

| METAVERSO

INTRODUÇÃO

Anteriormente, abordamos a contextualização histórica, os conceitos principais, o funcionamento e as principais aplicações cotidianas do metaverso. Ficou evidente que o metaverso é um termo guarda-chuva para tecnologias que são ponte entre os mundos digital e real. Isso significa que inclui conceitos de *realidade e virtualidade aumentadas e realidade mista*, bem como a utilização de equipamentos como óculos inteligentes, relógios e computadores, os quais permitem experiências com maior grau de imersão e presença.

Essas tecnologias tornaram-se ainda mais comuns no cotidiano das pessoas desde a pandemia de Covid-19. A partir das restrições de acesso ao mundo presencial, associadas às medidas de contenção da transmissão viral, cada vez mais perfis foram criados em inúmeras plataformas e mídias sociais. Ou seja, o metaverso representa uma evolução dessa ampliação de identidades que temos vivenciado, tornando-se necessário compreender seu funcionamento de maneira mais detalhada, bem como suas vantagens, seus componentes principais e os métodos de conexão mais utilizados atualmente para acessá-lo.

Sendo assim, esta etapa tem como objetivos:

- a) Apresentar o funcionamento do metaverso e suas vantagens;
- b) Apresentar os componentes principais do metaverso;
- c) Explicar os métodos de conexão mais utilizados.

E seguirá a seguinte estrutura:

- a) Funcionamento do metaverso;
- b) Vantagens de acessar o metaverso;
- c) Principais componentes do metaverso;
- d) Métodos de conexão mais utilizados;
- e) Conclusão e próximos passos.

Aproveitem e bons estudos!

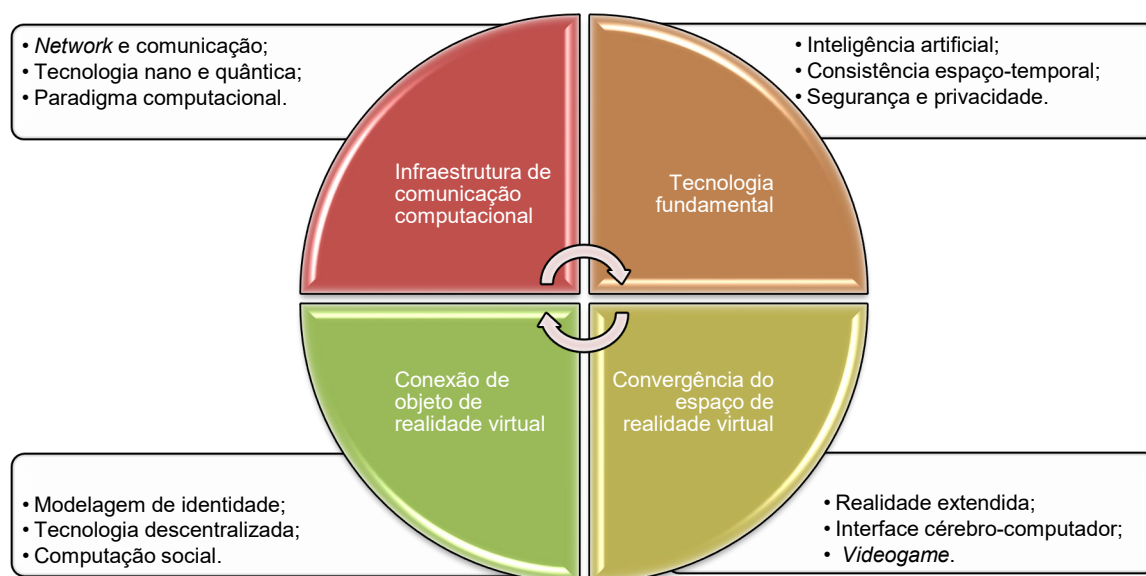
TEMA 1 – FUNCIONAMENTO DO METAVERSO

De acordo com Mystakidis (2022), o termo *metaverso* é composto pelas palavras *meta*, que significa “além”, e *verso*, que representa “universo”. Nesse sentido, entende-se o metaverso como uma forma de pós-realidade que possibilita

a projeção a outras realidades por meio da tecnologia, em que a interação entre os indivíduos é possível em tempo real e com grande imersão (Silva, 2023).

