

**TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICADAS AO PATRIMÔNIO
HISTÓRICO E À EDUCAÇÃO PATRIMONIAL: UMA REVISÃO DA
LITERATURA**

**DIGITAL TECHNOLOGIES APPLIED TO HISTORICAL HERITAGE
AND HERITAGE EDUCATION: A LITERATURE REVIEW**

Recebimento do original: 05/06/2023
Aceitação para publicação: 06/07/2023

Jamile de Bastiani

Doutoranda em Design

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Avenida Oswaldo Aranha, 99, 6º andar, sala 607, Porto Alegre – RS,
CEP 90035-190

E-mail: jamiledebastiani@gmail.com

Eduardo Cardoso

Doutor em Design pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Avenida Oswaldo Aranha, 99, 6º andar, sala 607, Porto Alegre – RS,
CEP 90035-190

E-mail: 00146837@ufrgs.br

Léia Miotto Bruscato

Doutora em Arquitetura pela Universidad Politecnica de Cataluna

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Avenida Oswaldo Aranha, 99, 6º andar, sala 607, Porto Alegre – RS,
CEP 90035-190

E-mail: arq.leiab@gmail.com

Fábio Pinto da Silva

Doutor em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul (UFRGS)

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Avenida Oswaldo Aranha, 99, 6º andar, sala 607, Porto Alegre – RS,
CEP 90035-190

E-mail: fabio.silva@ufrgs.br

RESUMO: Este estudo trata de uma revisão de literatura sobre a utilização de tecnologias 3D, como a digitalização 3D, a fabricação digital e a realidade aumentada, com o intuito de difundir o conhecimento voltado a educação patrimonial. O estudo possibilitou conhecer diferentes trabalhos relacionados a temática e a partir deles, perceber a importância de como a tecnologia interfere na manutenção de bens históricos, na gestão e na valorização do patrimônio, podendo ser utilizada não somente por técnicos especializados, mas sim pela população em geral. Por fim, percebe-se que a educação patrimonial e as tecnologias 3D, atuando de forma conjunta, podem constituir uma potente ferramenta para o conhecimento e a disseminação do patrimônio histórico pela comunidade em geral, estimulando os sentidos e promovendo o sentimento de pertencimento por meio de novas formas de interação e engajamento.

PALAVRAS-CHAVE: Patrimônio Histórico, Educação Patrimonial, Tecnologias Digitais, Revisão da Literatura, Preservação do Patrimônio.

ABSTRACT: This study deals with a literature review on the use of 3D technologies, such as 3D scanning, digital fabrication and augmented reality, with the aim of disseminating knowledge focused on heritage education. The study made it possible to know different works related to the theme and from them, to perceive the importance of how technology interferes in the maintenance of historical assets, in the management and preservation of heritage, and can be used not only by specialized technicians, but by the population in general. Finally, it is clear that heritage education and 3D technologies, coexisting together, can be a powerful tool for knowledge and dissemination of historical heritage throughout the community in general, stimulating the senses and promoting a sense of belonging through of new forms of interaction and engagement.

KEYWORDS: Historical Heritage, Heritage Education, Digital Technologies, Literature Review, Heritage Preservation.

1. INTRODUÇÃO

A história e a cultura de um povo podem ser reconhecidas, entre outras coisas, por meio das edificações presentes na paisagem, entendidas como representações físicas da identidade da cidade e de seus habitantes. Levando em consideração essa afirmação, admite-se como objetivo deste estudo a revisão bibliográfica sobre a inserção da Tecnologia 3D em estudos do Patrimônio Histórico e da Educação Patrimonial.

A preservação das edificações que fazem parte da formação de determinado local pode garantir a conservação da sua memória, impedindo que elementos culturais, como tradições, costumes e até mesmo conhecimento técnico, percam-se com o passar dos anos, além de ser

um embasamento para que o poder público determine suas políticas urbanas na organização do espaço.

Por sua vez, a tecnologia 3D em arquitetura, entendida aqui como a digitalização e a fabricação digital, são ferramentas de larga utilização no mundo todo para salvaguardo do patrimônio físico. Sendo assim, a literatura estudada nesse artigo teve como objetivo demonstrar como a digitalização 3D aliada à fabricação digital podem ser aplicadas em edificações existentes, que possuem importância histórica e consequentemente, seus estudos difundidos através da educação patrimonial.

Para isso, realizou-se uma busca teórica referente ao histórico do patrimônio mundial, educação patrimonial e da tecnologia aplicada ao patrimônio edificado, constatando que a união desses dois extremos (o passado e o presente) pode proporcionar resultados eficientes no resgate da memória pela população. O referencial utilizado é uma forma de reconhecer a importância dos edifícios históricos e incentivar o conhecimento e à percepção dessas mesmas edificações pelas comunidades circundantes.

