

## **Realidade Aumentada e *phygital*: integração entre espaços físicos e virtuais em direção a ambientes imersivos interativos<sup>1</sup>**

Carlos Pernisa Júnior <sup>2</sup>

Mariana de Toledo Lopes <sup>3</sup>

Lucas Santos Silva de Souza <sup>4</sup>

Ana Clara Fernandes Marrazzo <sup>5</sup>

Ana Beatriz Ferreira de Oliveira dos Santos <sup>6</sup>

### **Resumo**

A Realidade Aumentada e o conceito de *phygital* estão desempenhando um papel cada vez mais relevante na tecnologia atual, oferecendo experiências imersivas que combinam o mundo físico e o digital. Este estudo tem como principal objetivo investigar com mais detalhes as ligações entre essas duas instâncias e buscar, por meio de pesquisa bibliográfica e documental de caráter exploratório, entender melhor como funcionam. Ao final deste breve trabalho, espera-se poder demonstrar que elas podem encaminhar a criação de um

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no Eixo Temático 20 – NFT, metaversos, games, realidade aumentada, realidade virtual e seus desafios, do XVI Simpósio Nacional da ABCiber – Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura. Universidade Federal de Santa Maria/RS, realizado nos dias 04 a 07 de dezembro de 2023.

<sup>2</sup> Doutor em Comunicação e Cultura (ECO/UFRJ), professor da Faculdade de Comunicação da Universidade Federal de Juiz de Fora e líder do Grupo de Pesquisa “Laboratório de Mídia Digital” (CNPq). E-mail: carlos.pernisa@ufjf.br

<sup>3</sup> Mestranda em Comunicação (PPGCOM/UFJF), Faculdade de Comunicação da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: lopes.mariana@estudante.ufjf.br

<sup>4</sup> Estudante de Graduação do Curso de Rádio, TV e Internet, Faculdade de Comunicação da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: lucassantos.silva@estudante.ufjf.br

<sup>5</sup> Estudante de Graduação do Curso de Rádio, TV e Internet, Faculdade de Comunicação da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: ana.marrazzo@estudante.ufjf.br

<sup>6</sup> Estudante de Graduação do Curso de Rádio, TV e Internet, Faculdade de Comunicação da Universidade Federal de Juiz de Fora. E-mail: anabeatriz.santos@estudante.ufjf.br

ambiente imersivo mais acessível e com menos problemas para sua efetivação. Relacionar Realidade Aumentada e *phygital* é também observar estudos como os de Ivan Sutherland, Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, Fumio Kishino, Dominika Moravcikova e Jana Kliestikova.

### **Palavras-chave**

Comunicação; Realidade Aumentada; *phygital*; ambientes imersivos.

### **Introdução**

A Realidade Aumentada (RA, em inglês, *Augmented Reality* – AR) vem se tornando uma interessante alternativa e ferramenta tecnológica, pois permite a sobreposição de elementos virtuais no ambiente físico, por meio de dispositivos, alguns deles portáteis, como *smartphones*, *tablets*, óculos e *headsets*, por exemplo, proporcionando aos usuários uma experiência imersiva e interativa. “O termo realidade aumentada (RA) foi cunhado em 1992 pelo pesquisador da Boeing, Thomas Preston Caudell, que desenvolveu um aplicativo de RA para uso industrial para visualizar alguns diagramas de montagem”<sup>7</sup> (Arena *et al.*, 2022, p. 1, tradução nossa).

A Realidade Aumentada enriquece a interação entre os usuários e seu entorno, abrindo novas possibilidades em diversos setores. Ela insere-se no contexto da tecnologia atual ao ser aplicada em uma variedade de campos, desde jogos e entretenimento até educação, saúde, comércio, indústria, medicina, *design*, arquitetura e turismo. A Realidade Aumentada oferece aos usuários uma experiência visualmente rica, fornecendo informações contextuais e adicionando camadas de interatividade ao mundo físico. Avanços tecnológicos vêm ocorrendo, com o crescimento da capacidade de processamento, a miniaturização de

---

<sup>7</sup> The term augmented reality (AR) was coined in 1992 by Boeing researcher Thomas Preston Caudell, who developed an AR application for industrial use to view some assembly diagrams.

dispositivos e melhorias em sensores e interfaces de usuário com objetos digitais, gerando uma experiência visual e auditiva enriquecida.

O termo *phygital*, por sua vez, descreve a convergência entre os mundos físico e digital<sup>8</sup>, promovendo interações mais imersivas e envolventes, e pode ser pensado como um conceito possível de Metaverso. Ao combinar a RA com outras tecnologias, como inteligência artificial<sup>9</sup>, Internet das Coisas<sup>10</sup> e computação em nuvem<sup>11</sup>, é possível criar experiências personalizadas e contextualizadas. O *phygital* permite que as empresas personalizem o ambiente físico para atender as preferências e necessidades individuais, oferecendo interações mais relevantes e atraentes para os consumidores. A aplicação da RA em diversos setores e a convergência entre o físico e o digital estão moldando a forma de interagir com o ambiente ao redor, oferecendo benefícios como personalização, interatividade aprimorada e experiências mais envolventes.

### **Primeiros exemplos da Realidade Aumentada**

Os primeiros exemplos de Realidade Aumentada foram apresentados em aplicações laboratoriais e militares e, embora tenham sido limitados em termos de disponibilidade

---

<sup>8</sup> *Phygital* é a junção das palavras *physical* e *digital* (ou “físico” e “digital”, traduzindo do inglês). O termo se refere à integração entre os mundos físico e digital em diversas áreas (Rosolen, 2022).

<sup>9</sup> Inteligência artificial (AI, *Artificial Intelligence*) é o conjunto de tecnologias aqui permite aos computadores executar funções variadas, na busca por realizar algo que seja muito complexo ao ser humano, ao mesmo tempo em que há um “aprendizado” destas funções em alguns níveis.

<sup>10</sup> A Internet das Coisas (IoT, *Internet of Things*) conecta dispositivos diversos em rede, a Internet, de modo a permitir troca de informações entre eles para que possam atuar em conjunto e também utilizados de variadas formas e controlados remotamente.

<sup>11</sup> Computação em nuvem (*Cloud Computing*) é uma maneira de processamento que usa um conjunto de computadores interligados em rede, mas que não se encontram fisicamente em uma mesma localidade, estando descentralizados e atuando de maneira integrada, formando a ideia de uma nuvem.

comercial, abriram caminho para o desenvolvimento posterior da tecnologia, explorando as suas capacidades de visualização e interação.

