UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

GUSTAVO CORRÊA LAURINDO

APLICAÇÃO DO LASER SCANNING DIRECIONADO À DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO

Palhoça

2021

GUSTAVO CORRÊA LAURINDO

APLICAÇÃO DO LASER SCANNING DIRECIONADO À DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Ricardo Moacyr Mafra, MSc.

Palhoça

2021

Gostaria de agradecer a todos, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Nunca ande por trilhas, pois assim só irá até onde outros já foram.”

Alexander Graham Bell

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família, por todo o apoio dado até aqui.

Agradeço também à minha namorada, Adriana, por sua compreensão por muitas vezes precisar me ausentar para me dedicar ao curso.

Agradeço ao Professor Ricardo, pela orientação dada para elaborar esse trabalho.

Parte fundamental para a realização dessa monografia foi a nuvem de pontos fornecida pelo Paulo Siqueira, da Toppar levantamentos, portanto, fica aqui registrado meu agradecimento.

RESUMO

Nos dias atuais é evidente a importância social e econômica que o passado em forma de cultura traz para a sociedade como um todo. As tecnologias digitais projetuais aplicadas à engenharia e arquitetura estão em constante evolução com o passar dos anos. Esses avanços permitem ao profissional da área testar novas ferramentas e desenvolver um novo tipo de serviço. Devido à dificuldade em realizar *as built* em edificações com detalhes arquitetônicos complexos que estão presente na grande parte do patrimônio arquitetônico este trabalho estuda a aplicabilidade do *laser scanning* em conjunto com toda a versatilidade de manipulação de projetos que a Modelagem da Informação da Construção (BIM) oferece. Com auxílio da "nuvem de pontos", que é gerada a partir do levantamento feito pelo *laser scanning* foi realizado a modelagem da fachada da Igreja de São Cristóvão em três dimensões e redigido a respeito dos prós e contras da de usar nuvens de pontos para modelagem de edificações com detalhes arquitetônicos complexos.

Palavras-chave: BIM. *Laser scanning*. Patrimônio arquitetônico.

ABSTRACT

Nowadays, it is evident the social and economic importance that the past brings in the form of culture to society as a whole. Digital technologies, projects applied to engineering and architecture are constantly evolving over the years. These advances allow professionals in the field to test new tools and develop a new type of service. Due to the difficulty in carrying out the built in buildings with complex architectural details that are present in a large part of the architectural heritage, this work studies the applicability of laser scanning together with all the versatility of manipulating projects that the Building Information Modeling (BIM) offers. With the helps of the "point cloud", which is generated from the survey done by laser scanning, the facade of the Church of São Cristóvão modeled in three dimensions and written about the pros and cons of using point clouds for modeling buildings with complex architectural details.

Keywords: BIM. Laser scanning. Architectural heritage.

LISTRA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Ouro Preto, uma das cidades contemplada no Programa Cidades Históricas.....32
Figura 02 - O Templo de Bel, destruído pela ação do homem.....35
Figura 03 - Exemplo de modelagem usando o *software* Revit.....39
Figura 04 - Diagrama BIM: efeito x esforço.....40
Figura 05 - Exemplo de projetos 3Ds integrados.....41
Figura 06 - O BIM e o ciclo de vida do projeto.....43
Figura 07 - Modelagem BIM do PGC - Fachada Norte em Perspectiva.....49
Figura 08 - Modelagem BIM do PGC - Corte 2º Piso.....50
Figura 09 - Tipos de tecnologias de medição.....56
Figura 10 - Comparação e relacionando alcance, tecnologia e precisão.....57
Figura 11 - Funcionamento do *laser scanning* aerotransportado.....58
Figura 12 - Imagem final da igreja de Igarassu após varredura a laser.....59
Figura 13 - Fachada principal da Capela de Nossa Senhora da Escada.....60
Figura 14 - Laser scanner ScanStation C10.....60
Figura 15 - Imagem do interior e exterior da capela após o processamento da nuvem de pontos.....61
Figura 16 - Levantamento antes e depois da aplicação das texturas.....61
Figura 17 - Foto antiga da Igreja de São Cristóvão.....64
Figura 18 - Foto atual da Igreja de São Cristóvão.....66
Figura 19 - Nuvem de pontos após “limpeza” no Recap.....67
Figura 20 - Nuvem de pontos inseridas no Revit.....68
Figura 21 - Corte horizontal realizado na nuvem de pontos.....69
Figura 22 - Corte vertical realizado na nuvem de pontos.....69
Figura 23 - Comparativo entre nuvem de pontos e modelagem da cruz em extrusão.....6
Figura 24 - Perfil de detalhamento utilizando a ferramenta de modelagem do local.....
.....69
Figura 25 - Comparação entre a nuvem de pontos e o modelo gerado utilizando a função mesclar.....71
Figura 26 - Comparação entre a nuvem de pontos e a janela modelada no Revit.....72
Figura 27 - Imagem da fachada principal com a porta aberta retirada do Recap.....72
Figura 28 - Comparação entre a modelagem e a nuvem de pontos.....73

Figura 29 -Vista em 3D da fachada principal da Igreja de São Cristóvão.....74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....12
1.1 JUSTIFICATIVA 12
1.2 OBJETIVOS GERAIS.....13
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO 13
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA COM A PROBLEMÁTICA.....14
2 PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO.....16
2.1 O TOMBAMENTO E A IMPORTÂNCIA DE SE PRESERVAR O PATRIÔNIO ARQUITETÔNICO 17
2.2 AS DIFICULDADES NA PRESERVAÇÃO DO PATRIÔNIO ARQUITETÔNICO...20
2.3 O PATRIÔNIO ARQUITETÔNICO E O TURISMO ALIADOS À ECONOMIA REGIONAL.....22
3 O INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL 25
3.1 O SPHAN, O DPHAN E O IPHAN. 25
3.2 AS FASES DO IPHAN 28
3.2.1 A FASE HEROICA.....28
3.2.2 A SEGUNDA FASE 29
3.3 O PROGRAMA CIDADES HISTÓRICAS 30
4 A DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO 34
5 BIM 39
5.1 A MODELAGEM TRIDIMENSIONAL 39
5.2 O BIM 40
5.3 A PARAMETRIZAÇÃO BIM 43
5.4 COMPARATIVO CAD VS BIM 45
5.5 DIFICULDADES NO USO DA PLATAFORMA BIM. 47
5.6 O HBIM 48
6 NUVEM DE PONTOS 51
7 LASER SCANNING.....54
7.1 O *LASER SCANNING*.....54
7.2 LASER SCANNING AEROTRANSPORTADO.....57
7.3 *LASER SCANNING* TERRESTRE 58

7.4 COMPARATIVO ENTRE O *LASER SCANNING* E A MEDIÇÃO DIRETA 62
8 MODELAGEM DA IGREJA DE SÃO CRISTOVÃO 64
8.1 A IGREJA 64
8.2 O RECAP PRO 65
8.3 O REVIT 66
8.4 A MODELAGEM DA FACHADA PRINCIPAL DA IGREJA DE SÃO CRISTÓVÃO. 67
9 CONCLUSÃO 75
9.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES 76

1 INTRODUÇÃO

O levantamento de pontos tridimensionais é uma técnica que vem sendo aprimorada há bastante tempo, Groetelaars, N. J. (2015) cita que na última década a metodologia relacionada ao *laser scanning* tem evoluindo de maneira acelerada, por esse motivo está sendo amplamente utilizado nas áreas de engenharia e arquitetura, mais precisamente em obras de documentação do patrimônio cultural, devido a sua grande precisão e suas vantagens em relação aos métodos manuais.

Sobre o funcionamento do *laser scanning,* Beirão, C. C. B. (2011) relata que o termo é aplicado a uma série de instrumentos, que trabalham de diferentes modos, em diferentes ambientes e com diferentes níveis de precisão. Esse sistema gera diversos pontos de um ambiente em instantes. Seu funcionamento é baseado na emissão da luz *laser* pois, quando é emitida, o objeto a ser documentado reflete parte da luz que foi lançada, sendo possível assim sua documentação

Nos tempos atuais, o laser scanning vem sendo amplamente utilizado em diversas áreas, de acordo com Gonçalves, R. (2007, p. vii):

> São muitas as aplicações dessa tecnologia, dentre elas, podemos citar: túneis, levantamento de como construído (*as built*) mineração (principalmente subterrânea), arqueologia, levantamento de monumentos para restauração, refinarias e instalações industriais e outras, caracterizado pela grande capacidade dos elementos envolvidos.

Groetelaars, N. J. (2015) ainda menciona que os métodos tradicionais (geralmente medição direta) e uso de fotografia documental que são usados para levantamento de dados, bem como a utilização de softwares de desenhos bidimensionais, onde são utilizados para documentar a planta baixa e cortes. Muitas vezes esses softwares possuem limitações, especialmente quando se fala em elementos com formas mais complexas e irregulares. Outro ponto também é o estado de conservação que o objeto de estudo se encontra, pois, dependendo do caso o profissional não pode encostar no objeto.

Nessas circunstâncias, o estudo da aplicação do *laser scanning* em monumentos históricos é de extrema importância, pois é uma ferramenta relativamente simples, de grande exatidão e que não necessita de contato direto com o objeto a ser estudado, evitando deterioração

1.1 JUSTIFICATIVA

De que maneira poderíamos reconstruir um patrimônio histórico caso uma catástrofe natural ou um desastre acontecesse? Andrade, H. J. L. F. (2018) diz que a reconstrução 3D de determinada construção permite sua melhor visualização e assimilação, entretanto, essa afirmação só faz sentido

quando há exatidão nas informações levantadas. Dentre outros métodos de levantamento, a metodologia *laser scanning* se mostra adequada para tal situação.

Sobre as vantagens de se utilizar o *laser scanning* em levantamentos métricos, Araújo A. L. (2015) orienta que a varredura *laser* é uma das tecnologias mais sofisticadas para recolhimento de dados em três dimensões e com grande chance de se tornar uma alternativa cada vez mais utilizada, devido ao baixo peso e tamanho dos equipamentos utilizados, a rapidez da varredura e armazenamento das informações.

Também vale ressaltar que o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico) não possui nenhum procedimento técnico para o levantamento métrico do patrimônio artístico e cultural, cabendo assim a necessidade de normatizar o levantamento (BEIRÃO, C. C. B, 2011).

Por isso é relevante estudar um método eficaz e preciso para a documentação do Patrimônio Histórico, uma vez que a maioria dos documentos métricos quando existem, de grande maioria são rabiscos sem o detalhamento necessário para uma simples reconstrução ou reforma.

Dito isso, essa monografia se justifica em estudar a aplicação do *laser scanning* na documentação métricas de obras históricas, uma vez que a metodologia é precisa, de fácil transporte e mais rápida que os métodos usualmente utilizados.

1.2 OBJETIVOS GERAIS

Utilizar o *laser scanning* como ferramenta para obter a documentação métrica de obras históricas.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) expor a importância do patrimônio histórico num contexto social e cultural;
b) apresentar o funcionamento do *laser scanning*;
c) comparar a eficiência e precisão do *laser scanning* em relação aos métodos tradicionais;
d) encontrar um método efetivo para o levantamento métrico de obras históricas;

1.3 Estrutura do trabalho

Para iniciar, será relatado a importância da preservação do patrimônio arquitetônico tanto para fins culturais quando para fins econômicos. Também é contado um breve histórico sobre o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). Essa parte do estudo é de extrema

importância para entender de qual o patrimônio arquitetônico é tratado no Brasil e qual o trabalho do IPHAN, bem como, a maneira e o contexto da sua criação.

Em seguida, é feito um breve relato sobre documentação em um contexto geral, descrevendo a importância da precisão na documentação, principalmente no contexto tratado, onde a exatidão das medidas é de extrema importância.

Para realizar a documentação com precisão e fidelidade, a utilização dos softwares BIM (*Building Information Modeling*) para a modelagem e visualização do elemento em três dimensões é de extrema relevância. Vale também ressaltar a importância dos softwares em relação a implementação de texturas através de fotogrametria e outras tecnologias e na futura manutenção das edificações. Adentrando mais no assunto, é comentado sobre HBIM (*Historic Building Information*), onde é mais voltada para o levantamento de edificações, sua utilização é de extrema importância, uma vez que é possível gerenciar custos e detalhar a edificação de uma forma extremamente especificada.

Então, é mencionado sobre o *laser scanning,* que capta milhares de pontos por segundo, esses pontos são denominados "nuvens de pontos", onde pelo processo de triangulação são geradas as superfícies que se quer levantar. Ainda sobre a ferramenta *laser scanning*, é relatado sobre a diferenças entre o modelo terrestre e aerotransportado e também a respeito sobre sua precisão, versatilidade e também seus defeitos. Ainda, é demonstrado um breve levantamento utilizando a ferramenta.

Por fim, é realizado a modelagem a partir da nuvem de pontos gerado pelo *laser scanning* da fachada da Igreja de São Cristóvão utilizando a metodologia BIM e relatado o passo a passo para sua modelagem.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA COM A PROBLEMÁTICA

Amorim, A. L. (2011) diz que "o patrimônio cultural é a expressão da identidade de um povo ou nação. É através dele que nos reconhecemos como integrantes a um grupo ou de pertencimento a um local." Groetelaars, N. J. (2015) relata que conforme os anos se passam, tem-se observado o crescimento progressivo da deterioração do patrimônio arquitetônico brasileiro. A autora ainda enfatiza que a maioria desses patrimônios não possuem registros precisos e detalhados, que além de permitirem a preservação da memória, também seria interessante para futuras obras de restauração.

Em relação a utilização do *laser scanning* para esse tipo de obra, Gomes, J. I. N. (2017) orienta que a precisão do *laser scanning* pode chegar à margem de erro de cerca de três milímetros

de precisão. A autora também cita a velocidade que o equipamento realiza o levantamento e o benefício da precisão da ferramenta para detecção de patologias.

Portanto, o problema seria a dificuldade em obter uma documentação métrica precisa das obras arquitetônicas icônicas, já que o método tradicional consiste na medição direta através de trenas ou objetos semelhantes. Logo, o estudo se baseia em analisar a aplicabilidade da metodologia *laser scanning* nesse contexto e fazer uma breve comparação com o método da medição direta.