2. A HISTÓRIA DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E DA EDUCAÇÃO PATRIMONIAL

Do latim *patrimonium*, a palavra referia-se inicialmente aos bens de família e propriedades transmitidos por meio das gerações, reportando-se a herança (FIGUEIREDO, 1913). Para Chagas (1994, p.5) patrimônio compreende um conjunto de bens culturais que incide certa carga valorativa e Choay (2001) relata que o conceito de patrimônio, antes preso no tempo e espaço, requalificou-se por inúmeros adjetivos, como patrimônio histórico e patrimônio cultural, transformando-se em um conceito “nômade”.

O monumento histórico tem origem em Roma, por volta do ano de 1420, quando Martinho restabelece a sede do Papado na cidade devastada, em que as ruínas antigas têm por objetivo lembrar e enaltecer o passado fabuloso de Roma (CHOAY, 2001). Na antiguidade, os romanos já adotavam o critério de conservar os edifícios existentes nas suas ocupações de províncias, desde que eles tivessem uma função útil. Porém, quando considerados inúteis funcionalmente, mesmo com qualidades artísticas eram destruídos (FIORELLA, 2000, p. 2).

Hobsbawm e Ranger (2008) defendem que nas décadas logo após a Segunda Guerra Mundial, os novos ou velhos grupos sociais, ambientes e contextos sociais, estavam

incrivelmente transformados e “exigiam novos instrumentos que assegurassem ou expressassem identidade e coesão social, e que estruturassem relações sociais” (HOBSBAWM; RANGER, 2008, p. 271). Diante disso, Poulot (2009) afirma que o patrimônio deixa de ser passado uma vez que a sua finalidade consiste em “certificar a identidade e em afirmar valores, além da celebração de sentimentos, se necessário, contra a verdade histórica” (POULOT, 2009, p. 12).

Surgiram, então, as cartas patrimoniais, possuindo como objetivo o refino das informações dos documentos até este momento apresentados. Porém, desde o período pós-guerra, vários questionamentos sobre os problemas da sociedade surgem. Moura (2018) observa que muitos conceitos são revistos, devido à sequência de novas descobertas e paradigmas cada vez mais complexos. A ONU¹ definiu o que é patrimônio, para que todos os países pudessem seguir um padrão de conservação cultural:

Os monumentos. – Obras arquitetônicas, de escultura ou de pintura monumentais, elementos de estruturas de caráter arqueológico, inscrições, grutas e grupos de elementos com valor universal excepcional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência; Os conjuntos. – Grupos de construções isoladas ou reunidas que, em virtude da sua arquitetura, unidade ou integração na paisagem, tem valor universal excepcional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência; Os locais de interesse. – Obras do homem, ou obras conjugadas do homem e da natureza, e as zonas, incluindo os locais de interesse arqueológico, com um valor universal excepcional do ponto de vista histórico, estético, etnológico ou antropológico (UNESCO, 1972).

Moura (2018) ressalta que todas essas definições e ampliações de conceitos que seguiram principalmente aos efeitos causados após a Segunda Guerra Mundial tiveram como perspectiva identificar a multiplicidade do que é patrimônio, que expressa a “imagem da identidade humana” que se entendia a partir do “mais significativo ao mais insignificante, os lugares de cultos religiosos e os lugares da indústria, os testemunhos de um passado secular e os de um passado recente” (CHOAY, 2001, p. 240).

O termo educação patrimonial foi empregado pelo Instituto do Patrimônio Artístico e Nacional (IPHAN) apenas a partir dos anos 90. Seu uso também não é consensual, havendo quem prefira expressões como “educação para o patrimônio”, “patrimônio e educação” dentre

¹ Organização das Nações Unidas. Trata-se de uma organização internacional fundada em 1945 para intermediar as relações internacionais, harmonizar a ação das nações diante de objetivos comuns, atuar para o desenvolvimento mundial e garantir a paz.

outros (GIL; POSSAMAI, 2014). As práticas de Educação Patrimonial iniciaram no Brasil no século XIX (CHAGAS, 2006).

Scifoni (2017) alerta que o trabalho educativo que acontece dentro dos museus teve um avanço, porém a reflexão sobre Educação Patrimonial que se faz neste campo pode servir ao trabalho que se organiza em outros tipos de instituições tais como escolas, órgãos de preservação, secretarias de educação e cultura, empresas de consultoria em arqueologia e, mais ainda, quando se trata de movimentos populares ou organizações da sociedade civil.

A partir da criação da Coordenação de Educação Patrimonial do IPHAN (CEDUC) uma série de encontros e reflexões foram realizados e, no ano de 2014 produziu-se a publicação Educação Patrimonial: histórico, conceitos e processo, com a finalidade de estabelecer um marco institucional que “referencie as ações e experiências no âmbito da Educação Patrimonial, de forma a articular de maneira participativa as unidades do Iphan, outras instâncias governamentais e a sociedade civil como agentes de uma política com abrangência nacional” (Brasil, 2014, s/p). A partir desta publicação o Iphan hoje defende uma nova conceituação para Educação Patrimonial que:

constitui-se de todos os processos educativos formais e não formais que têm como foco o Patrimônio Cultural, apropriado socialmente como recurso para a compreensão sócio-histórica das referências culturais em todas as suas manifestações, a fim de colaborar para seu reconhecimento, sua valorização e preservação. Considera, ainda, que os processos educativos devem primar pela construção coletiva e democrática do conhecimento, por meio do diálogo permanente entre os agentes culturais e pela participação efetiva das comunidades detentoras e produtoras das referências culturais, onde convivem diversas noções de Patrimônio. (IPHAN, 2014, p. 19).

