

| METAVERSO

INTRODUÇÃO

Em conteúdos anteriores, abordamos as principais tecnologias e softwares de realidade virtual (RV) que permitem o acesso ao metaverso, além de exemplificar os tipos de dispositivos encontrados no mercado atualmente e destacar os desafios que ainda rondam essa nova forma de se conectar com o ambiente virtual. Esta etapa abordará mais profundamente os requisitos básicos de acesso ao metaverso, a fim de proporcionar uma compreensão detalhada desse novo universo como um ambiente virtual, versando sobre o que é preciso para acessar esse tipo de conexão.

É necessário ter bem claro quais são as condições necessárias para que um sistema seja considerado como de RV. Nesse sentido, algumas características devem estar presentes, as quais serão descritas ao longo desta etapa. Um sistema de realidade virtual (SRV) não precisa necessariamente explorar ao máximo todas essas características, mas a ausência total de um desses itens pode comprometer a classificação do sistema como sendo de RV. Assim, os requisitos básicos exigidos para todas as aplicações e SRV incluem: i) imersão; ii) interatividade; e iii) envolvimento.

Nesse contexto, este conteúdo tem como objetivos:

- a) Apresentar em detalhes o conceito de *imersão em SRV*;
- b) Abordar a esfera da interatividade e a sua importância no contexto do metaverso;
- c) Definir o conceito de *envolvimento* em ambientes virtuais e sua relação com a simulação de SRV.

E seguirá a seguinte estrutura:

- a) Imersão em SRV;
- b) Interatividade no contexto do metaverso;
- c) Envolvimento em ambientes de realidade virtual;
- d) Simulação em SRV;
- e) Conclusão.

Aproveitem e bons estudos!

TEMA 1 – IMERSÃO EM SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL

Como vimos em conteúdos anteriores, a realidade virtual (RV) é uma tecnologia de interface avançada que possibilita ao usuário não somente usar um sistema de software, como também perceber-se dentro do ambiente tridimensional gerado por um computador. Nesse contexto, o usuário pode explorar ou mesmo modificar o ambiente virtual, o que lhe é possibilitado através de técnicas de navegação, imersão e interação (Luz; Kirner, 2006).

O desenvolvimento de sistemas de realidade virtual (SRV) teve suas origens na criação de softwares, com a utilização das metodologias tradicionais da engenharia adaptadas à elaboração de sistemas multimídia. Além disso, a criação de produtos voltados para a indústria cinematográfica também contribuiu e permanece contribuindo com o desenvolvimento de SRV, principalmente no que tange à criação do metaverso (Luz; Kirner, 2006).

Um sistema, basicamente, é caracterizado pela integração de diversos componentes que atuam de forma inter-relacionada, visando atingir um objetivo comum. No caso dos SRV, consideram-se os cinco requisitos detalhados no Quadro 1 como necessários.