2 PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO

A respeito do que é o patrimônio arquitetônico Colin, S. (2000) entende como se fosse um produto cultural. O autor comenta que caso os antropólogos do futuro quisessem saber como a humanidade trabalhava, se divertia ou se apropriava dos espaços urbanos, um dos caminhos possíveis seria estudando a disposição dos centros urbanos e das residências. Esse estudo é baseado na observação e análise da cultura desses povos. Nesse sentido, levando em consideração que o patrimônio arquitetônico representa a cultura de uma geração, Sandoval, M. N. (2007, p. 2), relata:

> A cultura é o que torna singulares os sujeitos, assim sendo, o patrimônio enquanto expressão cultural vai construir os costumes, a política, os interesses econômicos e sociais de um povo e as características do lugar. O patrimônio tem a sua importância a partir do momento que é a expressão de cultura e de identidade de uma localidade. O conhecimento e a valorização dos bens culturais contribuem com o despertar da cidadania e com a noção de que expressam a história e a tradição local e regional. E o patrimônio arquitetônico de um local demonstra os traços culturais de um grupo. A proteção e preservação dos bens de valor histórico, arquitetônico e cultural contam com todo o instrumental jurídico e judicial necessários para a sua efetivação.

Segundo Mateus, J. M. (2013) a palavra tradição é derivada de transmitir, passar a outro, dar para guardar. A tradição artística se referia ao patrimônio artístico de uma tal cultura, por consequência, a tradição construtiva se trata da tradição arquitetônica do local. Ainda, Mateus J. M. (2013, p. 27) orienta que: “A cultura material como materialização de uma cultura e evidência de uma sociedade no que se refere às realizações arquitetônicas como objetos materiais, resultaria de uma cultura construtiva que, também ela, se trataria de uma criação cultural.”

De acordo com Pellegrini Filho, A. (1997) a preocupação com a preservação do patrimônio arquitetônico começou no fim do século XIX, quando arquitetos e historiadores começaram a pensar sobre o valor histórico das edificações. De início, os interessados discutiam sobre a questão da manutenção, restauração e revitalização dos monumentos arquitetônicos. A partir de então, foram tomadas estratégias para criar documentos a fim de preservar o patrimônio arquitetônico.

Sobre esses documentos, Goya, Y. (p. 3, 1993) cita:

> • Carta de Atenas (1934): Orienta não demolir obras arquitetônicas de gerações passadas.
> • Criação do SPHAN (1937): O SPHAN (Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) que era encarregado de proteger o Patrimônio Histórico e Artístico do Brasil.
> • Reunião da UNESCO em Paris (1964): Orienta impedir a transferência de monumentos arquitetônicos, uma vez que são de propriedade de cada país por representar sua cultura e por isso devem pertencer ao Estado.
> • Carta de Veneza (1964): Já aqui foi observado também a necessidade de dar serventia para os monumentos, seja turístico etc.

> • Conferência Geral da UNESCO (1972): Padroniza a definição de Patrimônio Cultural internacionalmente, os classificando em Monumentos, Conjuntos e Lugares.

Amorim, A. L. e Groetelaars, N. J. (2008) relatam que o Brasil, país de grande extensão territorial, há um grande acervo de obras arquitetônicas espelhadas por seu litoral, cada qual representa a cultura de cada região. Todo esse patrimônio é protegido por tombamentos que ocorreram ao longo das últimas décadas, porém o tombamento não garante que a edificação seja mantida ou restaurada como ela realmente é. Os autores ainda complementam:

> Mais do que nunca se faz necessário reforçar a integração das três esferas de poder (Federal, Estadual e Municipal) e setores da sociedade civil que lidam com as questões relativas à preservação do patrimônio cultural, para que se possa garantir ações mais eficazes na recuperação física econômica e social desses núcleos urbanos. É consenso para todos que lidam com a preservação de bens culturais, os desafios que são colocados no enfrentamento dessa tarefa, principalmente quando estão inseridos na esfera do urbano, seja pela multi-disciplinaridade que envolve as áreas, seja pela diversidade dos núcleos, tanto na dimensão física e populacional, como na econômica e social. (AMORIM, A. L., GROETELAARS, N. J, 2008, p. 195-196)

Arantes, A. (2006) lembra que diferente dos fatos, memórias, fotos entre outras formas de recordação que podem ser relembradas por ações sociais e inclusive redes sociais, o patrimônio é uma edificação que deve ser instituída pelo Estado. Sobre a instituição do patrimônio no Brasil:

> A preservação é definida pela Constituição Federal como responsabilidade concorrente da União, dos Estados e dos Municípios, e compartilhada com a sociedade civil. Ela resulta, portanto, de práticas que, por definição, são desenvolvidas na interface entre agências governamentais e segmentos específicos e especializados da sociedade. (ARANTES, A., 2006, p. 2)

Ainda sobre o processo de institucionalização de um patrimônio, o autor (ARANTES, A. 2006) relata que é um processo de negociação dificultoso e muitas vezes conflituoso, que muitas vezes envolvem agentes públicos e empresários, uma vez que os agentes públicos representam o interesse da população.

Como dito, o patrimônio é herança de um povo, mas não deixa de ser propriedade, porém, Gonçalves (2005) *apud* PAES-LUCHIARI, M. T. D., (2007, p. 1) relata que:

> Patrimônios culturais seriam entendidos mais adequadamente se situados como elementos mediadores entre diversos domínios social e simbolicamente construídos, estabelecendo pontes e cercas entre categorias cruciais, tais como passado e presente, deuses e homens, mortos e vivos, nacionais e estrangeiros, ricos e pobres, etc.

2.1 O TOMBAMENTO E A IMPORTÂNCIA DE SE PRESERVAR O PATRIÔNIO ARQUITETÔNICO

De acordo Com Meireles H. L. (1985, p. 1), a respeito sobre o tombamento:

> Tombamento é a declaração pelo poder público do valor histórico, artístico, paisagístico, turístico, cultural ou científico de coisas que, por essa razão, devem ser preservadas de acordo com a inscrição no livro próprio. O seu fundamento jurídico está no parágrafo único, do art. 180, da Constituição federal, que coloca "sob a proteção especial do poder público os documentos, as obras e os locais de valor histórico ou artístico, os monumentos e as paisagens naturais notáveis, bem como as jazidas arqueológicas". Como a Constituição fala em "poder público", qualquer das entidades estatais pode dispor sobre o tombamento.

Segundo o Rabello, S. (2015) o tombamento foi criado pelo Decreto lei nº 25 em 1937, em seguida foi atendido pela Constituição de 1988. O tombamento é a maneira mais antiga e consistente de preservação do patrimônio histórico. A característica mais marcante a se tombar um bem é garantir que os bens materiais, móveis ou imóveis sejam mantidos conservados. Quando um bem é tombado, fica a dever dos proprietários perante ao poder público e a população o dever de manter os bens preservados.

Segundo CREA/SP (2008, p. 16) é necessário tombar os patrimônios:

> Para se garantir a preservação dos bens culturais, da memória coletiva e, conseqüentemente, da identidade cultural dos grupos sociais. É uma medida legal conveniente e segura, particularmente em relação a bens ameaçados pela descaracterização, destruição e pela especulação imobiliária.

Bertoli, V. (2017) cita o procedimento administrativo conforme o decreto lei 25/37: o primeiro passo é fazer a indicação do bem que se pretende tombar. Após, deve ser executada à notificação ao proprietário para “anuir ao tombamento” ou “impugnar”. Caso precise ser contestado, o argumento chave falará sobre o valor natural e cultural do bem a ser tombado e a necessidade de restrição. Após autorizado o tombamento do bem imóvel, o órgão competente deverá expedir o Auto de Tombamento, o mesmo deverá ser informado na matrícula do imóvel, o que comprova que o processo de tombamento foi concluído.

A respeito da ampliação do patrimônio cultural pela Constituição de 1988, Carcará, T. A., (2012, p. 10) salienta:

> Com a ampliação do patrimônio cultural pela Constituição de 1988, foi sagaz o aumento de instrumentos para proteger os bens culturais. O instituto do tombamento, com sua tradição e seu efeito sobre a propriedade, ainda continua sendo o meio mais utilizado para concretizar a proteção do patrimônio cultural brasileiro.

Sobre o efeito do tombamento, Rabello, S. (2015) cita que o principal efeito é a sua conservação. São as características do imóvel a ser tombado o que deve ou não ser mudado, essas características devem ser informadas no ato de tombamento do imóvel, isso se deve, pois, um dos princípios do tombamento é preservar a memória, logo, não devem ocorrer mudanças que descaracterizem a edificação.

O art. 17 do Decreto lei 25/37 discute sobre as alterações no bem após ser tombado. É mencionado que nem o proprietário ou o órgão competente pelo tombamento autorizem intervenções que impliquem na sua destruição ou descaracterização. Cada intervenção deverá ser autorizada pelo órgão técnico competente (RABELLO, S., 2015).

Ainda mais sobre o tombamento, Lourenço, M. C. (1999, p. 14) diz:

> O tombamento é uma iniciativa que expressa os motivos, comprovados por alegações, provas documentais, pareceres de especialistas e todos os recursos capazes de convencer o colegiado sobre sua condição de excepcionalidade, não apenas para esse segmento, mas para a cidade, o estado, o país, ou, em alguns casos, para a humanidade. Note-se que os tramites assinaladas por tais órgãos precisam ser acompanhados por outras ações das próprias instituições.

Carcará, T. A., (2012) discute sobre algo que diz ser o efeito mais caro ao se tombar uma edificação: o seu entorno. Segundo o art. 18 do Decreto Lei 25/37 não devem ser construídas nenhuma construção nos prédios vizinhos que de alguma forma venham a prejudicar na visualização ou em outro aspecto do bem tombado. Esse artigo se deve, nas palavras do autor, "Não há que se negar a aplicabilidade deste feito a todos os bens tombados. A preservação do entorno é medida salutar e necessária vista a sua relação na conservação do meio ambiente cultural em que se insere o bem tombado." (CARCARÁ, T. A., 2012, p 6.)

O entendimento da palavra patrimônio vem racionalmente da concepção de "herança paterna" também "propriedade herdada do pai ou antepassados" e "monumentos herdados de gerações anteriores". Contudo, essas expressões fazem menção ao "*moneo*" que em latim significa "levar a pensar". Medeiros, M. C., Surya, L., (2012. p. 1) no que se refere a memórias e registro, relatam:

> O patrimônio é um grande acervo, é o registro dos acontecimentos da história de um lugar, de uma sociedade, e muitas vezes se perde por falta de incentivo ou pela perda da identidade da comunidade, que sofre as mudanças e interferências do mundo globalizado.

Dito isso, fica evidente a conexão de patrimônio cultural com lembrança e memória. Com isso Pelegrini, S. C. A. (2006, p. 115) complementa:

> Nos recônditos da memória residem aspectos que a população de uma dada localidade reconhece como elementos próprios da sua história, da tipologia do espaço onde vive, das paisagens naturais ou construídas. A memória, do ponto de vista de Jaques Le Goff estabelece um "vínculo" entre as gerações humanas e o "tempo histórico que as acompanha". Tal vínculo, além de constituir um "elo afetivo" que possibilita aos cidadãos perceberem-se como "sujeitos da história", plenos de direitos e deveres, os torna cônscios dos embates sociais que envolvem a própria paisagem, os lugares onde vivem, os espaços de produção e cultura.

Adams, B. (2001) diz que os protagonistas da memória no Brasil foram os intelectuais, que se preocupavam com a valorização do estudo científico e também com a boa prática profissional.

Os principais profissionais responsáveis por esse estudo inicial foram os arquitetos e os historiadores.

De acordo com CREA/SP (2008) cada indivíduo faz parte de um todo, onde esse todo é a sociedade. Junto com outras pessoas, esses indivíduos construirão a história dessa sociedade por meio de intervenções no meio ambiente. Quando se destrói o que foi construído pelas gerações passadas, automaticamente se rompe a corrente de conhecimento, levando a futura geração a repetir constantemente experiências já vividas.

Costa, J. G. *et al.* (2017, pg. 3) diz que: "a materialização da cultura da região é fortemente identificada através das edificações e suas respectivas implantações, associadas aos modos de vida e ao ambiente natural". Dito isso, Amorim, A. L., (2010) complementa que o bem patrimônio cultural mais ameaçado é o bem arquitetônico, que testemunha o bem e o abrigo das pessoas. Tudo conspira sobre o patrimônio arquitetônico, a especulação imobiliária, as intempéries do tempo, a falta do reconhecimento da cultura que cada imóvel trás.

Segundo a cartilha produzida pelo CREA/SP (2008) devido a acelerada depreciação do meio ambiente causada pelo crescimento populacional, o conceito de sustentabilidade na preservação está em alta. Edifícios históricos vem sendo usados para abrigar serviços públicos e também são utilizados como atrações turísticas, gerando assim verba para sua manutenção.

Ainda sobre a preservação sustentável, Bertoco, C.; Medeiros, A. E. (2014, p. 108), complementam:

> A sustentabilidade das ações de preservação do patrimônio cultural depende da integração dos instrumentos de planejamento, gestão e preservação, podendo ser adotados como pacto de gestão o próprio Plano Diretor do Município, assim como os acordos firmados entre os envolvidos na formatação de roteiros turísticos e culturais e indicações geográficas de produtos que dependem da preservação da cultura, da paisagem e do território.

2.2 AS DIFICULDADES NA PRESERVAÇÃO DO PATRIÔNIO ARQUITETÔNICO

Apesar de todo o esforço mostrado anteriormente, no Brasil, o empenho destinado à preservação na maioria das vezes é insuficiente, devido ao grande número de monumentos. O país, de extensa dimensão e ainda com problemas econômicos e sociais, presencia uma situação perigosa quando se fala em preservação do patrimônio, embora ainda assim existam esforços para a preservação. A alta concentração urbana da sociedade atual junto com a grande atividade econômica dos grandes centros são o motivo da demolição dos monumentos, uma vez que ficam desatualizados, são substituídos por prédios maiores que por consequência mais rentáveis (CENTENO, J. A. S; WUTKE, J. D.; KERSTING, A. P. B., 2004).