Para Florencio (2012), coordenadora da Educação Patrimonial no IPHAN, que muito além da divulgação, promoção e difusão do patrimônio cultural e dos conhecimentos institucionais acumulados no campo técnico da preservação, a Educação Patrimonial se mostraria, como possibilidade de construção de relações efetivas com as comunidades detentoras do patrimônio cultural. Biondo (2015) complementa que para Florencio (2012) a Educação Patrimonial deixaria de ser uma metodologia de conscientização da população, vindo a ser um campo ou área de atuação interdisciplinar “que visa o patrimônio enquanto um instrumento/recurso de reconhecimento e afirmação das referências culturais numa perspectiva social” (BIONDO, 2015, p. 56).

Cabe salientar que patrimônio é atemporal tendo em si múltiplos conceitos que não devem ser acabados, prontos, pois produzem novos significados dependendo de suas apropriações. Como diz Moura (2018, p. 38) “todo patrimônio é testemunho do valor cultural ou civilizacional e todo patrimônio contribui para que a identidade e memória coletiva de cada sociedade sejam construídas”.

A história demonstra que várias foram e são as tentativas de amparo por meio de legislações e Institutos tanto para o patrimônio edificado, quanto para o cultural, e como o Brasil é um Estado democrático de direito, é de sua responsabilidade garantir que exista justiça para que as condições de igualdade social e regional possam prevalecer sobre os privilégios individuais (SANTILLI, 2002). Assim, com o amparo da legislação, facilitar a todos o acesso à cultura e história, estimulando a busca pelo conhecimento, reconhecimento e valorização do passado para o aprendizado e preservação no futuro.

3. A DIGITALIZAÇÃO 3D, A FABRICAÇÃO DIGITAL E A REALIDADE AUMENTADA

A digitalização 3D é realizada geralmente por meio de uma varredura completa de determinada superfície para capturar dados, principalmente a posição de pontos pertencentes à superfície do objeto (nuvem de pontos) e à textura da superfície (CARDOSO *et al*, 2014). Essa tecnologia é utilizada como uma ferramenta de registro e documentação de grande precisão. Ela é utilizada para captação de objeto em três dimensões, permitindo através da ajuda de softwares obter detalhes tanto de superfícies e texturas quanto do interior do objeto, dependendo da tecnologia empregada. Através desses modelos podem ser realizadas medidas de desgastes, construção de moldes, análise de superfícies e etc (SILVA, 2011, p. 44).

Silva (2011) ainda destaca que após ser realizada a varredura da superfície de interesse, obtêm-se o mapeamento ponto a ponto da área. Como resultados, podem ser exportados arquivos com milhares de pontos descritos em coordenadas (X, Y e Z) chamados “nuvens de pontos” que após a manipulação computacional pode gerar superfícies tridimensionais. Esses modelos podem conter outras informações como cor (RGB), por exemplo.

Cardoso *et al* (2014, p. 446) explica que dentre as tecnologias tridimensionais usadas para coletar dados, elas podem ser classificadas como (I) Métodos com contato (mecânicos);

(II) Métodos sem contato (baseados em radiação), que podem ser ativos (emitem ondas, por ex. laser) ou passivos (fontes naturais, por ex. fotografia).

A digitalização 3D por triangulação a laser consiste em um sistema com um emissor laser e um detector óptico (geralmente uma câmera digital). O emissor projeta uma linha na superfície do objeto e o detector registra a variação dessa linha durante a varredura. A partir disso, o software calcula as coordenadas por meio de triangulação, emissor, detector e objeto. Podendo ser realizadas várias varreduras dependendo da complexidade do objeto (BERNARDINI, RUSHMEIER, 2002; PAVLIDIS et al., 2007; EBRAHIM, 2011; WEINMANN, KLEIN, 2015).

O processo a laser é mais preciso e é, em geral, rápido. Porém, óticamente, depende-se de alguns fatores, como opacidade e cor da superfície a ser escaneada. É adequado para objetos com grande quantidade de detalhes, independentemente de características de dureza, tendo em vista que não há um contato entre o instrumento e peça digitalizada (SILVA *et al.*, 2010). Segundo Sokovic (2005), a Digitalização Tridimensional a Laser é um método rápido e preciso no eixo Z, sendo também possível digitalizar materiais macios (que se deformem com o contato) ou até mesmo líquidos.

Silva (2011) afirma que os digitalizadores a laser já estão bem difundidos no mercado atual e a maioria usa câmera para obter a linha de intersecção com o objeto. Grande parte desses sistemas preocupa-se com a alta precisão o que os torna bastante onerosos. Cabe ressaltar ainda, que alguns sistemas a laser, não extraem informações de cor, portanto não apresentam resultados aceitáveis para determinados tipos de materiais com alto grau de refletância, por exemplo.