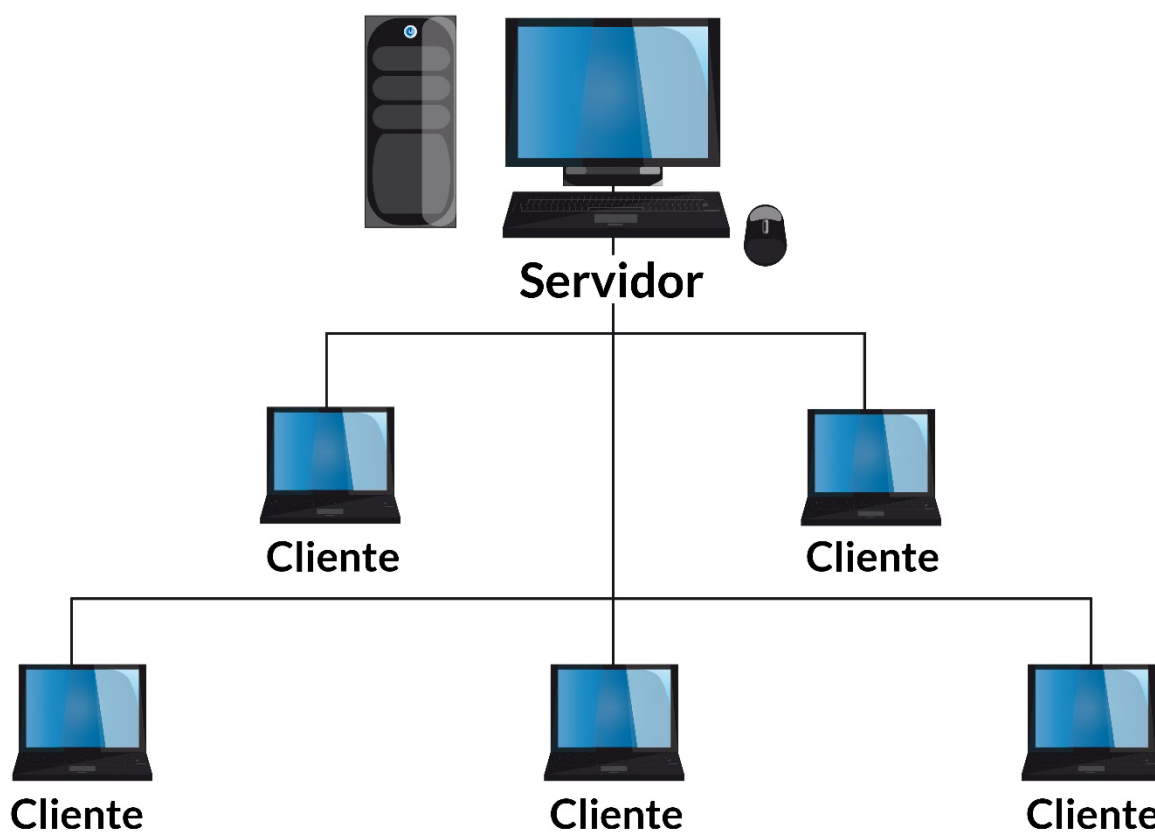
Quadro 1 – Requisitos necessários para um SRV

Interface de alta qualidade	A RV é utilizada como a interface de mais alto nível entre o ser humano e a máquina, pois permite que ambos interajam de uma maneira intuitiva para a pessoa, por imitar o que acontece na interação desta com o mundo real.
Alta interatividade	O ambiente deve reagir de maneira adequada às ações do usuário e permitir o maior número possível de ações.
Imersão	Um SRV deve permitir que o usuário sintam-se “dentro” do mundo virtual, seja com o seu corpo físico ou com uma representação qualquer (avatar, vídeo, simulação de cabine etc.).
Uso da intuição/envolvimento	O sistema deve explorar a intuição do usuário “envolvido” pelo ambiente e, assim, proporcionar novas formas de interação. Por exemplo, o projetista de um sistema de simulação de veículo que inclua um volante, marcha e pedais tem muito mais liberdade de projetar ações do que projetista de um sistema equivalente em que o usuário tem que ficar em pé e utilizar um <i>joystick</i> . No primeiro caso, o projetista sabe que o usuário já está habituado a certas ações, por sua experiência no mundo real.
Analogia/ampliação do mundo real	O fato de criar envolvimento e utilizar a intuição faz com que o SRV atue como uma transferência do mundo real, capturando tudo de proveitoso que pode vir do fato de o usuário já ter uma “noção” do que deve fazer e como fazer, mas acrescentando aspectos que não existem no mundo real. Por exemplo, um sistema de busca bibliográfica pode utilizar, de alguma forma, a habilidade do usuário se locomover em uma biblioteca e olhar as estantes, mas a biblioteca “virtual” pode destacar visualmente volumes que possam ser do interesse do usuário.

Fonte: Elaborado com base em Valerio Netto; Machado; Oliveira, 2002.