O metaverso é caracterizado por um sistema complexo que exige inúmeras tecnologias para seu bom funcionamento, tais como *Graphics Processing Units* (GPUs, em português, Unidades de Processamento Gráfico) de alto desempenho, redes de alta velocidade, armazenamento de dados escaláveis e tecnologias de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina. Essas tecnologias garantem que o metaverso possa reproduzir de forma precisa as características do mundo real e proporcionar uma experiência imersiva aos usuários, tal como ilustrado na Figura 1 (Silva, 2023).

Figura 1 – Roteiro tecnológico do metaverso



Fonte: elaborada por Guerra, 2023, com base em Mozumder et al., 2022.

1.1 Infraestrutura de comunicação computacional

O campo da fabricação de tecnologias tem evoluído rapidamente com a ajuda da *Internet of Things* (IoT, que significa, em português, internet das coisas) e o *core-stream* do metaverso também funciona como um dispositivo IoT (Figura 2). A IoT é uma combinação de tecnologias que permite o controle de dispositivos com o mínimo de intervenção humana, estendendo computação e conectividade aos objetos. Com a utilização de tecnologias avançadas, como sensores de baixo custo e baixa potência, conectividade, computação em nuvem, *machine learning* e inteligência artificial, a IoT está mudando o paradigma tecnológico do século

próximos dois a três anos. Assim, os autores acreditam que o metaverso é a próxima versão da internet, uma vez que a maioria das empresas já tem utilizado as tecnologias 5G e 6G para desenvolver sua infraestrutura. Isso significa que a base da conectividade do metaverso é a internet, mas, além disso, existem componentes de hardware que ajudam os usuários a ter experiências autênticas, tal como os componentes nano e quânticos (a nanotecnologia pode melhorar o desempenho de sensores, por exemplo) (Mozumder et al., 2022).

1.2 Tecnologia fundamental

O metaverso é um espaço virtual onde os usuários podem interagir com objetos digitais 3D e avatares virtuais 3D (Figura 4) uns dos outros de uma maneira complexa que simula o mundo real, usando técnicas de inteligência artificial (Mozumder et al., 2022). No contexto dos jogos, os avatares são frequentemente utilizados para representar digitalmente as pessoas em um ambiente virtual, simulando sua presença e interação com o ambiente. Assim, no metaverso, os avatares são fundamentais para representar o corpo do usuário naquele mundo virtual. Existem três aspectos principais a serem considerados na criação dos avatares: a representação, a presença e a imersão (Davis et al., 2009).

Figura 4 – Avatares 3D da rede Meta, proprietária do Facebook e Instagram



Créditos: ishibashi seiichi/Shutterstock.

A representação do avatar está relacionada com sua aparência e a forma como ele interage com o ambiente virtual (Davis et al., 2009). Para torná-la mais dinâmica, pode-se definir uma variedade de expressões faciais, emoções, penteados, características de envelhecimento etc. (Mozumder et al., 2022). Já a presença se refere à percepção do usuário de estar em um ambiente virtual (Steuer et al., 1995). Por fim, a imersão ocorre quando o usuário sente que sua interação com o ambiente virtual é semelhante à experiência no mundo real (Realidade..., 2019).

Um ponto importante a ser destacado é a privacidade dos dados e avatares no metaverso. Esses dados são gerados a partir da captura de elementos do mundo físico para a conversão em movimentos dentro do metaverso, assim, a privacidade e segurança dos usuários dependerão de protocolos de segurança bem implementados. Nesse sentido, uma alternativa eficaz para garantir a privacidade é o aprendizado federado, que consiste em armazenar os dados de forma distribuída. Esse método é especialmente importante, pois os dados puros coletados nos dispositivos IoT não podem ser transmitidos para outros (Zhang et al., 2022).

1.3 Conexão de objetos de realidade virtual

A conexão de objetos de realidade virtual tem três pilares principais: i) modelagem de identidade; ii) tecnologia descentralizada; e iii) computação social. Com o surgimento da web 3.0, a identidade digital e a personalização no metaverso são representadas pelos avatares exclusivos de cada usuário, além das carteiras criptográficas, que também desempenham um papel importante na definição da identidade (Mozumder et al., 2022).