A solução de fotogrametria vem do Sistema de Informação Geográfica (SIG) campo, onde é usado para determinar a topografia de uma paisagem com base em fotografias aéreas. Para digitalizar um objeto desta forma, é necessário adquirir um número significativo de imagens de superfície (por exemplo, fotos tiradas com câmeras digitais comuns) cobrindo áreas sobrepostas. O software dedicado encontra pontos facilmente distinguíveis em cada imagem e, em seguida, combina os equivalentes em imagens diferentes. Nesta base, a posição desses pontos no espaço 3D pode ser determinada (KEŞIK et al., 2021).

McCarthy (2014) define que termo 'Fotogrametria de Imagens Múltiplas' 'pode ser usado para descrever uma abordagem desenvolvida mais recentemente para fotogrametria, onde

os pares estéreos não são mais o foco. Ao invés de conjuntos de dados maiores de imagens digitais sobrepostas de uma característica tirada de posições diferentes podem ser carregadas em um único lote no software capaz de calibração automática da câmera, correspondência de recursos e reconstrução de modelos tridimensionais densos complexos, com entrada manual mínima. Com a combinação certa de hardware e software, a fotogrametria de múltiplas imagens pode produzir modelos detalhados e precisos de topografia e objetos discretos ou monumentos. Como não está limitado a pares estéreo, também é capaz de modelar objetos mais complexos e não é necessário para manter uma distância conhecida do assunto.

Como prototipagem digital entendem-se todas as técnicas de manufatura aditiva (sobreposição de camadas), corte a laser, Computer Numeric Control - CNC (método substrativo) e corte com vinil, para a produção de maquetes em escalas reduzidas e protótipos em escala 1:1 (PUPO, 2009). Isto é, o conjunto das diversas tecnologias voltadas à fabricação de objetos físicos, partindo de dados provenientes de sistemas de projeto assistido por computador (DAC) ou *Computer Aided Design* (CAD), de maneira ágil.

Em suma, existem basicamente três maneiras pelas quais os objetos podem ser realizados com a produção automatizada. Pupo (2009) descreve o método subtrativo como caracterizado pelo desbaste do material com fresas, até que a peça desejada seja produzida, podendo ser utilizada em variedade de materiais em sua forma natural como a madeira e o poliuretano. O sistema formativo, que se assemelha a um molde versátil, com a capacidade de se adaptar a diferentes formas, como coberturas com vidro e aço.

Como terceiro sistema, o modo aditivo consiste na sobreposição de camadas de material, sucessivamente, até que o objeto tridimensional seja formado (VOLPATO et al., 2007). Geralmente, cada equipamento, de diferentes fabricantes e com a possibilidade de utilização de diversos materiais, possui seus próprios aplicativos, que basicamente têm a capacidade de ler os arquivos digitais 3D já elaborados por um software e de enviá-los para a máquina de impressão.

No que se refere a Realidade Aumentada, consiste na transposição de objetos virtuais no espaço físico do usuário, permitindo uma interação em tempo real, tornando mais sutil a relação de conteúdos digitais com o meio. Rimkus (2013), defende que a realidade aumentada possibilita visualizar o edifício, e compreender os usos e funções ao longo do tempo e também a sua interação com o meio urbano em que está inserido.

A Realidade virtual pode ser definida como um ambiente composto por simulações computacionais interativas que identificam o posicionamento do participante e suas ações, e permite uma ação desse indivíduo no meio em que está inserido, dando a sensação de estar totalmente imerso na simulação. Como um dos dispositivos que permitem essa experiência, cita-se o *head-mounted display* (HMD), uma espécie de capacete onde imagens gráficas são exibidas em uma tela ou um par de telas (uma para cada olho). Um sensor de rastreamento conectado à cabeça do participante informa ao sistema de computador o posicionamento do participante bem como a direção para onde está olhando (CANUTO; MOURA; SALGADO, 2016).

4. TECNOLOGIAS APLICADAS AO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E À EDUCAÇÃO PATRIMONIAL

No que se refere ao contexto internacional, Educação patrimonial ou como a pesquisa sugere “*Heritage Education*”, Mendoza-Garrido *et al.* (2021) entendem como um processo que permite as pessoas compreender e se apropriar de seus bens tangíveis e intangíveis. A tecnologia é uma ferramenta corriqueira no que se refere ao patrimônio histórico, porém vem se desenvolvendo cada vez mais frente à educação patrimonial.

Atualmente, principalmente a documentação patrimonial “extrapola a dimensão do suporte em direção à informação, distanciando-se de seu suporte físico comumente o papel e o livro, e abre caminho para a formação da memória da humanidade, independente dos formatos e suportes em que são registrados” (MEDEIROS; SILVA, 2020). Percebe-se dessa forma, que várias são as tecnologias empregadas não somente na documentação patrimonial, mas também no salvaguardo do patrimônio, restaurações, requalificações e educação patrimonial.