Os sistemas monousuários são desenvolvidos para serem usados por um só indivíduo, sem interferir na utilização por parte dos demais usuários. Já os sistemas multiusuários permitem a utilização por diversos usuários e, nesse caso, a intervenção de um indivíduo pode afetar o uso dos demais (Figura 1). Além disso, esse tipo de sistema pode ter a sua utilização realizada de forma assíncrona ou síncrona. Na assíncrona, os usuários podem trabalhar colaborativamente; entretanto, não possuem interação em tempo real com os demais usuários. Já na utilização síncrona, os usuários podem interagir entre si em tempo real (Luz; Kirner, 2006).

Figura 1 – Sistemas monousuário (à esquerda) e multiusuário (à direita)



Crédito: Ulisse/Shutterstock.

Basicamente, os SRV diferem entre si de acordo com os níveis de imersão e de interatividade proporcionados ao participante. Esses níveis são determinados pelos tipos de dispositivos de entrada e saída de dados do sistema, além da velocidade e potência do computador que o hospeda (Valerio Netto; Machado; Oliveira, 2002).

A ideia de *imersão* está ligada ao sentimento de fazer parte do ambiente. Além do fator visual, dispositivos ligados aos demais sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como o som, o posicionamento

automático da pessoa e os movimentos da cabeça, controles reativos etc. De modo geral, do ponto de vista da visualização, a RV imersiva utiliza capacete ou cavernas (Figura 2), enquanto a RV não imersiva utiliza monitores (Figura 3). Apesar de não representarem uma experiência imersiva, os monitores ainda apresentam alguns pontos positivos, como o baixo custo e a facilidade de uso, evitando as limitações técnicas e problemas decorrentes do uso do capacete. Porém, a tendência é a utilização da RV imersiva na grande maioria das aplicações futuras, inclusive para o acesso ao metaverso (Valerio Netto; Machado; Oliveira, 2002).

Figura 2 – Exemplo de RV imersiva



Créditos: betto rodrigues/Shutterstock.

Figura 3 – Exemplo de RV não imersiva



Créditos: G-Stock Studio/Shutterstock.

Portanto, em SRV, o ponto de vista é substituído pela experiência de estar: além da atualização em tempo real e da imersão em um espaço tridimensional e dinâmico, visa-se, eminentemente, a interação multissensorial do corpo com o ambiente, o que se realiza via: a) dispositivos agregados ao corpo (capacetes, luvas, vestimentas, sensores, chips etc.); b) ambientes físicos (salas e *Cave Automatic Virtual Environment* – CAVE), capazes de detectar, reconhecer, mapear e incorporar o interator (Figura 4); e c) métodos híbridos. Enquanto, por um lado, a incorporação de determinados dispositivos ao corpo do usuário possibilita a imersão, por outro, busca-se também libertar o corpo desses dispositivos com o intuito de deixá-lo atuar de forma mais natural e próxima da comunicação interpessoal (Hanns, 2006).

Figura 4 – Exemplo de *Cave Automatic Virtual Environment (CAVE)*



Crédito: Davepape/CC-PD.

TEMA 2 – INTERATIVIDADE NO CONTEXTO DO METAVERSO

Conforme discutido anteriormente, um ambiente virtual imersivo pode ser entendido como um cenário tridimensional em que os usuários de um SRV podem navegar e interagir. De acordo com Bowman et al. (2004), essa interação pode ser organizada nas categorias de navegação, seleção, manipulação e controle do sistema.

É importante notar que, embora a interatividade possa contribuir para a sensação de imersão em um ambiente virtual, o uso de tecnologias para visualização imersiva, tais como os HMDs, não implica necessariamente em interação. Por outro lado, a adoção desses dispositivos para imersão leva à necessidade de novas técnicas de interação, visto que o uso de dispositivos convencionais como teclado e mouse não é adequado (Pinho et al., 2021).

