

Maíra Sebastião Dias, Ana Regina Mizrahy Cuperschmid \*

# Realidade Virtual e Aumentada para Difusão do Patrimônio Arquitetônico



**Maíra Sebastião Dias** é Mestre em Arquitetura, Tecnologia e Cidade pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, 2021), com pesquisa na área de Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para registro e valorização do Patrimônio Arquitetônico. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ, 2017). Durante a graduação, realizou atividades ligadas ao ensino, organizou atividades acadêmicas, como membro da diretoria executiva do Centro Acadêmico do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFSJ. Foi bolsista do programa de intercâmbio Ciência Sem Fronteiras, em 2015-2016, na University of Liverpool, UK.

<mairasebastiao@gmail.com>

ORCID 0000-0001-8182-7867

**Resumo** Diversas tecnologias têm sido utilizadas para o levantamento e registro de edificações de interesse histórico. Para tanto, são utilizados sistemas complexos e sua visualização, muitas vezes, fica restrita a especialistas. A utilização de Realidade Virtual e Aumentada (RVA), como forma de difusão do patrimônio construído, pode facilitar o acesso à informação para o público leigo por meio de visita remota. Entretanto, para uma efetiva comunicação com o público, é importante que o modelo narrativo adotado seja apropriado. Tendo em vista o potencial dos sistemas de RVA para a difusão do patrimônio construído, esta pesquisa realiza uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar aplicações com esse propósito. Posteriormente, são analisados os modelos narrativos adotados. Este estudo identifica a escassez de pesquisas na área e abre possibilidade para que novas aplicações de RVA sejam desenvolvidas para difusão do patrimônio arquitetônico.

**Palavras chave** Realidade Aumentada, Realidade Virtual, Patrimônio construído, Narrativa.

## Virtual and Augmented Reality for the Built Heritage Dissemination

**Abstract** Several technologies have been used to survey and register the built heritage. Therefore, complex software is used, and their visualization is often restricted to specialists. The Virtual and Augmented Reality (VAR) use, as a form of dissemination of the built heritage, can facilitate access to information for the lay public through remote visits. However, an appropriate narrative model for effective communication with the audience is important. Bearing in mind the potential of VAR systems for the

Ana Regina Mizrahy Cuperschmid é Professora pesquisadora na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU), UNICAMP. Pós-doutorado na FECFAU, UNICAMP e Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU), USP. Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidades – UNICAMP (2014); Mestre em Artes – UNICAMP (2008), especialista em Gestão de Projetos (2004) e graduação em Arquitetura e Urbanismo – UFV (1999). Desenvolve pesquisa centrada no uso criativo e colaborativo de tecnologias digitais em arquitetura. Tem lecionado, conduzido pesquisas e publicado em áreas sobre a aplicação de Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Building Information Modeling (BIM) em Arquitetura, Engenharia e Construção.

<cuper@unicamp.br>

ORCID 0000-0002-6792-174X

*built heritage dissemination, this research performs a Systematic Literature Review to identify applications for this purpose. Subsequently, the adopted narrative models are analyzed. This study identifies the lack of research in the area and opens the possibility for new VAR development, aiming at the architectural heritage dissemination.*

**Keywords** *Augmented Reality, Virtual Reality, Built heritage, Narrative.*

### **Realidad Virtual y Aumentada para la Difusión del Patrimonio Arquitectónico**

**Resumen** *Se han utilizado varias tecnologías para inspeccionar y registrar edificios de interés histórico. Para ello se utilizan sistemas complejos y su visualización suele estar restringida a especialistas. El uso de la Realidad Virtual y Aumentada (RVA), como forma de difusión del patrimonio construido, puede facilitar el acceso a la información al público lego a través de visitas remotas. Sin embargo, para una comunicación efectiva con el público, es importante que el modelo narrativo adoptado sea el adecuado. En vista del potencial de los sistemas RVA para la difusión del patrimonio construido, esta investigación realiza una Revisión Sistemática de la Literatura para identificar aplicaciones para este fin. Posteriormente, se analizan los modelos narrativos adoptados. Este estudio identifica la escasez de investigaciones en el área y abre la posibilidad de que se desarrollen nuevas aplicaciones de RVA para la difusión del patrimonio arquitectónico.*

**Palabras clave** *Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Patrimonio construido, Narrativa.*

### **Introdução**

O patrimônio cultural é reconhecido como um valioso recurso que precisa ser preservado, sendo que as tecnologias digitais têm um importante papel para auxiliar na preservação do patrimônio arquitetônico. Portanto, a utilização de instrumentos e métodos para reconstrução virtual abrem novas possibilidades para a conservação da memória do edifício.

Atualmente as novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) apresentam recursos consideráveis para a difusão de edificações. No entanto, tais recursos tecnológicos raramente são aplicados para a difusão do Patrimônio Cultural da arquitetura do Brasil, cuja documentação e registro histórico frequentemente encontram-se espalhados entre diferentes órgãos, tornando o processo de acesso às informações originais muito complexo (CANUTO; MOURA; SALGADO, 2016).

Pelo potencial de possibilitar visualizações de edificações que estão inacessíveis, ou mesmo, para facilitar a visualização de informações, os sistemas de RVA merecem ser explorados. Tais sistemas possibilitam uma visita virtual, ou a desfragmentação da edificação para melhor entendimento da obra. Além do mais, muitas vezes a distância que se encontra um edifício pode impedir, ou dificultar, sua devida apreciação. Entretanto, para uma efetiva comunicação com o público, é importante que o modelo narrativo

adotado seja apropriado.

Tendo em vista o potencial dos sistemas de RVA para a difusão do patrimônio construído, esta pesquisa realiza uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar aplicações com esse propósito. Posteriormente, são analisados os modelos narrativos adotados segundo Chen e Kalay (2008).

## Fundamentação Teórica

### Patrimônio arquitetônico digital

Segundo Amorim (2017, p.63), “dentre os valores do patrimônio material mais ameaçados, está a arquitetura”, principalmente pelo fato dela ser conformadora das cidades e, portanto, estar mais suscetível a depredação, seja por fatores naturais ou provocados pelo homem.

Neste contexto, considerando a impossibilidade de se preservar fisicamente todos os exemplares arquitetônicos significativos, a documentação arquitetônica desempenha um papel essencial na preservação da memória desse patrimônio (AMORIM, 2017).

De acordo com Tirello e Costa (2017), o patrimônio pode ser definido como todos os artefatos que se herda, sejam eles públicos ou privados. Segundo as autoras, o patrimônio arquitetônico é uma parcela da herança cultural dos povos e, por estar sujeito a alterações, nem que sejam por causas naturais, com o passar o tempo, é necessário garantir sua proteção.

Essa tutela dos bens culturais tangíveis (e intangíveis) é discutida desde 1931, quando foi promulgada a Carta de Atenas, que procura pautar algumas diretrizes preservacionistas (TIRELLO; COSTA, 2017). Em 1964, com a promulgação da Carta de Veneza pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), o conceito de patrimônio é ampliado e aprofundado. A partir deste período, a noção de monumento histórico se estende desde o sítio urbano ou rural, até a criação arquitetônica isolada (CURY, 2004). Desta forma, segundo a autora, o patrimônio passa a abranger as obras mais modestas, que adquiriam significação cultural com o passar do tempo, assim como as grandes criações.

