenges in Cultural Heritage*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.

<sup>9</sup> MUNIZ, G. R.; SILVA, F. P.; KINDLEIN JÚNIOR, W. Design, tecnologia e patrimônio: digitalização tridimensional como ferramenta de preservação de elementos de prédios históricos. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 13, p. 53-66, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v13i2.138358>

<sup>10</sup> BONFADA, C. F.; KAUFFMANN, A. R.; SILVA, F. P. Desenvolvimento e avaliação de réplicas em resinas de bens do patrimônio cultural com uso de digitalização 3D e fabricação digital. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 15, p. 42-53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v15i1.152672>

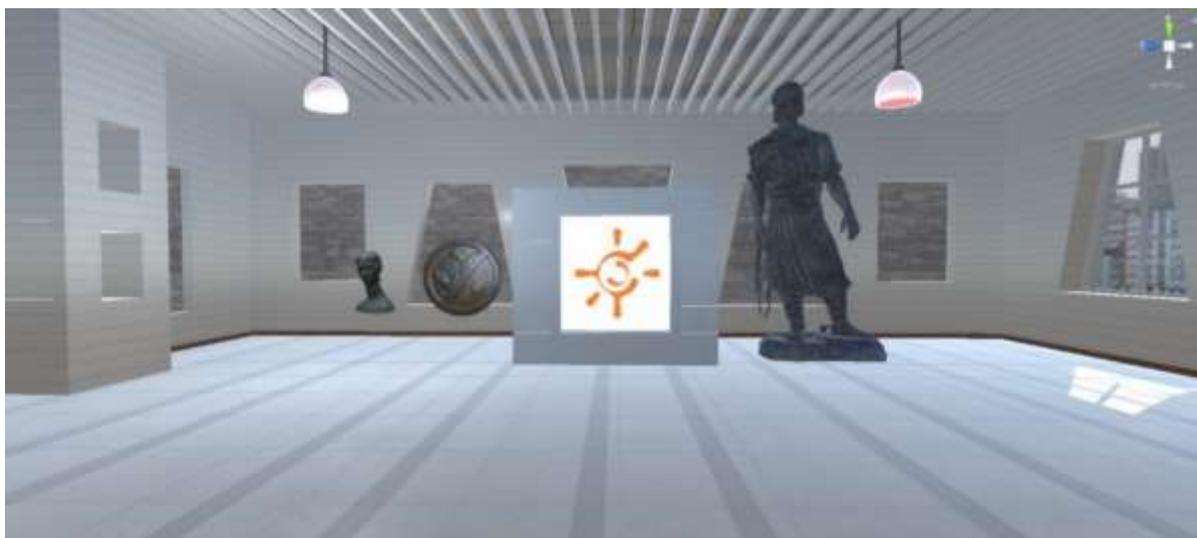
<sup>11</sup> SUTHERLAND, Ivan E. The Ultimate Display. *Proceedings of IFIP Congress*, p. 506-508, 1965.

<sup>12</sup> BOWN, Johnathan; WHITE, Elisa; BOOPALAN, Akshya. Looking for the Ultimate Display. In: GACKENBACH, J.; BOWN, J. (Eds.). *Boundaries of Self and Reality Online*. 1. ed. Canada: Elsevier, 2017. p. 239-259.

## A aplicação: MuseuVR

Para a construção do MuseuVR utilizou-se o Unity. Esse segundo se trata de um programa inicialmente criado para desenvolvimento de jogos, contudo, atualmente, ele também é utilizado em diversas outras áreas com finalidades além do entretenimento puro, como ensino, treinamento, apresentações interativas, dentre outras. O primeiro cenário do MuseuVR foi modelado digitalmente de forma a simular o interior de uma exposição (Figura 2).

**Figura 2:** Cenário modelado em 3D - exposição virtual.



Para um maior entendimento e contextualização, além da representação dos modelos em 3D das obras, criaram-se totens virtuais interativos que exibem imagens, vídeos e textos relacionados às mesmas. Para que essas informações sejam acessadas pelo usuário, basta que ele toque direto nos respectivos botões com suas próprias mãos (Figura 3)

**Figura 3:** Totem interativo: (A) totem com botões para interação; (B) exibição de foto antiga do monumento a Bento Gonçalves; (C) modelo 3D da placa de bronze originalmente localizada no pedestal abaixo da estátua.



