



DIGITAL HERITAGE: A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TICS PARA A DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO MATERIAL IMÓVEL NO BRASIL SEGUNDO PESQUISAS MAIS RECENTES

ARAUJO, ANA PAULA R. (1)

1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Departamento de Arquitetura e Urbanismo
BR 465 km 7, Instituto de Tecnologia Cidade Universitária. Seropédica, RJ. CEP: 23.851-970
E-mail: ana.r.araujo@gmail.com e anaaraujo@ufrj.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta parte da pesquisa “O estado da arte da aplicação de Tecnologias digitais na documentação do patrimônio material imóvel no Brasil e no exterior. Neste artigo apresenta-se o levantamento do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs para o levantamento, digitalização, sistematização da informação e divulgação dos conhecimentos construídos sobre bens culturais imóveis divulgados nos principais eventos científicos nacionais ocorridos recentemente. No Seminário Ibero-americano Arquitetura e Documentação (2013, 2015) foram pesquisados 18 artigos do universo de 335 trabalhos apresentados. No Congresso Ibero-americano de Gráfica Digital - SIGRADI (2015 e 2016) foram pesquisados 15 artigos de um total de 271 trabalhos publicados e no Encontro da Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção - TIC (2015) foram pesquisados 04 artigos de um universo de 214. Pretende-se posteriormente, dar continuidade a pesquisa buscando compreender o alcance e os desafios do uso das TICs âmbito nacional comparado com os resultados das pesquisas em âmbito internacional.

Palavras-chave: Documentação digital; Documentação do patrimônio Arquitetônico; Patrimônio Digital; Modelagem das Informações do patrimônio edificado.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os dados parciais da pesquisa “O estado da arte da aplicação de Tecnologias digitais na documentação do patrimônio material imóvel no Brasil e no exterior” do grupo de pesquisa NUPAM - Núcleo de Patrimônio, Arquitetura e Memória Fluminense do Programa de Pós-Graduação Patrimônio Cultura e Sociedade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Trata do levantamento, catalogação, organização e disponibilização de informações para subsidiar o ensino, a pesquisa, os projetos de intervenção e de conservação que subsidiam as políticas públicas de proteção e conservação de bens culturais materiais.

O objetivo principal desta pesquisa é identificar na produção acadêmica brasileira mais recente, a aplicabilidade das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na documentação do patrimônio material, seja em inventários, no ensino, na pesquisa, na extensão e na educação patrimonial. As tecnologias digitais são cada vez mais importantes nas pesquisas em artes e humanidades uma vez que aprimoram os métodos de captura e análise das informações, de representação por meio de desenhos, da modelagem 3D e impressão digital e da gestão de informações e disseminação de conhecimentos sobre o patrimônio cultural.

Foram selecionados 18 artigos (6%) do total de 335 trabalhos publicados no Seminário Ibero-americano Arquitetura e Documentação (2013 e 2015); 15 artigos (6%) de um universo de 271 trabalhos publicados no Congresso Ibero-americano de Gráfica Digital - SIGRADI (2015 e 2016) e 04 artigos (6%) de um universo de 70 trabalhos publicados no Encontro da Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção - TIC (2015).

O 3º Seminário Ibero-americano Arquitetura e Documentação trouxe grande contribuição para a pesquisa da documentação da arquitetura apresentando a Rede Latino-Americana de Acervos de Arquitetura e Urbanismo – RELARQ. A Rede pretende reunir acervos documentais a partir da cooperação entre instituições e disponibilização on-line de acesso público, além de difundir a metodologia de tratamento de acervos arquivísticos construídos por pesquisadores da UFMG e utilizar modernas tecnologias de informação. O 4º Seminário Ibero-americano Arquitetura e Documentação deu continuidade às pesquisas sobre a preservação documental dos arquivos de arquitetura.

O XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital 2015 promoveu debates sobre as aplicações e possibilidades de uso das tecnologias da gráfica digital e centrou no

tema da informação de projeto para interação. O XX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital 2016, por sua vez, abordou a temática “*Crowdthinking*” que revela como o pensamento transdisciplinar constrói a multiplicidade e a diversidade em problemáticas complexas por meio do trabalho colaborativo, das inteligências distribuídas e da investigação coletiva.

O VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação 2015 abordou a temática do BIM - *Building Information Modeling* e do CIM- *City Information Modeling* no âmbito das TICs para a melhoria dos processos de concepção, produção e gestão de edifícios e cidades.

Separamos as tecnologias digitais em nove grupos (1) fotografia digital; (2) Fotogrametria digital e escaneamento terrestre a laser; (3) Sistemas de Informação Geográfica; (4) Digitalização em Sistemas CAD e BIM/HBIM; (5) Realidade Aumentada; (6) Mídias Digitais; (7) Sistemas de Gestão da Informação; (8) Fabricação Digital e Prototipagem Rápida e (9) Jogos Digitais.