Além disso, é a partir da publicação da Carta de Veneza de 1964 que o ICOMOS passa a enfatizar, através de suas cartas patrimoniais, a importância da comunicação pública como parte essencial do processo de conservação.

A Carta do ICOMOS (2008), teve como objetivo definir os princípios básicos de interpretação e apresentação do patrimônio cultural como componentes essenciais para sua conservação. Sendo assim, o ICOMOS (2008) define a “interpretação” como o conjunto de atividades destinadas a aumentar a conscientização do público, refinando sua compreensão sobre o patrimônio cultural. Subsequentemente, estabelece que a “apresentação” é a comunicação de conteúdos já interpretados com a finalidade de tornar o patrimônio cultural mais acessível (ICOMOS, 2008). Tal Conselho indica, ainda, que essa apresentação pode ser feita através de variados meios téc-

nicos, como painéis informativos, visitas guiadas e aplicativos e sites multimedial.

Considerando a grande relevância da comunicação do patrimônio para sua conservação e valorização, além da vasta disponibilidade de ferramentas digitais para sua difusão, outro fator ressaltado pelo ICOMOS (2008) é a garantia de acessibilidade. Segundo o Conselho, nos casos em que o acesso físico a um local de interesse histórico é restrito, seja por questões de conservação, adaptações para reuso, sensibilidades culturais, ou segurança, sua interpretação e apresentação devem ser fornecidas fora do local. Nesse sentido, utilizando as novas tecnologias digitais, é possível assegurar que todos os princípios estipulados pelo ICOMOS sejam respeitados.

Segundo Fejérdy (2016), as ferramentas de Tecnologia da Informação revolucionaram a precisão e as possibilidades de variação de reconstruções virtuais, desempenhando um importante papel na conservação de edifícios históricos e no entendimento de sua história e complexidade.

Para isso, Ferreira e Tirello (2019) citam que as tecnologias de fotos panorâmicas, tours virtuais, nuvens de pontos, animações, vídeos, entre outros, apresentam novas possibilidades de registro e assim constituem bases estruturantes que auxiliam planos de manutenção, restauração, comunicação e difusão dos valores culturais de um lugar ou de um edifício.

Rimkus (2013) afirma que o emprego de tecnologias digitais em um modelo virtual de um edifício proporciona não somente sua visualização de forma interativa, mas também possibilita o acesso às informações formais e historiográficas. Ainda, segundo a autora, esse conjunto de estratégias permite a visualização de características que o edifício assumiu ao longo do tempo.

Neste contexto, pode-se relacionar a documentação de diferentes tipos de informações com o conceito de inventário. Segundo Cerávolo (2019), a organização de um inventário pode ir além de estruturar um plano de ações para a conservação de um bem, assumindo também o papel de integrar os levantamentos físicos, levantamentos a partir de escaneamento 3D, desenhos 2D, informações históricas, entre outros.

De acordo com Cuperschmid et al. (2018), “o inventário é um documento para conhecer o bem em sua integridade, definir políticas para sua conservação e, ao mesmo tempo, proteger o bem inventariado” (CUPERSCHMID et al., 2018, p.184). Segundo os autores, o inventário configura uma base para avaliar os aspectos materiais e imateriais de um bem, possibilitando a conexão da população com a própria história do patrimônio no Brasil.

Nesse sentido, ao documentar precisamente os bens arquitetônicos, desde suas características projetuais e construtivas, “a produção do inventário é, por si só, uma forma de proteção” (CERÁVOLO; COELHO; GONÇALVES, 2019, p.103). Portanto, segundo os autores, os inventários apoiam diversos tipos de ações, como restauração, conservação ou educação, desde que envolvam a preservação de um bem patrimonial. E considerando essas variadas finalidades, tais autores afirmam que é necessário desenvolver diferentes tipos de inventário para alcançar um objetivo específico.

Aliado a isso, de acordo com Cuperschmid et al. (2018), as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) oferecem inúmeras ferramentas para dar suporte ao desenvolvimento de um inventário. Os autores afirmam que as tecnologias digitais permitem uma gestão constante da alimentação da base de dados e uma contínua gestão de informações, o que assegura “a manutenção do imóvel e preservação dos seus valores culturais, sem intervenções agressivas à integridade do patrimônio” (CUPERSCHMID et al., 2018, p.184).

Endossando, Cerávolo, Coelho e Gonçalves (2019) afirmam que ao utilizar os novos métodos e instrumentos digitais para levantamento e modelagem, são abertas novas possibilidades para se conservar a memória de um edifício.

Ainda, considerando que no processo de registro de uma edificação de interesse histórico todas as informações em relação a ela são relevantes, o uso das TICs permite a integração desde dados técnicos até o conhecimento das tradições locais. Essas informações disponibilizadas por meios digitais podem contribuir para a diminuição do distanciamento entre indivíduos especializados e não-especializados na área (CUPERSCHMID et al., 2018).

### Realidade Virtual e Aumentada

Os sistemas de RVA possuem uma vasta abrangência de aplicações, incluindo educação e entretenimento. A Realidade Virtual (RV) pode ser definida como um ambiente digital gerado por computador que pode ser experimentado, permitindo a interação com o ser humano como se esse ambiente fosse real (JERALD, 2016). O engajamento do usuário com a aplicação pode ser estimulado pela adoção de ambientes realistas e permitindo alterações no ambiente virtual, de maneira que, além de visualizar, o usuário possa explorar, manipular, acionar ou alterar os objetos virtuais utilizado seus sentidos (KIRNER; SISCOUTO, 2007).

Segundo Kirner e Kirner (2011), a RV pode ser classificada como não imersiva, quando visualizada no modo janela, ou seja, o utilizador interage com o ambiente através de imagens apresentadas num monitor. Na RV imersiva, a interação acontece pelo uso de dispositivos multissensoriais como capacetes, salas de projeção, luvas especiais ou óculos. Conforme Wendt (2011), a imersão corresponde à sensação subjetiva do indivíduo de “estar presente” no ambiente simulado, o que é possibilitado através dos sistemas de navegação inseridos nos dispositivos sensoriais, permitindo que a pessoa explore e se oriente corretamente no espaço simulado.

Já a Realidade Aumentada (RA), ao invés de imergir a pessoa num mundo completamente sintético, tenta incorporar os elementos sintéticos no mundo real, misturando ambientes reais com objetos virtuais. Uma condição para RA é que os elementos virtuais sejam adicionados ao mundo físico em tempo real (WANG, 2007; CUPERSCHMID, 2016).

Nas interfaces de RA os objetos reais são superpostos por objetos virtuais e vice-versa. Essa mistura da realidade com a virtualidade, permi-

te que os usuários se vejam e interajam com elementos reais e virtuais ao mesmo tempo. O intuito é o de misturar o mundo virtual e real de maneira que eles sejam indistinguíveis um do outro (CUPERSCHMID, 2016). A composição é uma combinação de uma cena real vista pelo usuário e uma cena virtual gerada pelo computador aonde a cena real é submersa com informação adicional com intuito de expandir a percepção do usuário (HANZL, 2007; KALKOFEN; MENDEZ; SCHMALSTIEG, 2009).

Se comparada à RV, a RA tem o potencial significativo de reduzir a confecção do ambiente que compõe a cena em que o modelo é inserido, uma vez que se apropria da realidade para inserir modelos virtuais e criar a cena misturada. Ao mesmo tempo, possibilita a criação de uma visualização que pode ser comunicada.