A exposição virtual contém peças relacionadas à cultura gaúcha, desde partes de monumentos públicos da cidade de Porto Alegre, como O Laçador e a estátua equestre de Bento Gonçalves, até peças de acervos de museus locais. O Quadro 1 apresenta sinteticamente as primeiras peças que foram disponibilizadas no MuseuVR, todas elas foram digitalizadas em 3D pela equipe do LDSM/UFRGS.

**Quadro 1:** Primeiras peças disponibilizadas na exposição virtual do MuseuVR.

Imagem	Título / Autor / Local	Breve descrição
	Monumento ao Laçador, 1954 Antônio Caringi (1905-1981) Porto Alegre	A Estátua do Laçador é o símbolo da cidade de Porto Alegre e do estado do Rio Grande do Sul, a qual representa o gaúcho pilchado (em trajes típicos). Originalmente instalada no antigo Largo do Bombeiro, a estátua foi transferida em 2007 para o Sítio do Laçador, em frente ao primeiro terminal do Aeroporto Internacional Salgado Filho. A estátua em bronze possui altura de 4,4 m. Caringi foi um renomado escultor gaúcho que venceu diversos concursos e produziu diversos monumentos, em geral, ligados à história e à cultura gaúcha.

	<p>Monumento a Bento Gonçalves, 1936 Antônio Caringi (1905-1981) Porto Alegre</p>	<p>O monumento em questão foi inaugurado na ocasião do encerramento da Exposição do Centenário da Revolução Farroupilha. Em 1941, foi realocado para a Praça Piratini. Ele possuía duas placas em bronze, em alto relevo, com 1,37 x 1,05 m cada. Infelizmente, uma das placas foi furtada em março de 2017 e a outra em maio de 2017.</p>
	<p>Medalha comemorativa do 1º centenário da Revolução Farroupilha, 1935. Gravador: C. Natale Peça do acervo do Museu de Porto Alegre Joaquim Felizardo.</p>	<p>Medalha em bronze produzida para a comemoração dos 100 anos da Revolução Farroupilha. A peça traz na frente bustos em alto relevo dos generais Bento Gonçalves e Flores da Cunha. No verso possui a entrada do centro de exposições onde ocorreu a Exposição do Centenário Farroupilha, evento que rendeu ao Parque da Redenção o nome de Parque Farroupilha, em 1935.</p>
	<p>Busto, s.d Francisco Stockinger (1919-2009) Peça do acervo do Museu de Arte do Rio Grande do Sul Ado Malagoli (MARGS)</p>	<p>A obra em questão foi adquirida pelo acervo do MARGS em 1955, tem 35 cm de altura e foi produzida com a técnica de gesso patinado. Xico Stockinger foi um importante artista plástico, nascido na Áustria e naturalizado brasileiro, destacado por seu trabalho com escultura, foi também diretor do MARGS.</p>

O segundo cenário disponível no MuseuVR foi gerado a partir de um prédio real. Para tal, realizou-se a digitalização tridimensional da fachada do prédio do antigo Instituto de Química Industrial (Figura 4), que passou por um processo de restauração e atualmente abriga o Centro Cultural da UFRGS.

**Figura 4:** Cenário digitalizado em 3D: prédio do antigo Instituto de Química Industrial da UFRGS.



Neste cenário, além do próprio prédio histórico, o usuário tem a opção de visualizar e manipular separadamente alguns elementos que fazem parte do contexto, como um dos vasos reconstruído digitalmente do pátio original e uma das estátuas presentes na sacada do andar superior (Quadro 2).

**Quadro 2:** Objetos do cenário do prédio do antigo Instituto de Química Industrial da UFRGS.

Instituto de Química Industrial	Estátua da química	Vaso do pátio
		
<p>Inspirado no Palácio Rocca-Saporiti, em Milão, e no Cumberland Terrace, em Londres, o Instituto de Química foi inaugurado em 1926 pelo presidente Washington Luiz. Em 2015, iniciou-se a restauração do prédio que hoje é o Centro Cultural da UFRGS.</p>	<p>No prédio, há duas esculturas femininas que simbolizam a química. A estátua digitalizada fica à direita da sacada, no segundo andar da edificação.</p>	<p>Havia quatro exemplares, mas todos foram danificados ao longo do tempo, restando apenas três em fragmentos. Baseado na sobreposição das partes íntegras dos vasos remanescentes, foi realizada a construção digital de um vaso.</p>