Montusiewicz *et al.* (2021) defendem que o desenvolvimento tecnológico na área da tecnologia de informação levou ao desenvolvimento de sistemas de um lado e com ampla recepção digital pela sociedade, de outro. Na era do acesso universal à internet e o fato da população ter computadores e dispositivos móveis com grande possibilidade de armazenamento e processamento de dados, surgiu um amplo mercado para destinatários de informações digitais sobre patrimônio.

Instituições voltadas ao patrimônio cultural vêm se beneficiando cada vez mais das tecnologias, principalmente das digitalizações em 3D no estudo dos objetos (históricos e arqueológicos), na documentação e catalogação, na preservação, restauração (GUARNIERI; PIROTTI; VETTORE, 2010) e em atividade de ensino (MCCARTHY, 2014).

Antigamente, os primeiros registros do patrimônio histórico iniciaram por meio da fotografia. Anteriormente a esse fato, a documentação só era possível com o ser humano, através de esboços, pinturas ou descrições verbais. Com a criação da fotografia, o registro passou a funcionar de forma mais automatizada, com uma grande quantidade de volumes que funcionam hoje como memória (MONTUSIEWICZ et al., 2021).

Um exemplo da utilização da tecnologia em conjunto ao patrimônio histórico é o apresentado por Montusiewicz *et al.* (2021). Os autores perceberam através de uma análise de fotos, que 70% das fotos da Ásia Central, que hoje documentam bens históricos mostravam pessoas com seus trajes. Tal consideração instigou a pesquisa demonstrada no estudo dos autores acima, em que utilizam de ferramentas digitais para preservar trajes históricos e permitir que sejam manipulados sem danos. A pesquisa bibliográfica exibida por Montusiewicz *et al.* (2021) ainda comprova que na maioria das vezes, a digitalização ocorre de forma conjunta com a fotogrametria. Uma conclusão interessante referente a toda pesquisa referencial realizada neste estudo é a falta de trabalhos que utilizam a digitalização 3D, além da não utilização de todo o potencial que o uso de Scanners pode proporcionar.

O uso da digitalização 3D também pode ser utilizado em pinturas. Os autores Elkhuzen et al. (2019) relatam que os avanços tecnológicos não invasivos permitem a documentação e visualização em formato 3D. Estudar a topografia de uma pintura é necessário para que um conservador possa documentar e resolver problemas que podem ser causados por envelhecimento natural, mudanças químicas, influências ambientais, tratamentos de conservação e até mesmo acidentes de transporte ou manuseio (ELKHUIZEN et al. 2019).

Tratando-se de espaços urbanos, os autores Dong, Zhang e Zhu (2020) utilizaram da digitalização 3D e posteriormente a impressão 3D para auxiliar na restauração e proteção de mudanças naturais e/ou feitas pelo homem nos jardins ornamentais chineses clássicos, que fazem parte do Patrimônio Cultural da China. E Shih, Diao e Chen (2020) utilizam a digitalização 3D em uma das mais antigas ruas de Taiwan com o objetivo de alimentar o turismo cultural com a experiência do que é novo em conjunto com os velhos elementos. Para isso, foi

utilizado no estudo um sistema de turismo de realidade aumentada, desenvolvido para smartphone com um modelo de digitalização 3D para facilitar a representação de um tecido urbano e suas relações culturais existentes.

Estudos relacionados a documentação digital estão acontecendo com cada vez mais frequência, a fotogrametria está sendo utilizada como uma ferramenta importante na criação de um acervo digital no país, com o objetivo documentar o estado anterior a intervenções, descrevendo o processo de documentação patrimonial e utilizando como recurso técnicas fotogramétricas mistas (RODRIGUES, AGOSTINHO; 2020).

A tragédia do Museu Nacional, no dia 02 de setembro de 2018, demonstra a importância de um acervo digital, pois somente a partir que foi possível a investigação de estratégias de digitalização e de restauração digital, de utilização de tecnologias sociais para recomposição e divulgação do patrimônio, além de estratégias que envolvem experiências virtuais de museu. Os autores ainda complementam que “o processo de digitalização viabiliza a construção de réplicas fidedignas dos objetos museológicos para estudo, mediação cultural ou reposição de acervo perdido, tornando possível que as próximas gerações tenham acesso a ele” (MOTTA, SILVA; 2020, p. 8). Outro ponto que deve ser considerado está relacionado às peças resgatadas, para que se possa compará-las com as imagens obtidas antes do incêndio, analisando os danos que sofreram, para dar suporte ao processo de restauração.

A fotogrametria torna-se cada vez mais uma ferramenta amplamente difundida em meio ao patrimônio histórico, exemplo disso, é o estudo de Alencastro *et al* (2018) que buscaram alternativas para tornar a digitalização 3D mais acessível em museus a um investimento reduzido. Baseado no faça-você-mesmo utilizaram experimentos mostrando que a fotogrametria apresenta resultados satisfatórios (ALENCASTRO *et al*, 2018, p. 438) e que no final ainda puderam ser fabricados e impressos em 3D. Como resultados, além do custo, uma vez que com a disseminação cada vez maior principalmente dos smartphones a fotografia torna-se cada mais popular (ALENCASTRO *et al*, 2018, p. 438).