A tecnologia descentralizada é composta pelas esferas de: i) computação; ii) armazenamento; iii) banco de dados; e iv) *blockchain*. A computação descentralizada reúne todos os requisitos para fornecer o que as pessoas precisam para a construção de seu mundo ideal. Dentro do metaverso, há terra, espaço, energia, edifícios, assistência médica, materiais e muito mais. Tudo isso está seguro porque o armazenamento de dados é descentralizado, sendo propriedade de todos e gerenciado por todos, de maneira que todos colaboram para garantir sua existência no metaverso. O banco de dados descentralizado fornece uma base sólida para que os usuários organizem seus dados e possam usá-los para construir qualquer coisa, enriquecendo o universo. Por fim, o

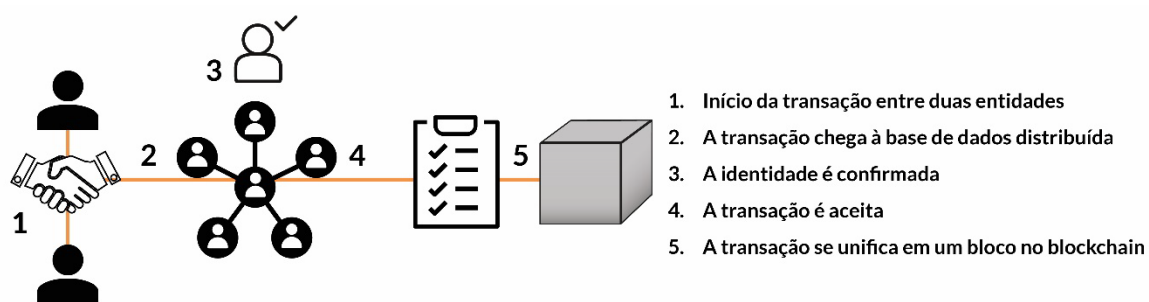
blockchain garante que as outras esferas (computação, armazenamento e banco de dados) sejam confiáveis e garantam que apenas os cidadãos do metaverso tenham propriedade no espaço virtual (Mozumder et al., 2022). Assim, o *blockchain* é uma tecnologia que possibilita a criação de registros descentralizados e imutáveis de todas as transações realizadas no ambiente virtual, permitindo maior transparência aos usuários e aplicativos. Com isso, transações como a troca de criptomoedas podem ser realizadas de forma mais segura e eficiente dentro do metaverso (Silva, 2023).

1.4 Convergência do espaço de realidade virtual

Como os dados e avatares dos usuários estão localizados em diferentes servidores ao redor do mundo, o metaverso lida com diferentes processamentos de dados pessoais em cada país, usando diferentes técnicas de inteligência artificial, as quais envolvem conceitos de realidade estendida (realidade virtual, aumentada e mista), interface cérebro-computador (aquisição, extração e interpretação das funcionalidades) e renderização em tempo real (Mozumder et al., 2022).

O cérebro humano, com toda a sua complexidade de funcionamento, é uma grande inspiração para o desenvolvimento de tecnologias, tendo como um dos maiores exemplos as redes neurais artificiais. Além disso, serviu de base para a criação de um dos projetos mais intrigantes envolvendo a área de tecnologias avançadas, a *Brain Computer Interface* (BCI, em português, interface cérebro-computador) (Figura 5), que coleta sinais cerebrais usando eletrodos, decodificando-os e transformando-os em comandos computacionais, com o objetivo de controlar dispositivos físicos e virtuais (Silva, 2023).