Garantir que o patrimônio cultural permaneça preservado é um desafio para toda a população através das diversas partes que compõem a sociedade: governos, museus, universidades e todo o segmento específico voltado para o meio. (AMORIM, A. L. 2017).

As dificuldades acima mencionadas não são só no Brasil, Pelegrini, S. C. A., (2006, p. 70) diz:

> Os problemas assinalados não constituem exclusividade brasileira, as tentativas de preservação do patrimônio têm enfrentado dificuldades semelhantes em diferentes áreas do globo terrestre. No caso brasileiro, contudo, não se deve ignorar que, desde a segunda metade da década de 1990, têm se observado alguns avanços do ponto de vista conceitual. As ações preservacionistas têm tentado adotar uma abordagem do patrimônio centrada na visão do conjunto, buscando a integração dos bens culturais à dinâmica da cidade. Embora se reconheça que nos anos noventa o interesse patrimonial ainda tenda a se circunscrever em torno do patrimônio edificado e dos monumentos, percebe-se o reconhecimento de que esses centros históricos não podem ser vistos como elementos dissociados da cidade. A integralização do centro histórico ao espaço urbano se deve a assimilação do entendimento de que nenhum bem do patrimônio edificado pode ser visto isoladamente, fora do contexto urbano onde se encontra inserido.

Nesse contexto, Cavalcanti Neto, J. R., Carneiro, J. R, Giannecchini, A. C. (2011) comentam que uma das dificuldades é a adesão dos órgãos públicos à gestão do patrimônio, isso muitas vezes é causado pelo estado que os bens se encontram, exigindo grande esforço e recursos para sua manutenção e restauração.

Tomaso, I. (2002) discute sobre as dificuldades que a preservação dos patrimônios históricos em relação a falta de consenso entre o passado e a história. Isso, pois no “passado” dito como histórico pelo Estado, acabam sendo ocultados inúmeros outros. Logo, o autor se pergunta: quais são os critérios adotados pelo Estado para definir qual obra é histórica e qual não é? Para solucionar esse problema Laour (1994) apud Tomaso I. (2002) orienta criar o conceito de “redes” onde a decisão para tombar um patrimônio vem de diversas organizações, a fim de ter um melhor critério para realizar o tombamento e prevenir decisões monocráticas.

De acordo com Bennett (2009) apud Groetelaars (2015) nos países mais desenvolvidos, vem sendo observado a desaceleração da construção de novas construções e adaptando edificações antigas para novos usos, visando assim uma arquitetura mais sustentável, menos energética que preserva a cultura local.

Amorim, A. L. (2010, p. 195) faz uma crítica geral de como é tratado o patrimônio arquitetônico no Brasil:

> Todo este magnífico acervo, extremamente importante para a identidade brasileira, tem passado, ao longo das últimas décadas, por diversas ações de preservação (tombamento, obras), sem que estas tenham garantido a conservação mais efetiva desses bens, seja por falta de recursos humanos e financeiros, seja por falta de uma política de planejamento estratégico que articule os diversos agentes da sociedade em prol de uma participação democrática.

Em outro estudo Amorim, A. L. (2008) relata que nas últimas décadas, várias ações de preservação foram implantadas, entre eles: obras de recuperação, restauração e tombamentos, porém, não foi dado a manutenção correta para essa edificação, seja por falta de recursos humanos e financeiros ou devido à falta de políticas de planejamento estratégico ou ainda a falta de reconhecimento do patrimônio por parte da sociedade.

Carríon; Hanley (2005) apud Pretto Neto D.; Serres J. C. P. (2019, p. 3) sobre a degradação do patrimônio arquitetônico, dizem:

> Os centros históricos foram eleitos como um dos principais problemas das cidades, nas últimas décadas, quando os movimentos migratórios provocaram um despovoamento nestes centros. Estas áreas centrais começaram a ser substituídas por outras regiões da cidade, onde se começaram a concentrar atividades ligadas a diversos setores da economia. Com este afastamento, a importância destes centros diminuiu, assim como o investimento público e privado que neles se fazia. Assim, ocorreu uma degradação progressiva do patrimônio cultural e da identidade dos centros históricos.

Sobre a dificuldade em restaurar o Patrimônio Arquitetônico, Kallas, L. M. E., Guillen-Salas, J. C., Silva, E. A. S. (2020, p. 4) comentam:

> O patrimônio arquitetônico e urbanístico, dia após dia, sofre com a falta de financiamento, incêndios, alterações da legislação urbana. O patrimônio continuamente está suscetível a sua desintegração. A noite do dia 2 de setembro de 2018, o Brasil assistiu uma das maiores perdas de seu patrimônio arquitetônico, histórico e cultural, com o incêndio no Museu Nacional. Os brasileiros perderam boa parte da sua história, assim como o mundo perdia também parte da história da humanidade, como a ossada mais antiga da América do Sul já encontrada, a Luzia.

Nesse sentido, o que dificulta uma restauração precisa é a falta da documentação arquitetônica das obras. Uma vez que são obras antigas, o que resta são rascunhos sem medidas exatas, algo que faz muita diferença quando é preciso recuperar uma janela, por exemplo. A autora explica a necessidade de se padronizar um método de documentação arquitetônica a fim de gerar maior precisão e rapidez em etapas de aquisição e processamento dos projetos. (TOLENTINO, M. M. A., 2018).

2.3 O PATRIÔNIO ARQUITETÔNICO E O TURISMO ALIADOS À ECONOMIA REGIONAL.

A sociedade atual, com uma vasta oportunidade de comunicação virtual é capaz de influenciar o comportamento de consumo de diversas pessoas, de diferentes idades e gostos distintos. Com essa influência, pequenas cidades históricas ou pequenos sítios em grandes cidades

são um grande atrativo cultural. Essas atrações proporcionam ao turista uma volta no tempo, garantindo assim uma grande experiência cultural. (CARVALHO F. R. T., 2015).

De acordo com Araujo Junior, D. A. S. (2012) o patrimônio é determinado a partir de uma reunião de monumentos históricos em determinada região e que a teoria econômica ajuda a entender a especificidade do patrimônio como um bem de valor. Ou seja, o patrimônio é determinado a partir de um conjunto de monumentos que representam a cultura e a vivência de um povo antigo que serve de garantia para que a sociedade atual conserve seus costumes.

Torezani, J. N. (2017) orienta que o patrimônio cultural enriquece o turismo local, sendo muitas vezes o patrimônio o motivo principal da visitação ao local, pois o turista não busca somente uma viajem, mas também uma experiência. Com os monumentos bem preservados e uma cultura fiel, o visitante se sente "abraçado" pela cultura local.

De acordo com Carvalho F. R. T. (2015) muitas vezes cidades incorporam tradições devido ao turismo, pois se beneficiam economicamente. Isso gera um efeito de pertencimento, legitimação e incorporação da cultura, como é o caso de Gramado, situado no Rio Grande do Sul, que é símbolo do turismo Gaúcho devido a proposta do chocolate, do frio e dos cafés coloniais. Onde acaba gerando o desenvolvimento da economia local baseada no turismo, até ficar tão grande a ponto de chegar ao Plano Diretor do Município não permitir a construção de casas diferente do estilo colonial alemão.

Quando falamos sobre o motivo do patrimônio arquitetônico deve ser preservado, Carvalho F. R. T. (2015, p. 12) comenta a respeito:

> A partir dos interesses econômicos, há a preservação do patrimônio em função do turismo, tornando a cultura uma mercadoria, um produto. Assim, o patrimônio cultural passa a ser mais preservado na medida em que o interesse turístico por prédios históricos, torna-os economicamente viáveis, ao serem ressignificados. Em que muitos lugares, são transformados em centros culturais, museus, restaurantes, pousadas,13 centros de eventos, entre outras atividades, que visam a se beneficiar dos monumentos históricos para atrair turistas e, conseqüentemente, obter lucros diretamente do uso e da potencialidade do local.

Carvalho F. R. T. (2015) orienta que deve se ter cuidado para que o turismo não transforme a cultura em um produto turístico. Isso fica mais evidente quando a autora menciona o caso de Ilhéus, na Bahia, onde o prédio do Memorial da Cultura Negra, espaço da cultura afro-brasileira, foi fechado no Bairro da Conquista e deslocado para o centro da cidade, para tornar o prédio apenas um ponto turístico, fazendo que fique mais fácil a locomoção dos turistas. A autora comenta que essa estratégia provavelmente seja apenas de interesse político em função do interesse econômico, para tornar-se um espaço somente turístico.

O autor Araujo Junior, D. A. S (2012, p. 86) explica como Greffe, autor do livro *O valor econômico do patrimônio* fala sobre suscetibilidade da criação de renda econômica a partir de monumentos:

> Greffe investiga a suscetibilidade de criação de emprego e renda pela utilização econômica de monumentos como recurso para o desenvolvimento, buscando entender em que medida a dimensão econômica dos monumentos pode contribuir ou reforçar o bem-estar de uma coletividade. Para o autor, mais importante ainda é demonstrar que a Economia do Patrimônio constitui-se em uma atividade capaz de gerar mais emprego e renda do que outras atividades econômicas.

Porém, a ausência de um plano de desenvolvimento para as cidades gera o abandono dos monumentos, acentuando o empobrecimento da população que não tem verba para investir em restauração por parte particular. Assim, de acordo com Greffe, a toda a população local se mobiliza para preservar seu patrimônio popular, aumentando o número e turistas e mantendo a economia ativa, o que gira um ciclo de preservação e prosperidade. (ARAUJO JUNIOR, D. A. S. 2012)

Sobre a valorização do patrimônio e o uso turístico nos tempos atuais, Rusadin, L.; Silva, R. H. (2012, p. 86) se expressam da seguinte maneira:

> A valorização do patrimônio no cenário contemporâneo ganhou muito destaque nos últimos anos, criando um debate do uso turístico desse patrimônio e a troca existente entre esses dois setores. Assim sendo, para que não se perca a alma dos monumentos é imprescindível que o correto valor lhe seja associado e assim de sua conservação e restauração, sem que o mesmo perca suas características para que um espetáculo seja apresentado aos turistas. Qualquer tipo de mudança nesses ambientes tem que ser muito bem estudada para que os monumentos não percam sua essência sendo vistos de forma como nunca foram pensados. Movidos pela animação cultural e pela interatividade, o diálogo existente entre o visitante e o local fica inibido ou inexistente. Desse modo, a relação do patrimônio, comunidade local e turista, é delicada e tem de ser muito bem pensada para que nenhum dos lados saia prejudicado.

Os autores, Rusadin, L.; Silva, R. H. (2012) também orientam que o uso do patrimônio para fins turísticos tem dois lados. Em um deles, o turismo se mostra como um ramo que leva prosperidade para as cidades históricas, que vem crescendo cada vez mais e ainda ajuda a população e ao município a manter conservado a cultura regional e a tradição histórica. Porém, há o lado em que o turismo põe em risco toda a história da região, uma vez que quando a região leva riquezas, a mesma se torna valorizada, gerando assim a especulação imobiliária e aumento da população nos centros histórico, entre outros fatores.

3 O INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL

3.1 O SPHAN, O DPHAN e o IPHAN.

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, em seu próprio *website*, diz que:

> O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional é uma autarquia federal vinculada ao Ministério do Turismo que responde pela preservação do Patrimônio Cultural Brasileiro. Cabe ao Iphan proteger e promover os bens culturais do País, assegurando sua permanência e usufruto para as gerações presentes e futuras. (IPHAN, 2020)

O Iphan também é responsável pela conservação, salvaguarda e vigilância dos bens culturais do Brasil que estão inscritos na Lista de Patrimônio Mundial e na Lista o Matrimônio Cultural Imaterial da Humanidade. (IPHAN, 2014).

Sobre a primeira iniciativa em relação à proteção de monumentos históricos, Pires, M. C. S. (1980, p. 9), orienta:

> A primeira notícia que se tem de alguma iniciativa visando a proteção de monumentos históricos já data de meados do século XVIII: D. André de Melo e Castro, Conde das Galveias, Vice-Rei do Estado do Brasil de 1735 a 1749, ao tomar conhecimento das intenções do Governador de Pernambuco a respeito de construções ali deixadas pelos holandeses, escreveu-lhe uma carta onde demonstra notável percepção da complexidade que envolve os problemas de proteção a monumentos históricos.

A segunda tentativa veio mais de um século à frente, quando Luiz Pedreira do Couto Ferraz, Ministro do Império Conselheiro e depois Visconde do Bom Retiro, envia ordem aos Presidentes das Provinciais para que encontrassem coleções epigráficos para a Biblioteca Nacional, também foi repassado ao Diretor das Obras Públicas da Corte, para que tivesse cuidado na reparação dos monumentos, a fim de preservar o que nele estava escrito. (PIRES, M. C. S., 1980)

Após outros fatos, Pires, M. C. S. (1980) relata que o então ministro da educação entre 1934 a 1945, Gustavo Capanema, toma a iniciativa ao estudar um novo projeto de lei federal referente ao assunto. No início dos trabalhos, contou com a reforço do historiador Luís Camilo de Oliveira Neto, que recomendou um plano visando a recuperação e a manutenção dos monumentos nacionais.

Oliveira (2008) relata que recentemente foram celebrados 70 anos de criação do primeiro órgão responsável pela preservação do patrimônio cultural no Brasil, O SPHAN, Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, que depois viria a se tornar o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, IPHAN.

O Sphan, instituído em 1936 em caráter provisório, de acordo com Cunha, C. R. (2010), seu papel foi alterado no ano seguinte devido a mudança no Ministério da Educação e Saúde Pública através do Decreto Lei n. 25, assinado por Getúlio Vargas em 30 de novembro de 1937. A respeito da elaboração do Decreto-Lei, nas palavras de Gustavo Capanema:

> Aproveitou-se tudo quanto de útil, entre nós, se projetara anteriormente. Foi consultada e atendida, no que pareceu conveniente, a legislação estrangeira, constituindo, portanto, resultado de longo trabalho, em que foram aproveitados as lições e os alvitres dos estudiosos da matéria. (CUNHA, C. R. 2010, p. 63).

