



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIA E GERENCIAMENTO DE OBRAS

ROBERTO BRITO VELAME JÚNIOR

**TECNOLOGIAS DIGITAIS DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA
CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO NO PROJETO DE RESTAURO DE
EDIFICAÇÕES**

SALVADOR-BA
2016

ROBERTO BRITO VELAME JÚNIOR

**TECNOLOGIAS DIGITAIS DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA
CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO NO PROJETO DE RESTAURO DE
EDIFICAÇÕES**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Tecnologia e Gerenciamento de Obras, da Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Gerenciamento de Obras.

Orientadora: Prof.^a Carla Carvalho Simões.

SALVADOR-BA

2016

Revisado em 04.10.2016

TECNOLOGIAS DIGITAIS DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO NO PROJETO DE RESTAURO DE EDIFICAÇÕES

Roberto Brito Velame Júnior¹

RESUMO

Este artigo analisa o uso de tecnologias digitais de modelagem da informação da construção como metodologia de projeto de restauro, suas condicionantes e características. Discute a relevância dessas ferramentas como elemento de controle, organização e processo, com base em princípios de racionalidade projetual e construtiva. O trabalho intenta a melhoria na qualidade do processo de projeto de restauro do patrimônio histórico, visto a sua relevância para o contexto sócio-cultural. Para a elaboração do artigo realizou-se uma revisão de literatura dividida em duas etapas: a primeira relacionada a restauro e patrimônio histórico/arquitetônico e a seguinte relacionada a tecnologias digitais de modelagem da informação da construção. Os estudos permitiram evidenciar que o uso das tecnologias digitais de modelagem da informação da construção é mais eficiente quando realizado de forma integrada, evitando-se a propagação de erros de projeto e retrabalhos. Sendo que o modelo produzido tem maior precisão, ideal para trabalhar com edificações ou demais elementos preexistentes, a exemplo do projeto de restauro, permitindo uma análise mais precisa de intervenções e a importação de modelos produzidos em outros softwares.

Palavras-chave: Tecnologias digitais. Projeto. Restauro.

¹Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela FAUFBA (2013.2), Pós-Graduando em Tecnologia e Gerenciamento de Obras pela Faculdade de Tecnologia do SENAI CIMATEC-FIEB.
E-mail: robertovelamejr@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

As atividades de restauro de edificações do patrimônio arquitetônico exigem grande controle de informação, tanto no âmbito do planejamento e do projeto, quanto da obra. A validação das propostas exige o diagnóstico correto como condição essencial para escolher o melhor tratamento destinado a assegurar as condições do edifício.

Para que haja maior segurança nas intervenções propostas, fazem-se necessários estudos de impacto visual e físico/estrutural, permitindo uma avaliação da necessidade real de intervenção em edificações preexistentes. A realização de estudos e análises prévias garante que se evitem situações de imprevisibilidade e decisões de projeto equivocadas com resultados nocivos sob o edifício.

O uso de tecnologias digitais e de modelagem da informação da construção (Building Information Modeling- BIM) são novas vertentes no processo de projeto da construção de edificações complexas, devido a sua capacidade de abranger diversas interfaces de projeto. São técnicas amplamente utilizadas no mundo e nos últimos anos apresentam um crescente uso no Brasil, embora esse processo de implantação ainda seja lento devido a falta de conhecimento acerca dessas novas ferramentas de projeto.

O uso do BIM permite que durante o processo de projeto haja uma comunicação clara, ágil e integrada de todos os subprojetos que compõe o projeto executivo, possibilitando uma atuação mais eficiente e facilitando substancialmente a elaboração de um projeto de restauro.

A complexidade envolvida no planejamento, projeto e processo de restauro de uma edificação do patrimônio histórico, tal como a realização dessas tarefas, depende da integração de diversas áreas de conhecimento e exige a utilização de um sistema integrado de projeto, com tecnologia compatível e que permita maior agilidade no processo das etapas da construção.

Os projetos de restauro vêm ganhando importância no cenário da construção civil, em função da necessidade de se resguardar o patrimônio histórico e cultural dos centros urbanos.

[...] o patrimônio, seja ele individual ou coletivo, é um bem cultural. Entende-se por bens culturais tudo aquilo que qualquer sociedade, comunidade ou grupo de indivíduos produza. Através destas manifestações, acontece a identificação entre os indivíduos e os seus grupos. (BAISCH; FLORES, 2010, p.3.).

Quando as edificações são reabilitadas, a região do entorno, geralmente é revitalizada e valorizada. Há ainda uma crescente preocupação com conceitos de sustentabilidade e sua relevância nos projetos contemporâneos, exigindo o emprego de metodologias que permitam a avaliação da eficiência dos materiais e sistemas empregados no projeto.

O uso de tecnologias digitais de modelagem da informação da construção oferece um amplo potencial tanto no processo quanto na análise dos projetos, em função das simulações que podem ser realizadas a partir de um modelo consistente, possibilitando a obtenção de resultados muito próximos da realidade e avaliação da necessidade de modificações de determinados processos construtivos para atender aos requisitos de desempenho. Desse modo, as intervenções no ambiente construído poderão alcançar uma maior ênfase em conceitos de sustentabilidade, economia de tempo e materiais e maior precisão no projeto.

Esse modelo permitiria uma análise integrada dos problemas e também poderia ser utilizado para análises posteriores de soluções de projeto, além de permitir a portabilidade necessária para ser enviado via internet para outros consultores em distintas localizações. (CAVALCANTI NETO; AMORIM, 2006, p. 343.).