As primeiras ideias sobre RA, inclusive com a montagem de um sistema conhecido como “The Sword of Damocles”<sup>12</sup> (A espada de Dâmocles, em português), foram introduzidas em meados de 1960, por Ivan Sutherland. Esse sistema era baseado em um capacete, bastante rudimentar se comparado aos padrões atuais, que exibia gráficos em 3D sobrepostos ao mundo físico e foi usado para treinamento de pilotos de helicóptero em pousos noturnos. Ele estabeleceu as bases para o futuro desenvolvimento da RA (Arena *et al.*, 2022, p. 3).

Além do sistema de Ivan Sutherland, em meados dos anos 1970, Myron Krueger criou o VideoPlace, laboratório de Realidade Aumentada com interatividade. Com este aplicativo, o usuário não precisava usar óculos específicos, já que a interação se dava com um vídeo mostrando silhuetas criadas a partir de movimentos de outras pessoas em outras salas (Arena *et al.*, 2022, p. 3).

Os avanços tecnológicos necessários para a implementação prática e contundente da RA ocorreram tempos depois, com o crescimento da capacidade de processamento dos dispositivos, assim como por meio de avanços em interfaces de usuário com objetos digitais, gerando uma experiência visual enriquecida. Além disso, melhorias nos algoritmos de rastreamento puderam tornar a tecnologia, que antes só era acessível em filmes de ficção, palpável.

O que também pode ser destacado como ponto evolutivo da tecnologia RA é a acessibilidade, visto que muitas pessoas possuem um *smartphone* capaz de comportar essa ferramenta, nos dias de hoje. Durante décadas, o campo da Realidade Aumentada testemunhou um crescimento gradual, à medida em que os dispositivos se tornaram mais

---

<sup>12</sup> O nome “A espada de Dâmocles” foi dado porque esse mecanismo, devido ao seu peso excessivo, tinha que ser fixado ao teto por meio de um braço giratório, que auxiliava o movimento da cabeça (Arena *et al.*, 2022, p. 3).

compactos e capazes de comportar essa tecnologia. Esses avanços foram cruciais para a expansão e o desenvolvimento da RA em diversas áreas.

Um marco importante na história da RA foi o projeto “Virtual Fixtures”, desenvolvido na década de 1990, por Louis B. Rosenberg, no laboratório de pesquisa da Força Aérea dos Estados Unidos (USAF) (Arena *et al.*, 2022, p. 3). Nesse projeto, a RA foi utilizada para aprimorar a interação humana com dispositivos de realidade virtual, permitindo que os usuários manipulassem objetos virtuais enquanto mantinham a percepção dos objetos físicos reais ao seu redor, sendo um dos primeiros sistemas imersivos de RA, com uso de braços robóticos. Essa abordagem mostrou como a RA poderia ser usada para melhorar a eficiência e a precisão em tarefas específicas.

Outro exemplo notável é o sistema ARToolKit, criado em 1999 por Hirokazu Kato (Arena *et al.*, 2022, p. 3 e Tori *et al.*, 2006, p. 30). Esse sistema permitia que os usuários experimentassem a RA usando uma *webcam* e marcadores impressos, que eram rastreados e usados para sobrepor objetos virtuais ao ambiente real capturado pela câmera. O ARToolKit foi um marco importante na democratização da RA, pois oferecia uma solução acessível e de código aberto para criar experiências de RA. Antes dele, em 1993, S. Feiner, B. MacIntyre e D. Seligmann estudaram o tema e propuseram o KARMA (*Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance*, em tradução para o português, Realidade Aumentada Baseada em Conhecimento para Assistência de Manutenção), que também usava marcadores impressos, projetando imagens (Arena *et al.*, 2022, p. 3).

A RA começou a se destacar em outros setores, particularmente, no de entretenimento. Um exemplo bem sucedido e emblemático de Realidade Aumentada é o jogo *Pokémon Go*, criado pela Niantic Inc., junto à Nintendo e à The Pokémon Company, em 2016 (Arena *et al.*, 2022, p. 4 e Souza *et al.*, 2016). Esse jogo permite que os usuários interajam com personagens virtuais, visualizando-os em ambientes físicos por meio de seus *smartphones*.

O objetivo do jogo é que os usuários cacem e capturem personagens Pokémon. Usando a câmera e o GPS do *smartphone*, a RA sobrepõe os personagens virtuais no espaço físico onde está o jogador. Ao atingir a popularidade, *Pokémon Go* acabou por impulsionar ainda mais o uso da Realidade Aumentada, ressaltando o seu potencial massivo, visto que o jogo tornou-se um fenômeno global, destacando-se como mais um modelo concreto do que seria a tecnologia digital incorporada ao espaço físico.

Já um exemplo fictício do que essa tecnologia poderia oferecer é o filme *Minority Report* (Steven Spielberg, 2002). Ele aborda uma ideia similar ao conceito de RA. Em um futuro distópico, onde a tecnologia de previsão de crimes é utilizada para evitar que eles aconteçam, os personagens interagem com objetos virtuais numa espécie de tela holográfica interativa, projetada no espaço, por meio de gestos e movimentos, num dispositivo que não fica em evidência, como que incorporando a tecnologia diretamente no ambiente físico. Essa interação é semelhante ao conceito de Realidade Aumentada, onde os usuários podem interagir com elementos virtuais em um ambiente físico por meio de gestos ou comandos de voz. A tecnologia para que isso aconteça é até imaginada, mas ainda não está implementada comercialmente.<sup>13</sup>

Esses são apenas alguns dos primeiros exemplos de Realidade Aumentada, que demonstraram o potencial da tecnologia em diferentes áreas, desde o treinamento e a simulação até o entretenimento. Esses pioneiros pavimentaram o caminho para os avanços subsequentes na área, impulsionando o desenvolvimento de novas aplicações e o aprimoramento da experiência do usuário.

## Novas ideias

---

<sup>13</sup> A ideia de uma tela holográfica parecida com a mostrada no filme estava nos planos da Apple em 2014 (Apple, 2014), mas, recentemente, a Samsung foi quem desenvolveu uma tela de TV que lembra a que se vê em *Minority Report* (Cardoso, 2024).

A jornada da Realidade Aumentada também foi marcada por dificuldades significativas. A miniaturização e a redução de custos dos dispositivos são desafios constantes para que a tecnologia se torne mais acessível e amplamente adotada. Além disso, a necessidade de aprimorar a detecção e o rastreamento de objetos, a fim de criar uma sobreposição mais precisa e estável, continua a ser uma área de pesquisa ativa. À medida em que se avança, a Realidade Aumentada apresenta perspectivas promissoras.