Em suma, as tecnologias de RVA tem potencial para criar experiências digitais para capturar a qualidade espacial da arquitetura e da edificação que, se aliada ao acesso a informações semânticas, pode facilitar a comunicação com todos os interessados, inclusive não-especialistas.

### **Modelo narrativo em ambientes virtuais**

Chen e Kalay (2008) propõem características que um ambiente virtual deve contemplar para promover a aproximação do público com o patrimônio construído. Segundo os autores o que configura um espaço, seja ele virtual ou físico (real), é o “senso de lugar”. Os autores afirmam que o “senso de lugar” é obtido através da interação entre conteúdo (atividades) e contexto (ambiente físico e sociocultural).

O conteúdo pode ser definido como eventos realizados em um local que o torna atrativo e convidativo, como compras, entretenimento, aprendizado, entre outros (CHEN; KALAY, 2008). De acordo com os autores, o papel do conteúdo na produção de um local envolve motivar/reforçar o envolvimento do usuário com o ambiente (a razão pela qual ele quer estar ali e retornaria posteriormente) e auxiliar a estabelecer o contexto, criando uma atmosfera que associa a atividade ao lugar (por exemplo, mudança na iluminação, música, aplausos, entre outros). Dessa forma, o conteúdo é um componente significativo de um espaço e é essencial para conquistar um ambiente ativo (CHEN; KALAY, 2008).

De acordo com os autores, o contexto é o local em que o conteúdo é exposto, ou seja, oferece uma estrutura para a ocorrência das atividades. Como o ambiente virtual não possui limitações físicas, como é no mundo real, Chen e Kalay (2008) afirmam que os ambientes virtuais devem ser projetados de forma que o conteúdo indique caminhos, dentro do contexto, para o desenvolvimento das atividades. Essa organização de atividades sequenciais em determinado local é o que os autores chamam de narrativa.

Em relação à arquitetura, a configuração de uma série de espaços indica certa narrativa, o que possibilita que a arquitetura inclua narrativas em si mesma (CHEN; KALAY, 2008). Neste contexto, os autores afirmam

que quando o arquiteto é mais ativo, se esforçando para criar soluções de projeto interessantes e com personalidade, é criada uma narrativa espacial dramática, que traz diferentes possibilidades de experiências ambientais. De acordo com os autores, esses modelos narrativos irão impor o fluxo da navegação, guiando ações, percepções e emoções ao longo do caminho projetado, que irão despertar o “senso de lugar”.

Assim, Chen e Kalay (2008) estabelecem requisitos para criação de um modelo narrativo em ambientes virtuais: gancho, enredo, narrativa multilinear e apresentação, Figura 1. Segundo os autores, a aplicação desses recursos incentiva a interação virtual entre usuário e ambiente.



Figura 1 Requisitos para criação de um modelo narrativo em ambientes virtuais

Fonte As autoras - baseado em Chen e Kalay (2008)

De acordo com Chen e Kalay (2008), o gancho é responsável por manter os usuários interessados no fluxo da história, funcionando como uma forte motivação para a exploração. Os autores sugerem como exemplo desta etapa a inserção de uma história envolvendo a descoberta de mitos de uma edificação histórica em uma visita virtual destinada a turistas.

O enredo é uma exposição de como a narrativa acontece. Os autores citam que podem ser utilizados artifícios como criação de conflitos, indicação de eventos, entre outros para tornar a história mais atraente e envolvente. No exemplo da descoberta de mitos, Chen e Kalay (2008) sugerem a história pode ser projetada a partir da “jornada do herói” que estrutura tal mito.

O recurso da narrativa multilinear, segundo os autores, pode ser obtido por várias formas dentro do ambiente virtual, que darão liberdade para o usuário escolher qual “caminho” quer seguir. Dessa forma, eles assumem um papel de “cocriação” junto com os desenvolvedores da interface. Ainda, Chen e Kalay (2008) enfatizam que é necessário destacar as narrativas mais relevantes para atrair atenção aos tópicos considerados importantes. Em uma visita virtual ao patrimônio edificado, um exemplo seria projetar o ambiente virtual como uma visita guiada, em que o usuário acessa os espaços relevantes sequencialmente em uma ordem definida pelos desen-

volvedores da interface.

Por fim, para a apresentação e visualização deverá ser estabelecida uma sequência das possíveis narrativas, prevendo como os recursos apresentados irão influenciar na percepção e nas ações dos usuários (CHEN; KALAY, 2008). Segundo os autores, é importante que as transições entre as narrativas organizem e categorizem os eventos no ambiente virtual. Os autores citam como exemplo alterar a iluminação e o enquadramento das cenas de acordo com a mudança dos eventos, ou seja, quando o usuário acessa um novo local, uma luz mais forte ilumina o ambiente e quando um objeto a ser destacado dentro deste ambiente é visualizado, é feito um zoom automático nele.

Com o estabelecimento desses requisitos, os autores determinam que a criação da narrativa não pode ser separada do espaço, que é considerado seu elemento principal – relação contexto-conteúdo. Portanto, Chen e Kalay (2008) destacam que a exploração espacial pode ser usada como tema central da narrativa, ou seja, o espaço pode desempenhar um papel ativo no ambiente virtual, em vez de somente um pano de fundo.

No exemplo do patrimônio edificado, a própria exploração virtual do espaço pode ser a narrativa. Os autores sugerem adicionar uma aventura espacial às atividades desempenhadas normalmente naquele local, promovendo-o como elemento chave da narrativa. Assim, o espaço se torna um ator da narrativa e ao mesmo tempo é seu portador, ou seja, contexto e conteúdo se complementam como parte um do outro.

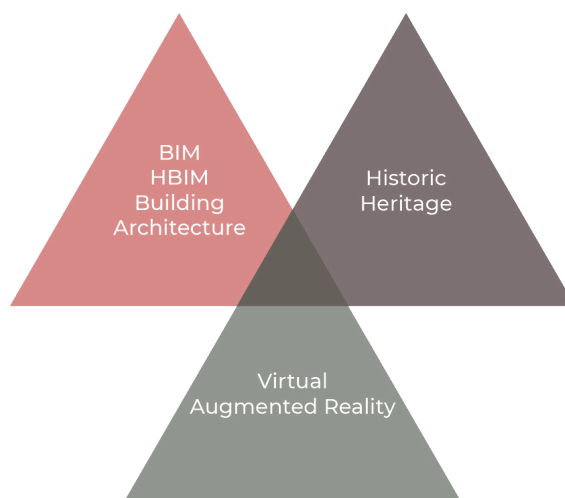
### Revisão Sistemática da Literatura

Essa Revisão Sistemática da Literatura (RSL) procura identificar:

- Quais as ferramentas digitais e estratégias mais exploradas;
- Em quais áreas de estudo o assunto se concentra;
- Quais locais têm explorado mais esses usos, identificando se há relação com o contexto urbano;
- Identificar as maiores limitações e desafios para o uso destas tecnologias;
- Quais as tendências de pesquisa dentro da área.