O presente trabalho busca responder como o uso de tecnologias digitais de modelagem da informação da construção pode contribuir com o projeto de restauro de edificações, permitindo analisar a aplicação de tecnologias digitais e de modelagem da informação da construção no projeto de restauro de edificações do patrimônio arquitetônico, apontando suas principais contribuições para melhorar a eficiência do processo.

O objeto de estudo são as novas metodologias e tecnologias digitais de modelagem de informação da construção aplicadas ao projeto de restauro do patrimônio histórico arquitetônico, no âmbito da documentação, produção e gerenciamento de dados, admitindo a visualização, a análise de informações digitais, o planejamento, o desenvolvimento e a gestão de projetos, permitindo que se realizem operações e intervenções sobre as edificações de valor histórico e cultural.

Este artigo tem ainda como objetivos específicos analisar os condicionantes e as características do projeto de restauro de edificações do patrimônio histórico, as novas tecnologias digitais de modelagem da informação aplicadas ao projeto de restauro e a relevância da aplicação de novas tecnologias digitais de modelagem da informação no projeto de restauro, colaborando com esse segmento de projetos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi desenvolvida a partir de duas etapas, considerando-as fundamentais para a construção do encadeamento de pensamento do presente artigo. Inicialmente foram reunidas referências com conteúdo relacionado ao projeto de restauro e patrimônio histórico e posteriormente acerca das tecnologias digitais de modelagem da informação.

2.1 Projeto de Restauro e Patrimônio Histórico

As práticas de restauração, que já eram discutidas com maior preocupação na Europa há muitos anos, passaram a ter maior relevância a partir da iniciativa de formação de arquitetos especialistas no “Curso Internacional de Especialização”, no ano de 1965. O curso foi promovido pela *Facoltà di Architettura da Università degli Studi di Roma* em parceria com o *International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property*. (FARAH, 2008, p.31).

No Brasil as iniciativas no campo disciplinar do restauro também vem ganhando espaço ao longo dos anos a partir da compreensão da relevância desses respectivos estudos para a formação cultural da sociedade.

No Brasil, embora as práticas de restauro se tenham iniciado, de maneira sistemática, com a criação do Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (IPHAN, antigo SPHAN) na década de 30 do século passado, e no ensino [...] com a criação, em 1981, do [...] "Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos (CECRE)" através de um acordo entre a Universidade Federal da Bahia (UFBA), o Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (IPHAN) e a UNESCO, sediado na Faculdade de Arquitetura da mesma universidade [...] (FARAH, 2008, p.32).

O manual do IPHAN (2000) analisa o projeto de restauração através de dois processos complementares, porém diferentes entre si: a primeira etapa refere-se à decisão do que será feito, qual é a necessidade e o grau de intervenção, assim como qual será a unidade, imóvel ou conjunto que sofrerá o procedimento; implicando uma justificativa de caráter conceitual. A segunda etapa diz respeito ao modo como será feito, quais as soluções técnicas serão adotadas; pressupondo uma justificativa de caráter técnico.

Embora se perceba uma maturação quanto à importância de salvaguardar o patrimônio construído, ainda existem algumas mudanças que precisam ser efetivadas acerca dessa disciplina. Inicialmente é necessário que se trate com maior seriedade o embasamento teórico desse tema na formação do profissional da área, garantindo maior aprofundamento e segurança ao propor soluções.

[...] a historiografia pode prescindir da conservação e da restauração; já as ações de preservação não deveriam prescindir, jamais, da história e historiografia, e os profissionais atuantes na preservação, mesmo não sendo todos historiadores, deveriam possuir uma "visão histórica" e sólida formação no campo – para entender e respeitar aquilo que é relevante do ponto de vista histórico-documental [...] (KÜHL, 2005. p. 17).

Duerk (1993, p.90-104) afirma que a pesquisa pode ser utilizada como uma ferramenta para melhorar a compreensão a cerca do produto arquitetônico. Permitindo que os valores, necessidade e exigências sejam explicitados com maior precisão. A autora considera uma presunção acreditar que os

profissionais de projeto podem solucionar os problemas dos usuários apenas com soluções técnicas, sem que haja investigação junto ao contexto dos projetos, sendo que muitas vezes estes não estão integrados ao contexto físico e social da comunidade que o usuário ou proprietário pertence, portanto, a pesquisa permite entender as implicações reais de cada contexto.

O processo de documentação fotográfica utiliza a câmera como uma ferramenta de pesquisa. Essa tecnologia permite um acervo fotográfico que pode facilmente ser compartilhado e armazenado em computadores. A tecnologia de vídeo se tornou barata o suficiente para estar dentro do alcance da maioria dos pesquisadores. Por fim a autora afirma que os avanços tecnológicos relacionados à informática permitem oportunidades de se integrar o uso de vídeos, fotografias e entrevistas, criando um banco de dados mais acessível ao projetista. O uso de dados visuais muitas vezes torna o projeto mais fácil de compreender.

Alencar et al. (2011, p. 1-4.), em seu trabalho, ressaltam a importância do inventário do patrimônio cultural como um instrumento para o conhecimento, valorização e preservação de obras de grande relevância no contexto social e urbano. Aponta esse estudo como um meio para validação e instrução de processos de tombamento e demais formas de proteção, valorização e permanência do acervo edificado. Afirma ainda que esse registro permite a promoção de acervos esquecidos e degradados, visando à conscientização da sociedade no sentido de sua preservação, auxiliando no fomento do turismo, da cultura local, programas de educação patrimonial e trabalhos de instituições de ensino e pesquisadores.