## Formas de interação e deslocamento

A representação fidedigna das obras é apenas parte do desafio de desenvolvimento do programa. Para que a sensação de imersão e a ludicidade da aplicação seja satisfatória, a interação deve ser intuitiva, simples e aprazível para o usuário. Neste sentido, Zara (2004)<sup>13</sup> fala sobre a dificuldade de criar uma padronização de interface para navegação em exposições virtuais. Por isso, optou-se que todas as ações no MuseuVR sejam feitas com as próprias mãos (Figura 5), sem a necessidade de dispositivos externos, como *joysticks*. Os gestos e movimentos implementados para interação foram pensados levando-se em conta o amplo público dos museus, tanto em faixa etária, escolaridade e vivências tecnológicas.

**Figura 5:** Imagem do usuário (à esquerda) e o que ele está vendo (à direita). (A) Exemplo de manipulação do modelo 3D da Estátua do Laçador. (B) Manipulação da estátua localizada no prédio do antigo Instituto de Química Industrial da UFRGS.

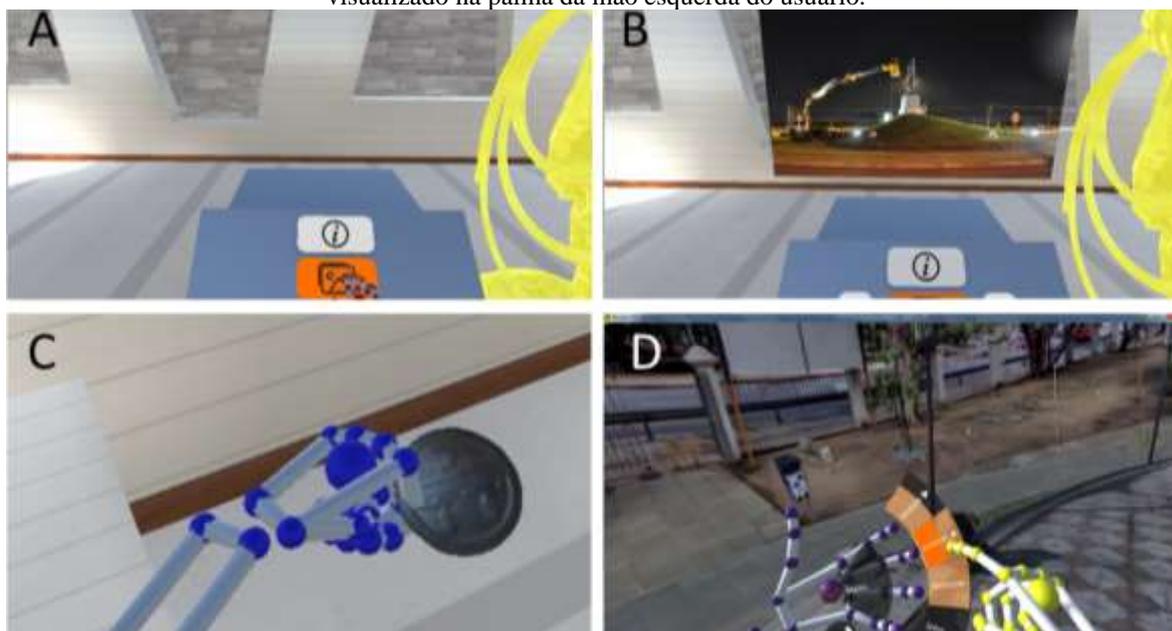


No programa, a interação com os modelos 3D é feita diretamente com as mãos, como se o usuário estivesse realmente manipulando a obra. Nos testes realizados durante o desenvolvimento, percebeu-se que a ausência de um *feedback* tátil prejudicava a interação com as obras. Era comum que o modelo fosse derrubado no chão de forma acidental. Para contornar esse problema, retirou-se a gravidade dos modelos, de modo que eles fiquem “flutuando” no ambiente.

<sup>13</sup> ZARA, Jiri. Virtual reality and cultural heritage on the web. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Graphics and Artificial Intelligence*, 2004. Limoges, France, p. 101-112.