Inicialmente são definidos os termos de busca, combinados por termos booleanos, para restringir os assuntos dos resultados. São estabelecidos três grupos de palavras, quais sejam: (BIM OR HBIM OR Architecture OR Building) AND (Historic OR Heritage) AND (Virtual OR Augmented Reality). Desta maneira, as pesquisas encontradas possuem pelo menos um termo de cada grupo, Figura 2.





**Figura 2** Termos de busca  
**Fonte** As autoras

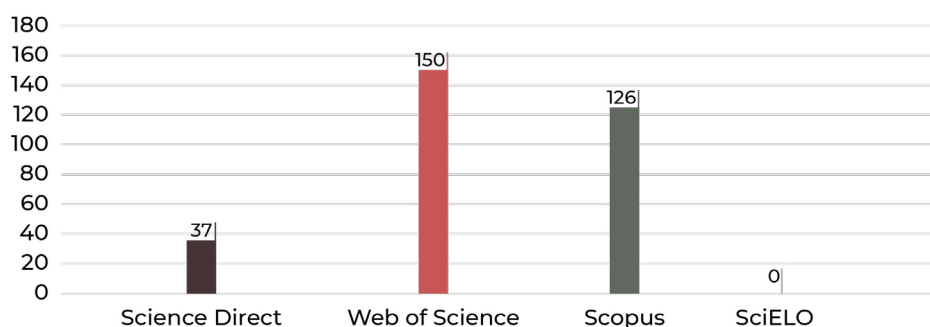
Para garantir que o tema central das pesquisas encontradas esteja relacionado com os termos, define-se a busca pelo título, resumo ou palavras-chave.

Com o intuito de abarcar as pesquisas mais recentes, são levantadas somente as pesquisas entre 2016 e 2020, restritas às publicações em periódicos, livros ou capítulos de livros.

Finalmente, as buscas são limitadas às publicações em inglês, português e espanhol e esses parâmetros utilizados nas bases de dados Science Direct<sup>1</sup>, Web of Science<sup>2</sup>, Scopus<sup>3</sup> e SciELO<sup>4</sup>.

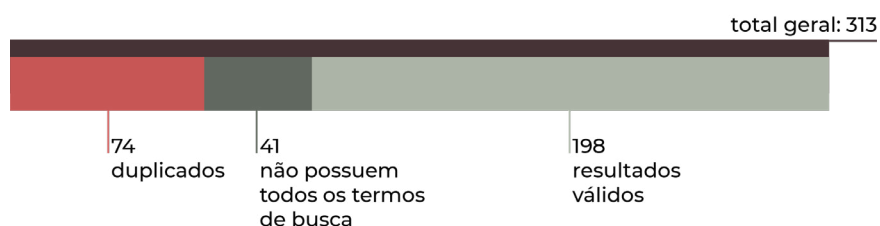
### Resultados

Segundo esses critérios, encontra-se 313 publicações, sendo 37 na base “Science Direct”, 150 na base “Web of Science”, 126 na base “Scopus” e nenhum resultado na base “SciELO”, Figura 3.



**Figura 3** Publicações encontradas por base de dados  
**Fonte** As autoras

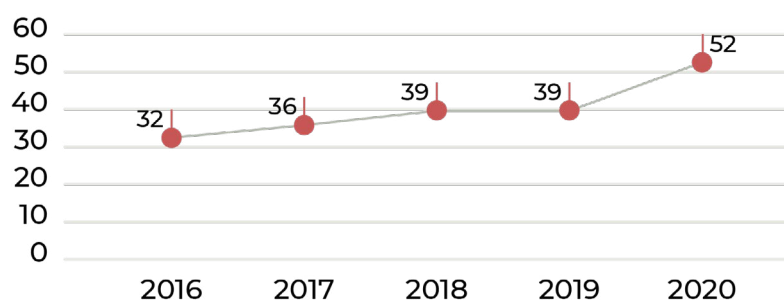
Destes 313 resultados, 71 publicações constam em mais de uma base de dados. Adicionalmente, é conferido manualmente se as publicações possuem os termos de busca no título, resumo ou palavras-chave. Após esta análise, são excluídos da RSL 41 publicações. Dessa maneira, chega-se a um total de 201 resultados válidos, Figura 4.



**Figura 4** Análise dos resultados encontrados

Fonte As autoras

Para fornecer um panorama do interesse de estudo na área, é realizada uma análise de publicação por ano, de 2016 a 2020. É possível observar relativa constância de publicações sobre o assunto, com uma curva ascendente, Figura 5.



**Figura 5** Publicações por ano

Fonte As autoras

Também é desenvolvida uma análise sobre o veículo em que as publicações foram realizadas. Conclui-se que o tema é mais amplamente divulgado em artigos acadêmicos, do que em livros, Figura 6.

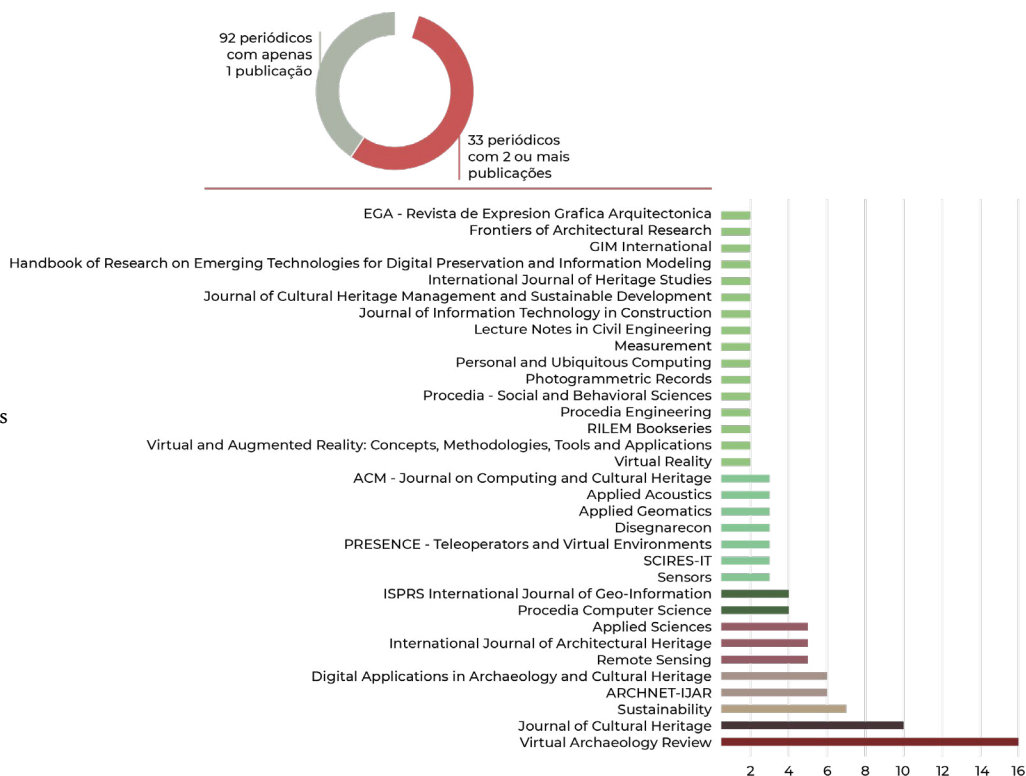


**Figura 6** Veículos de publicação

Fonte As autoras

Com a finalidade de identificar as principais fontes que realizam as publicações constadas nesta RSL, ainda é produzido um levantamento que associa cada periódico com o número total de artigos publicados por ele no decorrer destes 5 anos. O periódico “Virtual Archaeology Review” concentra

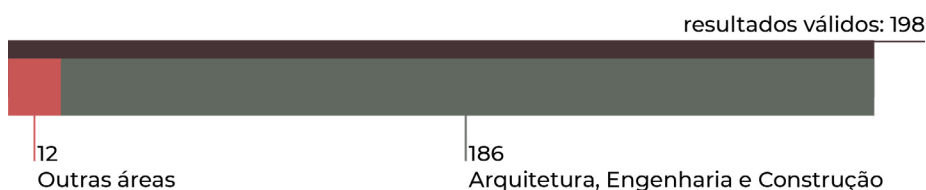
o maior número de publicações, com 17 artigos e em seguida o “Journal of Cultural Heritage”, com 10 artigos. A Figura 7 apresenta os periódicos em ordem crescente de publicações sobre o assunto, sendo que os que têm apenas uma publicação são desconsiderados.