Baisch e Flores (2010, p.2.) justificam os estudos para preservação do patrimônio arquitetônico brasileiro através da ação de diversos fatores: “Além da degradação pelas intempéries, ocorre a ação direta do homem contra seu patrimônio ou ainda a isenção dele para a sua preservação.”. O autor ressalta ainda que os fatores naturais de degradação são inevitáveis, porém a causa mais preocupante está relacionada com a atuação do homem como agente (ativo ou passivo) de degradação do patrimônio.

Guimarães (2014, p.12) caracteriza os projetos de retrofit como procedimentos de atualização de edifícios, tendo como objetivo torná-los contemporâneos. As edificações são modernizadas através da utilização de novos materiais e tecnologias, desenvolvendo-se de modo simultâneo ao tempo presente, evitando que se tornem obsoletas e tendam ao desuso, admitindo que siga o desenvolvimento tecnológico dos grandes centros urbanos e das novas demandas sociais, permitindo a valorização de edificações fora de uso, aumentando a sua vida útil através da incorporação de avanços tecnológicos.

2.2 Tecnologias Digitais de Modelagem da Informação

A busca por novas tecnologias e metodologias de expressão projetual vem acompanhando os avanços da história desde a antiguidade. O uso de modelos tridimensionais para a concepção do projeto arquitetônico é indispensável para confrontar os desafios espaciais, estéticos e construtivos, estando inseridos em um contexto inventivo e experimental permeado por dúvidas e possibilidades.

[...] a monumentalidade e a beleza da arquitetura antiga podem parecer inconcebíveis sem um processo de projeto imaginativo e experimental, envolvendo maquetes e conjuntos completos de desenhos em escala reduzida (plantas, cortes e elevações). (ROZESTRATEN, 2011, p.2).

Addor (2010) informa que: o processo *Building Information Modeling* (BIM) existe desde fins da década de 80, quando Jerry Laiserin, arquiteto da Universidade de Princeton (EUA), criou a *International Alliance for Interoperability*, para realização de pesquisas na área de tecnologia da informação e interoperabilidade (ADDOR, et al., 2010, p.105). A utilização do *Building Information Modeling* (BIM), como o termo que conhecemos hoje, tem seu registro mais antigo em uma publicação da "*AIA Journal*", de autoria de Charles M. Eastman, em 1975.

[...] definição interativa de elementos [...] derivação de planos, isométricas ou perspectivas da mesma descrição de elementos [...] Qualquer mudança no arranjo só será feita uma única vez para todos os desenhos futuramente utilizados. Todos os desenhos derivados do mesmo arranjo de elementos seriam automaticamente atualizados de forma consistente [...] análises quantitativas podem ser feitas no modelo diretamente [...] Estimativas de custo e de materiais [...] provendo um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas [...] (EASTMAN 1975, apud RIBEIRO et al., 2010, p.13).

Nos últimos dez anos a tecnologia BIM vem sendo empregada nas empresas do setor da construção civil, compreendendo desde a fase de projeto até o gerenciamento de obra e a fase de manutenções. As primeiras pesquisas que citam o termo BIM no Brasil ocorreram por volta do ano de 2007 (OLIVEIRA, 2011). Os principais softwares que suportam a tecnologia BIM são: “[...]Active3D (Archimen), Revit (Autodesk), Allplan (Nemetschek), Archicad (Graphisoft), DDS-CAD (Data Design System), MicroStation (Bentley), Solibri, Tekla Structures e VectorWorks” (FARIA, 2007, p.4).

A metodologia Building Information Modeling (BIM) pode ser definida como uma ferramenta tecnológica de modelagem tridimensional que tem sua operacionalidade associada a diversos processos de concepção, análise e documentação da edificação, sua utilização pode contribuir significativamente em projetos de restauro.

Traduzir através da realidade virtual toda complexidade de um projeto de restauração ou intervenções restaurativas em áreas históricas, pode ajudar a minimizar erros e administrar surpresas nestes processos, além de dar margem a discussões mais enfáticas sobre o resultado final. (SOUZA, 2012, p.1).

Através dos avanços tecnológicos e das necessidades emergentes do mercado da construção civil por eficiência construtiva, redução de retrabalhos, rapidez construtiva e maior compatibilidade de projetos, os softwares voltados às tecnologias digitais de modelagem da informação tem conquistado maior espaço devido ao seu enorme potencial.

[...] a evolução do BIM apresenta um grande potencial na análise dos projetos em função das simulações que poderão ser realizadas em uma modelagem consistente, sendo possível obter resultados muito próximos da realidade e avaliar a necessidade de modificações para atender aos requisitos de desempenho. Assim, as intervenções no ambiente construído poderão alcançar uma posição de destaque [...] que permita a avaliação do desempenho dos materiais empregados. (GUIMARÃES, 2014, p.4).

Orciuoli (2010, p.1-5) afirma que a lentidão na inserção dos recursos tecnológicos da informática na construção civil está relacionada a resistência

do setor às mudanças de sistema, muito diferente do que aconteceu em outros setores da indústria. Aponta que os fatores mais relevantes do uso da informática aplicada ao projeto arquitetônico estão associados à visão tridimensional e a simulação virtual. O uso da modelo 3D parametrizado permite que sejam feitos teste e comprovações de projeto.