De acordo com Gonçalves, J. (2009, p. 1) O Decreto-Lei n.25/37:

> Forneceu as diretrizes de atuação do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – SPHAN, marcando os critérios que orientariam a seleção dos bens a serem preservados por meio de tombamento: haveria interesse público na conservação de bens vinculados "a fatos memoráveis da história do Brasil" ou com "excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico.

A autora então explica que o caráter de excepcionalidade e a dimensão nacional deveriam ser selecionados e protegidos pelo órgão a partir de então. Entretendo, o Sphan dependia de uma equipe multidisciplinar extensa, na maioria das vezes intelectuais de diversas áreas do país que estudavam a respeito dos patrimônios de sua região. (GONÇALVES, J. 2009).

Apesar de estarem iniciados os trabalhos em um ambiente provisório, o Sphan realizou uma sistemática de inventários e estudos em locais ao redor do país. Nesse tempo, também se preocupou em começar algumas restaurações em bens ameaçados de ruína, com foco principal na cidade de Ouro Preto, que desde 1933 é considerada Monumento Nacional. (CUNHA, C. R. 2010).

Assim que começou suas atividades com os monumentos, o Sphan preocupou-se com os bens móveis, uma vez que eram frequentemente furtados e comercializados de maneira ilícita, com isso começaram a surgir os primeiros museus e casas históricas que abrigavam esses bens móveis. Entretanto, com o crescimento das grandes cidades, surge a especulação imobiliária e os bens moveis correm risco de serem demolidos ou degradados, a partir de então o Sphan se concentra em fazer o inventário e a restauração do patrimônio arquitetônico. (PIRES, M. C. S., 1980).

Rezende, M. B. *et al*, explica que em nove anos de funcionamento, o Sphan tombou 474 monumentos e 52% deles foram no primeiro ano da autarquia. Ainda, de acordo com Oliveira, A. F. B (2008, p. 25) também era dever do Sphan:

> Cabia ao Sphan além da organização, determinação e tombamento do que era considerado patrimônio histórico e artístico, também a articulação com outras entidades (Ex: Igrejas, instituições científicas, etc.) para a conservação/preservação desse patrimônio.

Então, o Decreto-Lei n. 3866, instituído em 1941 dava direito aos Municípios, Estados e União ou ao dono dos bens a remover os tombamentos:

> O Presidente da República, atendendo a motivos de interesse público, poderá determinar, de ofício ou em grau de recurso, interposto pôr qualquer legitimo interessado, seja cancelado o tombamento de bens pertencentes à União, aos Estados, aos municípios ou a

> pessoas naturais ou jurídicas de direito privado, feito no Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, de acordo com o decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. (BRASIL, 1941).

Então, em 2 de janeiro de 1946, o Decreto-lei n. 8534 transforma Sphan em Diretoria (Dphan), também cria quatro "distritos" da Dphan com sedes em Recife, salvador, Belo Horizonte e São Paulo, e subordina à diretoria o Museu da Inconfidência, o Museu das Missões e o Museu do Ouro. (PIRES, M. C. S., 1980).

O primeiro diretor executivo do Dphan foi Rodrigo Melo Franco de Andrade, que permaneceu no cargo até 1967, tornou sua passagem pela autarquia conhecida como "Fase Heroica", devido a sua excelente gestão e também pela falta de recursos, de estrutura e de colaboradores especializados. (OLIVEIRA, A. F. B., 2008)

No período que Rodrigo Melo Franco de Andrade esteve à frente do Sphan, como diretor, juntamente com Lucio Costa, como diretor da Divisão de Estudos e Tombamento, os dois tiveram papel fundamental na criação de critérios que selecionassem os bens culturais a serem tombados. Na década de 1930, mesmo ainda com poucos colaborados, Rodrigo Melo Franco de Andrade falava que a equipe do Sphan era formada por arquitetos de renome internacional, de historiadores e intelectuais. Ainda mencionava que "embora integrada por menos de 20 homens" e "desenvolvia um trabalho intenso, visando ao engrandecimento do país". (GONÇALVES, J. 2009).

Em 1966 nasce o CFC (Conselho Federal da Cultura) criado por Castello Branco e extinto no governo Collor em 1990. De acordo com Peregrino, M. C. (2012) o órgão possuía papel de destaque e teve grande participação na preservação do patrimônio até a década de 90, quando por fim esgotou-se sua proposta cultural e sua força política. Ainda mais sobre o CFC:

> Os membros desse conselho, nomeados pelo Presidente da República, eram intelectuais renomados, de famílias abastadas e tradicionais (Gilberto Freyre, Afonso Arinos, Pedro Calmon, Cassiano Ricardo, entre outros). Um de seus conselheiros era o arquiteto Renato Soeiro, diretor do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) entre 1967 e 1979. Até a criação e fusão da SPHAN/Pró-Memória a política cultural do IPHAN caminhava lado a lado com as propostas do CFC por intermédio da sua Câmara do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, da qual Soeiro fazia parte. (PEREGRINO, M. C., 2012, p. 88)

Passado um ano, em 1967 Renato Soeiro assume a diretoria do Dphan, porém, poucas mudanças são feitas no tocante as diretrizes do órgão. Porém, como já havia sido mencionado anteriormente, com a alta crescente da urbanização, a industrialização e como consequência a valorização imobiliária, o que descaracterizava os grandes centros, foram feitas alterações nas diretrizes de tombamento do Dphan. A partir daquele momento, não era tombado apenas monumentos isoladamente, mas sim conjuntos construtivos. (OLIVEIRA, A. F. B, 2008).

Então, com um decreto, transforma a diretoria em instituo, Dphan para Iphan, como dito no artigo 14:

> Art. 14. Fica assegurada, na forma do artigo 172 do Decreto-lei número 200, de 25 de fevereiro de 1967, com a redação dada pelo Decreto-lei nº 900, de 29 de setembro de 1969, autonomia administrativa e financeira ao Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP) e à Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, que passa a denominar-se Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). (BRASIL, 1970).

De acordo com Peregrino M. C. (2012) a história de Soeiro com o Iphan não é alvo dos estudiosos, mas de um modo geral, as pessoas que apoiaram o golpe militar do meio cultural e artístico ou atuaram em órgãos oficiais do regime sofreram um processo de sombreamento e concomitantemente de anistia política. No entanto, no caso de Soeiro se intensifica devido a sua gestão, que se deu exatamente na consolidação do regime militar e terminou no fim, representando uma pausa entre a fase heroica, de Rodrigo Mello Franco de Andrade, e a fase moderna, de Aloísio Magalhães.

Vale ressaltar que, nesse momento da história, o país enfrenta o regime militar. No entanto, de acordo com Peregrino, M. C. (2012) o Sphan e o CFC focavam na criação de casas de cultura e na restauração de espaços públicos culturais cujo prédio tivesse representatividade cultural. De acordo com Gonçalves (2002) apud Peregrino M. C. (2012) a cultura naquele momento até a gestão de Aloísio Magalhães era baseava nos tombamentos de conjuntos arquitetônicos ligado ao Barroco pois o estilo representava a herança europeia, branca e cristã. Essas escolhas eram pautadas devido ao processo de urbanização que ameaçava a degradação dos bens materiais.

Sobre o discurso político referente a preservação do patrimônio cultural na década de 70, vale ressaltar que:

> Assim, o discurso de preservação do patrimônio nacional, na década de 1970, baseou-se justamente na defesa de uma memória nacional sacralizada, erudita e, quando popular, folclórica e estática em sua dinâmica contemporânea, quer dizer, como algo o presente não deve modificar, transformar. Não raro os temas da segurança nacional e do desenvolvimento nacional saíam da esfera do discurso dos militares e eram apropriados pelo CFC. A adoção desse discurso procurava não apenas legitimar a política oficial, mas também as ações da própria instituição no contexto político, econômico, cultural e social de então. (PEREGRINO, M. C., 2012, p. 89).

3.2 AS FASES DO IPHAN

3.2.1 A FASE HEROICA

De acordo com Pires, M. C. S. (1980) a fase heroica leva esse nome devido aos “milagres” feitos nos primeiros 30 anos da instituição, uma vez que os investimentos na instituição não era o

suficiente. O nome “fase heroica” foi o melhor adjetivo para se referir ao Sphan durante a presidência de Rodrigo Melo Franco de Andrade na instituição.

Para complementar, Pires, M. C. S., (1980, p. 17) relata:

> Não é por acaso que ela é a mesma em que Rodrigo Melo Franco de Andrade esteve à frente da instituição, pois, na verdade, chegou a ser tal o envolvimento entre a pessoa e o serviço, que, para muitos analistas, torna-se difícil ou quase impossível entender o Patrimônio sem conhecer e compreender a personalidade e a atuação de Rodrigo Melo franco de Andrade.

De Acordo com Silvana Rubinho (1996) apud Nunez, L. O. (2016), os primeiros registros no Livro de Tombo (todo tombamento era registrado nesse livro) apresentavam uma perspectiva onde se predominava a estética, além de sempre se enquadrarem na mesma linha do tempo e estarem em uma perspectiva histórica semelhante, na maioria das vezes também focando em personagens e fatos memoráveis. Ou seja, durante os primeiros trinta anos do Sphan, fica evidente a orientação da maioria dos profissionais ligados ao Movimento Modernista que viam na arte e na arquitetura colonial, uma expressão de “identidade nacional.”

Ainda Nunez, L. O. (2016, p. 199) relata que era notório o desprezo pela arquitetura que não representava o estilo modernista:

> Conforme dados apresentados por Fonseca (2005), dos tombamentos realizados até o fim da fase heroica do Sphan (1937-1967), o barroco era o estilo mais valorizado, seguido pelo neoclássico. A arquitetura moderna teve seu primeiro exemplar tombado em 1947: a Igreja de São Francisco de Assis, na Pampulha, em Belo Horizonte (MG). Na sequência, seriam tombados o prédio do Ministério da Educação e Cultura (MEC), em 1948; a estação de hidroaviões do Rio de Janeiro, em 1957; e a Catedral de Brasília, em 1967. Jáo estilo eclético, apesar de sua importância histórica como estilo característico da Primeira República, só tivera, até então, três imóveis tombados e, ainda assim, exclusivamente por seu valor histórico, são eles: “Casas à Rua das Palmeiras, nº 35 e de nº 55” (Rio de Janeiro, RJ - número da inscrição no Livro Tombo 392, 393) e a “Casa à Rua Sorocaba, nº 200” (Rio de Janeiro/RJ – atual Museu Villa – Lobos, nº de inscrição 394)

Devido isso, na conhecida também por “primeira fase” sua principal atividade constituiu-se em não deixar que edificações religiosas, civis irem a ruína, serem abandonadas ou serem usadas de forma indevida. Concomitantemente, toda uma atividade para sensibilizar a população foi feita, a fim de sensibilizar a população referente a importância dos acervos culturais, que representavam nessa fase os edifícios e alguns bens móveis. (PIRES, M. C. S. 1980).

3.2.2 A SEGUNDA FASE

A chamada segunda fase do instituto é aquela que é marcada pela administração de Renato Soeiro, que vai de 1967 à 1979. Em termos legislativos, a mudança mais importante foi o decreto-lei n. 66967, que dispôs sobre a organização administrativa do Ministério da Educação e do

Ministério da Cultura e em seu décimo quarto artigo transformou o Sphan em Iphan. Também vale ressaltar a lei 6292, de 15 de novembro de 1975, que diz que para qualquer monumento tombado e para cancelar o tombamento dependem da homologação do Ministro da Educação. Outra ação importante a portaria n. 230, de 26 de março de 1976, onde é aprovado o regimento interno do Iphan. (PIRES, M. C. S. 1980).

De acordo com Silva, A. P. (2017) a segunda fase é chamada também de "modernizadora" que está diretamente ligada à Aloísio Magalhães, que tomou posse da direção do Instituto em 1979. Na segunda fase vale ressaltar a inserção do turismo atrelado ao patrimônio cultural, a fim de promover a economia regional.

No ponto de vista de Pires, M.C. S. (1980) inicia-se uma nova política de tombamento, que era mais direcionada à preservação e gestão de conjuntos arquitetônicos. A industrialização em massa abre estrada que gera acessos a áreas afastadas, provocaram demanda populacional e difusão do turismo. Porém, com o aumento demográfico, a industrialização e o turismo podem ser itens positivos de enriquecimento econômico, porém, com o aumento da população e a valorização imobiliária podem descaracterizar os conjuntos arquitetônicos que eram alvos de preservação. Para conter as descaracterizações dos grandes centros culturais, foi criado o programa Cidades Históricas (PCH). (PIRES, M. C. S. 1980).

3.3 O PROGRAMA CIDADES HISTÓRICAS

De acordo com Correa, S. M. (2016) o Programa Cidades Históricas (PCH) criado em 1973, foi o primeiro programa brasileiro que investiu recursos na restauração do patrimônio cultural urbano. O PCH foi implementado pelo Ministério do Planejamento, onde buscava o desenvolvimento econômico das cidades históricas com foco no turismo.

A defesa do turismo gerou grandes oportunidades para o meio da preservação a partir da década de 1960, visando principalmente a sustentabilidade do patrimônio arquitetônico por meio da economia. Mesmo com os avisos que o turismo em massa poderia contribuir para a degradação dos bens culturais, o argumento de que essa atividade financiaria a manutenção e a gestão dos patrimônios captando recursos não só do Estado, mas também da iniciativa privada foi muito utilizado no relatório da Unesco de 1968. (AGUIAR, L. B., 2016)

Sobre a carta da Unesco de 1968, é dito que:

> De acordo com esse documento, a condição excepcional do Brasil para o "turismo cultural" era consequência direta de sua diversidade cultural, da existência de sítios urbanos preservados e também de sua "aptidão à modernidade". Esta última poderia ser comprovada pela arquitetura moderna presente em cidades como Brasília, o que facilitaria a construção

> de equipamentos turísticos. Após enumerar os benefícios do desenvolvimento turístico brasileiro, o relatório de Michel Parent analisa o potencial de algumas das regiões do país e lista algumas das medidas necessárias para seu aproveitamento. Dentre elas, destaca-se o estímulo à aviação comercial, ao transporte marítimo e fluvial e à construção de novas rodovias e ferrovias. (AGUIAR, L. B. 2016, p. 140)

A importância de conhecer o programa decorre de diversas questões: sua formulação e coordenação ocorrem pelo órgão de planejamento do governo federal e não pelo instituto responsável por preservar o patrimônio histórico nacional, o Iphan. A intenção era de efetivar como uma política integrada, possibilitando assim maior eficiência nos investimentos públicos e também a descentralização por meio da execução pelos estados. (AGUIAR, L. B., 2016).