O Google realizou algumas pesquisas e lançou até um modelo de criação de elementos em RA, um deles, inclusive, faz com que animais possam ser vistos nos ambientes em que as pessoas estiverem.<sup>14</sup> Há mais possibilidades também nos materiais desenvolvidos pelo Google, tais como “interagir com modelos 3D, visitar museus, assistir a exposições sem sair de casa e, até mesmo, ser guiado em tempo real pelas ruas da cidade para chegar ao seu destino” (Fabro, 2020b).

A Realidade Aumentada está sendo desenvolvida em diversos campos, como treinamento e simulação, assistência médica, *design* de produtos, *marketing* e muito mais. Além disso, a convergência da RA com outras tecnologias, como inteligência artificial e Internet das Coisas, está impulsionando novas oportunidades de inovação e expansão. A tecnologia está sendo integrada cada vez mais ao cotidiano da população, amadurecendo o que pode ser o futuro. Sua implementação, além disso, é mais fácil, em relação a outras que tentam atingir objetivos mais ou menos parecidos.

Além da RA, existe a Realidade Virtual (RV, em inglês, *Virtual Reality* – VR), que tem a capacidade de criar um ambiente completamente virtual, no qual o usuário é totalmente imerso e isolado do mundo físico. Utilizando óculos de RV ou *headsets*, o usuário é

---

<sup>14</sup> O exemplo pode ser explicado melhor na matéria “Animais em 3D do Google ganham novos modelos no celular” (Fabro, 2020a).

transportado para um mundo virtual simulado, onde pode explorar e interagir com objetos e ambientes digitais. Exemplos populares de aplicação da RV incluem jogos imersivos, simulações de treinamento, experiências educacionais e ambientes virtuais de entretenimento, entre outros.

Realidade Aumentada e Realidade Virtual são duas tecnologias relacionadas, mas ainda assim distintas, que oferecem experiências imersivas aos usuários. Embora ambas proporcionem uma interação entre o mundo físico e o virtual, existem diferenças fundamentais em termos de imersão e de integração com o ambiente físico.

A RA superpõe elementos virtuais ao mundo físico, ao invés de criar um ambiente virtual isolado. Isso significa que o usuário ainda tem consciência do espaço físico, mas com a adição de elementos virtuais sobrepostos, vendo e interagindo com ambos simultaneamente. Para ilustrar, na Realidade Virtual, o usuário colocaria um *headset* de RV e seria completamente imerso em um ambiente virtual, sentindo-se como se estivesse dentro de um ambiente alheio ao mundo ao redor dele. Por outro lado, na Realidade Aumentada, o usuário poderia usar um dispositivo móvel para sobrepor elementos gráficos ao ambiente físico ao seu redor, mantendo a visão do mundo físico.

Como uma maneira de unir ambos os conceitos de Realidade Aumentada e Virtual, há a Realidade Mista ou Misturada, que é um conceito que permite a interação entre objetos virtuais e o mundo físico de forma integrada. A Realidade Mista “pode ser definida como a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais gerados por computador com o ambiente físico, mostrada ao usuário, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, em tempo real”, sendo mais abrangente que a RA. Porém, há o uso destes termos de maneira indiscriminada, predominando o uso de Realidade Aumentada (Tori *et al.*, 2006, p. 23). Diferentemente da Realidade Virtual, a Realidade Mista permite que os usuários vejam e interajam com elementos virtuais em tempo real, enquanto ainda estão cientes do e presentes no ambiente

físico ao seu redor. Isso é possível através do uso de dispositivos como óculos de Realidade Mista, como o Vison Pro, da Apple (Apple, 2023), que possuem sensores e câmeras para mapear o ambiente e sobrepor objetos virtuais de forma precisa. Essa tecnologia oferece uma experiência imersiva e interativa, permitindo que os usuários manipulem objetos, interajam com personagens e explorem ambientes, todos virtuais – tudo isso enquanto ainda estão cientes do mundo físico ao seu redor. Caso haja interesse, o usuário do dispositivo, poderá ver o que está ao seu redor enquanto navega e escolher se o visor fica transparente para que outras pessoas possam ver seus olhos. Já se o objetivo é focar no sistema, é possível bloquear a visão do ambiente externo.

Milgram *et al.* (1994) explicam que os conceitos de RA e RV podem ser relacionados, trazendo mais informações sobre esta ideia de Realidade Mista (*Mixed Reality*), e montam este quadro “Representação simplificada de um Continuum Realidade-Virtualidade (RV)” (em inglês, *Simplified representation of a RV Continuum*), onde, Ambiente Real (*Real Environment*) é o ambiente regido pelas leis da física e no qual estamos; Realidade Aumentada (*Augmented Reality*) é a realidade física onde as pessoas podem também ver elementos virtuais; Virtualidade Aumentada (*Augmented Virtuality*) é uma realidade virtual na qual também podem ser vistos elementos físicos; e Ambiente Virtual (*Virtual Environment*) é o mundo totalmente digitalizado, sintético, em que as pessoas ficam inteiramente imersas.

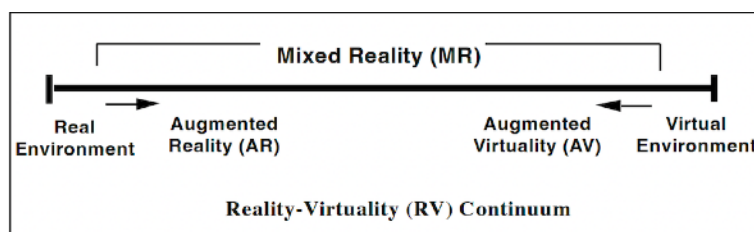


Figura 1: Extraída de Milgram *et al.*, 1994, p. 283.

A visão comumente aceita de um ambiente de RV é aquela em que o observador participante está totalmente imerso em um mundo totalmente sintético, que pode ou não imitar as propriedades de um ambiente do mundo real, existente ou fictício, mas que também pode ultrapassar os limites da realidade física, criando um mundo no qual as leis físicas que governam a gravidade, o tempo e as propriedades dos materiais não se sustentem mais. Em contraste, um ambiente estritamente real deve claramente ser restringido pelas leis da física. Contudo, em vez de considerar os dois conceitos simplesmente como antíteses, é mais conveniente vê-los como estando em extremos opostos de um *continuum*, ao qual nos referimos como *Reality-Virtuality (RV) continuum*.