O modelo 3D pode ser produzido em softwares BIM (Building Information Modeling), gerando um produto de forma mais completa quanto a informações de projeto ou apenas de forma vetorial e volumétrica, em softwares como 3DMAX, Rhinoceros ou AutoCAD 3D. A construção virtual possibilita aplicação de materiais, análise do sistema estrutural, da incidência solar, da iluminação e acústica, do impacto paisagístico, permite ainda auxiliar na capacidade de cálculo e a verificação da eficácia de soluções propostas.

Barison e Santos (2011, p. 2-9) apresentam o contexto da implementação do Building Information Modeling (BIM) na cidade de São Paulo e analisa a demanda por profissionais qualificados na área. Foram elaboradas reflexões sobre as funções e responsabilidades dos especialistas em BIM e suas respectivas colocações em cada etapa do projeto. Pode-se perceber que a maioria das empresas possuem *templates* para modelos BIM, treinamento e material de apoio para aprendizagem, voltado prioritariamente a projetos de arquitetura.

Os autores analisam a transição do papel do projetista para modelador BIM e do coordenador de projetos para gerente BIM, falam das possíveis atuações dos profissionais de BIM variando em diversas funções como consultoria, indústria de softwares e ambiente da construção civil dando suporte a diversos nichos de mercado de arquitetura, engenharia e construção e gerenciamento de facilidades. O papel dos especialistas em BIM é basicamente interagir com equipes fornecendo informações, revisando projeto e acompanhando obra.

A argumentação dos autores, torna-se pertinente diante do atual contexto da construção civil do país, devido à demanda por otimização da metodologia de representação e compatibilização de projeto. A implementação de novas tecnologias ainda sofre resistência por parte dos projetistas por simples

desconhecimento ou desinteresse dos mesmos em mudar a ferramenta de trabalho a qual estão habituados. Para melhorar a técnica de projeto é fundamental melhorar a qualidade dos profissionais envolvidos nesta etapa e incentivar o uso de recursos tecnológicos para automatizar tarefas, permitindo maior eficiência no processo de projeto.

A aplicação do BIM em projetos da área de conservação e restauro apresenta vantagens na representação dos elementos arquitetônicos, uma vez que este recurso tecnológico permite representar os elementos que se encontram indisponíveis por estado de destruição ou por estarem em condições precárias de conservação, criando uma oportunidade de utilização vantajosa não apenas para o público em geral, mas também para os arquitetos e profissionais desta área. (MONTEIRO, 2010, p.698).

Através da utilização de recursos tecnológicos é possível testar e comprovar graficamente ou esteticamente como a intervenção proposta impacta sobre o monumento, edificação ou contexto urbano.

O uso de tecnologias digitais no processo de projeto, nos âmbitos arquitetônico e urbano, tem se mostrado uma importante ferramenta, seja pela diversificação das possibilidades de representação gráficas, seja pela ampliação da relação entre reflexão e ação projetiva. (ALVES; OLIVEIRA, 2010, p.2).

O uso de tecnologias digitais permite que os cadastramentos de preexistências sejam mais precisos, garantindo maior fidelidade de representação e eficiência na elaboração do projeto.

Levantamentos empregando métodos como a Fotogrametria de Curta Distância ou a Digitalização por Laser 3D[...], possibilitam a obtenção de informações precisas sobre as características do objeto, assim como uma avaliação e/ou monitoramento do seu estado atual. (KOATZ et al., 2011, p.6).

Os modelos gerados em softwares de fotogrametria ou digitalização podem ter seu uso correlacionado com outras metodologias tecnológicas de modelagem da informação, permitindo inúmeras possibilidades de representação geradas a partir dessas fotografias. Amorim (2008) destaca a possibilidade de produção

de modelos geométricos tridimensionais aplicados a ortofotos das fachadas das edificações, sendo possível o desenvolvimento de cadastros digitais (desenhos técnicos: plantas, cortes, fachadas e detalhes) em formato vetorial, das principais edificações.

Segundo Baisch e Flores (2010, p.7) a fotogrametria pode ser compreendida como ciência aplicada, onde a técnica está aliada à arte. Através das fotografias são extraídas a forma, as dimensões e a posição dos objetos que compõem o contexto. Essa técnica tem uma aplicação relativamente recente no setor da arquitetura existindo um vasto potencial de técnicas e aplicações para os softwares que operam a tecnologia.

Na arquitetura patrimonial, a fotogrametria atua como uma excelente ferramenta de trabalho, proporcionando a recriação virtual de elementos do edifício e dele como um todo, contribuindo para o planejamento da intervenção e compreensão da evolução histórica da edificação. O autor aponta ainda outras vantagens da criação de modelos computadorizados em projetos de arquitetura, como a criação, a partir da fotografia, de documentos em escalas compatíveis com a realidade que podem ser arquivados, compartilhados e publicados na internet em diversos formatos de arquivo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa para a construção do artigo foi realizada através de uma revisão bibliográfica acerca dos conjuntos de assuntos que compõe o tema. Inicialmente foi efetuado um levantamento de referências relacionadas a processos de reabilitação e restauro de edificações do patrimônio histórico, metodologias, tecnologias aplicadas e sua relevância no contexto social e urbano. Em seguida realizou-se um levantamento a respeito da utilização de tecnologias digitais e de modelagem da informação da construção (Building Information Modeling - BIM) em projetos de edificações complexas e de restauro de edifícios do patrimônio histórico. A seguir as etapas de revisão bibliográfica são descritas:

3.1 Levantamentos sobre patrimônio histórico, reabilitação e restauro de edificações:

- a) Pesquisa acerca de patrimônio histórico e documentação do patrimônio arquitetônico, sua relevância, conceituação e implicações.
- b) Estudo sobre conservação e restauro de edificações, suas finalidades, avanços e etapas.
- c) Estudo sobre reabilitação de edificações e retrofit.