Até a década de 2000, grande parte dos ambientes virtuais imersivos com maior inovação em interação estava limitada aos laboratórios de pesquisa, devido ao custo dos dispositivos. Mais recentemente, o surgimento de dispositivos de custo reduzido, tais como o *Oculus Touch* (Figura 5) e o *HTC Vive*, tem levado a

uma nova onda de experimentações com interação em ambientes virtuais imersivos acessíveis ao público em geral, incluindo jogos, aplicações educacionais e de saúde e reabilitação (Pinho et al., 2021).

Figura 5 – *Oculus Touch*



Créditos: Roman Zaiets/Shutterstock.

Assim, a interação está ligada à capacidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual em função das ações efetuadas sobre ele (capacidade reativa). As pessoas são cativadas por uma boa simulação em que as cenas mudam em resposta aos seus comandos, que é a característica mais marcante dos videogames. Isso significa que, para que um SRV pareça mais realista, o ambiente virtual inclui objetos simulados. Outros artifícios para aumentar o realismo são empregados, por exemplo, a texturização dos objetos do ambiente e a inserção de sons, tanto ambientais quanto associados a objetos específicos (Valerio Netto; Machado; Oliveira, 2002).

Apesar da maior disponibilidade de tecnologia, limitações técnicas e outros fatores menos óbvios representam desafios para o desenvolvimento de aplicações de RV para o chamado *mundo real*. O principal deles é a total falta de restrições físicas dos ambientes tridimensionais gerados por computador. Sendo assim, as técnicas de interação em ambientes virtuais imersivos não oferecem ao usuário, na maioria das vezes, o retorno tátil e/ou comportamental que o objeto

real provê. Além disso, a incapacidade inerente aos dispositivos de RV ou RA de captar todas as informações que podem ser produzidas pelo usuário obriga-o a seguir regras rígidas e, às vezes, pouco naturais no processo interativo (Pinho et al., 2021).

No Quadro 2, pode-se observar uma comparação entre tarefas do mundo real e as implicações de realizá-las em ambiente virtual. Nota-se claramente que a utilização de sistemas de RV de forma ampla ainda depende de um grande desenvolvimento na área das técnicas de manipulação (Pinho et al., 2021).

Quadro 2 – Características de tarefas do mundo real em ambientes virtuais

Tarefa	Mundo real	Ambientes virtuais
Manipulação de objetos	É usualmente feita com ferramentas ou com as próprias mãos.	A seleção de ferramentas é mais complicada.
Comunicação e comandos por meio de voz	A possibilidade de comunicação com outros usuários por meio da voz é de fundamental importância no processo interativo.	A tecnologia de reconhecimento de voz ainda é considerada precária.
Medição de objetos	É uma tarefa bastante natural em aplicações reais.	Ainda é difícil e pouco precisa.
Anotação de informações sobre objetos do ambiente	A anotação de informações textuais e gráficas sobre papéis ou quadros de aviso é extremamente simples e útil no processo de interação em ambientes reais.	A entrada de textos e números é pouco desenvolvida em ambientes virtuais

Fonte: Elaborado com base em Pinho et al., 2021.

Segundo Pinho et al. (2021), na análise de qualquer tarefa interativa, podem ser definidas três categorias, de acordo com o tipo de controle exercido pelo usuário:

- a) Interação direta: envolve as técnicas interativas que se utilizam do corpo do usuário (mãos, braços, cabeça etc.), atuando diretamente sobre o objeto através de um “toque virtual”. Para tanto, se faz necessário que o sistema de RV ou RA possua funções de suporte ao rastreamento das mãos e da direção do olhar, reconhecimento de gestos e detecção do apontamento de um objeto. O sucesso das técnicas de interação direta depende da capacidade do sistema em realizar um mapeamento natural e intuitivo entre a ação do usuário no mundo real e a ação resultante no mundo virtual;
- b) Interação com controles físicos: inclui o uso de botões, joysticks, pedais etc. Usar controles físicos para interagir com um mundo virtual (como um guidão, em um simulador de carro) pode aumentar a sensação de presença do usuário no mundo virtual, pois lhe permite algum tipo de sensação tátil

não disponível na interação direta sem o uso de dispositivos de geração de força ou de sensação háptica. Dispositivos físicos também são úteis para o controle preciso da tarefa de interação. Esses dispositivos, no entanto, nem sempre oferecem um mapeamento natural que facilite a tarefa de interação no mundo virtual;