**Figura 7** Número de Publicações por Periódico  
Fonte As autoras

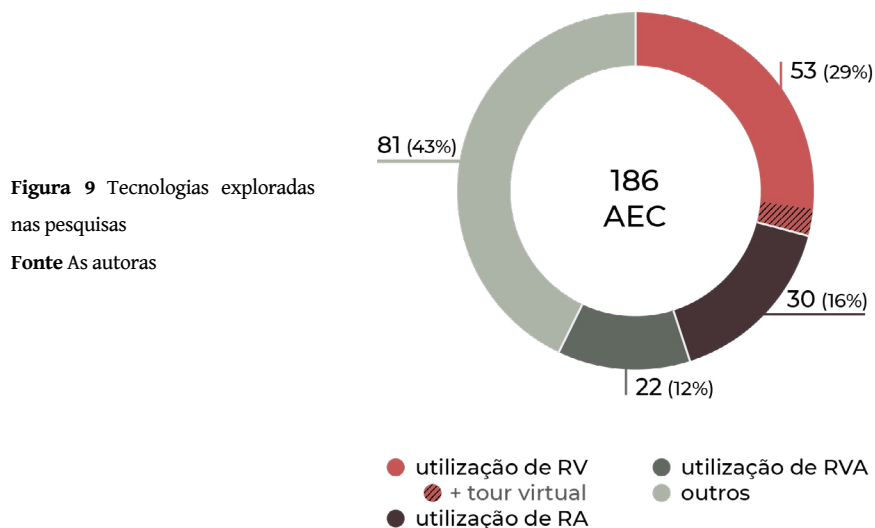
### Segmentação

Os resultados são segmentados de acordo com a área de estudo. Inicialmente, identifica-se quantas publicações são da área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e quantas são de outras áreas de estudo. Pode-se observar que mais de 90% dos resultados válidos encontrados estão relacionados à área de conhecimento pretendida, Figura 8.



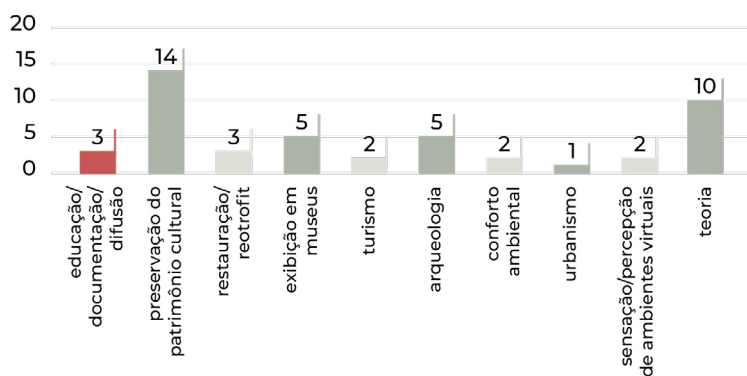
**Figura 8** AEC x Outras áreas  
Fonte As autoras

Por questões práticas, os resultados relacionados à área de AEC são segmentados de acordo com o tipo de tecnologia explorada na pesquisa, sendo as classificações: (i) Utilização de RV; (ii) utilização de RA; (iii) Utilização de RVA; (iv) Reconstrução Digital; (v) Tour Virtual; (vi) Multimídia; e (vii) Outros, Figura 9.



Dessa forma, é possível observar que a maioria das publicações estão relacionadas com reconstrução digital, o que é esperado já que a intenção é obter resultados relacionados com o patrimônio edificado.

Posteriormente, para alcançar resultados mais específicos relacionados à pesquisa em questão, as publicações são segmentadas nas seguintes subclasses: (i) Documentação, educação, e difusão; (ii) Preservação do patrimônio cultural; (iii) Reconstrução pós-desastre; (iv) Retrofit/Restauração; (v) Exibição em museus; (vi) Turismo; (vii) História da Arquitetura; (viii) Arqueologia; (ix) incêndio; (x) Eficiência energética; (xi) Conforto ambiental; (xii) Urbanismo; (xiii) Sensação/Percepção de ambientes virtuais; (xiv) Teoria. Nas pesquisas que abordam o uso da tecnologia de RV, apenas três estão relacionadas com a difusão do patrimônio, Figura 10.

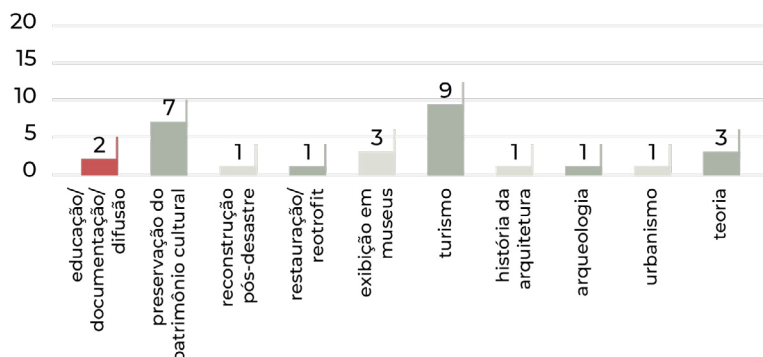


**Figura 10** Utilização de RV

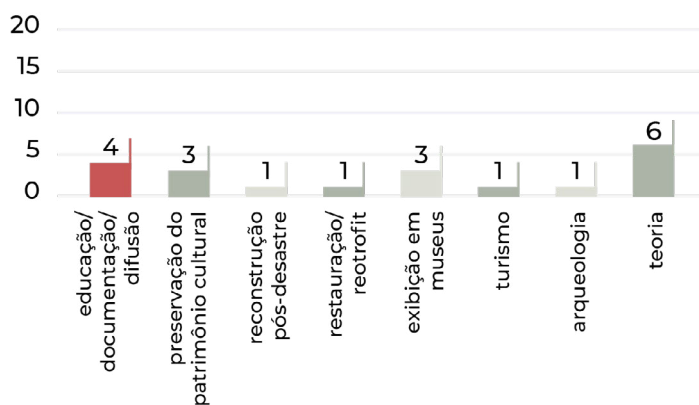
Fonte As autoras

Nas pesquisas que discutem do uso da tecnologia de RA, duas estão relacionadas com a difusão do patrimônio, Figura 11.