Sobre a motivo da criação do PCH, Correa, S. M (2016, p. 26) diz:

> Não se sabe exatamente como se deu a motivação original para a criação do Programa Integrado de Reconstrução das Cidades Históricas do Nordeste. Segundo Henrique Oswaldo de Andrade, coordenador do programa de 1975 até seu encerramento, o PCH teria surgido a partir de uma visita de João Paulo dos Reis Velloso, Ministro do Planejamento e Coordenação Geral (Miniplan), a Olinda em fins de 1972 ou início de 1973. Velloso teria se sensibilizado com a situação da cidade, apresentada por Ayrton Carvalho, diretor do 1º Distrito Regional do Iphan (Pernambuco), que também teria relatado a situação do órgão, com recursos humanos e materiais insuficientes para enfrentar a degradação dos centros históricos brasileiros. Ademais, também são indicados por alguns autores que as notícias veiculadas na imprensa sobre a destruição de várias cidades históricas, e que pressionaram o MEC a realizar os Encontros de Governadores, teriam gerado o fato político para a criação do programa.

Ao analisar o contexto político e cultural dos anos 1970 no que tange o PCH, três fatores o englobavam: o uso frente da democracia em documentos oficiais do regime militar, o programa Monumenta e o recém criado programa de Aceleração do Crescimento em Cidades Históricas PAC. (CHUVA, M.; LAVINAS, L. V., 2016)

Segundo as autoras, ainda mais sobre o contexto político na criação do PCH

> O PCH fez parte da rede de relações e de poder integrada ao projeto desenvolvimentista do governo militar baseado no binômio regionalismo e descentralização, e que implementou as políticas culturais nos anos 1970 no Brasil. Entendia-se que por meio desse binômio seria garantido o acesso a bens culturais até então centralizados no Sudeste brasileiro, e justamente essa oportunidade de acesso foi interpretada como sinônimo de democracia. (CHUVA, M.; LAVINAS, L. V., 2016, p. 4)

Correa, S. M. (2016) relata que de 1973 a 1979 foram investidos cerca de 17,3 milhões de dólares, realizando assim 143 obras em monumentos, correspondendo a 85% dos investimentos, 8 cursos de qualificação de mão de obra em nível superior, intermediário e operário, 7 planos urbanísticos, 6 obras em espaços públicos e 10 ações de tipos diversos.

Figura 01 – Ouro Preto, uma das cidades contemplada no Programa Cidades Históricas.

Fonte: Adaptado de Ouro Preto – Onde ficar, férias e dicas. Disponível em: https://m.feriasbrasil.com.br/mg/ouropreto/

Como dito anteriormente, Soeiro, ao transformar o Dphan em instituição (Iphan) fez vários convênios com outros ministérios visando a preservação do patrimônio cultural. O convênio mais importante foi com a Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral da Presidência da República (SEPLAN-PR), onde tinham como objetivo o programa Integrado de Reconstrução das Cidades Históricas do Nordeste, justamente para fins turísticos. Com o passar do tempo, o nome foi reduzido para Programa das Cidades Históricas. O nome original é uma inspiração na reconstrução europeia após a Segunda Guerra Mundial. (AZEVEDO, P. 2016)

O Programa Cidades Históricas inovou na época ao constituir uma política integrada, ou seja, foi estruturada entre diferentes setores do governo, como a Seplan (Secretaria do Planejamento e Orçamento), também o Iphan e os governos estaduais que conversavam com os setores privados. Um bom diálogo entre os setores possibilita uma melhor gestão e assim possibilitando a execução dos projetos. (CHUVA, M.; LAVINAS, L. V., 2016)

Azevedo, P. (2016) destaca que o programa foi criado oficialmente pela Exposição de Motivos n. 076-B, em 21 de maio de 1972 e formado por um grupo de ministérios onde tinha representantes do Ministério da Educação (MEC), Embratur, Sudene e Ministério do Turismo. O representante do MEC era Renato Soeiro, que também dirigia o Iphan. A primeira reunião do grupo

foi no Recife, no ano de 1973 onde permaneceu até 1980. Os recursos que custeavam o PCH vinham do Fundo Plano de Ações Integradas da SEPLAN-PR, que custeava cerca de 80% dos custos, o restante ficava a cargo dos Estados e Municípios.

Um exemplo do sucesso do programa é tão grande que em 1977 ele foi reivindicado e estendido aos estados de Minas Gerais, Espirito Santo e Rio de Janeiro. Nesta fase, o Sudeste conta com cerca de dois terços dos recursos do programa. (AZEVEDO, P. 2016)

Em 1979, Azevedo, P. (2016) relata que o programa é estendido novamente e dessa vez é incorporado ao Iphan, porém, dessa vez o órgão não contava com os recursos do Seplan-PR. Uma vez que as atribuições do programa foram aumentadas e as verbas reduzidas, Renato Soeiro não desanimou e pensou que poderia contar com os recursos do Banco Nacional da Habitação:

> Uma nova etapa é aguardada com a incorporação definitiva do Programa (das Cidades Históricas) ao IPHAN e o envolvimento indispensável com outros setores da Administração Pública e da área privada, o que deverá resultar na cooperação de organismos federais de financiamento para a tarefa de preservação e valorização do acervo residencial dos bairros e núcleos urbanos tombados. Somente uma ação conjunta com aqueles organismos financeiros aliados, mais uma vez, aos órgãos de cultura será possível resguardar a nossa identidade cultural, possibilitando, de maneira democrática, a solução para o problema que a coletividade brasileira enfrenta para garantir estes direitos básicos do indivíduo: o da habitação e o da livre transmissão da cultura. (AZEVEDO, P. 2016, p. 246)

O desmonte do PCH acontece progressivamente na metade da década de 1980 e acontece devido à falta de recursos e à mudança de foco da política cultural. Com a crise de 1970 onde o Brasil precisou pedir emprestado ao Fundo Monetário Internacional, a volta da inflação e a constelação do regime, foi preciso contestar a política cultural. (AZEVEDO, P. 2016)

4 A DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO

No Brasil, a importância da realização de inventários se inicia com Rodrigo Melo Franco de Andrade:

> [...] a tarefa principal que o legislador brasileiro cometeu ao Serviço incumbido da proteção àqueles bens é o seu tombamento. Mas como não se conhecem previamente todas as coisas de excepcional valor histórico ou artístico existentes no Brasil, para tombar as que tenham esses requisitos torna-se necessário proceder pelo país inteiro a um inventário metódico dos bens que pareçam estar nas condições estabelecidas para o tombamento e, em seguida, realizar os estudos requeridos para deliberar sobre a respectiva inscrição. (ANDRADE, 1987 apud TOLENTINO, M. M. A., 2018, p. 51-52)

Sobre o ato de documentar, Nogueira, F. M. S (2010, p. 71) entende que:

> O ato de "documentar" constitui-se em capturar informações que descrevem a configuração física, as condições de uso dos monumentos, grupos de edifícios ou sítios, incluindo evidências, tanto tangíveis quanto intangíveis. A documentação deve contribuir para compreensão e a preservação do Patrimônio e seus valores promovendo o interesse e o envolvimento das pessoas.

A documentação arquitetônica é baseada em um processo metódico de aquisição, tratamento, indexação, armazenamento, recuperação, disponibilização e divulgação de dados e informações gráficas e não gráficas. Embora pareça simples quando se fala somente em documentar, é uma atividade complexa, que para ser feita é necessária uma ação multidisciplinar que vai desde materiais até mão de obra qualificada. Embora seja evidentemente mencionada para realização de projetos de preservação, a documentação arquitetônica também é essencial na preservação da memória das edificações históricas. (AMORIM, A. L. 2017)

Oliveira, M. M. (2008), ainda relata que uma edificação pode ser representada de maneira iconográfica de duas maneiras simples: no primeiro caso, a edificação é reconhecida de maneira técnica, ou seja, representada em planta baixa, com seus devidos cortes, seguindo o conceito da velha iconografia e ortografia vitruviana. O segundo é a representação aparente, que implica no emprego da perspectiva, tanto exata (com escala) tanto como observação. Nesse grupo é inserida a fotografia tradicional e digital, além de suas variantes, como o cinema e o vídeo.

Amorim, A. L. (2017) discursa sobre a importância da documentação quando diz que a preservação física de um patrimônio é impossível. Seja por sua grandiosidade ou qualquer outra ação que o tempo, o clima ou ações do homem. Nesse contexto, as ações de documentação e de educação patrimonial são de extrema importância na formação de um pensamento mais capacitado em relação ao patrimônio cultural.

Nas palavras de Amorim, A. L. (2017, p. 65) "Assim, é importante ressaltar a necessidade do registro das mais diversas formas do patrimônio cultural, em face ao risco de perda ou de

degradação que, por vezes, se encontra submetido, e que é, em última análise, a testemunha da História.”

Figura 02 – O Templo de Bel, destruído pela ação do homem.

Fonte: Adaptado de Amorim, A. L. (2017). Disponível em: https://rigs.ufba.br/index.php/revistaici/article/view/23176/14681

A documentação arquitetônica também pode ser entendida como um produto, de acordo com Amorim, A. L. (2017, p. 1):

> Por outro lado, a documentação de uma edificação também pode ser entendia como um produto, e que compreende o conjunto de documentos resultantes do processo de documentação. Estes documentos podem ser tão variados quanto: desenhos técnicos que descrevem com precisão a geometria da edificação; esboços cotados; imagens termográficas ou de georadar; fotografias, mosaicos fotográficos, ortofotos, fotos retificadas; panoramas; tours virtuais, nuvens de pontos; modelos geométricos; áudios com entrevistas ou narrativas; animações e vídeos; perspectivas; ilustrações e mesmo as pinturas artísticas.

Sobre o processo de documentação é importante relatar que:

> O processo de documentação é uma importante atividade que acompanha todas as mudanças das edificações, incluindo operações de manutenção, projetos de reforma, renovação e restauração. O registro é a base para as tomadas de decisões e deve ser realizado antes de qualquer mudança, mesmo as imprevistas e indesejadas, como acidentes, incêndios ou enchentes. (LETELLIER, 2007 apud GROETELAARS, N. J. 2015, p. 34)

O documento é a forma de arquivamento de diversos setores. O direito, a historiografia e basicamente a documentação, conduziu o olhar de que o documento não é somente uma consequência normal de um ato ou função, e sim um relato de que algo foi feito em determinado tempo que pode determinar a vida das pessoas e suas relações sociais. (NOGUEIRA, F. M. S., 2010)

Oliveira, M. M. (2008, p. 29) sobre o processo executivo de levantamento cadastral, orienta:

> O trabalho de levantamento cadastral de um edifício, por imposição metodológica, antecede a qualquer operação sobre ele, a não ser que exista uma ameaça iminente que coloque em risco a integridade física dos operadores ou do próprio monumento. Nesse caso, é fundamental ou, melhor ainda, imprescindível, o emprego preliminar de operações de estabilização provisória por escoramento. O desembaraço dos ambientes do lixo e dos entulhos também auxilia a correta mensuração dos espaços, sem risco para os medidores.

Oliveira, M. M. (2008), relata que a documentação em formato de cadastro de um edifício não deve ser uma operação seccionada e estanque, que se encerra com o levantamento rigoroso da geometria do edifício no estado em que foi encontrado, também conhecido como as *found.* Deve caminhar à guisa de contraponto da obra, sofrendo atualizações a cada momento em que é encontrada uma informação nova. Ele deve contemplar, com registros precisos, os achados arqueológicos que acontecem na fase cognitiva, cuja localização precisa é de suma importância para guiar as futuras decisões do projeto.

Oliveira, M. M. (2008, p. 29) ainda cita que:

> A exatidão de um desenho cadastral deve representar a fé de ofício do seu signatário, pois pode ser invocado como prova para dirimir dúvidas jurídicas. Quem por descaso faz representações incorretas é digno de censura e quem o faz por má fé para tirar qualquer espécie de vantagem, comete um lamentável estelionato documental.

Nogueira F. M. S. (2010) apud Groeteelars, N. J. (2015) diz que o conceito de se ter a obra documentada esteve durante muito tempo conectado ao levantamento métrico (ou projeto), onde se representa rigorosamente através de desenho técnico toda sua representação gráfica e detalhamentos por meio de desenhos e/ou memoriais, tanto do terreno quanto da edificação.

No meio da Ciência da Conservação e do Restauro, o cadastro é também uma atividade de suma importância e um meio fundamental de investigação baseado na coleta de dados e informações de natureza física dos objetos. Nas primeiras cartas e recomendações da ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios), a documentação é definida praticamente como uma central de informações sobre o bem que se quer preservar e enquanto atividade, como a coleta sistemática e arquivamento de registros (Nogueira, F. M. S., 2010).

DOCCI, 1994 apud Nogueira, F. M. S. (2010, p. 70) relata que:

> O cadastro é elemento indispensável no campo de atuação da arquitetura e da engenharia, sendo utilizada em várias disciplinas como no restauro, urbanismo, análise arquitetônica, história da arquitetura, arqueologia, litígios de caráter judicial e como didática no âmbito das faculdades de arquitetura.