Em tempos em que a disseminação de conhecimento nunca foi tão facilitada, Ackerman e Gleka (2017) apresentam uma oportunidade inovadora para profissionais de preservação para criar novos caminhos para o engajamento público. O estudo discute as aplicações da fotogrametria, modelagem 3D e fabricação digital na reconstrução digital da fazenda Weld, de um espaço que mudou drasticamente quando passou de propriedade privada para parque

público. Combinando arquivo existente com métodos de pesquisa e documentação de patrimônio com técnicas de representação digital a fim de contar a história de um lugar que já não existe mais.

A fabricação digital pode traduzir relatos históricos em uma variedade de formatos - escritos ou não - em representações interativas. Esse formato permite ao público visualizar uma parte da história de maneiras nunca ilustradas. Um exemplo disso é um esboço da propriedade, presumivelmente criado por um dos principais jardineiros da Weld. Este esboço, combinado com os relatos escritos coletados da propriedade, ganha vida no processo de fabricação digital, pois um visitante do museu pode ver em primeira mão onde os jardins estavam em relação à casa principal, casa de carruagem e vegetação natural encontrada no local (ACKERMAN; GLEKA, 2017).

Considerando-se as possibilidades de que as tecnologias digitais oferecem em termos de soluções inovadoras, estas podem ser organizadas de forma que podem servir como arquivamento e difusão do conhecimento. Além disso, está sendo possível inovar em termos de experiência e como esclarece Serain (2018) há uma renovação no relacionamento das pessoas com o patrimônio, por meio das tecnologias digitais. Altera-se a percepção sensorial e espaço-temporal em relação à materialidade dos objetos do patrimônio, instaurando novas leituras e possibilidades interpretativas (MOTTA; SILVA, 2020).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preservação dos bens culturais considerados como edificações de interesse histórico e cultural opera na intenção de conservar a memória de seu povo, como coletividade social. Soma-se a isso, que as edificações são as expressões materiais da sua cultura e história, que necessitam compreensão para serem valorizadas por meio da comunidade tanto de grandes centros quanto do interior.

A revisão da literatura demonstrou que existem muitos estudos em andamento utilizando tecnologias 3D, como a impressão 3D, fotogrametria e realidade aumentada para o salvaguardo do patrimônio histórico, tanto no que se refere a possibilidades de projetos de restauro, estudo dos objetos ou bens, educação patrimonial, reconstruções do passado, catalogação e divulgação em diversos meios através da internet.

O estudo de Gil-melitón e Lerma (2019) vem ao encontro do que o restante dos autores apresentados defende, que as técnicas 3D utilizadas, como a fotogrametria e realidade virtual, oferecem a oportunidade de valorizar peças relevantes e singulares dentro e fora dos museus. Tanto o patrimônio quanto a arqueologia virtual são pilares fundamentais para mergulhar no futuro da educação e do conhecimento.

Muitas são as possibilidades de utilização não somente das tecnologias 3D em conjunto com a valorização do patrimônio histórico. Vários estudos ao redor do mundo utilizaram vários métodos de digitalização, modelação, visualização e interação digital em conjunto com a materialização da forma em estudos com patrimônio edificado, tanto no que se refere a documentação, estudos técnicos, visualização ou educação patrimonial.

A arquitetura e o design podem ser considerados expressões materiais da cultura de um povo. O sentimento de identificação e pertencimento dos cidadãos tornam-se evidentes pela relação social e emocional estabelecida entre as pessoas e às edificações. É por isso, que a educação patrimonial e as tecnologias 3D, atuando de forma conjunta, podem constituir uma potente ferramenta para o conhecimento e a disseminação do patrimônio histórico pela comunidade em geral, estimulando os sentidos e promovendo o sentimento de pertencimento por meio de novas formas de interação e engajamento.