- c) Interação com controles virtuais: a ideia neste caso é representar visualmente um dispositivo físico. Qualquer coisa que se imagine pode ser implementada como controle virtual. Essa grande flexibilidade é a maior vantagem dos controles virtuais, entretanto, as desvantagens incluem a falta de retorno sensorial e a dificuldade de interação com o objeto virtual.

Portanto, a interação humano-computador é considerada fundamental para os ambientes virtuais baseados em RV e RA. Como diversas tarefas podem ser realizadas nesses ambientes virtuais pelos usuários, como navegação, seleção e manipulação de objetos, diversas técnicas ainda precisam ser projetadas. Nesse contexto, os desenvolvedores de sistemas de RV e RA também devem levar em consideração os canais sensoriais do usuário na implementação de técnicas de interação. Os canais sensoriais de visão, audição e tato têm sido explorados, especialmente o primeiro; em contrapartida, olfato e paladar ainda não são pesquisados amplamente (Pinho et al., 2021).

TEMA 3 – ENVOLVIMENTO EM AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL

A ideia de *envolvimento* está relacionada ao grau de motivação para o engajamento de uma pessoa em determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro. A RV tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e propiciar a interação do usuário com o mundo virtual dinâmico (Valerio Netto; Machado; Oliveira, 2002).

De acordo com Tori, Hounsell e Kirner (2021), o envolvimento é uma variável importante para definir o nível de imersão de um SRV, sendo caracterizado pela extensão em que os sentidos são definidos panoramicamente (campo de visão, áudio espacial, rastreamento de movimentos da cabeça etc.). O sincronismo do áudio com a imagem, por exemplo, é essencial, tendo em vista que qualquer assincronia pode levar à quebra de imersão e posterior incapacidade de envolvimento (Albano, 2020). Nesse sentido, os investimentos em bons sistemas de hardware para dispositivos RV buscam fortalecer esse elemento.

Portanto, tal como proposto por Machado (2002), um SRV com o intuito de proporcionar uma experiência única no metaverso deve considerar uma boa interconexão entre a tríade imersão, interação e envolvimento, de modo que seja quase impossível, ao usuário, distinguir o ambiente real da realidade virtual (Figura 6).