Consequentemente, fica evidente a importância da exatidão das medidas no levantamento métrico dos projetos. Somente em alguns casos essa exatidão não será tão necessária, como por exemplo os desenhos de edificações em plantas de inventário, onde a quantidade de edifícios é tão grande que acaba deixando o processo moroso, ou seja, consumindo uma grande quantidade de

tempo sem necessidade, pois não se busca exatidão nesses inventários (OLIVEIRA M. M., 2008)

A documentação é um processo que visa conhecer melhor a edificação, sendo uma atividade que deve atender alguns requisitos, como: ser anterior a mudanças não planejadas, como uma catástrofe natural ou conflitos armados ou qualquer coisa que venha a descaracterizar a edificação. A documentação também deve acompanhar e dar suporte às intervenções de monitoramento, manutenção, conservação ou até mudança no leiaute da edificação para se adequar a seus novos usos, devendo ser atualizada sempre que houver modificações. (LETELLIER, 2007 apud GROETELAARS N. J. 2015)

Amorim, A. L. (2011) descreve que o processo de documentação pode ser descrito em 5 etapas chamadas de planejamento, aquisição de dados, processamento de dados, gerenciamento de dados e controle e documentação de processos.

Na etapa de planejamento, é definido onde os objetivos e recursos a serem empregados. É onde será definido os recursos disponíveis (captação e gestão) e também será definido o prazo que o serviço será executado e dos produtos requeridos. Serão estes itens que determinarão as tecnologias e metodologias que serão empregadas, tudo isso em função do nível de detalhe, das características físicas da obra e do nível de exatidão da documentação (AMORIM, 2010).

Na etapa de planejamento, é definido onde os objetivos e recursos a serem empregados. É onde será definido os recursos disponíveis (captação e gestão) e também será definido o prazo que o serviço será executado e dos produtos requeridos. Serão estes itens que determinarão as tecnologias e metodologias que serão empregadas, tudo isso em função do nível de detalhe, das características físicas da obra e do nível de exatidão da documentação (AMORIM, 2010).

Amorim, A. L. (2001) no que diz respeito a etapa de aquisição de dados relata que é uma etapa onde será feito o tratamento e a manipulação dos dados obtidos *in loco*, tendo como resultado a documentão técnica da edificação, gerado através de software CAD (Computer Aided Design). Caso o software utilizado tenha suporte ao modelo BIM, diversas outras análises poderão ser executadas, como a visualização em três dimensões da edificação (3D), análise da estrutura, realidade aumentada da edificação (RA) e realidade virtual (RV).

A fase de processamento é dividida entre as operações: segmentação, modelagem, otimização e edição do modelo, e finalmente a exportação do produto. O processo de exportação tem como objetivo agrupar objetos semelhantes, como por exemplo: paredes, esquadrias, telhados. A segmentação é feita através de processos interativos de seleção de trechos das nuvens de pontos, em programas mais simples, como o Edgewise e o Geomatic, que fazem a seleção através da nuvem de pontos ou malhas poligonais. (AMORIM, A. L.; GROETELAARS, 2011).

Sobre a modelagem, pode-se afirmar que:

> A modelagem inclui o processo de obtenção de desenhos e de outros tipos de modelos geométricos, que pode ser realizada através de processos interativos, semiautomáticos e automáticos. No caso da obtenção de desenhos pelo processo interativo, é necessário o traçado manual das feições com linhas, arcos ou polilinhas. Isto requer que o operador tenha conhecimento da edificação e tenha à disposição material fotográfico para auxiliar na interpretação de trechos com menor resolução (GENECHTEN, 2008 apud AMORIM, A. L.; GROETELAARS, 2011, p. 2).

Após a etapa de modelagem, é realizado uma otimização e edição dos modelos preliminares, entre eles: remoção de ruídos e remoção de dados sobreposto, decimação de malha triangular, ou seja, redução no número de triângulos, visando diminuir o tamanho do arquivo, vale ressaltar que isso prejudica o nível de detalhe. Por fim, a transformação da malha triangular em superfície tipo NURBS, onde se torna possível gerar representações robustas e flexíveis de formas geométricas complexas com pouca quantidade de dados.

Sobre o processamento de dados, Santos; Amorim apud Groetelaars, N. J (2015, p. 51) ainda salienta que existem outras formas de registro:

> Os tours virtuais aumentam as possibilidades de visualização do espaço representado pela integração de novos pontos de observação, sendo utilizados atualmente em aplicações web como recurso de visualização dinâmica de imagens, vídeos e panoramas.

Por fim, com todos os dados obtidos, é preciso gerenciar os dados, para se tornar possível armazená-los, recupera-los e fazer a compatibilização, visto que na maioria dos casos, o processo de coleta de dados é feito por mais de um profissional (GROETELAARS, 2015). Amorim (2011) comenta que inclusive profissionais da área da Ciência da Informação e Ciências da Computação estão envolvidos no processo de armazenamento de dados, uma vez que sua função é permitir o acesso online de diversos usuários (simultâneos ou não).

5 BIM

5.1 A MODELAGEM TRIDIMENSIONAL

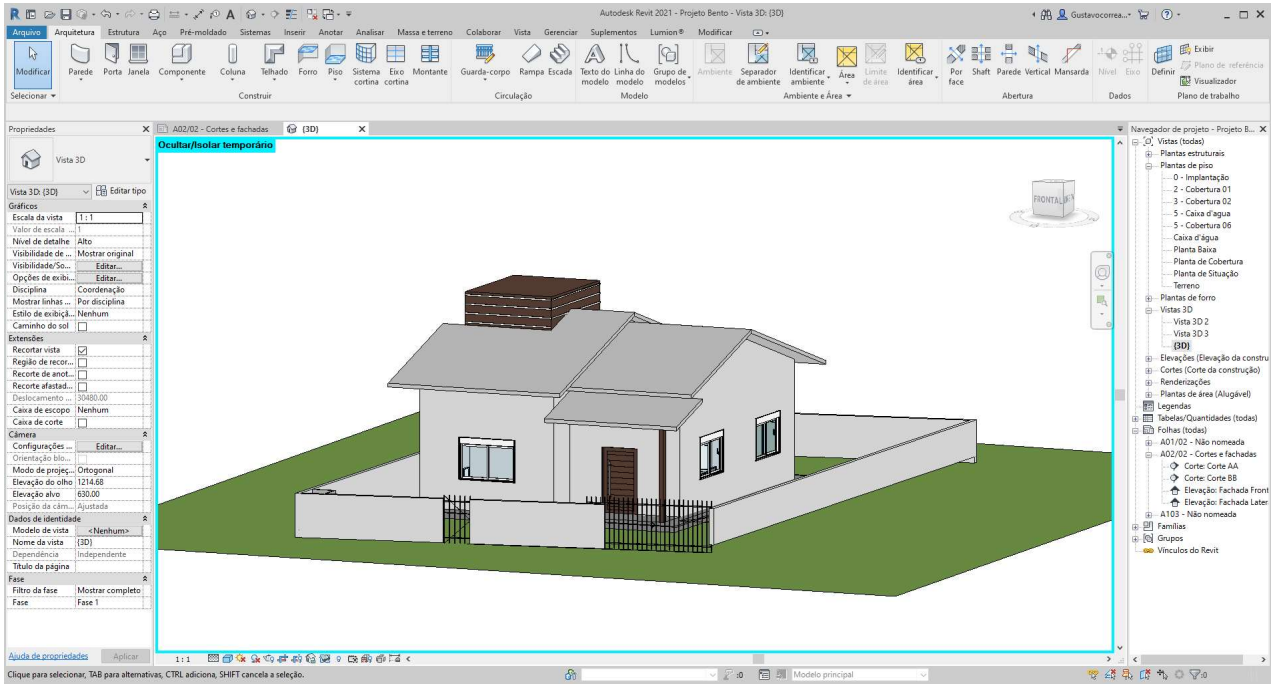
O constante avanço da tecnologia digital permite cada vez melhores condições de gestão e criação para o setor da Engenharia e Arquitetura, principalmente quando o assunto em questão é parametrização, iteração e capacidade de projetação. Com o avanço da tecnologia foi possível elaborar novos *softwares* de modelagem virtual tridimensional parametrizada que informa as características dos materiais, resistências dos objetos, entre outros. (ANDRADE, L. S. 2012).

Sobre o uso dos *softwares* para modelagens tridimensionais, é relevante salientar que:

> O projeto arquitetônico na interface digital aspira a ir além do convencional, e a procurar novas idéias e estratégias. O projeto em três dimensões desde o início de sua concepção possibilita encorajar o arquiteto a descobrir soluções inovadoras para as suas tomadas de decisões. (KALISPERIS, 1996, p. 24 apud ANDRADE, L. S. 2012, p. 50).

Fazer uma simulação de uma edificação em 3 dimensões oferece outras vantagens, como por exemplo maior possibilidade de descobrir novas e soluções em menor tempo. (ANDRADE, L. S. 2012).

Figura 03 – Exemplo de modelagem usando o *software* Revit.



Fonte: Elaboração do autor, 2019.

5.2 O BIM

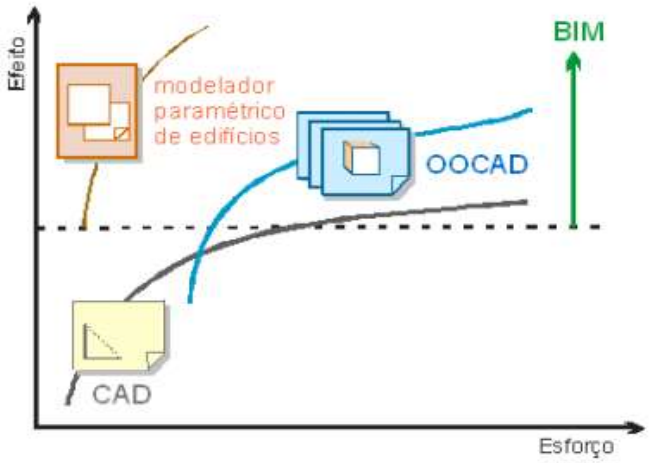
Para entender melhor o que é o conceito BIM, Eastman, C., *et* al. (2008, p. 2) explica:

> Modelagem da Informação da Construção (em inglês, Building Information Modeling – BIM) é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (EAC). Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção.

O sistema BIM é a versão mais recente dos sistemas de *Object-Oriented CAD* (OOCAD) onde o projeto deixa de ser desenhos e parte do princípio que vários elementos se unem para formar o projeto de uma edificação, seguindo o princípio de um "edifício virtual" que aglomera todas as características do projeto. De uma forma mais simplista, o BIM agrupa toda a fonte de informação de uma edificação. (HOWELL E BATCHELER, 2005 apud Manzione, L., 2013).

Manzione, L., (2013) exibe um diagrama que mostra o nível de benefícios de cada uma das tecnologias presentes na atualidade (eixo vertical) medidas em função dos esforços (eixo horizontal). Ademais, a linha tracejada no eixo horizontal significa o que pode ser classificado como tecnologia BIM. Abaixo da linha é mostrado as tarefas que em um determinado tempo era feita à mão e depois foi auxiliada por computadores descrita como sistema CAD (*Computer Aided Design*). Acima da linha é comparado a eficiência de duas metodologias BIM.

Figura 04: Diagrama BIM: efeito x esforço.



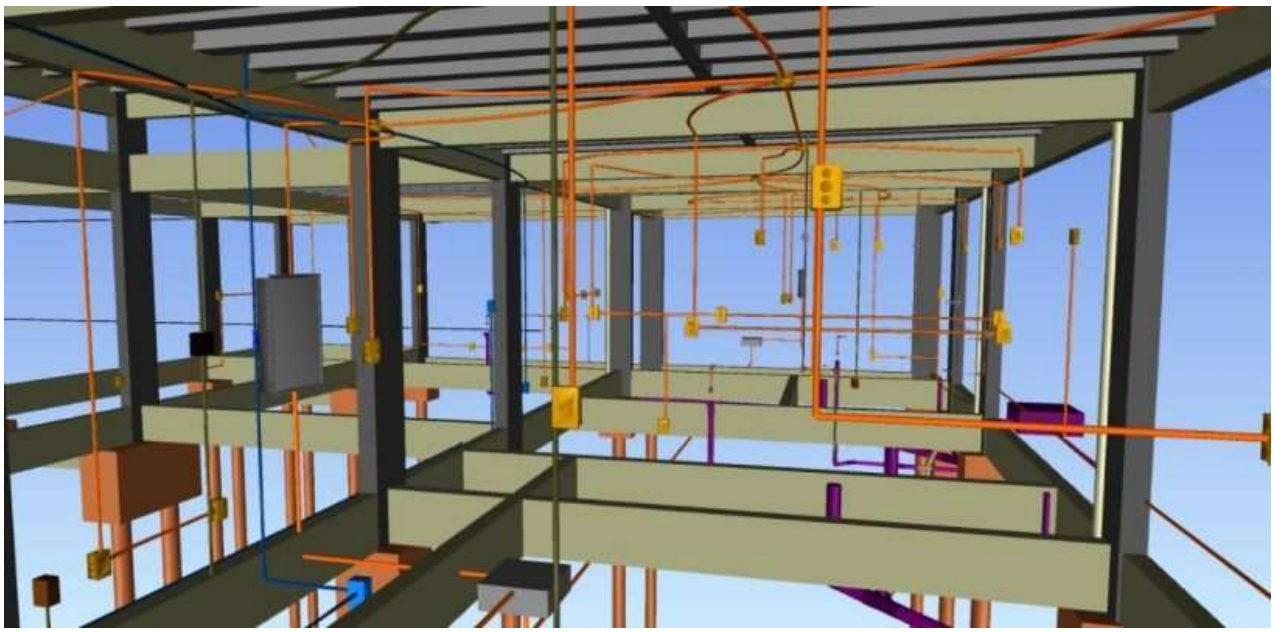
Fonte: Adaptado de Manzione, L., 2013. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/publico/TE SE_LEONARDO_MANZIONE.pdf

O autor ainda faz uma breve análise sobre o diagrama:

> Assim, pode se observar que a utilização do sistema de tecnologia BIM, como a modelagem paramétrica, vem trazer ao processo de projetação, uma maior efetividade com uma quantidade igual ou inferior de esforço despedido atualmente pelo sistema CAD. (MANZIONE, L., 2013. p. 67)

De acordo com Scheer (2005) apud Manzione L. (2013) o potencial do conceito BIM pode ser descrito pela sua capacidade de compatibilizar os projetos, uma vez que o BIM funciona como uma construção virtual do que futuramente virá a ser a construção real do projeto. A necessidade de compatibilizar os projetos é necessária para não ocorrer imprevistos durante sua execução. Segundo Scheer (2005) apud Manzione L., (2013 p. 73): "Os projetistas podem antecipar e resolver melhor as interferências espaciais e outros problemas da construção antes mesmo que eles apareçam na obra."