3.2 Levantamentos sobre tecnologias digitais e de modelagem da informação da construção e outras tecnologias computacionais voltadas a projeto:

- a) Building Information Modeling – BIM, construção integrada, eficiência projetual, metodologia processo e resultados.
- b) Documentação do Patrimônio Arquitetônico com o uso de tecnologias digitais, levantamento cadastral a laser, fotogrametria digital, 3D Laser scanning.
- c) Simulações digitais, maquetes físicas e virtuais.

4. RESULTADOS ENCONTRADOS E DISCUSSÕES

Os conhecimentos obtidos a partir da revisão de literatura relacionada à conservação e restauro de edificações e dos levantamentos acerca de tecnologias digitais e de modelagem da informação foram empregados para avaliação do uso dessas respectivas ferramentas de projeto aplicadas ao projeto de restauro de edificações do patrimônio arquitetônico, permitindo apontar suas principais contribuições na melhoria da eficiência do processo.

Este trabalho permitiu discutir e analisar novas metodologias e técnicas para o uso integrado de diferentes tecnologias digitais de projeto. Foram considerados os softwares de modelagem da informação da construção, os programas de escaneamento a laser e fotogrametria óptica, voltados em especial ao projeto, planejamento e documentação do patrimônio arquitetônico, através da geração de modelos tridimensionais consistentes, dotados de informações relevantes de projeto.

Os subsídios alcançados constituíram-se de fundamental importância, permitindo apresentar os condicionantes e as características do projeto de restauro de edificações, assim como expor novas tecnologias digitais de modelagem da informação aplicadas ao projeto de restauro, analisando os aspectos que implicam no processo de projeto de restauro de modo geral.

Foram perceptíveis, através dos estudos, as potencialidades da integração de distintas tecnologias digitais de escaneamento e modelagem para a construção do modelo tridimensional digital com maior precisão, qualidade e complexidade de informações. O uso das ferramentas digitais admite maior eficácia do processo, gerando um maior número de detalhes em alto nível de realismo, permitindo interoperabilidade de diversos formatos de arquivos e a criação de um banco de dados relevante para documentação. (ver figura 01)

Figura 1: Uso integrado de tecnologias digitais em um único projeto de restauro.



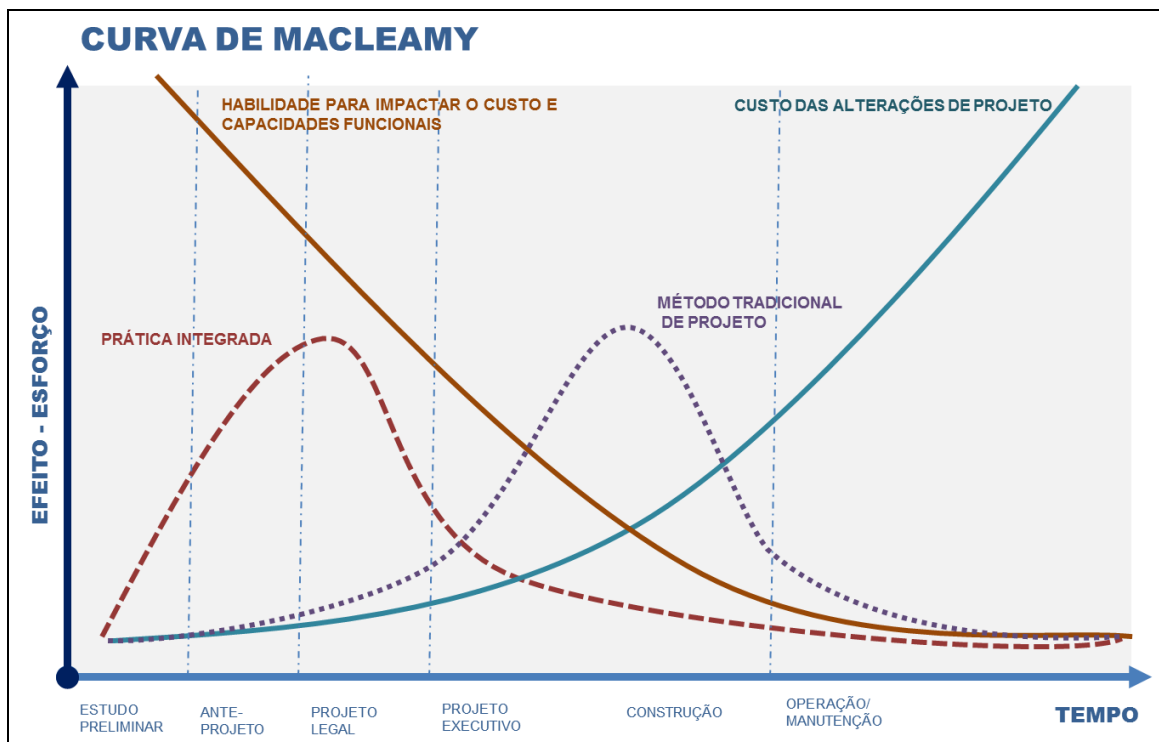
Fonte: Groetelaars (2015). (Adaptada pelo autor)