2. O UNIVERSO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO MATERIAL IMÓVEL

Com a Carta de Veneza de 1964 e a Carta de Londres de 2006 a documentação do Patrimônio Cultural passou a considerada fundamental nos trabalhos de conservação e restauração. Busca-se com as tecnologias digitais estabelecer princípios e métodos para documentar digitalmente de modo a se dar mais transparência e compartilhamento às informações.

Ressalta-se que as tecnologias da informação e comunicação vêm permitindo o estabelecimento de novos métodos para captura de dados, análises, apresentação e disseminação do patrimônio cultural, havendo um grande esforço pela comunidade acadêmica de se adotar soluções com custo reduzido e adequadas para cada situação.

2.1 Fotografia digital

Pode-se afirmar que a fotografia é a técnica que fundamenta as demais. Ela é muito utilizada para o registro dos bens em inventários e para a análise do estado de conservação. A fotografia digital também auxilia na aquisição de informações geométricas realizadas pela restituição na fotogrametria a curta distância e no registro de cores e texturas no escaneamento 3d. Deve primar pela clareza e legibilidade de informações que dependem do grau de definição ou nitidez dos traços, cores, texturas, do contraste entre claros e escuros,

luzes e sombras e da profundidade de campo de modo a ser possível o registro de pequenos e grandes objetos.

Copatti e Saad (2013) realizam um levantamento fotográfico com panorâmicas para a coleta de dados do estado de conservação. Rodrigues *et al* (2015) utilizam a sobreposição de fotografia como forma de registro histórico das modificações ocorridas nas paisagens urbanas e da dinâmica do espaço.

2.2 Fotogrametria Digital e Escaneamento 3D terrestre a laser - TLS

Na automatização do levantamento geométrico, a técnica da fotogrametria se popularizou na segunda metade do século XX, mesmo com o alto custo dos aparelhos e câmeras métricas e a necessidade de mão de obra especializada. Graças aos avanços tecnológicos, a tecnologia foi barateada pela utilização de máquinas fotográficas não métricas calibradas por softwares de processamento *open source*.

O TLS é utilizado isoladamente ou combinado à fotogrametria para que os levantamentos tenham precisão milimétrica. São recomendados para o levantamento de superfícies à curta e média distâncias contudo, capturam imagens fotográficas com baixa resolução. A tecnologia é muito indicada para objetos com grande complexidade geométrica e tem a vantagem de não necessitar de pós-processamento para geração do modelo de nuvem de pontos. Requerem condições específicas para aplicação, apresenta dificuldade para aquisição de informações de determinados tipos de superfícies, como as lisas e transparentes e os equipamentos e softwares para captura têm custo elevado.

Hirao *et al*, (2013) optaram utilizar a Fotogrametria Digital para identificação do patrimônio de Presidente Prudente-SP como subsídio ao acautelamento e estabelecimento de políticas de salvaguarda devido ao baixo custo comparada ao TLS. Utilizaram uma câmera digital com lente fixa com receptor GPS acoplado para aquisição de coordenadas geográficas. Utilizou o programa Photomodeler Scanner para calibração da câmera e para o processamento das fotografias que gerou um modelo 3D aramado. Este foi transformado em modelo de superfícies para aplicação das fotografias ortorretificadas como mapa de textura. Com os modelos 3D georreferenciados pretendem implantar um sistema de Informações Geográficas- SIG – utilizando-se um software *open source* GVSIG. A equipe relatou a necessidade de resolver o problema da oclusão na captura das fotografias das fachadas com a utilização de lente grande angular ou olho de peixe.

Bastian (2015a) comparou as técnicas digitais de baixo custo para o levantamento de edificações e elaboração de modelos geométricos com nível de detalhamento LoD2 (Biljecki, 2013) do centro histórico de Mucugê, Bahia. Utilizou a fotogrametria digital para a geração de desenhos das fachadas e gerou modelos 3D por meio das ortofotos geradas. Utilizou uma câmera fotográfica Nikon D300 e os softwares PhotoModeler Scanner, ContextCapture, My 3D Scanner, OrthoWare, Pacote Sphera, PTGui, PointsRecord, PANOPLAN e Google Sketchup.

Bastian (2015b) realizou experimento para a obtenção de modelo geométrico com nível de detalhe LoD1 a partir da integração de fotos convergentes com a fotogrametria esférica. Utilizou o padrão internacional CityGML e o programa Sketchup para a geração do modelo geométrico. A autora relata que a maior dificuldade encontrada foi na aplicação de textura nas coberturas devido ao posicionamento da câmera que privilegiou a documentação das fachadas.

Bastian (2016) utilizou fotografias panorâmicas para o levantamento por fotogrametria esférica e as restituiu por meio do módulo PANO. Concluiu que a utilização de fotografias panorâmicas apresentam maior facilidade na captura de detalhes, embora o processo de restituição seja mais lento.