[...] Dentro deste quadro, é fácil definir um ambiente genérico de Realidade Mista (RM) como aquele em que objetos do mundo real e do mundo virtual são apresentados juntos em uma única exibição, ou seja, em qualquer lugar entre os extremos do *continuum* RV.<sup>15</sup> (Milghram *et al.*, 1994, p. 283, tradução nossa)

Com a Realidade Aumentada ou a Mista, seria possível agregar o mundo digital ao mundo físico, o que implica o conceito de *phygital*, vindo da publicidade e representando a crescente integração entre os mundos físico e virtual (Moravcikova; Kliestikova; 2017). A ideia aqui é ir além do *marketing* e da publicidade e investigar como este conceito pode se expandir para outras áreas, como, por exemplo, as da comunicação e da computação.

Nesse contexto, a Realidade Aumentada desempenha um papel fundamental como uma tecnologia que possibilita a experiência *phygital*, pois tem a capacidade única de sobrepor informações digitais ao ambiente físico, criando uma experiência imersiva e interativa. Essa

---

<sup>15</sup> The commonly held view of a VR environment is one in which the participant observer is totally immersed in a completely synthetic world, which may or may not mimic the properties of a real-world environment, either existing or fictional, but which may also exceed the bounds of physical reality by creating a world in which the physical laws governing gravity, time and material properties no longer hold. In contrast, a strictly real-world environment clearly must be constrained by the laws of physics. Rather than regarding the two concepts simply as antitheses, however, it is more convenient to view them as lying at opposite ends of a continuum, which we refer to as the Reality-Virtuality (RV) continuum.

[...] Within this framework it is straightforward to define a generic Mixed Reality (MR) environment as one in which real world and virtual world objects are presented together within a single display, that is, anywhere between the extrema of the RV continuum.

sobreposição de elementos virtuais no mundo físico da RA possibilita a integração com o *phygital*. Nesta breve análise, exploraremos essa integração, destacando suas implicações, aplicações e benefícios.

### **Realidade aumentada e *phygital***

Ao utilizar dispositivos como *smartphones*, *tablets* ou óculos de Realidade Aumentada, os usuários podem visualizar e interagir com objetos e informações digitais, enquanto mantêm a consciência do ambiente físico ao seu redor. Além disso, a ideia da criação de um ambiente *phygital* impulsiona a personalização e a adaptação do ambiente físico às preferências e às necessidades individuais. A integração da RA com dispositivos vestíveis, como óculos inteligentes, está permitindo experiências mais naturais e mãos livres, facilitando o uso e a adoção da tecnologia.

O *phygital* traz consigo uma série de benefícios e implicações significativas. Em primeiro lugar, ele permite uma nova forma de interação entre os ambientes físico e digital, fazendo com que uma ação realizada em um ambiente reverbere em outro. Isso significa que ações originalmente presenciais, como ir ao médico, ao banco ou fazer compras, já são comumente realizadas de modo virtual. Nesses casos, a ação realizada no meio digital gera um resultado no ambiente físico. Quando se realiza uma compra *online*, por exemplo, o resultado gerado é a chegada do produto no endereço determinado. Para além dessa interação, o ambiente *phygital* também enriquece o ambiente físico com informações adicionais e contextualizadas. Por exemplo, em um ambiente comercial de varejo, a RA pode ser usada para exibir informações sobre os produtos, como avaliações, especificações e recomendações, diretamente sobre as prateleiras. Isso melhora a experiência de compra do cliente, fornecendo informações detalhadas e relevantes para auxiliar numa tomada de

decisão. Considerando a via contrária, ações realizadas no ambiente físico também reverberam fortemente no ambiente digital. Um exemplo disso é a repercussão em fóruns de discussão ou em redes sociais de matérias jornalísticas ou programas de TV, que têm sua exibição no ambiente físico.

A presença e a interação que perpassam os ambientes dão origem, sobretudo no ambiente digital, a um banco de dados com informações refinadas acerca de seus usuários. Ao construir um perfil em redes sociais, cadastrar seu cartão de crédito ou até mesmo navegar pelo ciberespaço, o usuário deixa registros, como suas preferências, seu histórico de navegação e de compras, entre outras tantas informações pessoais que, além de alimentar o banco de dados, gera índices valiosos para a área do *marketing*. À utilização desses dados para gerar estratégias de *marketing* e pautar o conteúdo distribuído a determinados perfis é dado o nome de *plataformização*, que, como conceito, é a “penetração de extensões das plataformas na Web e o processo no qual terceiros preparam seus dados para as plataformas” (Helmond, 2015 *apud* Poell; Nieborg; Dijck, 2020, p. 4).

Além disso, o *phygital* impulsiona a personalização e a adaptação do ambiente físico às preferências e necessidades individuais. Por meio da Realidade Aumentada, é possível criar ambientes virtuais personalizados, permitindo que os usuários tenham particularizada sua experiência em locais físicos. Por exemplo, em museus, a RA pode ser utilizada para fornecer informações interativas e sobre objetos virtuais que complementam as exposições, adaptando a experiência às preferências e aos interesses específicos de cada visitante.

Outra implicação importante do termo citado é a criação de novas oportunidades de engajamento e *marketing*. A RA permite que as marcas e empresas criem experiências imersivas e envolventes, por meio das quais podem interagir com seu público de maneiras inovadoras. Por exemplo, campanhas publicitárias podem usar a RA para criar experiências interativas em espaços públicos, como a sobreposição de personagens virtuais, jogos ou

informações promocionais sobre produtos. Na tecnologia atual, RA e *phygital* estão impulsionando o desenvolvimento de aplicações diferenciadas, como visualização de produtos em ambientes virtuais, assistência médica aprimorada por meio de informações contextuais sobre pacientes e simulações imersivas para treinamento profissional.

No entanto, embora a RA e o *phygital* apresentem um grande potencial, ainda existem desafios a serem superados. A infraestrutura necessária para suportar essas tecnologias, como redes de alta velocidade e processamento robusto, deve ser aprimorada para garantir experiências fluidas e de alta qualidade. Além disso, a acessibilidade e a usabilidade das aplicações de RA devem ser consideradas, para que possam ser adotadas de forma ampla por diversos públicos. A melhoria contínua da qualidade visual, a redução de custos e a ampliação da infraestrutura de suporte são áreas em que o desenvolvimento deve se concentrar para impulsionar ainda mais a adoção de Realidade Aumentada e *phygital*, sobretudo no que pode ser visto como alternativa para a criação de um futuro Metaverso a ser desenvolvido, com maior acessibilidade dos usuários e menos custos para seus próprios desenvolvedores.