Barrile *et al* (2019) resume o contexto deste estudo quando complementam que a aquisição e uso de sistemas de modelagem 3D está avançando seu papel na gestão e valorização do patrimônio cultural. As novas tecnologias utilizadas para disseminar informações e valorizar o patrimônio cultural são aliados a técnicas tradicionais, que se complementam, fazendo compartilhar o grande conhecimento mantido nos espaços culturais de forma mais fácil e agradável. Porém, ressalta-se que estudos referentes à difusão de conhecimento em websites e aplicativos ainda tem muito a evoluir, principalmente considerando a facilidade de acesso da população em geral a essas tecnologias a rapidez no lançamento de atualizações por parte de empresas líderes do mercado.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, Aidan; GLEKAS, Eleni. Digital capture and fabrication tools for interpretation of Historic Sites. In: INTERNATIONAL CIPA SYMPOSIUM, 26., 2017, Ottawa, Canadá. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. [S.L.]: Copernicus GmbH, 2017. p. 107-114.
- ALENCASTRO, Yvana Oliveira *et al.* Ferramentas de digitalização 3D faça-você-mesmo na preservação do patrimônio cultural. **Interações (Campo Grande)**, [S.L.], p. 435-448, 5 jul. 2019.
- ATKINSON, K. B. Close Range Photogrammetry and Machine Vision. **Whittles Publishing**. 384p., 1996.
- AZEVEDO, S. A. K. *et al.* Processos de Digitalização 3D e prototipagem física utilizados no Laboratório de processamento de Imagem digital do Museu Nacional/ UFRJ. In: IV Congresso Latino Americano Paleontologia de Vertebrados, 2011, San Juan - Argentina. **Anais do IV Congresso Latino Americano Paleontologia de Vertebrados**, San Juan – Argentina, 2011.
- BARRILE, Vincenzo *et al.* Geomatics Techniques for Cultural Heritage Dissemination in Augmented Reality: bronzi di riace case study. **Heritage**, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 2243-2254, 29 jul. 2019.
- BERNARDINI, Fausto; RUSHMEIER, Holly. The 3D Model Acquisition Pipeline. **Computer Graphics Forum**, Blackwell Publishers. v.21, p. 149–172. 2002.
- BIONDO, Fernanda G. **Desafios da Educação no Campo do Patrimônio Cultural: Casas do Patrimônio e Redes de Ações Educativas**. Dissertação (Mestrado em Preservação do Patrimônio Cultural) – IPHAN, Rio de Janeiro, 2015.
- CANUTO, Cristiane Lopes; MOURA, Larissa Ribeiro de; SALGADO, Mônica Santos. Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 4, p. 252-264, dez. 2016.
- CARDOSO, Eduardo *et al.* Tecnologias Tridimensionais para Acessibilidade em Museus. In: XVII CONGRESSO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 17, 2013, Valparaíso. **Anais [...]**. Valparaíso, Chile: Blucher Design *Proceedings*, 2014. v. 1, p. 444-448.
- CHAGAS, Mário. Em busca do documento perdido: a problemática da construção teórica na área da documentação. **Cadernos de Sociomuseologia**, Lisboa, v. 2, n. 2, p. 29-47, maio 1994.
- CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio**. São Paulo: Estação Liberdade: Editora Unesp, 2001.
- DONG, Qianli; ZHANG, Qingping; ZHU, Lingxi. 3D scanning, modeling, and printing of Chinese classical garden rockeries: zhanyuan’s south rockery. **Heritage Science**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 01-12, 27 jun. 2020.
- EBRAHIM, Mostafa A-B. 3d laser scanners: history, applications, and future. **Unpublished**, [S.L.], p. 1-100, 01 jan. 2014. Unpublished. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/267037683_3D_LASER_SCANNERS_HISTORY_APPLICATIONS_AND_FUTURE. Acesso em: 05 maio 2019.

ELKHUIZEN, Willemijn S. *et al.* Comparison of three 3D scanning techniques for paintings, as applied to Vermeer's 'Girl with a Pearl Earring'. **Heritage Science**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 01-22, 4 nov. 2019.

FIGUEIREDO, Candido de. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. Portugal: Distributed Proofreaders, 1913.

FIORELLA, Caldera G. **Necessidad de protección jurídica del patrimonio cultural tangible en Bolivia**. 2000. 58f. Dissertação (Mestrado) – Universidad Católica de San Pablo. Unidad Académica Cochabamba, 2000.

FLORÊNCIO, Sônia R. R. Educação Patrimonial: um processo de mediação. In: TOLENTINO, Átila Bezerra (org.). **Educação Patrimonial: reflexões e práticas**. João Pessoa: Superintendência do Iphan na Paraíba, 2012.

GIL, Carmem Zeli de Vargas; POSSAMAI, Zita Rosane. **Educação Patrimonial: percursos, concepções e apropriações**. MOUSEION, Canoas, n. 19, dez. 2014.

GIL-MELITÓN, Margot; LERMA, José Luis. Patrimonio histórico militar: digitalización 3d de la espada nazarí atribuida a ali atar. **Virtual Archaeology Review**, [S.L.], v. 10, n. 20, p. 52, 28 jan. 2019. Universitat Politecnica de Valencia.

GUARNIERI, Alberto; PIROTTI, Francesco; VETTORE, Antonio. Cultural heritage interactive 3D models on the web: An approach using open source and free software. **Journal of Cultural Heritage**, v. 11, p. 350-353, 2010.

HOBBSAWM, Eric J.; RANGER, Terence. **A invenção das tradições**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

INT – Instituto Nacional e Tecnologia. **Múmias e dinossauros do Museu Nacional são digitalizados com tecnologia do INT**. 12 de Jun. de 2009. Disponível: <http://www.int.gov.br/noticias/1349-mumias-e-dinossauros-do-museu-nacional-sao-digitalizados-com-tecnologia-do-int> Acesso em: 04 mai. 2021.

IOANNIDIS, C. *et al.* A web-based platform for management and visualization of geometric documentation products of cultural heritage sites. In: XXIV ISPRS CONGRESS, 24., 2021. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. [S.L.]: Copernicus GmbH, 2021. p. 113-120.

IPHAN (Brasil). **Educação Patrimonial: histórico, conceitos e processos**. Histórico, conceitos e processos. 2014. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Educacao_Patrimonial.pdf. Acesso em: 05 maio 2019.