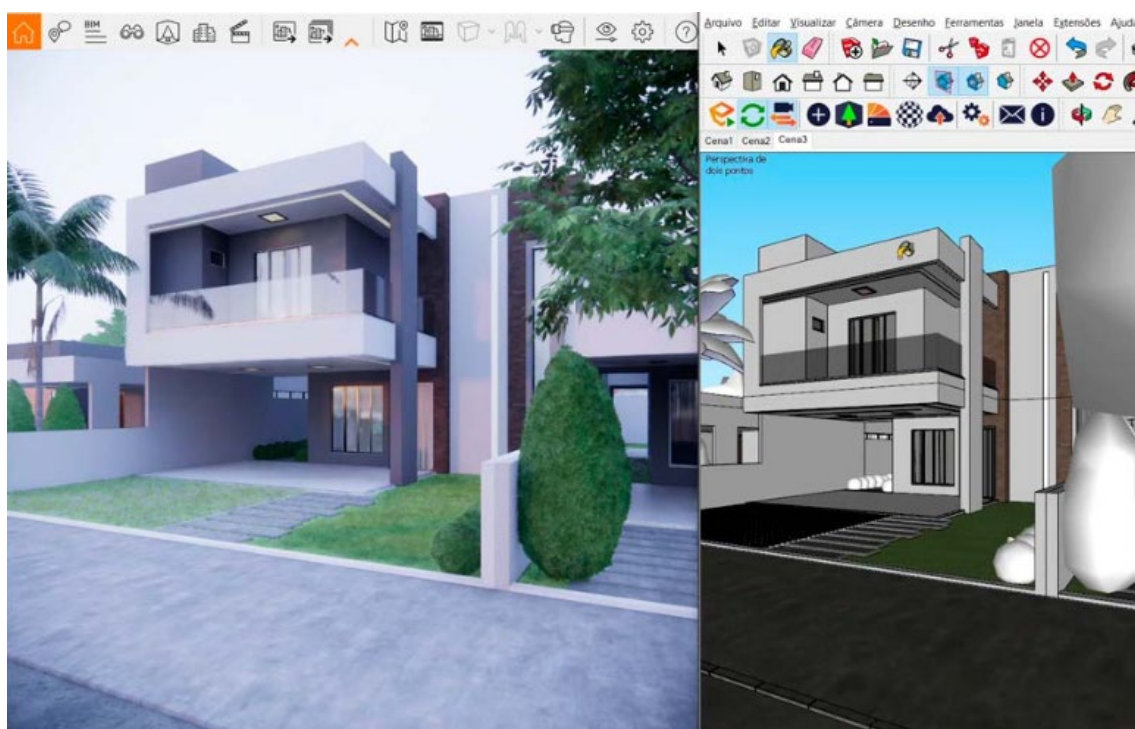
Figura 5 – Representação básica do funcionamento da BCI



Fonte: elaborada por Guerra, 2023, com base em Silva, 2023.

Por fim, a renderização em tempo real é um campo da computação gráfica focado na análise e produção de imagens em tempo real. A renderização 3D é o processo de produzir uma imagem com base em dados tridimensionais armazenados no computador do usuário. Também é considerado um processo criativo, assim como a fotografia ou a cinematografia, pois faz uso da luz para, ao final, produzir imagens com efeitos fotorrealistas 3D o mais próximo possível da realidade (Figura 6) (Mozumder et al., 2022).

Figura 6 – Exemplo de software que utiliza a renderização em tempo real



Fonte: SketchUP e Enscape.

TEMA 2 – PRINCIPAIS COMPONENTES DO METAVERSO

Para proporcionar uma compreensão mais aprofundada sobre os componentes do metaverso, serão apresentados a seguir tópicos com descrições sucintas sobre cada um deles, destacando suas características gerais e sua relevância. Dessa forma, será possível compreender melhor como esses elementos se interconectam e contribuem para a construção do universo virtual, que exige tecnologias cada vez mais avançadas para simulações cada vez mais realistas. Os principais componentes do metaverso estão representados no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais componentes do metaverso e suas características