Figura 6 – Tríade-base para a criação de SRV

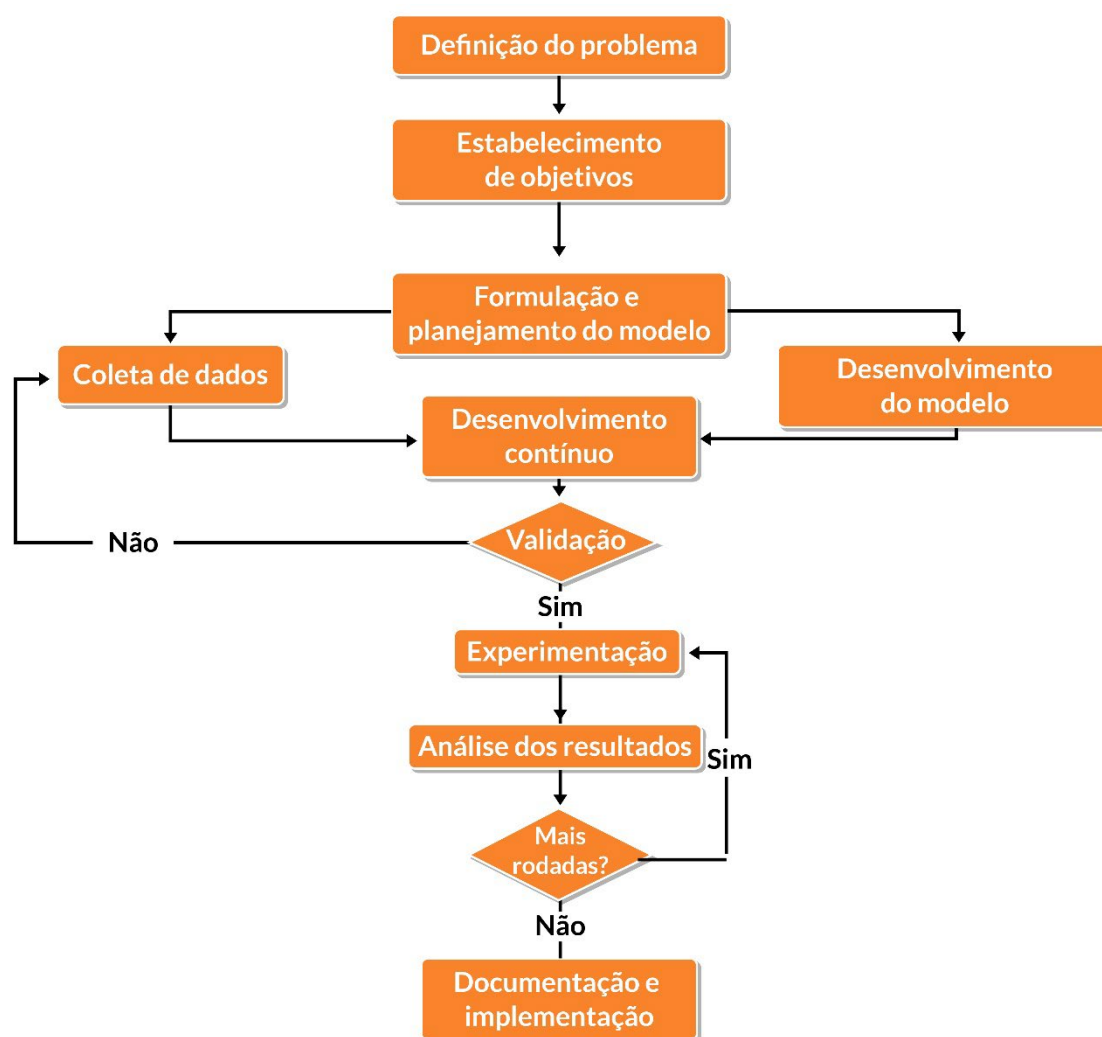


TEMA 4 – SIMULAÇÃO EM SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL

Um SRV, muitas vezes, procura reproduzir o realismo do mundo real ou comportamentos teóricos estabelecidos pelos projetistas. Muitas propriedades ou comportamentos do mundo real, como neblina, colisão e gravidade, podem ser encontrados em softwares de RV. Essas propriedades e comportamentos são obtidos através de simulações específicas, agindo sobre objetos ou todo o ambiente. Entre os comportamentos simulados, normalmente disponíveis em ambientes virtuais, estão: movimentação de objetos; detecção de colisão e reação; simulação física; etc. Embora tornem os ambientes virtuais mais realistas e estimulantes, esses comportamentos usam processamento intensivo, exigindo computadores mais potentes para não provocar degradação na execução do sistema (Tori; Kirner, 2006). Assim, o conceito de *simulação* tem relação direta com a experimentação de um sistema através de modelos. A possibilidade de criar e simular fenômenos desejados permite conferir quão representativas seriam as mudanças, colaborando, dessa forma, com a tomada de decisões (Bateman et al., 2013).

De acordo com Bateman et al. (2013), o objetivo de elaborar um modelo de simulação é gerar uma ferramenta cujo intuito seja a solução de problemas. Para realizar uma simulação de sistema, é necessário reconhecer, inicialmente, o problema a ser resolvido. Embora pareça simples, essa é uma das principais etapas e a que gera maior dificuldade na simulação. O fluxograma da Figura 7 mostra os passos envolvidos em um projeto de simulação.

Figura 7 – Inter-relação entre as etapas de simulação



Fonte: Bateman et al., 2013, p. 33.