Baish e Costa (2015) optaram pela construção de modelos geométricos a partir do levantamento das fachadas das edificações de interesse histórico-cultural em Salvador, Bahia. Utilizaram o aplicativo Autodesk 123D Catch por ser de fácil manuseio, com interface rápida e velocidade de processamento satisfatória quando utilizado em computadores. O processamento é realizado pelo desenvolvedor do aplicativo e o download do modelo pode ser feito em diferentes formatos, o que possibilita a manipulação do modelo em diferentes softwares de modelagem 3D e impressão digital.

Mendes *et al* (2015) compararam os softwares Autodesk 123D Catch e My 3D Scanner para o levantamento e obtenção do modelo de nuvem de pontos. O My 3D Scanner é um serviço online gratuito que permite pré-processamento de até 100 imagens para gerar uma nuvem de pontos que otimiza o tempo para execução da tarefa sem interferir no desempenho do computador do usuário. Em seguida, utilizaram o software MeshLab para gerar a malha texturizada. Observaram que os resultados obtidos pelos dois softwares são semelhantes, mesmo o primeiro software utilizar no máximo 70 imagens e o processamento ser mais rápido. O segundo não está mais disponível para acesso podendo ser substituído pelos softwares open source como o VisualSFM e o OpenMVG.

Silva *et al* (2016) consideram que o TLS é a solução que apresenta maior rapidez na documentação de edificações. Para o processamento do arquivo de nuvem de pontos foi utilizado a plataforma BIM, o Autodesk Revit para visualização do modelo e geração de animação do tipo passeio virtual. Para a simplificação da nuvem de pontos foi utilizado o software 3DReshaper 9.1 que, por não ser automático, exigiu muito esforço no processamento dos pontos para a geração das superfícies. A equipe conclui ser necessário estudar estratégias para a simplificação da malha que considerem o nível de resolução da tecnologia de impressão 3D empregada, para que não se perca informação ou que se descaracterize a geometria do objeto quando representada.

2.3 Sistemas de Informação Geográfica - SIG

O sensoriamento remoto é utilizado largamente na cartografia e auxilia o georreferenciamento dos bens para o estudo, planejamento e gestão de sítios históricos. Nesta tecnologia o registro fotográfico pode ser realizado por veículos aéreos não tripulados-VANTs do tipo RPA (*Remotely-Piloted Aircraft*) para imageamento e georreferenciamento possibilitando que os dados sejam utilizados em sistemas de geoprocessamento (SIG ou GIS - *Geographic Information System*) de modo que seja possível a integração e análise de dados georreferenciados de diferentes fontes e formatos.

Marinho e Oliveira (2015) utilizaram o Google Fusion Tables para o armazenamento, exibição e compartilhamento de informações constituindo um banco de dados com informações sobre o patrimônio edificado de Natal-RN. O aplicativo Google Street View foi utilizado para monitorar de modo mais ágil o estado de preservação e conservação de edificações inventariadas. O banco de dados foi constituído por fotografias, desenhos de arquitetura em CAD, perspectivas e digitalizações 3D, entrevistas gravadas com arquitetos, clientes, moradores e planilhas eletrônicas com informações sobre a edificação.

Yunes e Serejo (2015) buscaram meios de se realizar uma leitura em tempo real e em uma nova escala, das informações cadastrais pela sua visualização nos mapas de patrimônio histórico urbano de Florianópolis. Identificaram um conjunto de plataformas digitais capazes de democratizar o acesso à informação ao público e reforçar o valor do patrimônio. O site na web fruto da pesquisa tem como base o Google Maps e armazena informações em fichas cadastrais, fotografias, plantas e mapas. O aplicativo é útil pela interatividade, apresenta interface e layout amigáveis, facilidade na aquisição de dados, boa capacidade de processamento e representação de dados com diferentes formatos de arquivos (textos, gravuras, gráficos e números).

Santos *et al* (2015) buscaram demonstrar como algumas tecnologias que utilizam equipamentos, tais como GPS para geolocalização e georeferenciamento espacial, QR Code, Websites responsivos e Realidade Aumentada possibilitam uma melhor divulgação de informações acerca do patrimônio cultural devido a maior interação. Foram identificados vários aplicativos que auxiliaram na elaboração de um protótipo para a visualização de objetos arquitetônicos próximos à localização do usuário. Os objetos cadastrados estão geolocalizados por meio de suas coordenadas geográficas e foram representados em mapa.

2.4 Digitalização em sistema CAD e plataforma BIM/HBIM

Os sistemas CAD e a plataforma BIM/HBIM (Building Information Modeling / Heritage Building Information Modeling) são úteis na elaboração de desenhos bidimensionais e modelos tridimensionais a partir da digitalização de desenhos de arquitetura e urbanismo e/ou da aquisição de dados em levantamentos das edificações e sítios urbanos. A digitalização de informações possibilita o acesso aos dados antes somente acessíveis em documentos raros e/ou em péssimo estado de conservação para a reconstrução de artefatos, edificações e sítios que não existem mais. Auxiliam na elaboração de desenhos para estudos e documentação em inventários e de modelos 3D a serem utilizados em simulações, projetos de intervenção, monitoramento das condições físicas e divulgação em outras tecnologias como a Realidade Virtual e Aumentada.