O *phygital* implicaria um Metaverso baseado menos em uso de equipamentos visuais, e mais em termos de utilização do ambiente. Uma pessoa não teria que “saber se está num ou noutro ambiente”, mas apenas transitaria por eles, sem pensar em termos de transição entre espaços. Isso aconteceria exatamente porque não se trata de uma preocupação em estar em um ou outro ambiente, mas em encontrar uma certa “sustentabilidade” para estar numa fusão dos dois, sem ter que “escolher” um deles (Pernisa Júnior; Moreno, 2023, p. 73).

### **Implicações para um possível Metaverso**

De início, a principal questão a ser esclarecida aqui neste artigo é de que Metaverso se está

tratando. Certamente, não é aquele proposto por Mark Zuckerberg em fins de 2021, quando o mesmo trocou o nome de sua empresa de Facebook para Meta e anunciou pesquisas para a criação de seu Metaverso, tratado como “a Internet do futuro” (Apparently, 2021; Kleina, 2021; Naísa, 2021; Palmeira, 2021 e Feitosa Jr., 2021). A ideia é trabalhar com o conceito mais amplo possível, o que se desvincula de sua concepção apenas visual, que é o foco mais claro de Zuckerberg. Não só a visão importa, mas qualquer tipo de imersão possível e que tenha como iniciativa a inclusão e a participação de todos os atores envolvidos, o que não parece ser a principal proposta das corporações que estão investindo mais no Metaverso no momento (Metaverso, 2022). Um pensamento mais próximo sobre esta visão está na entrevista de Paula Sibilia, em que ela trata da confusão entre Internet e redes sociais digitais e tenta mostrar que isso não deve acontecer também em relação ao Metaverso:

Paula Sibilia, em entrevista a Ricardo Machado (2021b, p. 23), em novembro de 2021, mostra um pouco disso ao comparar o metaverso com as redes sociais digitais que vêm sendo confundidas com a própria Internet: “Cabe questionar se o metaverso contempla algum tipo de ‘fora’ nesse sentido; ou seja, se haverá uma internet que não pertença aos ‘cercadinhos’ das plataformas e, nesse caso, como se implementará o acesso a esses interstícios, com que artefatos e sob quais regras”. (Pernisa Júnior; Moreno, 2023, p. 80)

O conceito de Metaverso, entretanto, não é recente, muito menos nasceu com a proposta do dono da Meta, visto a grande quantidade de modelos que representam a ideia de como ele poderia ser. Inicialmente, o termo vem da ficção científica, com o livro *Snow Crash*, de Neal Stephenson (1992), que usa Metaverso para denominar o espaço virtual tridimensional que usa uma metáfora visual do mundo físico para suceder as atuais formas de interação social por meio da Internet (Pernisa Júnior; Moreno, 2023, p. 70-71). Com o tempo, passou

a ser utilizado em outras áreas, buscando o ideal de imersão<sup>16</sup>. Como exemplo, observa-se alguns simuladores de vida e jogos de mundo aberto, como *Second Life*<sup>17</sup> e *The Sims*<sup>18</sup> ou *Minecraft*<sup>19</sup>, *Roblox*<sup>20</sup> e *Fortnite*<sup>21</sup> (Hildelbrand, 2022).

Porém, após as investidas iniciais de Mark Zuckerberg criou-se uma ideia de que um Metaverso ideal precisaria obedecer às determinações do dono da antiga Facebook. A construção de um Metaverso estritamente nos moldes de Zuckerberg – chamado pelo professor da Universidade de Nova York, Scott Galloway, de “Zuckerverse” (YouTube, 2022) – tem encontrado obstáculos, principalmente para desenvolver os equipamentos que seriam cruciais nessa empreitada (Nadale, 2022 e Meta, 2022). Galloway indica alguns problemas, um deles bastante convincente e que diz respeito aos hábitos. Ele demonstra que é pouco usual uma pessoa ter óculos de Realidade Virtual no dia a dia. Seria mais

---

16 “A experiência de ser transportado para um lugar primorosamente simulado é prazeroso em si mesma, independentemente do conteúdo da fantasia. Referimo-nos a essa experiência como imersão. ‘Imersão’ é um termo metafórico derivado da experiência física de estar submerso na água. Buscamos de uma experiência psicologicamente imersiva a mesma impressão que obtemos num mergulho no oceano ou numa piscina: a sensação de estarmos envolvidos por uma realidade completamente estranha, tão diferente quanto a água e o ar, que se apodera de toda a nossa atenção, de todo o nosso sistema sensorial.” (Murray, 2003, p. 102)

17 “*Second Life* [<https://secondlife.com/>] é um jogo de simulação em 3D lançado pela Linden Lab para PC (Windows, Mac e Linux) em 2003. Sem missões ou pontuação, sua ideia é apenas levar jogadores a uma nova vida, sem limites para a criatividade. Com economia virtual própria e relacionamentos amorosos virtuais e reais, o jogo virou febre, mas passou por diversas mudanças desde o lançamento até os dias atuais” (Schulze, 2019). A ideia de Metaverso está ligada ao *Second Life* exatamente por ele não ser um jogo, como os demais videogames, e nem ser um local onde histórias são contadas, como nos filmes do cinema. O termo Metaverso, então, passou a valer como sinônimo do ambiente, chegando ao *The Sims*, na mesma época, e sem estende hoje para outros espaços, como *Minecraft*, *Roblox* ou *Fortnite*.

18 No dia 4 de fevereiro de 2000, o primeiro jogo da franquia chegou ao mercado como um inusitado “simulador de vida” que, depois, se tornou um dos *games* mais populares de todos os tempos (Barbosa, 2020): <https://www.ea.com/pt-br/games/the-sims>.

19 A primeira vez que *Minecraft* surgiu na Internet foi em 2009, como um projeto *online* do programador sueco Markus “Notch” Persson – hoje conhecida como versão “Classic” (Monteiro, 2021): <https://www.minecraft.net/pt-pt>.