**Figura 11** Utilização de RA  
Fonte As autoras



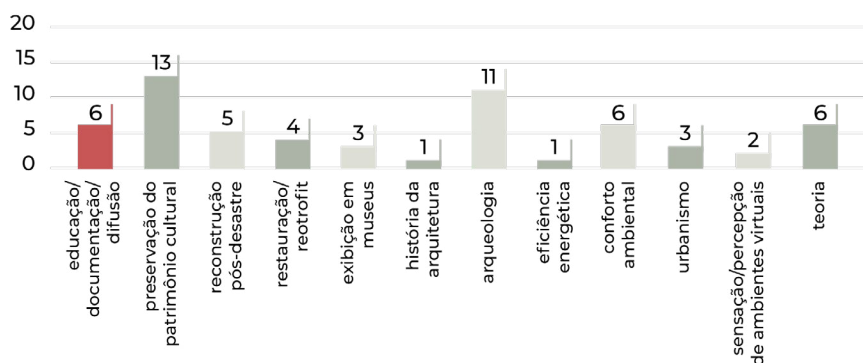
Quando analisado as pesquisas que levantam o uso da tecnologia de RVA, quatro têm como finalidade a difusão do patrimônio, Figura 12



**Figura 12** Utilização de RA  
Fonte As autoras

Já nas pesquisas em que o tema central é Reconstrução Digital, seis abordam a difusão do patrimônio, Figura 13.

**Figura 13** Reconstrução digital  
Fonte As autoras



Quando discutido o uso da tecnologia de tour virtual, duas publicações têm como finalidade a difusão do patrimônio, Figura 14.

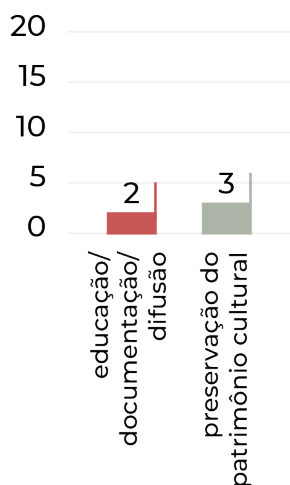


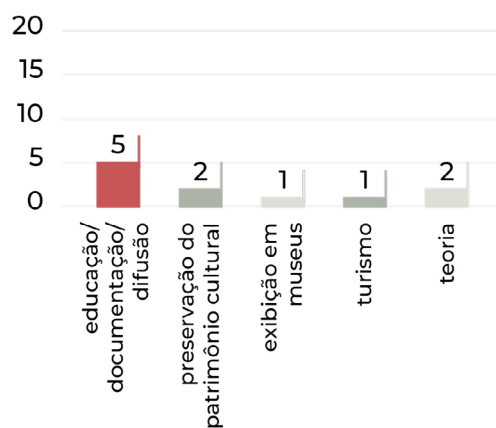
Figura 14 Tour virtual

Fonte As autoras

Nas pesquisas que levantam o uso de tecnologias Multimedia, cinco estão relacionadas com a difusão do patrimônio, Figura 15.

Figura 15 Multimedia

Fonte As autoras



Ainda, das publicações que utilizam outros tipos de tecnologia, duas são relativas à difusão do patrimônio, Figura 16.

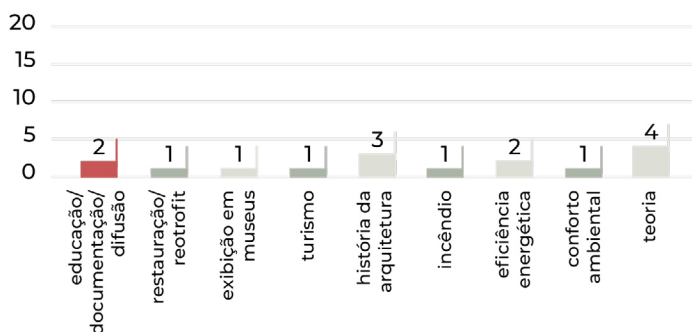


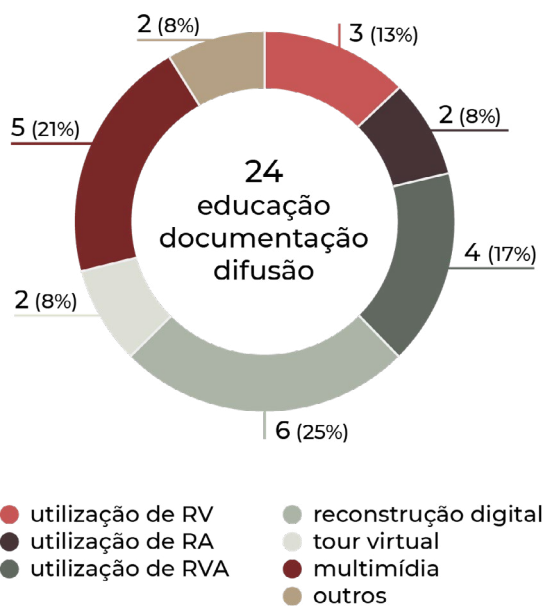
Figura 16 Outras tecnologias

Fonte As autoras

Portanto, das 189 publicações realizadas na área de AEC, 24 estão relacionadas diretamente com a difusão do patrimônio, Figura 17, o que corresponde a apenas 12%. Assim, considerando o contexto geral, pode-se

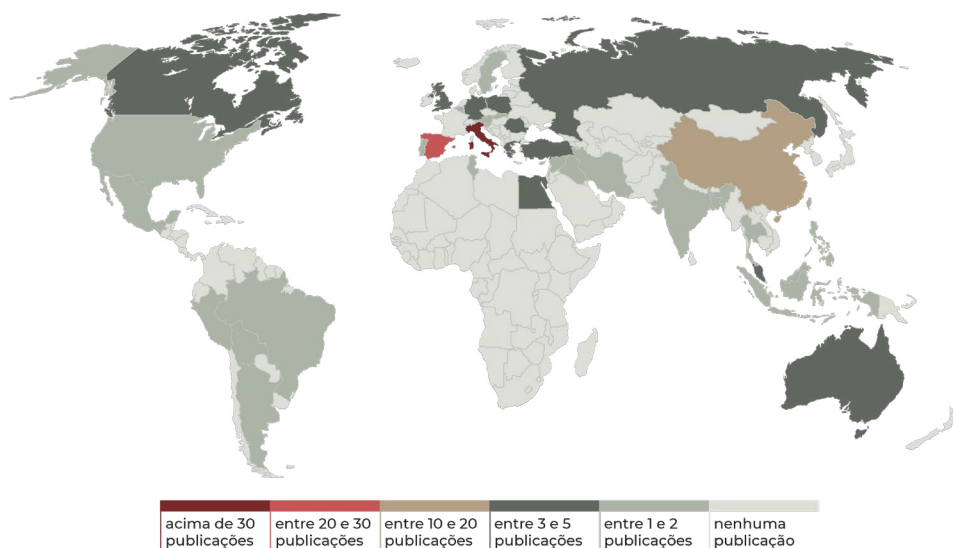
afirmar que é um tema ainda pouco explorado.

**Figura 17** Publicações sobre documentação, educação, e difusão do Patrimônio Cultural  
**Fonte** As autoras



Finalmente, as publicações da área de AEC são segmentadas de acordo com o local da edificação estudada para desenvolvimento da pesquisa, lembrando que são desconsideradas 31 pesquisas sobre teoria, já que não tratavam um lugar específico.