Outras formas de interações também foram implementadas por meio de comandos gestuais. Por exemplo, uma maneira de selecionar os modelos 3D se dá por meio de um menu virtual, o qual é aplicado na mão esquerda do usuário. Logo que ele a abre a palma da mão e a direciona para seu rosto, surge uma lista com três opções disponíveis. Então, com o dedo indicador direito, basta que o usuário selecione uma das três opções: instruções, mudança de cenário ou seleção das obras. Caso ele opte por selecionar as obras, uma lista de modelos 3D aparece num segundo nível do menu. Basta, então, apontar o dedo para o modelo desejado, para que ele apareça na sua frente. Uma outra solução encontrada foi a de simular um totem físico, deixando que o usuário pressione os botões virtuais para que as informações sejam exibidas tal qual aconteceria no mundo real (Figura 6). Adicionalmente, para que o menu da palma da mão não fique interferindo no campo de visão do usuário, foi criado um botão para que ele possa ser ocultado.

**Figura 6:** Formas de interação no MuseuVR. Após pressionar o botão (A), é exibida uma imagem (B) do processo de digitalização 3D do Laçador. (C) Interação direta do usuário manipulando a Medalha Farroupilha. (D) menu virtual visualizado na palma da mão esquerda do usuário.



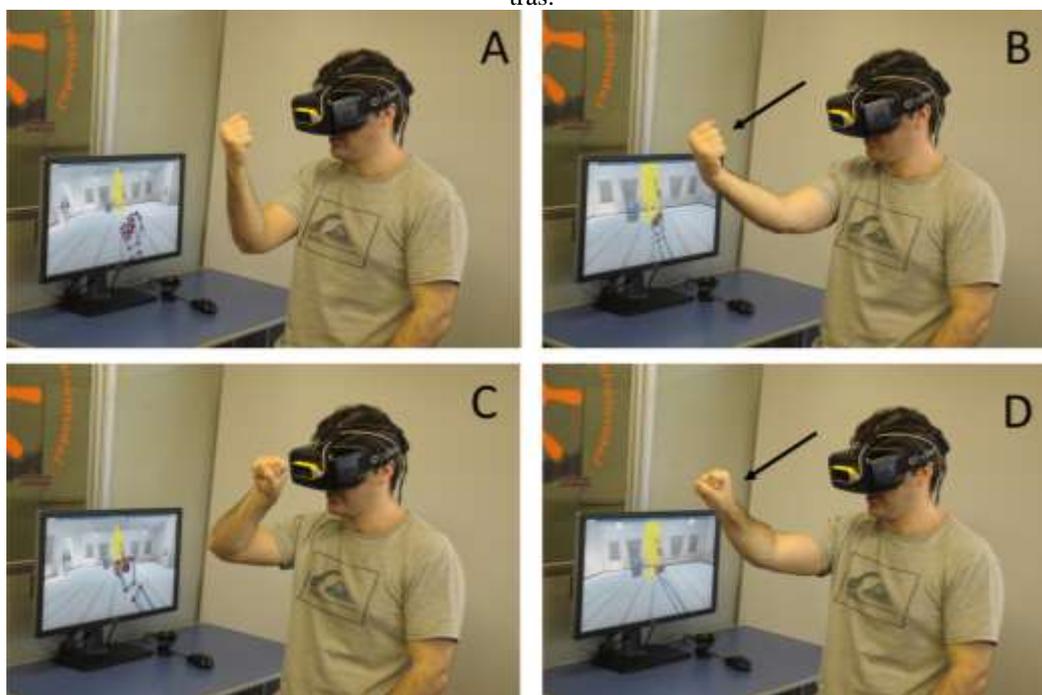
O deslocamento é um dos fatores mais importantes em aplicações de realidade virtual. Há estudos analisando os desconfortos relatados pelos usuários quando estão se deslocando em ambiente de realidade virtual<sup>14</sup>. Estudos com o dispositivo Oculus Rift indicaram que os usuários tendem a superestimar em 19% as distâncias percorridas em ambiente virtual, subestimar em 5,7% a velocidade

<sup>14</sup> JR, Laviola. A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments. *SIGCHI Bulletin*, v. 32, p. 47-56, 2000.

de deslocamento, e superestimar em 4,5% a percepção de tempo gasto no ambiente virtual<sup>15</sup>. Neste sentido, a velocidade de deslocamento foi ajustada durante os testes do protótipo.