20 *Roblox* é um aplicativo de criação e experimentação de *games*: <https://www.roblox.com/>

21 *Fortnite* é um jogo que une os modos *Battle Royale*, Salve o Mundo e um Modo Criativo. Disponível no PC, PS4, Xbox One, Nintendo Switch e, na versão *Fortnite Mobile* para celular Android e iPhone (iOS), o *game* de ação e tiro da Epic Games pode ter até 100 participantes na modalidade gratuita, o *Battle Royale* (TechTudo): <https://www.epicgames.com/fortnite/pt-BR/download>.

interessante usar dispositivos que já fizessem parte do cotidiano das pessoas, indicando uma busca por aparelhos mais próximos dos usuários e que também não lhes causassem problemas de adaptação.

Com isso, fez-se necessário pensar tecnologias e ideias capazes de tornar uma proposta de Metaverso mais acessível. Uma das alternativas para conceber um Metaverso seria o que Scott Galloway chamou de “Appleverse” (YouTube, 2022), e que busca a criação de um espaço equivalente ao Metaverso, utilizando dispositivos da Apple<sup>22</sup> para a entrada e a circulação no mesmo, com os aparelhos da marca – principalmente os fones de ouvido, os AirPods; *smartphones*, os iPhones; e *smartwatches*, os Apple Watches – podendo ser conectados entre si.

Assim, em outros trabalhos, alguns apresentados inclusive em eventos da ABCiber nos últimos anos, já foi explorado o conceito de um Metaverso sonoro (Pernisa Júnior, 2022 e Pernisa Júnior; Moreno, 2023). Isso é algo que vem sendo estudado pelo Laboratório de Mídia Digital (LMD) da Universidade Federal de Juiz de Fora. Para a sua criação, seria necessário o desenvolvimento de uma paisagem sonora, algo que seria mais barato do que criar um cenário tridimensional visual para óculos de Realidade Virtual, por exemplo. Ao baratear os custos de desenvolvimento, o preço a ser passado ao usuário também seria menor, visto que um fone de ouvido, que pode utilizar tecnologia binaural<sup>23</sup> para simular um ambiente em três dimensões, seria mais acessível economicamente.

---

<sup>22</sup> “Como os aparelhos da Apple estão entre os mais populares nos Estados Unidos, na análise de Galloway, são eles que aparecem com mais destaque.” (Pernisa Júnior; Moreno, 2023, p. 71)

<sup>23</sup> Tipo de gravação de áudio que simula um ambiente em três dimensões (3D).

Também está sendo feita a exploração de algo mais visual<sup>24</sup>, que não leve em consideração apenas a Realidade Virtual, mas muito mais a Realidade Aumentada (Marrazzo *et al.*, 2023 e Pernisa Júnior *et al.*, 2023). Isso afetaria também a questão da acessibilidade, tanto em valores como em equipamentos. Pensar em algo assim seria abrir as portas para o grande público, pois, para sua utilização, só seria necessário um *smartphone* com uma câmera de qualidade mediana, algo que a maioria desses aparelhos já possui, além de fones de ouvido, conforme citado acima, não sendo necessário um gasto para desenvolver um ambiente virtual e nem um novo dispositivo.

Isso seria também mais sustentável, com menos prejuízos ao meio ambiente, visto que não seria necessário o desenvolvimento de espaços tridimensionais, com alto consumo de energia, o que agride o planeta. Sem falar em outros custos advindos de dispositivos para manter um Metaverso nos modelos baseados em Realidade Virtual, semelhantes ao que Zuckerberg sugere (Yahn, 2022). Sobre este aspecto, Adriana Amaral comenta:

Acredito que talvez a ideia de metaverso possa trazer de forma mais óbvia a noção das materialidades e infraestruturas da cultura digital que várias vezes ficam invisibilizadas, como, por exemplo: quanto de emissão de carbono será gasto para isso? Ou qual o preço do salário dos trabalhadores que prestarão serviço para que possamos experimentar tais práticas. (Amaral *apud* Machado, 2021a, p. 31-32)

---

<sup>24</sup> Em trabalho anterior, logo no início dos estudos sobre Metaverso (Pernisa Júnior, 2021), foi concebida a relação entre o Metaverso que estava sendo proposto por Mark Zuckerberg e o *holodeck*, espaço tridimensional para vivenciar realidades projetadas no universo de *Jornada nas Estrelas* (*Star Trek*) (Star Trek, s.d.). Claramente, o holodeck seria o ápice do que se pensa hoje sobre Metaverso, sendo possível a total imersão no ambiente, incluindo todas as sensações imagináveis, com apenas a entrada num ambiente especialmente criado para produzir esta simulação. Não se quer trazer exatamente esta ideia no presente artigo, visto que o holodeck seria algo ainda muito distante e muito mais caro e prejudicial ao meio ambiente, com a tecnologia disponível no momento. Janet Murray (2003) descreve assim o holodeck: “Apresentado pela primeira vez em *Jornada nas Estrelas: A Nova Geração*, em 1987, o holodeck consiste num cubo negro e vazio coberto por uma grade de linhas brancas sobre o qual um computador pode projetar elaboradas simulações, combinando holografia com “campos de força” magnéticos e conversão de energia em matéria. O resultado é um mundo ilusório que pode ser parado, iniciado e desligado à vontade, mas que se parece e se comporta como o mundo real [...]. O holodeck de *Jornada nas Estrelas* é uma máquina de fantasia universal franqueada para programação individual: uma visão do computador como uma espécie de gênio da lâmpada contador de histórias” (Murray, 2003, p. 30).

Um outro aspecto é o do interesse que algumas empresas, como a própria Meta, têm no Metaverso. A ideia de uma “Internet do futuro” pode não ser exatamente aquela de algo plural e inclusivo. “É preciso, portanto, compreender a lógica corporativa que anuncia o metaverso como futuro da Internet justamente para poder constituí-lo enquanto projeto empresarial, explorando fronteiras ainda mais novas do capitalismo cognitivo e imaterial” (Machado, 2021c, p. 7).

Desta forma, é importante observar que a realidade aumentada e o som, aliados à ideia do *phygital*, apresentam possibilidades que vão além do que seria um Metaverso apenas focado na realidade virtual com ênfase no visual. Logicamente, o Metaverso de Zuckerberg também tem som e a proposta de um Metaverso que integre a realidade aumentada também é visual, mas as propostas são bastante diferentes.

A utilização da Realidade Aumentada, com espaços físicos convivendo com elementos virtuais, pode ser bem útil quando se precise de relacionar o Metaverso digital com o mundo físico, como em caso de necessidades das pessoas neste espaço mais palpável, também podendo ser utilizado em diversos setores.