KĘSIK, Jacek *et al.* Documenting the geometry of large architectural monuments using 3D scanning – the case of the dome of the Golden Mosque of the Tillya-Kori Madrasah in

Samarkand. **Digital Applications In Archaeology And Cultural Heritage**, [S.L.], v. 22, p. 1-11, set. 2021.

MCCARTHY, John. Multi-image photogrammetry as a practical tool for cultural heritage survey and community engagement. In **Journal of Archaeological Science**. v. 43, 2014, p. 175-185.

MEDEIROS, Arthur Thiago Thamy; SILVA, Fábio Pinto da. Registro e Documentação dos ladrilhos hidráulicos do Paço Municipal - RS. **Mnemosine**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 124-134, jul./dez. 2020.

MENDOZA-GARRIDO, Raynel *et al.* Heritage education experience supported in augmented reality. **Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia**, [s. l], v. 99, p. 52-62, abr./jun. 2021.

MONTUSIEWICZ, Jerzy *et al.* Structured-light 3D scanning of exhibited historical clothing: a first-ever methodical trial and its results. **Heritage Science**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 01-20, 15 jun. 2021.

MOURA, Milene Rosa de Almeida. **InfoMinerva**: interface do usuário para sistemas de software do domínio de patrimônio histórico. 2018. 283 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

MOTTA, Fernanda Miranda de Vasconcellos; SILVA, Ronaldo André Rodrigues da. A adoção de tecnologias digitais na reconstrução do patrimônio: relato da experiência do museu nacional, brasil. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 30, n. 2, p. 01-16, abr./jun. 2020.

PAVLIDIS, George *et al.* Methods for 3D digitization of Cultural Heritage. **Journal Of Cultural Heritage**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 93-98, jan. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2006.10.007>.

POULOT, Dominique. **Uma história do patrimônio no Ocidente, séculos XVIII-XIX**: do monumento aos valores. São Paulo: Estação Liberdade, 2009.

RIMKUS, Carla Maria Furuno. Realidade aumentada como experimento pedagógico na educação patrimonial. Revista Edapeci, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 485-496, 30 dez. 2013. **Revista EDAPECI**. <http://dx.doi.org/10.29276/redapeci.2013.13.31847.485-496>.

RODRIGUES, Rosemary Lopes; AGOSTINHO, Carlos Jacinto. Documentação digital do patrimônio arquitetônico: a igreja Nossa Senhora Mãe dos Homens - Coqueiro Seco/AL. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v.15, n.1, p.26-41, jan.2020.

PUPO, Regiane. T. **Inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura**. 2009. 259 fls. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2009.

SANTILLI, J. Patrimônio imaterial: proteção jurídica da cultura brasileira. In: III Seminário Internacional de Direito Ambiental. **Cadernos do CEJ**, Brasília, v. 21, 2002.

SCHENK, Toni. **Introduction to photogrammetry**. Columbus: The Ohio State University. 2005. 95p

SCIFONI, Simone. Desafios para uma nova educação patrimonial. **Revista Teias**, [s. l], v. 18, n. 48, p. 01-15, jan./mar. 2017.

SERAIN, Clément. The sensitive perception of cultural heritage's materiality through digital technologies. **Studies in Digital Heritage**. Vol. 2, no. 1, 2018.

SHIH, Naai-Jung; DIAO, Pei-Huang; CHEN, Yi. ARTS, an AR Tourism System, for the Integration of 3D Scanning and Smartphone AR in Cultural Heritage Tourism and Pedagogy. **Sensors**, [S.L.], v. 19, n. 17, p. 3725, 28 ago. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s19173725>.

SILVA, Fabio Pinto da *et al.* A Digitalização Tridimensional Móvel e sua aplicação no Design de Produto. **Design & Tecnologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 60-65, jan. 2010.

SILVA, Fábio Pinto da. **Usinagem de espumas de poliuretano e digitalização tridimensional para fabricação de assentos personalizados para pessoas com deficiência**. Porto Alegre: 2011. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia, Minas, Metalúrgica e Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SOKOVIV, Mirko. RE (reverse engineering) as necessary phase by rapid product development. **Journal of Materials Processing Technology**, 2005.

TOMMASELLI, Antonio Maria Garcia *et al.* Fotogrametria: aplicações a curta distância. In: Meneguetti Jr, M., Alves, N. (organizadores). *FCT 40 anos, Perfil científico – educacional*. Presidente Prudente: UNESP, 1999, p. 147-59.

UNESCO. **Convenção sobre a proteção do patrimônio cultural e natural**. Paris: UNESCO, 1972.

VOLPATO, Neri. *et al.* **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

YASTIKLI, Naci. Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. **Journal of Cultural Heritage**, v. 8, n. 4, p. 423-427, 2007.

WEINMANN, M.; KLEIN, R. Advances in geometry and reflectance acquisition (course notes). In: SIGGRAPH. *Asia 2015 Courses*. New York: ACM, 2015, 71p. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2818143.2818165>>. Acesso em: jan. de 2023.