Também foram realizados testes para seleção do gesto que o usuário deve fazer para se deslocar pelo cenário, visto que o equipamento utilizado na aplicação é limitado por fios. Embora já existam versões mais novas de dispositivos de realidade virtual sem essa limitação, ainda deve-se ter cuidado para que o usuário não esbarre em obstáculos físicos quando ele está se deslocando pelo ambiente real. Neste sentido, considerando que o usuário permaneceria todo o tempo sentado, a solução criada foi realizar um movimento manual com o punho cerrado. O gesto foi pensado de maneira a não interferir em outros movimentos naturais da mão ao manusear as peças e, ainda assim, ele pode ser desabilitado por meio de um botão virtual. Assim, quando o usuário fecha a mão bem em frente ao rosto, ele habilita o modo de deslocamento. Com a palma da mão fechada, voltada na direção do rosto, o movimento ocorre para frente. Para andar para trás, basta inverter a mão e mantê-la fechada com as costas na direção do rosto. O ajuste de velocidade pode ser realizado dinamicamente ao afastar a mão do rosto (deslocamento mais rápido) ou ao aproximar a mão do rosto (deslocamento mais lento). Ao abrir a palma da mão o deslocamento cessa. A Figura 7 apresenta os gestos realizados para o deslocamento nos cenários do MuseuVR.

**Figura 7:** (A) Gesto para realizar o deslocamento para frente, (B) o aumento da velocidade de deslocamento se dá afastando o punho do sensor. (C) Gesto de deslocamento para trás e (D) aumento da velocidade do deslocamento para trás.



<sup>15</sup> BRUDER, Gerd; STEINICKE, Frank. Threefolded motion perception during immersive walkthroughs. In: *Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '14)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 177-185, 2004.

O protótipo da aplicação vem sendo testado e aprimorado pela equipe do LDSM/UFRGS. Ele já foi apresentado ao público em algumas ocasiões, dentre elas no evento “Acervos Culturais na Rede: perspectivas para os museus e a Museologia”, realizado em 2019. O mesmo também foi utilizado em uma sessão durante a exposição “Monumentos & Arte: a história da cidade em risco”, realizada em 2019 no Memorial do Rio Grande do Sul. Durante as apresentações ao público alguns feedbacks foram coletados e a aplicação vem sendo aprimorada. Em uma próxima etapa, será conduzido um estudo de usabilidade do MuseuVR, visando gerar uma versão da aplicação que possa ser replicada para diferentes instituições culturais.

### **Considerações finais**

Sistemas imersivos em realidade virtual apresentam potencial para serem meios efetivos de transmissão de conteúdo relacionado ao patrimônio<sup>16</sup>. Ainda assim, mesmo apresentando vantagens como ludicidade, a possibilidade de observar peças em diversos ângulos no espaço e a redução da necessidade do espaço físico, essa tecnologia não está tão disseminada como era o esperado em âmbito nacional.

O preço dos equipamentos, tanto de realidade virtual como dos *scanners* 3D, e a falta de interação entre as diferentes áreas do conhecimento, necessárias para o desenvolvimento de aplicações desta natureza, são empecilhos a serem resolvidos. Para maior êxito, projetos desta natureza devem ser abordados tendo como fator chave a interdisciplinaridade entre as áreas envolvidas. O fator tecnológico é o meio, porém, especialistas da área da Museologia, do Design e da Computação devem trabalhar em conjunto a fim de oferecer a melhor experiência ao usuário.

Em termos de equipamentos, atualmente, já estão chegando ao mercado dispositivos de realidade virtual autônomos, que funcionam sem a necessidade de um computador externo, reduzindo o custo para aplicações dessa natureza. Tais dispositivos também não possuem cabos, proporcionando um deslocamento mais livre do usuário no ambiente. Isso é interessante à medida que amplia as possibilidades de movimentação no cenário e proporciona novas formas de interação no ambiente virtual. Ainda que haja uma grande discrepância entre os valores dos equipamentos de realidade virtual no exterior e no Brasil, acredita-se que os valores tendem a cair à medida que a plataforma se popularize, bem como aconteceu com outros dispositivos de alta tecnologia, como os computadores e

---

<sup>16</sup> CARROZZINO, Marcello; BERGAMASCO, Massimo. Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums. *Journal of Cultural Heritage*, v. 11, n. 4, p. 452-458, 2010.

os celulares. Além disso, o rápido aumento do poder de processamento e de resolução desses dispositivos irão oferecer uma experiência cada vez mais imersiva aos usuários.