### **Considerações finais**

Há que se pensar em vários pontos aqui. Primeiramente, em sustentabilidade. Algo que utilize em demasia os recursos naturais não será bem aceito. Montar hoje uma estrutura para manter imagens tridimensionais e com persistência para dar a impressão de imersão às pessoas é algo muito complicado e com custos altos em termos financeiros e de recursos energéticos, o que indica problemas ao meio ambiente.

Outro ponto é a acessibilidade. Um espaço acessível não é só para pessoas com algum tipo de deficiência, mas algo que seja para todos, inclusivo e não exclusivo ou excludente.

Assim, os custos dos equipamentos também devem ser pensadas para que muitos possam aderir e não alguns poucos privilegiados. Uma ideia até certo ponto utópica, mas que deveria ser levada em consideração, para que a criação de um espaço como este visasse atingir o maior número de pessoas.

Um Metaverso que se mostrar muito caro e pouco utilizável também não terá muita aceitação e certamente será abandonado rapidamente. Não se trata, somente, de gastos, mas também de lógica de funcionamento. Algo difícil e complicado costuma afastar as pessoas. Alguns dispositivos hoje pensados para serem usados no Metaverso estão indo nessa direção de serem custosos de usar ou pouco familiares às pessoas. Isso deveria ser levado em consideração em qualquer proposta de criação de ambientes imersivos.

A metodologia deste estudo envolveu basicamente pesquisa bibliográfica, documental e de caráter exploratório, visando encontrar possibilidades de se projetar um ambiente imersivo. Como resultados encontrados, é possível perceber que se pode pensar em alternativas que sejam socioeconomicamente e sustentavelmente mais viáveis, parte fundamental do processo, buscando desenvolver um Metaverso funcional, já que o ideal da Meta parece indicar, no momento atual, para um provável insucesso.

## Referências

APPARENTLY, it's the next big thing. What is the metaverse? **BBC**, 2021. News. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/technology-58749529>. Acesso em: 20 set. 2023.

APPLE desenvolve tela holográfica no estilo 'Minority Report'. Economia. **O Globo**. Globo Comunicação e Participações S.A, 24 abr. 2014. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/apple-desenvolve-tela-holografica-no-estilo-minority-report-12286310>. Acesso em: 07 nov. 2023.

APPLE revela Vision Pro, óculos de realidade mista de R\$ 17 mil. **G1 Tecnologia**. Globo Comunicação e Participações S.A, 05 jun. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2023/06/05/apple-lanca-novos-produtos.ghtml>. Acesso em: 07 nov. 2023.

ARENA, Fabio; COLLOTTA, Mario; PAU, Giovanni; TERMINE, Francesco. An Overview of Augmented Reality. **Computers**, 11(2), 28, 2022. DOI:10.3390/computers11020028. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-431X/11/2/28>. Acesso em: 20 set. 2023.

BARBOSA, Soraia. The Sims completa 20 anos: lista traz 10 curiosidades sobre a franquia. **TechTudo**. 04 fev. 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2020/02/the-sims-completa-20-anos-lista-traz-10-curiosidades-sobre-a-franquia.ghhtml>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CARDOSO, Pedro. Samsung revela primeira tela MicroLED transparente do mundo; veja vídeo. **TechTudo**. Globo Comunicação e Participações S.A, 09 jan. 2024. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2024/01/samsung-revela-primeira-tela-microled-transparente-do-mundo-veja-video-edinfoeletro-ces2024.ghhtml>. Acesso em: 09 jan. 2024.

FABRO, Clara. Animais em 3D do Google ganham novos modelos no celular. **TechTudo**. Globo Comunicação e Participações S.A, 26 ago. 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2020/08/animais-em-3d-do-google-ganham-novos-modelos-no-celular.ghhtml>. Acesso em: 07 nov. 2023.

FABRO, Clara. Como usar a realidade aumentada do Google? 5 perguntas e respostas. **TechTudo**. Globo Comunicação e Participações S.A, 01 set. 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2020/09/como-usar-a-realidade-aumentada-do-google-5-perguntas-e-respostas.ghhtml>. Acesso em: 07 nov. 2023.

FEITOSA JR., Alessandro. O que é o metaverso, apontado como o futuro do Facebook por Mark Zuckerberg. **G1, Tecnologia**, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2021/10/28/o-que-e-o-metaverso-apontado-como-o-futuro-do-facebook-por-mark-zuckerberg.ghhtml>. Acesso em: 20 set. 2023.

HILDEBRAND, Yuri. Metaverso nos games é ideia antiga: entenda conceito, de Habbo a PK XD. **TechTudo**. 23 mar. 2022. Disponível em <https://www.techtudo.com.br/noticias/2022/03/metaverso-nos-games-e-ideia-antiga-entenda-conceito-de-habbo-a-pk-xd.ghhtml>. Acesso em 01 jun. 2022.

KLEINA, Nilton. Metaverso: saiba tudo sobre a aposta futurista do Facebook. **Tecmundo**, 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mercado/227248-metaverso-saiba-tudo-aposta-futurista-facebook.htm>. Acesso em: 20 set. 2023.

MACHADO, Ricardo. Adriana Amaral: Metaverso e os devires de cultura em Matrix. **IHU On Line**: revista do Instituto Humanitas Unisinos - IHU, São Leopoldo: RS, p. 24-32, n. 550, nov. 2021. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/edicao/550>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MACHADO, Ricardo. Paula Sibília: Metaverso: entre planos e incertezas, o risco de uma “bolha sem fora”. **IHU On-Line**: revista do Instituto Humanitas Unisinos - IHU, São Leopoldo: RS, n. 550, p. 17-23, nov. 2021. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/edicao/550>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MACHADO, Ricardo. Rafael Zanatta: Metaverso: entre a possibilidade de uma existência estendida e a escravidão algorítmica. **IHU On-Line**: revista do Instituto Humanitas Unisinos - IHU, São Leopoldo: RS n. 550, p. 4-16, nov. 2021. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/edicao/550>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MARRAZZO, Ana Clara Fernandes; SOUZA, Lucas Santos Silva de; SANTOS, Ana Beatriz Ferreira de Oliveira dos; PERNISA JÚNIOR, Carlos. Metaverso(s) alternativo(s). In: XLVI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2023, Belo Horizonte - MG. Intercom Nacional 2023 - **Anais**, 2023. p. 1-15. Disponível em: [https://sistemas.intercom.org.br/pdf/link\\_aceite/nacional/11/0815202309134264db6bf608db6.pdf](https://sistemas.intercom.org.br/pdf/link_aceite/nacional/11/0815202309134264db6bf608db6.pdf). Acesso em: 20 set. 2023.