Baracho *et al* (2015) discutem como a tecnologia BIM pode dar subsídios ao processo decisório sobre a interferências e restaurações em uma edificação. O objetivo é implementar, testar e validar os novos conceitos em relação a forma de compartilhar, armazenar e processar a informação contida na modelagem tridimensional. Os desenhos em CAD foram utilizados como base para a modelagem no Autodesk Revit.

Dezen-Kempton *et al* (2015) debateram sobre a integração de tecnologias híbridas (fotogrametria, TLS e BIM) para captura de dados precisos e detalhados (cf. OGC, 2012). e criação de modelos BIM no software Autodesk Revit. Os componentes (esquadrias, paredes, elementos estruturais) foram modelados em sobreposição ao modelo de nuvem de pontos importado e as famílias de componentes a partir da importação de arquivos em formato DXF gerados pela varredura a laser.

Paiva *et al* (2015) realizaram pesquisa teórica e empírica sobre a documentação da arquitetura moderna em Fortaleza. Por meio do HBIM, a equipe produziu modelos digitais reconstruindo os edifícios emblemáticos. Os modelos foram construídos com o software

Archicad da Graphisoft seguindo a lógica estrutural, as modulações, o padrão dos elementos construtivos (paredes, portas, janelas, coberturas). Possibilitaram a compreensão da concepção e construção das edificações, a simulação de soluções de intervenção, além de constituírem um guia da arquitetura modernista de Fortaleza e serem impressos digitalmente.

Cunha *et al* (2015) propuseram a modelagem em BIM do projeto da Vila Balbina do arquiteto Severiano Mario Porto partindo-se de desenhos em CAD devido ao alto custo de aluguel do equipamento scanner 3D e do deslocamento da equipe para levantamento *in loco*. Devido à complexidade geométrica da cobertura e suas aberturas, esta foi modelada no software Google Sketchup para posterior importação no Autodesk Revit. Observou-se também a dificuldade de intercâmbio de arquivos entre diferentes softwares, principalmente os que não recebem certificação da *BuildingSmart*.

Braga *et al* (2015) elaboraram uma reconstrução digital com acabamento fotorrealístico da ambiência da Praça Tiradentes localizada em Curitiba e seu entorno como era em 1940. Como método utilizaram ferramentas gráficas digitais de modelagem tridimensional (CAD) para recriação virtual das fachadas das edificações. Levantaram os dados dos edifícios que ainda permanecem por meio de fotos que foram ortorretificadas e utilizadas na modelagem. Detalhes foram reconstruídos com base em fotos da época e outros modelos de edificações foram utilizados a partir de pesquisa prévia. A modelagem 3D foi realizada no software Google Sketchup buscando-se modelar as geometrias imprescindíveis com aplicação das ortofotos como textura das superfícies. A vegetação, o mobiliário urbano, pavimentação e transportes foram mapeados por meio de fotos antigas e em pesquisas anteriores. O modelo foi renderizado em 3DSMax, Lumion e SU Podium.

Moura Filha (2015) realizou uma investigação sobre a arquitetura residencial de João Pessoa. Partiu da associação de mapas do século XVIII até a década de 1940 buscando identificar as residências que ainda existem. Realizou uma síntese gráfica com maquetes 3D estudando as modificações ocorridas. Para a modelagem digital utilizou o dimensionamento de lotes por meio de plantas cadastrais, fotografias para a composição das fachadas e imagens coletadas pelo Google Street View para comparação com o estado atual. Foi possível analisar as transformações ao longo do tempo sobre a organização espacial, implantação, programa de necessidades, volumetria, linguagem decorativa etc.

Tolentino (2016) propôs a criação de um sistema de cadastro e gestão do patrimônio utilizando o HBIM (Historic Building Information Modeling) como engenharia reversa. Partiu do levantamento das edificações por meio de fotogrametria e/ou escaneamento terrestre a

laser para a tradução dos dados em objetos paramétricos. O modelo geométrico foi elaborado no Autodesk Revit sendo representado considerando um alto nível de clareza e confiabilidade de acordo com diferentes níveis de detalhamento - LoD (OGC, 2012) e de desenvolvimento (AIA, 2013).

2.5 Realidade Aumentada-RA

A realidade virtual e a realidade aumentada têm um papel importante na educação patrimonial. Por meio de interfaces digitais, as tecnologias computacionais permitem uma interação mais natural do usuário com a realidade e ampliam a capacidade de avaliação das informações pela possibilidade de visão por múltiplos pontos de vista.