A recente pandemia de Covid alterou o modo de consumo de diversos conteúdos, dentre eles os culturais. Nesse contexto, aumentou sobremaneira a importância do acesso virtual ao patrimônio cultural. Mesmo após superar a pandemia, acredita-se que o acesso virtual deva continuar bastante demandado. Ressalta-se que o projeto não possui a pretensão de substituir a visita aos museus tradicionais. Pelo contrário, a proposta do MuseuVR é de oferecer uma alternativa, suprimindo as distâncias e ampliando o alcance do público que não pode comparecer presencialmente às exposições, além de acrescentar uma camada de ludicidade, ampliando a divulgação e potencializando a educação patrimonial.

Além disso, é possível utilizar os modelos presentes na aplicação 3D como acervo digital, para registro e documentação, permitindo diversos estudos, exibição e planejamento de exposições e até mesmo para o caso de perdas. Por exemplo: no que se refere ao Monumento a Bento Gonçalves, modelo integrante do MuseuVR, os dados adquiridos pela digitalização 3D são o que restou das placas em bronze de Caringi (que foram furtadas) e espera-se poder produzir réplicas com as tecnologias de fabricação digital atuais, visando minimizar esse vazio deixado na imagem e memória de Porto Alegre.

Neste sentido, modelos digitais utilizados para as aplicações em realidade virtual podem ser disponibilizados também em repositórios digitais. Os modelos constantes no MuseuVR, e aqui apresentados, podem ser acessados por meio do Repositório 3D do LDSM (<https://www.ufrgs.br/ldsm/3d>), o qual conta com cerca de 30 peças e está em constante expansão. Além das peças aqui citadas, são encontradas outras obras, sendo monumentos de Porto Alegre, elementos de fachadas dos prédios históricos da UFRGS e peças de acervos de diferentes museus. Assim, espera-se que as novas tecnologias digitais apresentadas possam contribuir para a preservação do patrimônio cultural.

## **Agradecimentos**

À equipe do Laboratório de Design e Seleção de Materiais, da UFRGS; à Secretaria do Patrimônio Histórico, da UFRGS; à Coordenação da Memória Cultural, da Secretaria Municipal da Cultura de Porto Alegre. Este trabalho contou com apoio dos órgãos de fomento: FAPERGS, CAPES e CNPq.

## REFERÊNCIAS

- BONFADA, C. F.; KAUFFMANN, A. R.; SILVA, F. P. Desenvolvimento e avaliação de réplicas em resinas de bens do patrimônio cultural com uso de digitalização 3D e fabricação digital. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 15, p. 42-53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v15i1.152672>
- BOWN, Johnathan; WHITE, Elisa; BOOPALAN, Akshya. Looking for the Ultimate Display. In: GACKENBACH, Jayne; BOWN, Johnathan (Eds.). *Boundaries of Self and Reality Online*. 1. ed. Canada: Elsevier, 2017. p. 239-259.
- BRUDER, Gerd; STEINICKE, Frank. Threefolded motion perception during immersive walkthroughs. In: *Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '14)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 177-185, 2004.
- CARROZZINO, Marcello; BERGAMASCO, Massimo. Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums. *Journal of Cultural Heritage*, v. 11, n. 4, p. 452-458, 2010.
- IOANNIDES, Marinos; QUAK, Ewald. *3D Research Challenges in Cultural Heritage*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.
- JR, Laviola. A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments. *SIGCHI Bulletin*, v. 32, n. 1, p. 47-56, 2000.
- LDSM. *LDSM 3D - Repositório 3D do Laboratório de Design e Seleção de Materiais*. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/ldsm/3d/>>. Acesso em: 18 fev. 2021.
- LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 1999.
- LOPES, JORGE; BRANCAGLION JR, Antônio; AZEVEDO, Sergio Alex; WENER JR., Heron. *Tecnologias 3D. Desvendando o Passado, Modelando o Futuro*. 1. ed. Lexikon: Rio de Janeiro, 2013.
- MUNIZ, G. R.; SILVA, F. P.; KINDLEIN JÚNIOR, W. Design, tecnologia e patrimônio: digitalização tridimensional como ferramenta de preservação de elementos de prédios históricos. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 13, p. 53-66, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v13i2.138358>
- ROSA, Marques Mana. A política de acervos como gestão de museus. *Ventilando Acervos*, v. 8, n. 2, p. 5-26, 2020.
- SUTHERLAND, Ivan E. The Ultimate Display. *Proceedings of IFIP Congress*, p. 506-508, 1965.
- ZARA, Jiri. Virtual reality and cultural heritage on the web. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Graphics and Artificial Intelligence*, 2004. Limoges, France, p. 101-112, ISBN 2-914256-06-X