A precisão de informações exigida pelos projetos de restauro de edificações do patrimônio histórico demanda um período maior de planejamento e desenvolvimento de projeto. Ao compararmos as ferramentas tradicionais de representação gráfica como o CAD com a tecnologia de projetos BIM, percebemos que a primeira demanda um maior tempo para a execução da documentação da construção e elaboração das peças gráficas, sendo necessário muitas vezes negligenciar certos processos da etapa de projeto e planejamento, fase decisiva no projeto de restauro do patrimônio arquitetônico.

O uso das tecnologias digitais de modelagem da informação da construção provoca um impacto no processo tradicional de projeto, admitindo que haja uma demanda de tempo maior na etapa de concepção e planejamento, garantindo uma exatidão maior de informações e maior precisão nas escolhas projetuais, como pode ser observado na figura 02. Como consequência, as etapas de documentação, elaboração de peças gráficas, operação e execução

demandam menos esforço, devido à exatidão de informações das etapas preliminares.

Figura 2: BIM X CAD- Impacto na produtividade.



Fonte: MacLeamy apud AIA- American Institute of Architects (2007). (adaptado pelo autor)

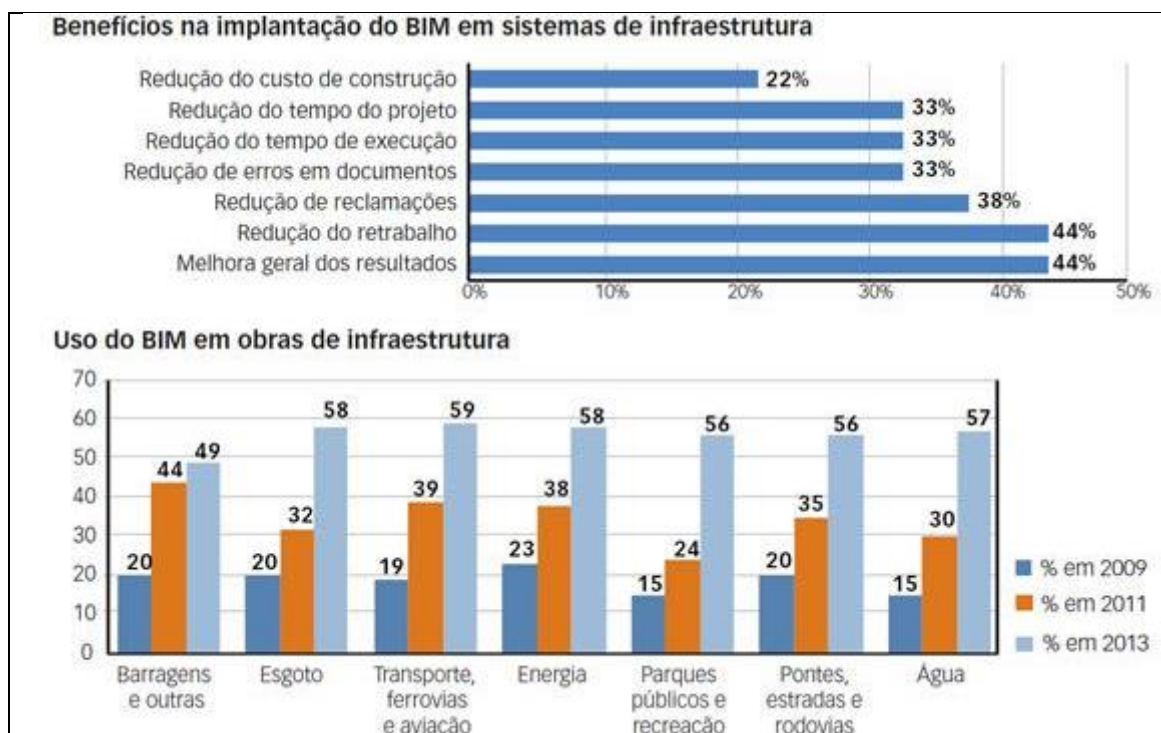
A maior exatidão na geração dos modelos tridimensionais permite uma análise com maior aprofundamento das intervenções propostas no ambiente construído, reduzindo as falhas, imprevistos e retrabalhos durante o processo de análise, planejamento e metodologia de projeto, sendo de extrema relevância na metodologia de projeto de restauro de edificações.

Também foi possível identificar, através da pesquisa, algumas limitações quanto ao uso dessas ferramentas de projeto, as principais relacionadas à falta de capacitação para manipulação ou falta de informação dos projetistas acerca desses instrumentos. Foi possível perceber em alguns estudos que a maioria dessas tecnologias é subutilizada ou aproveitada de maneira excessivamente simplificada como no caso dos softwares BIM, que são amplamente utilizados apenas para gerar uma maquete virtual, vazia de informações consistentes de projeto.

Em alguns casos, como no 3D *laser scanning*, as principais limitações quanto ao uso da ferramenta estão relacionadas ao elevado custo de contratação do serviço de varredura ou ainda ao próprio custo da tecnologia como produto. A divulgação e disseminação do uso dessas ferramentas além de permitir novas abordagens acerca do projeto, associadas a diferentes usos e níveis de detalhamento, contribuirá significativamente para desonerar a sua aplicação, que tenderam a reduzir o custo.