Na realidade virtual, a interação por movimentação pode proporcionar um passeio exploratório onde é possível que o usuário manipule e altere os objetos virtuais usando seus sentidos. Tornou-se mais popular a partir da década de 1990, contudo, por depender de muitos dispositivos para interação e desconforto do usuário em seu transporte ao ambiente virtual.

A realidade aumentada surgiu na mesma década e permite o enriquecimento do ambiente real com a sobreposição de informações textuais, de imagens, de objetos e de ambientes virtuais. A sobreposição do virtual ao real sem o uso de equipamentos específicos por meio de aplicações multimídias sem a necessidade de treinamento a torna mais abrangente e acessível.

Braga *et al* (2015) propôs o levantamento do cenário tecnológico e das principais ferramentas de Realidade Aumentada disponíveis aos pedestres à época das Copas de 1994 a 2014. Na avaliação das tecnologias disponíveis à época da Copa de 2014 buscaram as que contribuem para a divulgação dos bens arquitetônicos da cidade. Construíram um protótipo para um aplicativo em Realidade Aumentada destinado a adicionar informações sobre a arquitetura de Curitiba por meio de um mapa.

Medeiros e Paraizo (2015) analisam a experiência de visualização do Palácio Monroe, já demolido, por meio da Realidade Aumentada. Para proporcionar a experiência por meio da visualização de uma edificação demolida em sua localização original foi elaborado um modelo tridimensional no Google SketchUp, originalmente elaborado no Autodesk 3DSMax, para facilitar a manipulação e simplificação da geometria para que tivesse no máximo dez mil faces triangulares. Em seguida, foi inserido na plataforma gratuita Layar que georreferencia as camadas de informação e referenciado a uma URL do site Wordpress.

Como a precisão GPS da maioria dos smartphones é de 7,8m em média e a plataforma Layar não reconhece diferenças de altitude, o modelo não pode ser visualizado corretamente no espaço real.

Casimiro e Medeiros (2016) discutiram a mobilidade da experiência interativa no espaço urbano por meio de interfaces móveis. Propuseram a construção de um mapa digital com a plataforma Layar e Google MyMaps contendo todos os deslocamentos das obras de arte e o remapeamento das mesmas em seus locais de origem. Criaram uma cartografia interativa na plataforma Wordpress e utilizaram o plug-in FeedGeorge para publicação de conteúdo em realidade aumentada.

2.6 Mídias digitais

Silva *et al* (2013) relataram os desafios de utilizar mídias digitais para educação patrimonial. Para a divulgação da história e memória da cidade de João Pessoa a plataforma deve lançar mão de uma linguagem acessível de modo a entreter para que seja eficaz a educação patrimonial. Utilizaram uma plataforma web contendo recursos audiovisuais, jogos interativos e animações para o registro da dinâmica urbana e do patrimônio edificado.

Tavares e Ferreira (2013) debateram acerca do potencial de uso do registro audiovisual para apreender as mudanças na cidade e para contribuir na construção de uma consciência coletiva de preservação. O vídeo-documentário é utilizado como ferramenta para o registro oral dos testemunhos dos personagens que participaram na reconfiguração das residências modernistas e dos bairros.

Oliveira e Rodrigues (2015) relataram o processo de construção de uma plataforma web que reúne a documentação de edificações ícones da arquitetura de Natal-RN. Estas foram sistematizadas em um Sistema de Informação Geográfica-SIG para, posteriormente, serem veiculadas na plataforma web online Wix.com. As edificações podem ser localizadas através de um plug-in do Google Maps e pode-se navegar nas ruas por meio do Street View.

Nunes (2015) desenvolveu um aplicativo em hipermídia capaz de analisar e sintetizar informações a respeito de padrões de azulejaria do patrimônio arquitetônico de Pelotas-RS. O projeto LUZAZUL permite opções de ordenação das informações, oferecendo ao usuário contemplação, reflexão e aprendizado sobre as recorrências e o desenvolvimento da azulejaria como patrimônio.

2.7 Sistemas de Gestão da Informação

Os sistemas de gestão da Informação são capazes de reunir diferentes tipos de documentos. O trabalho de organização e sistematização de acervos documentais se inicia pela limpeza e higienização para o manuseio e arquivamento dos documentos. A digitalização e catalogação são necessárias observando-se o arranjo e classificação da documentação para que seja possível o gerenciamento do acervo e facilitação na busca de informações.

Silva e Muniz (2013) refletiram acerca dos conteúdos do acervo constituído por imagens geradas em viagens e do material consultado em arquivos como fotografias históricas e mapas. As fontes documentais constituíram um acervo que foi organizado por tipos de suporte. A manipulação e alimentação do acervo por várias pessoas demanda uma sistematização da informação. A equipe contou com o programa disponibilizado pela rede RELARQ para implementar a organização arquivística do banco de dados.