É possível observar que os países em que mais se explora as tecnologias digitais para o registro e a difusão do patrimônio cultural são Itália (38), Espanha (20) e China (14), Figura 18.



**Figura 18** Publicações por países  
**Fonte** As autoras

Nesse sentido, vale ressaltar que apenas uma publicação tratou sobre o patrimônio cultural no Brasil. Isso evidencia o fato de que o tema deve ser mais explorado e divulgado no país.

### Discussão

Os trabalhos discutidos a seguir foram obtidos a partir da segmentação da RSL e englobam publicações que utilizam RVA para difusão do Patrimônio Cultural. Seus resultados são discutidos a partir dos requisitos para criação de um modelo narrativo em ambientes virtuais, desenvolvidas por Chen e Kalay (2008).

Na pesquisa desenvolvida por Abdelmonem et al. (2017), são avaliadas plataformas virtuais que procuram estimular a preservação do patrimônio cultural do Oriente Médio e que também sirvam como ferramenta de pesquisa, educação e engajamento. Eles consideram principalmente dois aspectos nas plataformas: a fidelidade da representação virtual de ambientes históricos e a incorporação de aspectos culturais. Ainda, esses aspectos devem ser o resultado de três fases: coletar, preservar e exibir.

A primeira plataforma analisada, “CULTURAMA”, é exposta dentro de um museu e por isso não possui um gancho a ser destacado, além de que todos os visitantes podem ter interesse em utilizar por ser uma plataforma interativa. O enredo é desenvolvido a partir da história do Egito e busca a conscientização pública sobre a importância de tal patrimônio. A narrativa multilinear é construída em camadas, ou seja, quando o usuário clica em um item, são abertos novos níveis de detalhamento. A apresentação é feita em uma tela interativa panorâmica.

A segunda plataforma analisada, “HIP Pyramid Scan”, tem como gancho uma representação fiel das edificações existentes, realizada a partir de fotogrametria digital e escaneamento a laser. O enredo é desenvolvido a partir da visita virtual ao Planalto de Gizé. A narrativa é produzida com um propósito único de realizar um levantamento para auxiliar na restauração das pirâmides, porém, como é apresentada na forma de um modelo 3D, pode atrair também turistas interessados na estrutura da edificação.

A terceira plataforma analisada por Abdelmonem et al. (2017) é o “Virtual Heritage Cairo Project”. Pode ser considerado como gancho desta plataforma a associação de informações sobre as tradições locais ao modelo 3D. O enredo é construído a partir da apresentação de monumentos históricos do Cairo e a narrativa multilinear é dada por uma visita virtual guiada, realizada em um modelo tridimensional preciso (obtido através de fotogrametria digital) com informações associadas. A apresentação da plataforma é por meio de RV, o que os autores consideram como um grande atrativo.

Já na pesquisa realizada por Watrall (2018) é discutida a “mbira”, uma plataforma de código aberto para criação de experiências móveis, na forma de WebAR, envolvendo o patrimônio. O autor procura analisar como a RA pode fornecer novos caminhos de engajamento do público com o patrimônio. Considerando o funcionamento da plataforma, o gancho identi-



ficado é a exposição de informações (levantamento, pesquisas históricas, imagens, entre outros) a partir da localização em um mapa. O enredo é criado a partir de uma região com edificações de interesse histórico e a narrativa pode ser vista como multilinear ao considerar-se que os usuários podem deixar comentários sobre as exposições e acessá-los pela ordem que desejarem. A apresentação é feita através da tecnologia de RA.

A pesquisa desenvolvida por Banfi, Stanga e Brumana (2018) tem como gancho a visita virtual à Basílica de Sant'Ambrogio, um dos maiores monumentos da cidade de Milão, com integração de informações multidisciplinares. O enredo é criado a partir da exposição do ciclo de vida da edificação, ou seja, o usuário pode observar quais mudanças ela sofreu desde sua concepção até a atualidade. A partir dele, a narrativa multilinear é desenvolvida visando atrair diferentes tipos de usuários (especialistas e não-especialistas). Assim, a narrativa principal é a visita virtual à Basílica, permitindo que os usuários visualizem a edificação de forma imersiva, sem estar presente fisicamente. Integrada a ela, são acrescentadas narrativas secundárias como informações históricas, construtivas e sobre a cultura local.

Nessa pesquisa, para apresentação, são exploradas as tecnologias de RVA utilizando software de jogos para gerar os ambientes digitais imersivos com alto nível de informação. Essa estratégia, além de viabilizar o acesso aos diversos conteúdos, possibilita a visualização em diferentes dispositivos, como desktop, smartphone, ou headset de RV, o que contribui para disseminação do patrimônio cultural.

A pesquisa realizada por Templin e Popielarczyk (2020), por sua vez, tem como gancho a utilização das tecnologias de RVA para incentivar o turismo na torre de água do Forte de Modlin, uma das maiores construções do século XIX desta tipologia na Polônia, através de um modelo de alta fidelidade da edificação gerado a partir de fotogrametria digital. O enredo é construído a partir de levantamentos sobre a importância da edificação, procurando despertar no usuário uma consciência de identidade cultural e as modificações que a torre sofreu com o passar do tempo. Pode-se dizer que a narrativa construída é multilinear, pois é desenvolvida com o propósito de valorizar o patrimônio arquitetônico tanto para a população local quanto para turistas, mas também de elaborar um inventário que pode auxiliar futuras intervenções de restauração. Para apresentação, são exploradas as tecnologias de RV, RA e Realidade Mista em que o modelo poderia ser visualizado em tamanho real ou em escala. Essa estratégia viabiliza que a narrativa seja visualizada em diferentes dispositivos, possibilitando que o usuário explore o espaço de diversas maneiras.

Por fim, a pesquisa desenvolvida por Neamtu, Barcă e Buna (2020) apresenta como gancho a utilização de ferramentas multimídia para promover artefatos e monumentos da região de Sarmizegetusa Regia, Romênia. O enredo é criado a partir da importância da área de estudo, que contém monumentos que fazem parte da lista de Patrimônio Mundial da Unesco de 1999. Além disso, já havia museus destinados a exibição de artefatos reti-

rados do local. Assim, a narrativa multilinear é desenvolvida visando aprimorar a experiência do usuário durante a visitação, através de interfaces imersivas. A narrativa principal é a visita virtual ao local e reconhecimento de objetos encontrados nele. Integrada a ela, existem narrativas secundárias como informações sobre sua história, escavações arqueológicas realizadas, técnicas construtivas, como os artefatos apresentados eram utilizados, entre outros.

Nessa pesquisa, para apresentação e visualização do conteúdo são utilizados diversos dispositivos que exploram as tecnologias de RV, RA e de objetos e superfícies táteis interativos. Apesar do acesso a tais dispositivos ser somente físico, durante a visita ao museu, eles propiciam que os usuários interajam de diferentes formas com o conteúdo disponibilizado, fomentando seu interesse e contribuindo para sua disseminação.

## Conclusão

Este artigo apresentou uma RSL para identificar pesquisas que utilizaram os sistemas de RVA para difusão do patrimônio construído. Por meio da RSL foi possível identificar que apesar do tema ser alvo de diversas publicações internacionais, ainda é pouco explorado no Brasil, o que corrobora com a relevância dessa investigação.