Apesar do custo inicial investido na implantação de tecnologias digitais como ferramenta de projeto, estas apresentam retorno satisfatório ao longo do tempo, evitando uma série de problemas que acometem o setor da construção civil. A implantação do BIM representa, como pode ser comprovado na figura 03, a redução do custo da construção, do tempo empregado na elaboração do projeto, do tempo de execução da obra, minimiza a possibilidade de erros em documentos e material gráfico, conseqüentemente tem-se a redução de retrabalhos e a melhoria geral dos resultados.

Figura 3: Benefícios da implantação do BIM.



Fonte: McGraw-Hill Construction apud RADÚNS et al (2013)

A utilização de ferramentas digitais em projetos de restauro de edificações do patrimônio arquitetônico permite que, através da criação de um modelo consistente e dotado de informações muito próximas à realidade, seja possível realizar estudos e análises referentes à intervenção proposta em exaustão, antes de intervir diretamente no edifício, evitando que possíveis falhas comprometam estruturas já desgastadas pelo tempo.

5. CONCLUSÃO

A partir da análise da revisão bibliográfica foi possível perceber a relevância da conservação e restauro de edificações do patrimônio histórico, compreendendo que estas cooperam com a formação da identidade cultural da população. Foi possível identificar ainda diversas limitações no uso dos softwares apresentados, como a excessiva simplificação de suas ferramentas ou ainda a subutilização do seu potencial. Faz-se necessária a realização de estudos e testes para melhor compreensão quanto ao uso dessas ferramentas em seu amplo potencial e colaborando com a complexidade do projeto de restauro.

Os estudos permitiram evidenciar que o uso das tecnologias digitais de modelagem da informação da construção possui maior eficiência quando empregadas de forma integrada, permitindo que cada sistema contribua com a sua função específica. Deste modo evita-se a propagação de erros de projeto e a quantidade de retrabalhos, quando comparamos com a forma tradicional de projeto. O modelo produzido tem maior precisão sendo ideal para trabalhar com edificações ou demais elementos preexistentes, a exemplo do projeto de restauro, facilitando ajustes de projeto, análise mais precisa de intervenções, importação de modelos produzidos em outros softwares e uma avaliação preliminar da intervenção.

DIGITAL TECHNOLOGIES OF BUILDING INFORMATION MODELLING AND ITS APPLICATION IN BUILDING RESTORATION PROJECT

ABSTRACT

This article examines the use of digital technologies of building information modeling as a restoration project methodology, their conditions and characteristics. Discusses the relevance of these tools as control element, organization and process based on principles of design and constructive rationality. The work attempts to improve the quality of the restoration project process of historical heritage, as its relevance to the socio-cultural context. For the preparation of the article carried out a literature review divided into two stages: the first related to restoration and historical / architectural heritage and the following related to digital technologies of building information modeling. Studies have highlighted that the use of digital technologies for building information modeling is most effective when done in an integrated manner, avoiding the spread of design errors and rework. Being that model has produced greater accuracy, ideal for work with buildings or other pre-existing elements, such as the restoration project, allowing a more precise analysis of interventions and import models produced in other software.

Key-words: Digital technologies. Project. Restoration.

AGRADECIMENTOS

A Prof.^a Carla Simões Carvalho, pela orientação aplicada e pelas importantes contribuições durante esta etapa de qualificação.

A Prof.^a Dr.^a Larissa da Silva Paes Cardoso, pela atenção e contribuições durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Carlos Alberto Andrade Bomfim, pela disponibilidade e colaboração na realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Antonio Pedro Alves de Carvalho, pelos valiosos ensinamentos, exemplo, apoio e incentivo constante em minha formação e carreira acadêmica.

À minha família, pelo amor, presença, confiança, dedicação e estímulo constante.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

REFERÊNCIAS

ADDOR, M. R. A., CASTANHO, M. D. A., CAMBIAGHI, H., DELATORRE, J. P. M., NARDELLI, E. S., OLIVEIRA, A. L., **Colocando o "i" no BIM**. In: Encontro sobre Integração, São Paulo, 2010.

AIA National/ AIA California Council- The American Institute of Architects. **Integrated Project delivery: A guide**. Version 1, 2007. Disponível em: <http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab083423.pdf>. Acesso em: 19 de ago. 2016.

ALENCAR, Ana Paula A. de ; FERRARE, Josemary. O. P. ; MANHAS, A. C. B. S. ; SOUZA, Maria Adeciany A. . **Ensaio sobre a aplicação do SIG no Inventário das Unidades Especiais de Preservação do Plano Diretor de Maceió**. In: **Seminário Nacional - Documentação do Patrimônio Arquitetônico com o uso de tecnologias digitais**, 2011, Salvador. Anais [do] Seminário Nacional Documentação do Patrimônio Arquitetônico com uso de Tecnologias Digitais - ARQ. URB., 2011. p. 1-4.

ALVES, Alexandre. B. M.; OLIVEIRA, Luciana B. . **Projeto de Restauro na Ilha da Fumaça**. 2010, Salvador. Anais [do] Seminário Nacional Documentação do Patrimônio Arquitetônico com uso de Tecnologias Digitais - ARQ. URB., 2011.