Viana e Martins (2015) apresentaram as possibilidades de utilização do Sistema ICA-AtoM no Núcleo de Pesquisa e Documentação - NPD da FAU/UFRJ como ferramenta de preservação dos documentos e difusão da informação de documentos de arquitetura e urbanismo. O sistema dá liberdade aos profissionais para ser aperfeiçoado de acordo com necessidades específicas.

Parisi *et al* (2015) digitalizaram jornais, revistas e fotografias que registram a memória histórico-cultural e arquitetônica de São José do Rio Pardo-SP. Analisaram as formas de arquivamento e catalogação das imagens e documentos originais desses acervos para que fosse possível chegar a um modelo de ficha de catalogação e a forma adequada de arquivamento do acervo original.

2.8 Fabricação digital e Prototipagem rápida

Sperling *et al* (2015) mapearam os laboratórios de fabricação digital orientados para a arquitetura e urbanismo na América do Sul. O levantamento revelou que dentre as diversas aplicações, 14 dos 31 laboratórios que responderam a pesquisa, fabricam objetos para arte e museologia e/ou aplicam o processo de fabricação para edificações históricas. Predominam os laboratórios que utilizam equipamentos de fabricação aditiva (impressoras 3D) e subtrativa (cortadora a laser, plotadora de recorte e fresadora CNC).

Bastiani e Pupo (2015) aplicam a tecnologia da Prototipagem Digital na informação e conscientização sobre a importância da preservação da história da cidade. A modelagem 3D

e a impressão digital de edifícios históricos são úteis para a visualização de detalhes, realizar testes de reconstituição e auxílio à restauração, reconstrução de obras tal qual foram concebidas, contribuir para o entretenimento, e melhor compreensão das qualidades culturais pelo público leigo. Foram utilizadas as ferramentas gráficas Autodesk AutoCAD para manipulação dos desenhos 2D e o Google Sketchup para os modelos 3D. Estes foram exportados para o formato STL (*Stereolithography*) pela cortadora a laser. Relataram que para a impressão dos modelos de 20x25x20cm foi necessário cerca de dez horas por peça para que pudessem ser montadas criando-se peças de 1,20m de altura.

2.9 Jogos Digitais

Vizioli *et al* (2015) buscaram evidenciar a potencialidade dos jogos digitais como elementos transmissores da cultura arquitetônica e educação patrimonial em São Carlos. Elaboraram um “jogo dos sete erros” com o software Autodesk *SketchBook Pro* para feitura das ilustrações e o *Adobe Photoshop CS6* para edição das fotografias. A programação do jogo foi feita no *GameSalad* beta v. 0.10.5 que está disponível gratuitamente, possui interface acessível e não exige aprofundamento em linguagem de programação.

Vilas Boas (2015) utilizou da plataforma de jogos digitais gratuita *Unreal Development Kit* para a construção de um simulador urbano capaz de tornar visível as transformações de espaços urbanos no Rio de Janeiro. Enfrentaram desafios na modelagem dos detalhes arquitetônicos complexos das edificações ecléticas e na reprodução dos mobiliários urbanos devido à dificuldade de visualização nas fotografias. Devido à dificuldade de programação, afirmaram a necessidade de haver participação de alunos dos cursos de ciência da informação, informática e matemática. Também foi relatada a dificuldade de compatibilização na construção dos modelos a partir de diferentes fontes documentais.

Crivelli e Vizioli (2016) objetivaram estimular o conhecimento sobre edifícios de valor arquitetônico, histórico e cultural de São Carlos-SP, por meio da manipulação de sistemas lúdicos interativos. O segundo jogo utilizou o software *GameSalad* para programação de modo que possa ser jogado em iPads. O terceiro jogo elaborado foi utilizado o programa *Stencyl* escolhido por ser de fácil aprendizado para iniciantes e possibilitar o uso em tablets. O jogo de quebra-cabeças utilizou a plataforma *Processing* que possui linguagem de programação para micro computadores e foi construído com base fotografias transformadas em desenhos com o auxílio do Autodesk Sketchbook como editor das fotografias e mesas digitalizadoras (*Cintiq*). Relataram dificuldades na codificação de diferentes sistemas

operacionais (IOS da Apple, Android/ da Google e Windows da Microsoft) utilizadas nos três jogos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos dizer que uma pequena parcela dos trabalhos selecionados nestes eventos científicos trataram com a devida relevância o uso das TICs na conservação do patrimônio. Dentre os 75 pesquisadores vinculados à 21 instituições (75/21) de ensino públicas e particulares brasileiras há maior concentração na região Sudeste: nas regiões Sudeste (43/11), Nordeste (19/6), Sul (14/4) e Centro-Oeste (1/1). Há maior recorrência de pesquisas sobre o uso da fotogrametria digital para o levantamento *as-built/as-is* de edificações.