META Quest 2, óculos de realidade virtual, recebeu um grande aumento em seu preço. **Hardware.com.br**, 2022. Disponível em: <https://www.hardware.com.br/noticias/2022-07/meta-quest-2-oculos-de-realidade-virtual-recebeu-um-grande-aumento-em-seu-preco.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

METAVERSO: tudo sobre o mundo virtual que está chamando a atenção dos investidores. **Infomoney**, 2022. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/guias/metaverso/>. Acesso em: 20 set. 2023.

MILGRAM, Paul; TAKEMURA, Haruo; UTSUMI, Akira; KISHINO, Fumio. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. **Telem manipulator and Telepresence Technologies**, SPIE, V.2351, 1994. p. 282-292.

MONTEIRO, Rafael. Quando Minecraft foi lançado e quem criou? Veja 10 perguntas e respostas. **TechTudo**. 22 mar. 2021. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2021/03/quando-minecraft-foi-lancado-e-quem-criou-veja-10-perguntas-e-respostas.ghml>. Acesso em: 01 jun. 2022.

MORAVCIKOVA, Dominika; KLIESTIKOVA, Jana. Brand Building with Using Phygital Marketing Communication. **Journal of Economics, Business and Management**, Vol. 5, No. 3, March 2017 Disponível em: <https://bit.ly/2pcQgJ3>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MURRAY, Janet H. **Hamlet no holodeck**: o futuro da narrativa no ciberespaço. Tradução de Elissa Khoury Daher e Marcelo Fernandez Cuzziol. São Paulo: Itaú Cultural/Unesp, 2003.

NADALE, Marcel. 5 problemas dos óculos de RV e o que a Meta está fazendo para resolvê-los. **Tilt, UOL**, 2022. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2022/06/20/5-problemas-dos-oculos-de-rv-e-as-inovacoes-da-meta-para-resolve-los.htm>. Acesso em: 20 set. 2023.

NAÍSA, Letícia. Facebook muda nome para Meta e anuncia investimento em metaverso e RV. **Tilt, UOL**, 2021. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/10/28/facebook-lanca-o-metaverso-veja-as-novidades.htm>. Acesso em: 20 set. 2023.

PALMEIRA, Carlos. Facebook: mudança de nome pode ‘limpar a barra’ da empresa? **Tecmundo**, 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mercado/227455-facebook-mudanca-nome-limpar-barra-empresa.htm>. Acesso em: 20 set. 2023.

PERNISA JÚNIOR, Carlos. Metaverso sonoro: uma possibilidade. In: Encontro Virtual da ABCiber 2022 (online). **Encontro Virtual da ABCiber 2022 - GT 2 - Utopias do Digital**, 2022. Disponível em: <https://abciber.org.br/simposios/index.php/virtualabciber/Vitual2022/paper/viewFile/1804/862>. Acesso em: 20 set. 2023.

PERNISA JÚNIOR, Carlos. Metaverso: para além de uma “segunda vida”. In: XIV Simpósio Nacional da ABCiber (online). **ABCiber XIV - Simpósio Nacional da ABCiber 2021**, 2021. Disponível em: <https://abciber.org.br/simposios/index.php/abciber/abciber14/paper/view/1713/823>. Acesso em: 20 set. 2023.

PERNISA JÚNIOR, Carlos; MARRAZZO, Ana Clara Fernandes; SOUZA, Lucas Santos Silva de; SANTOS, Ana Beatriz Ferreira de Oliveira dos. Metaverso: possibilidades sonora e em realidade aumentada. In: IV Encontro de Semiótica do Projeto, 2023, Juiz de Fora - MG. **Caderno de resumos do 4o Encontro de Semiótica do Projeto**. Fortaleza - CE: Caminhar, 2023. p. 86-90. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/encontrodesemiotica/publicacoes/4o-encontro/>. Acesso em: 11 dez. 2023.

PERNISA JÚNIOR, Carlos; MORENO, Marcelo Ferreira. Metaverso: possibilidades para um ambiente imersivo. **Alceu** (online), v. 23, p. 68-84, 2023. Disponível em: <https://revistaalceu.com.puc-rio.br/alceu/article/view/299/359>. Acesso em: 20 set. 2023.

POELL, Thomas; NIEBORG, David; DIJCK, José van. Plataformização. **Fronteiras – estudos midiáticos**, São Leopoldo, RS, v. 22, n.1, p. 2-10, 2020. DOI: 10.4013/fem.2020.221.01. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/fronteiras/article/view/fem.2020.221.01/60747734>. Acesso em: 20 set. 2023.

ROSOLEN, Dani. Verbete Draft: o que é Phygital. **Draft**. 22 jun. 2022. Disponível em: <https://www.projetodraft.com/verbete-draft-o-que-e-phygital/>. Acesso em: 27 jul. 2022.

SOUZA, Adreiely Andrade e; HORODYSKI, Graziela Scalise; MEDEIROS, Mirna de Lima. Realidade Aumentada no Turismo: Estudo do Jogo Pokémon Go. **Revista Hospitalidade**, v. 13, p. 01–21, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.21714/1807-975X.2016v13nEp0121>. Acesso em: 20 set. 2023.

SCHULZE, Thomas. Second Life: o que mudou nos 16 anos do popular game online. **TechTudo**. 09 nov. 2019. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2019/11/second-life-o-que-mudou-nos-16-anos-do-popular-game-online.ghml>. Acesso em: 01 jun. 2022.

STAR TREK. Holodeck. **CBS Entertainment**, [s.l.], [s.d.]. Disponível em: [https://intl.startrek.com/database\\_article/holodeck](https://intl.startrek.com/database_article/holodeck). Acesso em: 25 out. 2021.

STEPHENSON, Neal. **Snow Crash**. Bantam Spectra Book, 1992.

TECHTUDO. Sobreviva no Battle Royale de Fortnite e Fortnite Mobile!, [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/fortnite/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém – PA, Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006.

YAHN, Camila. Existe sustentabilidade no metaverso? **FFW Media**. 10 mar. 2022. Disponível em <https://ffw.uol.com.br/noticias/sustentabilidade/existe-sustentabilidade-no-metaverso/>. Acesso em 27 jul. 2022.

YOUTUBE. **Provocative Predictions with Scott Galloway - SXSW 2022**. 2022. Disponível em: <https://youtu.be/zRcl77pnbgY>. Acesso em: 20 set. 2023.