Os principais desafios encontrados ao se elaborar um modelo de simulação são definir o escopo e o grau de detalhamento adotados. Os modelos de simulação podem ser classificados em:

- a) Modelo estático: não é influenciado pelo tempo, por exemplo, um modelo de simulação de um jogo de dados;

- b) Modelo dinâmico: é influenciado pelo tempo, por exemplo, sistemas de manufatura, de grau de utilização de equipamentos, entre outros;
- c) Modelo de loop aberto: ocorre quando as saídas do sistema não geram retroalimentação;
- d) Modelo de loop fechado: ocorre quando as saídas do sistema geram retroalimentação, afetando a operação subsequente (Bateman et al., 2013).

Portanto, o crescente papel da simulação na resolução de problemas é inevitável e o número de áreas de aplicação continua a se expandir. Grandes empresas de manufatura, química, alimentos, sistemas de distribuição, transportes, serviços industriais, saúde e o exército já estão usando modelos de simulação (Bateman et al., 2013).

TEMA 5 – CONCLUSÃO

Ao refletir sobre os conceitos demonstrados, é possível notar que o desenvolvimento de um SRV é viável mediante a utilização de diferentes arquiteturas físicas e lógicas, que abrangem desde a utilização de um único microcomputador até arquiteturas distribuídas de processamento, que permitem, por exemplo, a melhor geração de uma imagem digital.

O sentido mais apurado do ser humano é a visão, que se destaca como o principal meio pelo qual percebemos o mundo ao nosso redor. Consequentemente, a visão tem sido explorada como um elemento primordial para a recepção de informações dos computadores e também para o desenvolvimento de dispositivos e SRV que proporcionem uma interconexão satisfatória entre os pilares: imersão, interação e envolvimento.

O tempo e o custo necessários para transformar as ideias de criação de SRV e acesso ao metaverso podem ser reduzidos pela simulação. O ditado *uma imagem vale mais que mil palavras* é um bom exemplo para enfatizar a diferença existente entre a capacidade de comunicação das análises estáticas e a simulação. Se o objetivo é ajudar os tomadores de decisão a absorver informações em curto tempo, uma planilha cheia de números não pode competir com a animação visual de figuras coloridas. Portanto, à medida que a simulação se torna uma ferramenta aceita e extremamente útil, mais esforços estão sendo concentrados em estudos que aprimoram as tecnologias de criação de simuladores.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, L. R. M. Artigo: Imersão, envolvimento e interação na realidade virtual: uma análise semiótica com o Google Cardboard. **Medium**, 2 mar. 2020. Disponível em: <<https://medium.com/@albanolrm/artigo-imers%C3%A3o-envolvimento-e-intera%C3%A7%C3%A3o-na-realidade-virtual-uma-an%C3%A1lise-semi%C3%B3tica-com-o-google-ef4a6432bb5b>>. Acesso em: 17 set. 2023.
- BATEMAN, R. E. et al. **Simulação de sistemas**: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- BOWMAN, D. et al. **3D User interfaces**: theory and practice. Boston: Pearson Education, 2004.
- HANNS, D. K. Estratégias de imersão: o corpo como interface. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. (Eds.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006. p. 284-287.
- LUZ, R. P.; KIRNER, T. G. Processo de desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. (Eds.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006. p. 109-127.
- MACHADO, L. **Realidade virtual**: fundamentos e aplicações. São Paulo: Visual Books, 2002.
- PINHO, M. S. et al. Técnicas de Interação. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução à realidade e aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: SBC, 2021. p. 205-243.
- TORI, R.; HOUNSELL, M. S.; KIRNER, C. Realidade virtual. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a realidade e aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: SBC, 2021. p. 11-29.
- TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos de realidade virtual. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. (Eds.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006. p. 2-21.
- VALERIO NETTO, A.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. Realidade virtual: definições, dispositivos e aplicações. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**, v. 2, n. 1, p. 1-29, 2002.