Os Seminários Ibero-americanos Arquitetura e Documentação apresentaram maior variedade de estudos sobre as tecnologias, demonstrando sua relevância na divulgação das pesquisas no Brasil. Trouxeram grande contribuição aos estudos sobre Fotogrametria SIG e BIM. Nos Congressos SIGRADI, os trabalhos apresentaram a importância do uso das tecnologias da fabricação digital, da realidade aumentada e do HBIM na documentação do patrimônio. No Encontro TIC 2015 as pesquisas trouxeram grande contribuição na integração entre as tecnologias de levantamento como a fotogrametria e o TLS e a documentação com BIM e CIM.

Observou-se a necessidade de maior aprofundamento metodológico para a reaplicação das tecnologias indicando-se a necessidade de ampliação da pesquisa em teses e dissertações e pesquisas internacionais. Por haver uma grande variedade de softwares e tipos de equipamentos, é necessário identificar o potencial das aplicações gratuitas e especificar os equipamentos para o planejamento das pesquisas empíricas de campo.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIA - American Institute of Architects. *AIA Document G202-2013. Project Building Information Modeling Protocol Form*. AIA, 2013.

BAISH, Lucas Figueiredo; COSTA, Luis Gustavo Gonçalves. *Uso do Aplicativo Autodesk 123D Catch® para Coleta de Dados na Confecção de Objetos de Aprendizagem em Educação Patrimonial*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

BARACHO, Renata Maria Abrantes; PORTO, Marcelo Franco; BOTELHO, Bruno Rabelo Wenchenck. *Modelagem e gerenciamento da informação em edificações*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015,. v. 01. p. 01-12.

BASTIAN, A. V. *CityGML e fotogrametria digital na documentação arquitetônica: potencialidades e limitações*. In: 7º Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

BASTIAN, ANDREA V. *Construção de modelos geométricos numéricos de centros históricos*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015,. v. 01. p. 01-15.

BASTIAN, Andrea Verri. *Fotogrametria esférica: uma técnica de baixo custo para documentação arquitetônica*. In: SIGRADI, 2016, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2016, 2016.

BASTIANI, Jamile de; PUPO, Rejane. *Materializar para informar e conscientizar*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

BILJECKI, Ir. Filip. *The concept of level of detail in 3D city models*. PhD Research Proposal. GIST Report No. 62. Section GIS Technology. OTB Research Institute for the Built Environment. TU Delft. ISBN: 978-90-77029-36-7 ISSN: 1569-0245. Disponível em: <<http://www.gdmc.nl/publications/reports/GIST62.pdf>>

BRAGA, Gisele Pinna; QUADROS, Ana Luiza Zimmermann; RIGO, Vanessa Mayer. *A realidade aumentada como potencial divulgador dos bens culturais de uma cidade*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015,. v. 01. p. 01-25.

BRAGA, Gisele Pinna; PARIZ, Larissa; DALLABRIDA; Lucas; RIGO, Vanessa Mayer. *A recreação fotorrealística da Praça Tiradentes de 1940*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015,. v. 01. p. 01-18.

CASIMIRO, Giovanna Graziosi; MEDEIROS, Mariana Lima. *Cartografias expandidas: Realidade Aumentada e a exposição Memória da Amnésia*. In: SIGRADI, 2016, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2016, 2016.

COPATTI, Renata Pradebon; SAAD. *Denise de S. Mercado público de Itaquí - patrimônio histórico - uma análise do estado atual de conservação e diretrizes para sua preservação*. In: 3º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2013, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2013,. v. 01. p. 01-20.

CRIVELLI, Juliana de Mello; VIZIOLI, Simone Helena Tanoue. *Gamificação na educação patrimonial: Escola Álvaro Guião (SP-BR)*. In: SIGRADI, 2016, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2016, 2016.

CUNHA, M. A. B.; SANTOS, E.R.; SALGADO, M. S. *Reconstrução Digital Da Vila Balbina: preservando o projeto de Severiano Mario Porto*. In: 7º Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

DEZEN-KEMPTER, Eloisa; SOIBELMAN, Lucio; CHEN, Meida; MÜLLER, Alexandre V. F. *Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas*. In: 7º Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

HIRAO, Helio; TOMMASELLI, Antonio M. G.; FERNANDES, Deivis Augusto Nachif; RODRIGUES, Bruno C. G. *A documentação arquitetônica com imagens digitais e modelo tridimensional do centro histórico de Presidente Prudente-SP e o desenvolvimento de inventários arquitetônicos*. In: 3º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação,

2013, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2013, v. 01. p. 01-09.

MARINHO, Bárbara Rodrigues; OLIVEIRA, Maria Heloísa. *Monitorando as (más) intervenções no patrimônio edificado natalense: Imagens do passado x visões recentes*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015, v. 01. p. 01-16.

MENDES, Leticia Teixeira; GRIZ, Cristina; SEDREZ, Maycon. *O uso de Digitalização 3D em experiências de documentação digital de patrimônio histórico: o caso da Sede Social do Metropolitano Lisboa*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

MOURA FILHA, Maria Berthilde. *Documentando a arquitetura residencial da cidade de João Pessoa: entre o real e o digital*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015, v. 01. p. 01-17.