Figura 05: Exemplo de projetos 3Ds integrados.



Fonte: Adaptado de Compatibilização de projetos, o que é e qual a importância. Disponível em: https://conteudo.123projetei.com/compatibilizacao-de-projetos-o-que-e-e-qual-e-a-importancia/

Ainda mais sobre a definição do BIM:

> Modelagem 3D, edifícios virtuais, modelos simples dos edifícios e outras idéias têm sido usados durante as últimas décadas. Esses conceitos estão concentrados basicamente em duas áreas: a geração ou extração de desenhos 2D de modelos 3D do edifício para melhorar a produtividade na documentação; e o uso de dados embutidos nos objetos de um modelo, com a finalidade de gerar cronograma e lista de materiais. BIM amplias essas idéias de produção de desenhos e cronogramas para a criação, gerência e comunicação da informação de edifício, especificamente direcionada para a qualidade e consistência dessa informação. (MOREIRA, T. P. F. 2008 p. 68)

O BIM é ligado a uma metodologia de compartilhamento de informações entre todos os itens participam de uma edificação, durante todo o ciclo de vida, desde o início até a demolição da construção (projetos, construção, manutenção e demolição). Nesta metodologia, também é possível fazer análises, dimensionamentos e acompanhamento e orçamento de obras. Utilizando a metodologia BIM é possível gerar a construção virtual do edifício, onde a construção pode ser vista em três dimensões. (LINO J. S.; AZENHA M.; LOURENÇO P., 2012).

Canuto, C. L.; Salgado, M. S. (2020, p. 102) falam sobre o uso da ferramenta BIM aplicado a preservação e restauração do patrimônio arquitetônico:

> A adoção da plataforma BIM na área do patrimônio cultural pode contribuir significantemente para a integração de informações provenientes de diferentes fontes de disciplinas do projeto em um único modelo digital, bem como ser um catalisador das tecnologias de levantamentos digitais descritas.

Além de fornecer os dados geométricos sobre as características em três dimensões dos elementos que compõem a construção, o conceito BIM também inclui suas propriedades e características, sejam elas propriedades mecânicas, prazos ou custos. Outro item importante é a capacidade de guardar informações paramétricas e relacionar entre os diversos elementos ditos, bem como o apoio aos fluxos de trabalho funcionais entre as diversas fases de uma obra (LINO J. S.; AZENHA M.; LOURENÇO P., 2012).

Eastman *et al* (2008), apud Manzione, L. (2013 p. 39), explica sobre os benefícios do uso do conceito BIM em conceitos básicos.

1. **Fase de concepção do projeto:** estudos preliminares de conceitos e viabilidade;
2. **Projeto:** visualização mais precisa e em estágios mais recentes do projeto; correções automáticas dos elementos no modelo quando são efetuadas mudança no projeto; geração automática de desenhos 2D em qualquer estágio do projeto; facilidade de colaboração mais cedo do trabalho multidisciplinar; facilidade de verificação do projeto contra os requisitos do programa; extração automática de quantitativos durante o processo de projeto, melhorias no processo de análise energética e de sustentabilidade.
3. **Execução:** sincronização do planejamento da obra com os objetos do modelo; descoberta de interferências físicas entre elementos do edifício ou omissões antes da execução da obra; rapidez no processo de mudanças do projeto; possibilidade de usar o modelo de projeto como base para a pré-fabricação; melhor implementação da metodologia da construção enxuta; sincronização das fases de aquisição, projeto e construção.
4. **Operação:** melhor gerenciamento da operação dos sistemas e ativos do edifício.

Figura 06: O BIM e o ciclo de vida do projeto.

Fonte: Adaptado de Manzione, L., 2013. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/publico/TESE_LEONARDO_MANZIONE.pdf

5.3 A PARAMETRIZAÇÃO BIM

De acordo com Manzione, L. (2013) a essência de um projeto de uma edificação se constitui das relações que podem ser descritas no modelo da construção. A manipulação e a criação desses itens constituem o ato de projetar. Os parâmetros oferecem a quem projeta a criação rápida e fácil manuseio assim como uma planilha lida com dados e um processador lida com palavras.

Ou seja, o BIM funciona com a parametrização dos elementos que formam o projeto, Com isso, torna-se mais efetiva a fase de elaboração de projeto uma vez que a metodologia de trabalho é mais iterativa, facilitando a tomada de decisão e tornando mais rápida a parte de elaboração do projeto. (OLIVEIRA; FABRÍCIO, 2009 apud COSTA, E. N., 2013).

Kowaltowiski (2011) apud Costa E. N., (2013) fala sobre a utilização do termo paramétrico. O termo está relacionado a um conjunto de propriedades onde seus valores determinam as características (resistência, porosidade, peso, etc) ou o comportamento de um determinado objeto. Cada elemento possui características e formas próprias, o que faz o *software* compreenda que o elemento não é apenas uma forma geométrica.

Ayres (2009) apud Manzione, L. (2013) discute sobre os dois tipos básicos de parâmetros: o primeiro, os que guardam informação sobre o modelo geométrico dos objetos, como por exemplo:

sua posição, dimensões ou transformações geométricas. O segundo, os que armazenam as características dos elementos, como: material, especificações, fabricantes entre outras características.

De acordo com Eastman *et al* apud Manzione, L. (2013, p. 68) os parâmetros têm as seguintes características:

> • Consistem em definições geométricas, associadas a regra e dados;
> • A sua geometria é integrada e não redundante;
> • As regras paramétricas para os objetos modificam automaticamente a geometria associadas quando inseridas no modelo do edifício ou quando modificações são feitas nos objetos associados;
> • Os objetos têm a habilidade de ligar ou receber uma ampla variedade ou conjuntos de propriedades e atributos;
> • O usuário tem a possibilidade de desenvolver os seus próprios objetos paramétricos por meio da criação de bibliotecas de classes de objetos.

De acordo com Jucci (2007) apud Moreira, T. P. F. (2008) a parametrização dos objetos em 3D é o que permite a flexibilização entre os novos softwares. Isso se deve, pois a parametrização aceita ligar um informações a um objeto, onde aparece futuramente em um formulário criado pelo projetista (tabela de esquadrias, por exemplo).

> Com isso, é gerado um super banco de dados por trás do projeto, identificando cada um dos objetos, seus materiais e tamanhos, que podem ser alterados pelos formulários. Exemplo: na criação de uma porta, pode-se parametrizar a largura, a altura, o alisar, etc., que podem ser alterados diretamente no projeto. (JUSTI, 2007, apud Moreira, T.P. F. 2008, p. 6).

Um fato sobre a parametrização é que ela não necessariamente depende da tridimensionalidade. É certo que um projeto bidimensional parametrizado contém menos riquezas em detalhes quando se compara ao tridimensional e ainda não estariam de acordo com a proposta do conceito BIM. (MOREIRA, T. P. F., 2008).

Sobre as vantagens do uso do 3D e a parametrização, Lino, J. S.; Azenha M.; Lourenço, P. (2012, p. 2) dizem:

> A introdução pelo BIM de modelos 3D paramétricos tem oferecido várias vantagens sobre as abordagens 2D tradicionais, tendo mudado o tipo de documentação de base utilizada na construção, transformando-a de um tipo de documentos apenas legível por humanos (desenhos) para novas representações de dados que passaram a ser interpretáveis pelos computadores. O modelo digital virtual permite a produção e atualização de cortes, alçados, plantas e pormenores de forma consistente, possibilitando a extração automática de listas de quantidades de materiais e permitindo uma larga gama de atividades analíticas tais como: verificação de normas e regulamentos, análises estruturais ou análises de eficiência energética.

5.4 COMPARATIVO CAD VS BIM

Desde a década de 1970 a indústria de *software* começou a desenvolver programas para desenho técnico baseado na tecnologia *Computer Aided Design* (CAD) ou em uma tradução literal, desenho auxiliado por computador. Essa tecnologia permitiu ao profissional projetista melhor qualidade nos seus desenhos aliado a melhor rapidez. Ainda, essa tecnologia permitiu maior facilidade ao elaborar um projeto, uma vez que anteriormente era feito manualmente. Na época, o *software* que se destacou foi o AutoCAD. (COSTA, G. C. L.; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C., 2015)

Sobre a tecnologia CAD, é válido informar que:

> A tecnologia CAD é considerada a inovação mais importante de TI das últimas quatro décadas. As tecnologias CAD oferecem recursos como ferramentas de automação de desenho e projeto, ferramentas de comunicação e compartilhamento de projeto e banco de dados. Um histórico da evolução dessas tecnologias revela três gerações distintas: A primeira geração é composta pelo desenho auxiliado por computador; a segunda pela modelagem geométrica; e a terceira pela modelagem de produto (KALE & ARDITI, 2005 apud CHEER, S. *et al*, 2007, p. 3).

O AutoCAD, software conhecido pela facilidade em modelagem em duas dimensões, desde sua criação apresentava diversas vantagens comparados aos projetos feitos manualmente. Essas vantagens podem ser desde uma melhor representação gráfica do projeto até o gerenciamento do projeto na prancha. Com tamanha vantagem e com o passar do tempo, somente os profissionais que se adequaram com a modernização se manterão no mercado. (COSTA, G. C. L.; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C. 2015).

No entanto, quando se projeta usando a metodologia BIM, ao contrário de desenhos bidimensionais, o projetista cria um "modelo virtual da construção", utilizando objetos que simulam pelo *software* a forma e o comportamento dos componentes utilizados na construção. Por fim, a atenção do projetista é focada nas soluções que o projeto precisa, e não ao desenho técnicos, que são na maioria das ocasiões geradas automaticamente pelo *software*. (SPERLING, 2002 apud CHEER, S. et al 2007, p. 3)

Costa, G. C. L.; Figueiredo, S. H.; Ribeiro, S. E. C. (2015 p. 12) comentam que:

> Nos sistemas CAD, a geometria é baseada em coordenadas para o desenvolvimento de entidades gráficas, formando elementos de representação. A alteração de um projeto desenvolvido nessa tecnologia implica modificações manuais dos objetos. Já os sistemas BIM adotam modelos paramétricos dos elementos construtivos, permitindo o desenvolvimento de alterações dinâmicas no modelo gráfico, com reflexos em todos os desenhos, tabelas e planilhas associados.

Os benefícios do uso da tecnologia BIM para modelagem vão bem mais além do que seu uso na documentação projetual e tridimensional. Pois assim como na engenharia, modelos tridimensionais não servem apenas para ilustrar, seu uso também é de extrema importância quando se fala em compatibilidades projetuais, pois a verificação pode ser tanto intuitiva quando por *softwares* especializados. Outro aspecto que é interessante ser lembrado é o fato de que os projetos se atualizam entre si, uma vez que são integrados, como por exemplo, se a planta baixa do projeto arquitetônico for alterada, no projeto hidrossanitário irá aparecer essa alteração. (CHEER, S. *et al*, 2007).

Outra vantagem dos *softwares* que trabalham com a metodologia BIM é que os projetos podem ser acessados simultaneamente e de diferentes lugares, de cordo com Protázio; Rêgo (2010) apud Costa, G. C. L.; Figueiredo, S. H.; Ribeiro, S. E. C. (2015, p. 12):

> Nos softwares baseados em BIM, na modelagem do projeto, deve-se atribuir características aos objetos, como dimensão e revestimento, sendo essas informações salvas no banco de dados, podendo ser acessadas por todos os envolvidos no processo, desde a concepção até a disposição final. Essa característica é um reconhecido potencial para aumentar a qualidade dos processos e produtos do setor que usa a tecnologia.

Em alguns *softwares* BIM, é possível fazer o planejamento e calcular o custo da obra, como diz Costa, G. C. L.; Figueiredo, S. H.; Ribeiro, S. E. C. (2015, p. 14):

> Além disso, o Revit fornece um planejamento mais detalhado da obra e, consequentemente, com menores riscos de erro. Isso acontece porque é possível detalhar o material que será utilizado, assim como o custo e o tempo gasto para que esse seja utilizado. Com isso, tem-se uma planilha com o cronograma da obra, que permite melhor acompanhamento e possíveis mudanças no decorrer da construção. O que antes era pensado só durante a realização da obra, agora pode ser pensado em fase de projeto, otimizando o tempo e permitindo que possíveis erros sejam percebidos antes de cometidos e, portanto, evitados. Pode-se dizer, então, que a tecnologia BIM usa os parâmetros 4D e 5D também, sendo eles o tempo e o custo. Outro ponto a se considerar, é que o ambiente de projetos, atualmente, vem se especializando cada vez mais, o que dificulta a comunicação entre diferentes setores, como o hidráulico, o estrutural e o elétrico, por exemplo.

A evolução na área de projetos tem sido expressiva, principalmente na última década. O surgimento do BIM representa melhora para o setor quando se fala em modelagem tridimensional e planejamento de obra. Com isso, é evidente que a tecnologia BIM supera o CAD quando se fala em tempo de projetação, gestão de obra e orçamentação.

Porém, ainda há uma certa resistência em migrar para a tecnologia BIM de acordo com Costa, G. C. L.; Figueiredo, S. H.; Ribeiro, S. E. C. (2015, p. 16):

> Possivelmente, devido ao maior uso do AutoCAD, atualmente é mais fácil encontrar profissionais que dominam esse software e mais cursos que ensinam as técnicas de projetar por meio dele. A escassez dos que dominam a tecnologia BIM gera, então, a necessidade de maior tempo e investimento por parte das empresas na implantação dessa tecnologia, o que aumenta a dificuldade de disseminação. Devido a isso, o AutoCAD ainda domina no

> mercado de projetos, mas o conceito BIM tende a adquirir maior espaço com o aumento da competitividade desse mercado, que necessitará de maior especialização por parte de empresas e projetistas.