AMORIM, Arivaldo Leão de. **Documentação do patrimônio arquitetônico do estado da Bahia com tecnologias digitais**. In: **Computação Gráfica: pesquisas e projetos rumo à Educação Patrimonial**, 2008, São Paulo. **Computação Gráfica: pesquisas e projetos rumo à Educação Patrimonial**. São Paulo: Arquivo Histórico Municipal Washington Luís, 2008. v. 1.

BAISCH, L. F.; FLORES, D. . **Documentação do patrimônio arquitetônico com softwares livres**. In: **IV Congresso Nacional de Arquivologia**, 2010, Vitória - ES. Anais do IV Congresso Nacional de Arquivologia, 2010.

BARISON, Maria Bernadete; SANTOS, Eduardo Toledo. **Atual Cenário da implementação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas**. V TIC- Salvador, 2011.

CAVALCANTI NETO, J. R. ; AMORIM, A. L. . **Simulação Digital: modelos digitais fotorealísticos no mapeamento e quantificação de patologias em projetos de restauração**. In: **SIGRADI 2006 - X Congresso Ibero-americano de Gráfica Digital**, 2006, Santiago. **O Fator Humano**. Santiago: Universidad de Chile, 2006. v. I. p. 341-345.

DUERK, Donna P. **Architectural Programming: information management for design**. Chapter 7- Easy research methods for designers. New York: John Wiley & Sons, 1993, p. 90-104.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., e LISTON, K. (2008). **BIM handbook: a guide to Building Information Modeling, for owners, managers, designers, engineers and contractors**. Hoboken, New Jersey, Estados Unidos, 2008.

FARAH, Ana Paula. **Restauração arquitetônica: a formação do arquiteto no Brasil para a preservação do patrimônio edificado**. História, v.27, n.2, p.31-47, 2008.

FARIA, Renato, **Construção integrada. Novos softwares permitirão que todas as equipes de engenharia e arquitetura trabalhem no mesmo arquivo eletrônico. Conceito promete revolucionar segmento de projetos**. Revista Técnica, edição 127, pp. 44-49, 2007. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/127/artigo286443-1.aspx>>. Acesso em: 11 de mar. 2016.

GROETELAARS, Natalie Johanna. **Criação de modelos BIM a partir de “nuvens de pontos”: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica**. 372 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

GUIMARÃES, Luciana Fernandes. **O retrofit e a modelagem de informações como ferramenta na análise de projetos** - Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

IPHAN (Brasil). **“Manual do IPHAN - Roteiro para apresentação de Projeto Básico de restauração do patrimônio edificado”**, (Versão revisada). Rio de Janeiro: DEPROT/Divisão de Apoio Técnico, 2000.

KÜHL, Beatriz Mugayar. **História e Ética na Conservação e na Restauração de Monumentos Históricos**. Revista CPC, 2005, v. 1, n. 1.

KÜHL, Beatriz Mugayar. **Arquitetura do ferro e arquitetura ferroviária em São Paulo. Reflexões sobre a sua preservação**. São Paulo: Ateliê Editorial / FAPESP / Secretaria da Cultura, 1998.

KOATZ, G. D.; ERWES, H. J. B. ; SEGRE, Robert . **O Edifício e a Praça - O Paço Imperial e a Praça XV de Novembro, Rio de Janeiro. Levantamento por Laser 3D**. In: 2o. Seminário Ibero-Americano Arquitetura e Documentação,

2011, Belo Horizonte. 2o. Seminário Ibero-Americano Arquitetura e Documentação, 2011.

MONTEIRO, Luciano B.. **Maquete física e virtual aplicada ao projeto de restauro**. XI CONGRESO INTERNACIONAL DE REHABILITACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y EDIFICACIÓN, MODULO 2. Centro Internacional para La conservación del Patrimonio. International Centre for Heritage Conservation. Rio de Janeiro, Brasil.

OLIVEIRA, L. C. C. F., **Características e particularidades das ferramentas BIM: reflexos da implantação recente em escritórios de arquitetura**. Dissertação mestrado apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ORCIUOLI, Affonso. **Projeto assistido por computador: ontem, hoje e amanhã**, 2010. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquiteturaurbanismo/197/projetoassistidoporcom.aspx/>>. Acesso em: 22 de abr. 2016.

RIBEIRO, J. T. G.; SILVA, N. F.; LIMA, E. M.. **Building Information Modeling como instrumento de projetos aeroportuários**. In: SiGradi 2009 SP, 2009, São Paulo. SiGraDi 2009 SP - From Modern to Digital: The Challenges of a Transit. São Paulo: Nardelli, E. S.; Vincent, C. (Editores), 2009. V. 1.

ROZESTRATEN, Artur Simões. **Aspectos da história das maquetes e modelos tridimensionais de arquitetura no Egito Antigo**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 12, n. 137.00, Vitruvius, out. 2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.137/4037>>. Acesso em: 11 de mar. 2016.

RADÜNS, Caroline; PRAVIA, Zacarias. **BIIM: o BIM da infraestrutura. Os benefícios da adoção do Building Information Modeling (BIM) às fases de projeto, execução, operação e desativação de empreendimentos horizontais**, 2013. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoestecnicas/30/artigo2943111.aspx>>. Acesso em: 16 de ago. 2016.

SOUZA, Mariana V.. **O restauro virtual aliado a sistematização de projetos**. In: XI Congresso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectonico y Edificación, 2012, cascais. Anais do XI Congresso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectonico y Edificación, 2012.