A partir da RSL foram identificadas pesquisas que utilizaram recursos de RVA para aplicações envolvendo a difusão de edificações de interesse histórico. Tais pesquisas foram analisadas de acordo com os requisitos para criação de um modelo narrativo em ambientes virtuais estabelecidas por Chen e Kalay (2008). Foram identificados os artefatos existentes e suas soluções, em relação às narrativas em RVA. Essa análise propicia o embasamento de novas aplicações de RVA para a difusão do patrimônio arquitetônico.

### Notas de fim

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em 03 set. 2021.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.webofknowledge.com/>. Acesso em 03 set. 2021.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.scopus.com/>. Acesso em 03 set. 2021.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://scielo.org/>. Acesso em 03 set. 2021.

## Referências

ABDELMONEM, M. G. et al. Virtual platforms for heritage preservation in the Middle East: The case of Medieval Cairo. **Archnet-IJAR**, v. 11, n. 3, p. 28–41, 2017. ISSN 19387806. DOI 10.26687/archnet-ijar.v11i3.1404.

AMORIM, A. A documentação arquitetônica como uma atividade multi, inter e transdisciplinar. **PontodeAcesso**, v. v. 11, p. 61–84, 2017. DOI 10.9771/rpa.v11i1.23176.

BANFI, F.; STANGA, C.; BRUMANA, R. A Digital Workflow for Built Heritage: From SCAN-to-BIM Process to the VR-Tour of the Basilica of Sant'Ambrogio in Milan. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 11196 LNCS, p. 334-343, 2018. ISSN 03029743. DOI 10.1007/978-3-030-01762-0\_28.

CANUTO, C. L.; MOURA, L. R.; SALGADO, M. S. Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 7, n. 4, p. 252-264, 2016. ISSN 1980-6809. DOI <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v7i4.8647456>.

CERÁVOLO, A. L. O Plano de Conservação e sua aplicação no contexto brasileiro. (Even3, Ed.) In: Anais do 3o Simpósio Científico do ICOMOS Brasil, Belo Horizonte (MG). **Anais[...]** Belo Horizonte(MG): Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2019. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iiisimposioicomos-brasil/149104-o-plano-de-conservacao-e-sua-aplicacao-no-contexto-brasileiro/>

CERÁVOLO, A. L.; COELHO, D. A.; GONÇALVES, M. P. Documentação do Patrimônio Arquitetônico Moderno: Estudo de Caso no edifício E1. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E PATRIMÔNIO CULTURAL, São Carlos, SP. **Anais[...]** São Carlos, SP: São Carlos: IAU-USP, 2019.

CHEN, X.; KALAY, Y. E. Making a livable “place”: Content design in virtual environment. In: KALAY, Y. E.; KVAN, T.; AFFLECK, J. (Ed.). **New Heritage: new media and cultural heritage**. [s.l.] ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD, 2008. p. 207-221.

CUPERSCHMID, A. R. et al. **Casa de Vidro: BIM e Gestão do Patrimônio Histórico Arquitetônico**. p. 177-198, 2018.

CUPERSCHMID, A. R. M. Realidade Aumentada. In: BRAIDA, F. et al. (Ed.). **101 Conceitos de Arquitetura e Urbanismo na Era Digital**. 1. ed. São Paulo: ProBooks, 2016. p. 176-177. ISBN 9788561453503.

CURY, I. (org). **Cartas Patrimoniais**. 3a ed. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.

FEJÉRDY, T. The reconstruction of listed and unlisted historic buildings in the light of the guidelines set forth by the international documents [A muemlékek, történeti épületek rekonstrukciója a nemzetközi dokumentumokban megfogalmazott iránymutatások tükrében]. **Transsylvania Nostra**, n. 40, p. 2-15, 2016. ISSN 18425631.

FERREIRA, T. de A.; TIRELLO, R. A. Práticas de documentação e registro em laser scanning 3D em Monte Santo-BA, a cidade que abriga o “Altar do Sertão”. In: 3o Simpósio Científico do ICOMOS Brasil, Belo Horizonte. **Anais[...]** Belo Horizonte: 2019.

HANZL, M. Information technology as a tool for public participation in urban planning: a review of experiments and potentials. **Design Studies**, v. 28, n. 3, p. 289-307, 2007. ISSN 0142-694X. DOI <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.02.003>.

ICOMOS. **The ICOMOS Ename Charter**. [s.l: s.n.]. Disponível em: [https://www.icomos.org/charters/interpretation\\_e.pdf](https://www.icomos.org/charters/interpretation_e.pdf).

JERALD, J. **The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool, 2016. ISBN 978-1-97000-112-9.

KALKOFEN, D.; MENDEZ, E.; SCHMALSTIEG, D. Comprehensible Visualization for Augmented Reality. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 15, n. 2, p. 193–204, mar. 2009. ISSN 1077-2626. DOI 10.1109/TVCG.2008.96.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Development of an Educational Spatial Game using an Augmented Reality Authoring Tool. **International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications**, v. 3, p. 602–611, 2011. Disponível em: [http://www.mirlabs.org/ijcism/regular\\_papers\\_2011/Paper68.pdf](http://www.mirlabs.org/ijcism/regular_papers_2011/Paper68.pdf)

KIRNER, C.; SISCOUTO, R. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: KIRNER, C.; SISCOUTO, R. (Ed.). **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC (Sociedade Brasileira de Computação), 2007. p. 02–21. ISBN 85-7669-108-6.

NEAMTU, C.; BARCĂ, V.; BUNA, Z. Promoting and capitalizing on the vestiges from sarmizegetusa regia by modern multimedia methods [Promovarea și valorificarea vestigiilor de la Sarmizegetusa Regia prin metode multimedia moderne]. **Plural. History. Culture. Society**, v. 8, n. 1, p. 150–173, 2020. ISSN 23451262. DOI 10.37710/PLURAL.V8I1\_8.

RIMKUS, C. M. F. Avaliação da Aplicabilidade da Tecnologia de Realidade Aumentada na área do Patrimônio Arquitetônico. **GEINTEC**, v. 3/n.2, p. 70–80, 2013.

TEMPLIN, T.; POPIELARCZYK, D. The Use of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles in the Process of Building Models for Cultural Tourism, 3D Web and Augmented/Mixed Reality Applications. **SENSORS**, v. 20, n. 19, 2020. DOI 10.3390/s20195457.

TIRELLO, R.; COSTA, A. Questões sobre conservação do patrimônio arquitetônico moderno e a Vila Serra do Navio. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 8, p. 75, 2017. DOI 10.20396/parc.v8i2.8648299.

WANG, X. Exploring an Innovative Collaborative Design Space through Mixed Reality Boundaries. In: 2007 11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, **Anais[...]**abr. 2007. DOI 10.1109/CSCWD.2007.4281445.

WATRALL, E. Public heritage at scale: Building tools for authoring mobile digital heritage and archaeology experiences. **Journal of Community Archaeology and Heritage**, v. 5, n. 2, p. 114–127, 2018. ISSN 20518196. DOI 10.1080/20518196.2017.1334619.

WENDT, G. W. Tecnologias de interface humano-computacional: realidade virtual e novos caminhos para pesquisa. **Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)**, v. 38, p. 211–212, 2011. ISSN 0101-6083. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.p>