1	Realidade virtual	Tecnologia que substitui a visão do mundo físico por uma cena produzida digitalmente por meio de <i>softwares</i> e aparelhos.
2	Realidade aumentada	Tecnologia que mescla os mundos digital e real, mediante o uso de recursos computacionais para reconhecer objetos, superfícies, reconhecimento facial, rastreamento de movimento etc.
3	Escalabilidade	É a capacidade de um sistema se adaptar a demandas, mesmo que estas sejam muito maiores do que o normal, sem comprometer o desempenho.
4	<i>Cloud computing</i>	Oferece recursos virtuais otimizados que se ajustam conforme as flutuações no volume de processamento, visto que pode ser mais vantajoso optar por redes distribuídas em vez de uma rede centralizada.
5	<i>Edge computing</i>	Busca a proximidade entre a computação e o armazenamento de dados com as fontes de origem, possibilitando uma resposta mais rápida em comparação com a computação em nuvem tradicional.
6	<i>Blockchain</i>	É uma tecnologia distribuída que registra e criptografa transações em blocos imutáveis de dados, mantidos por uma rede de computadores, sem a necessidade de uma entidade central.
7	Inteligência artificial (IA)	Busca fazer com que as máquinas executem tarefas complexas e interajam com os usuários de forma realista e natural, por meio de tecnologias como <i>chatbots</i> , reconhecimento de voz e gestos.
8	<i>Non-fungible token (NFT)</i>	NFTs são uma espécie de ativos criptográficos em que cada um é único, por isso, não existem outros equivalentes e nem podem ser cambiados por outros iguais. Para garantir a exclusividade dos ativos digitais, o histórico de transações criptografadas é mantido permanentemente no <i>blockchain</i> .
9	<i>Internet das coisas (IoT)</i>	É uma combinação de tecnologias que permite o controle de dispositivos com o mínimo de intervenção humana, estendendo computação e conectividade a objetos.
10	Redes 5G/6G	A comunicação móvel de quinta geração (5G) veio para suportar o volume crescente de dados e informações gerados a partir do surgimento de <i>Big Data</i> , permitindo a transmissão simultânea de vários sinais. A 6G promete mudar o padrão das redes móveis, mas ainda está em desenvolvimento, com plano de ser lançada até 2030.
11	Identidade virtual	Os avatares são frequentemente utilizados para representar digitalmente as pessoas em um ambiente virtual, simulando sua presença e interação com o ambiente.
12	Segurança e privacidade da informação	A segurança da informação possui três pilares fundamentais: <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade (dados acessíveis); • Integridade (dados sem alterações); • Confidencialidade (evita uso indevido).
13	<i>Brain Computer Interface (BCI)</i>	Coleta sinais cerebrais usando eletrodos, decodificando-os e os transformando em comandos de computador, com objetivo de controlar dispositivos físicos e virtuais

Fonte: elaborado por Guerra, 2023, com base em Silva, 2023.

TEMA 3 – MÉTODOS DE CONEXÃO

O metaverso já é uma realidade e, para participar dele, basta um computador ou smartphone com acesso à internet de conexão estável. No entanto, para uma experiência mais imersiva, é necessário investir em tecnologias de realidade virtual, como os óculos e os headsets (Figura 7).

Figura 7 – Óculos de realidade virtual



Créditos: UfaBizPhoto/Shutterstock.

Com a evolução dos grandes sistemas, assim como o metaverso, são cada vez mais necessários recursos que promovam baixa latência às aplicações. A comunicação móvel de quinta geração (5G) veio para suportar o volume crescente de dados e informações gerados a partir do surgimento de *Big Data* (Silva, 2023). A 5G é composta por técnicas de multiantenas, em conjunto a uma interface baseada em multiplexação por divisão (transmissão simultânea por vários sinais), que é uma técnica de modulação de dados que, por diversos atributos, abre mais canais de comunicação e amplia a capacidade de transmissão de dados (Gustavsson et al., 2021).

A 6G promete mudar o padrão das redes móveis. Ainda em desenvolvimento, essa tecnologia de rede propõe ser lançada até o ano de 2030,

sendo mais escalável, com baixo consumo de energia, oferecendo uma taxa de dados acima de 1 terabyte, além de uma latência extremamente baixa. Além disso, espera-se que a rede 6G alcance uma confiabilidade e disponibilidade extremamente alta, com uma taxa próxima a 100% (Silva, 2023). A expectativa é que os usuários tenham supervelocidade no acesso a dados, holografia e até aplicações táteis, como, em um jogo virtual, o jogador poderá ter a sensação do peso e da força de uma bola de tênis (Silva, 2022).

Portanto, cada vez mais aplicativos de serviços inteligentes de rede sem fio de última geração estão mudando nosso modo de vida e melhorando a qualidade de vida de todos. Como a nova forma mais popular de aplicativos de internet de última geração, o metaverso está se esforçando para conectar bilhões de usuários e criar um mundo compartilhado, onde o virtual e a realidade se fundem (Silva, 2022).