MUNIZ, Leonardo Oliveira; MARINO, Tiago Badre; SILVA, Jorge Xavier. *Geoinclusão: Sistemas de Informação Geográfica e Crowdfunding*. In: SIGRADI, 2016, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2016, 2016.

NUNES, João Fernando Igansi. *LUZAZUL: Metodologia de criação e gerenciamento de hipermídia para inclusão cultural e formação de público a serviço da AZULEJARIA NO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO Pelotas / RS*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

OGC - Open Geospatial Consortium. *OGC City Geographic Markup Language (CityGML) Encoding Standard*. 2012. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/citygml#downloads>>

OLIVEIRA, Maria Heloísa A.; RODRIGUES, Bárbara. *Site Ícones da arquitetura moderna natalense: Divulgando o Acervo Iconográfico em Plataforma Digital*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015, v. 01. p. 01-16.

PAIVA, Ricardo; DIÓGENES, Beatriz; CARDOSO, Daniel. "Futuro do Pretérito": BIM e Documentação Digital da Arquitetura Moderna em Fortaleza. In: 7º Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7, 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

PARAIZO, Rodrigo Cury; MEDEIROS, Mariana Lima. *Palácio Monroe em realidade aumentada: experiência patrimonial de um território informacional*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

PARISI, Rosana S.; PENNA, Fernanda S.; RODRIGUES, Maria C. *Preservação, memória e digitalização: Estratégias para os 150 anos de São José do Rio Pardo-SP*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015, v. 01. p. 01-13.

RODRIGUES, Rita L.; GARCIA, Luiz H. A. ; RIVERO, Elena L. ; VEIGA, João M. *Enquadramentos da apropriação do espaço urbano: Fotografia como ferramenta de documentação e pesquisa das temporalidades histórias do patrimônio e do urbanismo*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015, v. 01. p. 01-19.

SANTOS, Christiano B.; BARACHO, Renata M. A. ; BARBOSA, Cátia R.; PORTO, Marcelo F. *Proposta de uso de tecnologias de informação e comunicação na divulgação de objetos arquitetônicos*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo

Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015,. v. 01. p. 01-21.

SILVA, Anne Camila Cesar; VON SZILAGYI, Emmanuel B.; MOURA FILHA, Maria Berthilde de Barros Lima; CAVALCANTI FILHO, Ivan. *Um novo olhar sobre o patrimônio histórico: preservando a memória, divulgando a cultura, através das novas mídias digitais*. In: 3º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2013, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2013,. v. 01. p. 01-13.

SILVA, Adriane Borda Almeida da; SILVEIRA, Diego Sacco; MEDINA, Alex; VECCHIA, Luisa Félix Dalla. *Pontos (de vista) sobre o patrimônio: entre o escaneamento e a fotogrametria*. In: SIGRADI, 2016, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2016, 2016.

SILVA, Maria Angelica; MUNIZ, Bianca Machado. *A tarefa de arquivar: Os desafios na organização dos materiais imagéticos do Grupo de Pesquisa Estudos da Paisagem*. In: 3º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2013, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2013,. v. 01. p. 01-16.

SPERLING, David.M.; CELANI, Gabriela; HERRERA, Pablo C.; SCHEEREN, Rodrigo. *Fabricação digital na América do Sul: um mapeamento de linhas de ação a partir da arquitetura e urbanismo*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

TAVARES, Frederico Augusto Luna; FERREIRA, Angela L. *O audiovisual na história da arquitetura e no resgate da memória, da identidade e do patrimônio Uma abordagem teórico-metodológica*. In: 3º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2013, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2013,. v. 01. p. 01-15.

TOLENTINO, Mônica Martins Andrade. *A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico*. In: SIGRADI, 2016, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2016, 2016.

VIANA, Claudio Muniz. MARTINS, Elizabete Rodrigues de Campos. *Usos, possibilidades e desafios: Ferramentas de descrição e acesso em arquivos de arquitetura, urbanismo e engenharia*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015,. v. 01. p. 01-20.

VILAS BOAS, Naylor. *Simuladores Urbanos Digitais: Representação e Interação com a História das Cidades*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

VIZIOLI, Simone Helena T. ANTIQUEIRA, Renan L.; ANTIQUEIRA, Kauê de M. *O Jogo e o Desenho digitais no Ensino da Educação Patrimonial*. In: SIGRADI, 2015, Florianópolis. Proceedings of SIGRADI 2015, 2015.

YUNES, GILBERTO S.; SEREJO, HENRIQUE C. *Cartografia digital do patrimônio arquitetônico moderno em Florianópolis*. In: 4º Seminário Ibero-americano: Arquitetura e Documentação, 2015, Belo Horizonte. Anais... Anais e Caderno de Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 2015,. v. 01. p. 01-20.