TEMA 4 – VANTAGENS DO METAVERSO

De acordo com Ning et al. (2021), o metaverso poderá ser aplicado inicialmente em áreas como:

- Educação: os alunos poderão usufruir de uma imersão no ambiente virtual, contemplando modelos de estudo personalizados, como observação e aprendizado sobre galáxias, estrelas, arquitetura histórica, entre outros;
- Indústria: esboços dentro do metaverso poderão aprimorar projetos em sua fase de fabricação e testes, além da utilização em testes de mercado e testes de campo;
- Arte: exposições de arte totalmente virtuais poderão ser realizadas, removendo as limitações físicas desse tipo de evento, proporcionando interações e experiências ao usuário em contato com as obras;
- Medicina: o treinamento médico pode ser virtualizado, bem como a realização de atendimentos médicos e monitoramento, além da informatização do setor médico;
- Meio social: as pessoas não precisarão se limitar às restrições do mundo real, tendo maior facilidade em expandir seus círculos sociais.

Essas são apenas algumas das possibilidades de aplicação do metaverso, e os benefícios para a sociedade são diversos, incluindo uma maior acessibilidade, interação e imersão em diferentes áreas do conhecimento,

economia de tempo e recursos, além de uma maior democratização de eventos e experiências (Silva, 2023).

TEMA 5 – CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS

O metaverso é uma realidade complexa que demanda uma variedade de tecnologias e componentes para ser funcional e estável. Desde um bom planejamento de hardware até o desenvolvimento de softwares de alta qualidade, cada aspecto é fundamental. Além disso, a incorporação de conceitos de mídias sociais e a adoção de tecnologias avançadas, como o *blockchain*, são importantes para o aprimoramento da segurança, da transparência, das interações sociais e das oportunidades econômicas dentro do metaverso.

É nítido que a vida humana está cada vez mais digital e virtual e, com o passar do tempo, é provável que fiquemos cada vez mais conectados ao mundo on-line, independentemente de qualquer evolução tecnológica. Mas, ao mesmo tempo, é bem provável que o metaverso proporcione experiências digitais profissionais e estudantis mais imersivas, divertidas e viciantes, embora ainda existam desafios claros a serem superados em relação à privacidade, segurança e inclusão.

Posteriormente, abordaremos mais profundamente os dispositivos que permitem o acesso ao metaverso (*Head Mounted Device*), caracterizando desde as principais tecnologias e equipamentos de realidade virtual mais avançados existentes na atualidade até os desafios que os estudiosos da área têm apontado sobre esse novo universo.

REFERÊNCIAS

DAVIS, A. et al. Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in metaverses. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 10, n. 2, p. 1, 2009.

GUSTAVSSON, U. et al. Implementation challenges and opportunities in beyond-5g and 6g communication. **IEEE Journal of Microwaves**, v. 1, n. 1, p. 86-100, 2021.

MOZUMDER, M. A. I. et al. Overview: technology roadmap of the future trend of metaverse based on IoT, *blockchain*, AI technique, and medical domain metaverse activity. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICACT), 24., 2022, Korea. **Anais...** Korea: IEEE, 2022, p. 256-261. Disponível em: <<https://doi.org/10.23919/ICACT53585.2022.9728808>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

MYSTAKIDIS, S. Metaverse. **Encyclopedia**, MDPI, v. 2, n. 1, p. 486-497, 2022.

NING, H. et al. **A survey on metaverse**: the state-of-the-art, technologies, applications, and challenges. arXiv preprint arXiv:2111.09673, 2021.

REALIDADE Imersiva: o que é, aplicações e tecnologias. **FIA Business School**, 26 dez. 2019. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/realidade-imersiva/#:~:text=Realidade%20imersiva%20e%20uma%20tecnologia,atividade%20no%20mundo%20real>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

SILVA, C. M. A. **Um panorama recente do metaverso**: revisão da literatura científica. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Ceres, 2023.

SILVA, M. O. **Metaverso**: um mundo de desafios e possibilidades para as relações humanas no trabalho e nos estudos. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Faculdade de Tecnologia de São Paulo (Fatec), São Paulo, 2022.

STEUER, J. et al. Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. **Communication in the age of virtual reality**, v. 33, p. 37-39, 1995.

ZHANG, T. et al. Federated learning for the *Internet of Things*: Applications, challenges, and opportunities. **IEEE Internet of Things Magazine**, v. 5, n. 1, p. 24-29, 2022.