Em território nacional, o BIM ainda é pouco explorado quando se compara ao CAD, cuja a maior dificuldade está na implantação da metodologia. Isso acontece, na maioria dos casos, devido à falta de profissionais capacitados para trabalhar com esse método. Contudo, é evidente que o BIM vem ganhando espaço ao longo do tempo e tende a crescer ainda mais, sendo imprescindível para o setor de projetos e de execução de obras. (COSTA, G. C. L.; FIGUEIREDO, S. H; RIBEIRO, S. E. C. 2015)

5.5 DIFICULDADES NO USO DA PLATAFORMA BIM.

De acordo com Checcuci, E. S; Pereira A. S. (2014), um aspecto que dificulta a utilização da plataforma BIM para todo o ciclo de vida do projeto é a compatibilização entre os softwares, pois a troca de informações entre os programas deve ocorrer sem faltar ou corromper dados, evitando assim o retrabalho, pois alguns elementos deverão ser reinseridos. Outro problema que citado é a morosidade das instituições de ensino em preparar os acadêmicos para esse tipo de plataforma. A mão de obra para trabalhar com a metodologia BIM também deve ser específica, uma vez que os temas são trabalhados de formas específicas e para ter um melhor resultado deve ser montada uma equipe multidisciplinar.

Outro relato que dificulta a utilização da plataforma BIM, que os autores Garagnani, S.; Manferdini, A. M. (2013) mencionam é que fica mais dificultoso quando alguns pequenos detalhes são gerados a partir da fotogrametria digital ou com utilização do *laser scanning*, uma vez que no caso do patrimônio arquitetônico os componentes são específicos e complexos, cuja geometria e parâmetros não são encontrados nas bibliotecas dos principais softwares BIM do mercado, porém, é possível criar novas bibliotecas sem nenhum problema, mas é um processo demorado.

Sobre o uso da ferramenta BIM em construções já existentes, como em reformas, ampliações, requalificações e manutenções, ou ainda no levantamento *as built* (como construído) para fins de documentação métrica e arquitetônica, são temas ainda pouco explorados, sendo normalmente utilizado mais de modo conceitual do que prático. As aplicações da ferramenta BIM na documentação métrica e arquitetônica de obras históricas é um assunto pouco comentado, porém, o tema está começando a ganhar notoriedade no meio acadêmico e em órgãos ligados ao gerenciamento do patrimônio arquitetônico nos países de primeiro mundo (GROETELAARS, N. J. 2015).

5.6 O HBIM

Sobre a definição do termo HBIM, Tolentino, M. M. A, (2018. p. 83), explica:

> O Historic Building Information Modeling (HBIM) nada mais é que a extensão do conceito BIM para as edificações históricas e visa a documentação, a análise e a conservação de edifícios históricos. Segundo Dore e Murphy (apud 2012, p. 369), o HBIM contempla um processo que envolve uma solução de engenharia reversa onde, inicialmente, os elementos arquitetônicos são mapeados usando varredura a laser ou fotogrametria. Em seguida, os dados levantados são combinados a objetos paramétricos, gerando o modelo completo. O produto final HBIM é um modelo geométrico completo, incluindo detalhes do objeto como materiais e métodos construtivos. A partir daí cortes, detalhes, vistas ortográficas e perspectivas poderão ser gerados, baseando a análise e conservação de objetos históricos, estruturas e ambientes (TOLENTINO M. M. A., 2018 p. 83).

Canuto, C. L.; Salgado, M. S., (2019) relatam que o modelo HBIM é o modelo BIM direcionado a área do patrimônio cultural, no entanto o processo de documentação é gerado a partir de levantamento digitais como fotogrametria digital, *3D laser scanning* e de projetos já existentes. É importante lembrar que a criação de modelos HBIM pode contribuir para a detecção de patologias e diagnósticos, além de auxiliar também na reconstrução do bem com fidelidade.

Diferente do que ocorre nos modelos utilizando BIM, a construção de modelos HBIM não visa contemplar todo o ciclo de vida uma edificação histórica, uma vez que já se encontram construídas. Porém, o HBIM é extremamente necessário para auxiliar processos de intervenção (restauração, conservação) e manutenção. (TOLENTINO M. M. A., 2018).

A Igreja de São Francisco de Assis, um dos símbolos da arquitetura moderna no Brasil, localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais, foi documentada seguindo o modelo HBIM, onde foi usado no levantamento *laser scanning* e VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), então o modelo HBIM foi gerado a partir da coleta de dados feitas por esses equipamentos. Esse procedimento foi descrito no trabalho de Cogima, C. K., *et al* (2018).

Em relação à importância do HBIM para edificações históricas, é válido informar que:

> Os exemplos apresentados tentam ilustrar algumas possibilidades no uso da Plataforma BIM para a preservação digital do patrimônio, que pode permitir usos futuros, com destaque para a gestão do empreendimento na fase de uso-operação e manutenção. Caso existisse um modelo dessa natureza para o Museu Histórico Nacional do Rio de Janeiro, por exemplo, o processo de reconstrução após o incêndio, ocorrido em setembro de 2018, seria facilitado pelo registro original da edificação. Dessa forma, são inúmeras as oportunidades oferecidas pelo HBIM. (CANUTO, C. L.; SALGADO, M. S., 2020, p. 116)

Canuto, C. L.; Salgado, M. S., (2018) discutem sobre o modelo 3D gerado a partir da documentação do Palácio Gustavo Capanema (PGC), projeto desenvolvidos incialmente pelos arquitetos Lúcio Costa, Carlos Leão, Oscar Niemeyer e Affonso Eduardo Reidy, Ernani Vasconcellos e Jorge Machado Moreira, com consultoria do arquiteto franco-suíço Le Corbusier. O

chamado PGC foi inaugurado em mil oitocentos e quarenta e cinco e era uma obra à frente do seu tempo.

O edifício, criado inicialmente para ser a sede do Ministério da Saúde e da Educação, porém, passou por diversas mudanças internas e hoje é chamado por Palacio Gustavo Capanema. Nos dias atuais, o Palácio passa por uma extensa restauração e ainda assim abriga a Biblioteca Euclides da Cunha, Biblioteca de Música (Biblioteca Nacional), Arquivo Central e o Mestrado profissional em Patrimônio Cultural (Iphan) entre outros setores. (CANUTO, C. L.; SALGADO, M. S., 2018)

Figura 07: Modelagem BIM do PGC - Fachada Norte em Perspectiva.

Fonte: Adaptado de Canuto, C. L.; Salgado, M. S., Disponível em: https://bityli.com/l39t3.

De acordo com Canuto, C. L.; Salgado, M. S. (2018, p. 736) o edifício está sendo restaurado para que ela se torne um centro cultural:

> De acordo com visitas ao edifício e informações publicadas pelo IPHAN, o atual Projeto de Restauração e Modernização, tem como objetivo a adequação e restauração do prédio, para que ele se torne um centro cultural com uma dinâmica própria, evoluindo promovendo a interação do público com as bibliotecas, os arquivos e oferecendo programas educativos, concertos, exposições, performances, instalações e manifestações artísticas contemporâneas.

O modelo HBIM vem sendo estudado desde 2015, para isso foi utilizado o *software* BIMx da Graphisoft. A partir do modelo pré-existente será feito o levantamento HBIM representando o modelo *as-is* (como é). O prédio possui 27000 metros quadrados e é usado por diversos órgãos e instituições. Visando seu tamanho, foi decidido trabalhar um recorte para ser desenvolvido o modelo

HBIM das fachadas e da segunda planta de piso, incluindo o terraço e o jardim. (CANUTO, C. L.; SALGADO, M. S., 2018).

Figura 08: Modelagem BIM do PGC – Corte 2º Piso.

Fonte: Adaptado de Canuto, C. L.; Salgado, M. S., Disponível em: https://bityli.com/l39t3.

6 NUVEM DE PONTOS

Sobre a definição de nuvens de pontos, Lima, J. F. S.; Amorim, A. L.; Schmidt, F. (2010) dizem que conforme os avanços da tecnologia, vem acontecendo mudanças significativas em diferentes áreas. Essas mudanças também ocorrem na engenharia e arquitetura, mais especificamente nos métodos para a documentação arquitetônica e de sítios de interesse histórico cultural. Uma das tecnologias que vem se mostrando de grande utilidade é a viabilização de modelos tridimensionais constituídos exclusivamente de pontos, as chamadas nuvens de pontos. Sobre as nuvens de pontos, os autores orientam:

> As nuvens de pontos ou *point cloud*, como são conhecidos, nada mais são que um tipo de modelo geométrico, constituído por um conjunto de pontos distribuídos no espaço, sem qualquer tipo de relação topológica. Cada um destes pontos é representado por suas coordenadas cartesianas (x, y, z), e um ou mais atributos associados ao mesmo, que podem corresponder à cor visível no ponto (componentes RGB), ou um outro atributo qualquer associado a esta posição, e que permite a sua visualização e materialização. Embora os modelos de nuvem de pontos possam ser muito grandes, de alguns milhares a muitos milhões de pontos, a sua estrutura de dados é tremendamente simples, a exemplo de {identificação ponto; x; y; z; atributo 1; atributo 2; ...; atributo n}. (LIMA J. F. S.; AMORIM, A. L.; SCHMIDT F., 2010 p. 2).

Ainda para uma melhor definição de nuvens de pontos Alizadehsasalehi S.; Koseoglu O.; Celikag M. (2015) explicam que nuvens de pontos é um dos resultado do processo de levantamento da ferramenta *laser scanning,* que pode ser realizado via VANT (Veículo aéreo não tripulado, ou seja, os drones) ou via terrestre, onde é formado um conjunto de pontos e então gerado um conjunto de vértice dos objetos, que representam partes exteriores de itens, que na área da engenharia e arquitetura, podem ser pontes, edifícios históricos, entre outros. Esses conjuntos de pontos, que é denominada nuvens de pontos, pode ser exportada para softwares de modelagem 3D como o Autodesk Revit e o Graphisoft Archicad, criando modelos tridimensionais milimétricos da estrutura se tem interesse em documentar.

As distâncias dos pontos que define a densidade do objeto podem ser de milésimos de milímetros para objetos com muitos detalhes e relativamente pequenos, como uma moeda ou um brinco, por exemplo. Para as edificações geralmente a distância entre pontos fica em torno de centímetros. Os atributos podem se referir a qualquer tipo de grandeza correspondente ao ponto considerado, onde será capturada e associada a ele. Pode ser considerado um exemplo de atributos a cor visível no ponto ou suas componentes RGB; a sua distância em relação à outro ponto; a temperatura do pontos; entre outros (LIMA J. F. S.; AMORIM A. L.; SCHMIDT F., 2010 apud AMORIM, 2010).

Em relação as ferramentas utilizadas para manipulação das nuvens de pontos, são necessárias várias ferramentas quando a nuvem de pontos é obtida através da tecnologia *laser scanning,* começando por sua captura até a visualização da nuvem de pontos. A escolha do programa que vai fazer o processamento dos dados recolhidos *in loco* é baseada em diversos fatores, entre eles o tipo e o objetivo do levantamento, a quantidade dos e precisão dos dados, o tipo do produto que se quer obter e também os recursos financeiros disponíveis e a qualificação de quem vai operar o processo. Os programas ainda podem ser classificados em quatro grandes grupos, sendo o escaneamento, a visualização, o processamento e ainda a análise precisão, ferramenta muito importante, visto que a precisão é um dos principais fatores em que a metodologia do laser scanning é utilizada (AMORIM, A,; GROETELAARS, N. J; 2011).

Para um melhor entendimento sobre o 3D *laser scanning*:

> O 3D *laser scanning* é uma tecnologia que permite a obtenção de nuvem de pontos a partir da varredura das superfícies dos objetos por feixes de raio *laser*, empregando aparatos específicos, permitindo a captura automática de grande quantidade de dados em curto espaço de tempo. Dependendo do equipamento, da distância e das características do levantamento, pode ser usado com versatilidade na captura da geometria de diversos tipos de objetos, de pequenas ou grandes dimensões (elementos decorativos, edificações, centros urbanos), simples ou extremamente complexos, e, com precisão podendo chegar ao submelímetro. (AMORIM, A,; GROETELAARS, N. J; 2011, p. 1).

Quando se fala em aquisição de nuvem de pontos a partir do método de levantamento baseado em fotogrametria ou DSM (*Dense Stereo Matching*) pode ser resumido em quatro etapas, que são: planejamento, aquisição dos dados, processamento e o pós-processamento. (AMORIM, A,; GROETELAARS, N. 2012).

Sobre a técnica de levantamento utilizando DSM, os autores complementam:

> Dense Stereo Matching (DSM) é um dos termos mais usados para tratar da técnica de obtenção de nuvens de pontos por processamento digital de imagens fotográficas. Esta tecnologia também é conhecida por Structure from Motion (SfM), Dense Surface Modeling e Photo-based scanning, dentre outras terminologias. O DSM foi desenvolvido nos últimos anos a partir de avanços em duas áreas simultaneamente: a Fotogrametria Digital, que está relacionada ao rigor geométrico e à precisão dos resultados, e a Visão Computacional, cujo foco principal está na busca de ferramentas cada vez mais automatizadas, visando o reconhecimento de padrões e a aceleração dos processos de geração de modelos geométricos à partir de fotografias. (AMORIM, A,; GROETELAARS, N. J; 2012, p. 1).

Sobre a aplicação integrada da metodologia BIM e nuvens de pontos Groetelaars, N. J. (2015) ressalta que a partir do ano de 2013 houve um aumento considerável no número de artigos publicados sobre o levantamento métrico através do laser scanning utilizando inclusive o uso de "nuvens de pontos". O uso de nuvens de pontos passa a ter um maior destaque nos últimos tempos na modelagem BIM, uma vez que só era usado na conferência de dados já disponíveis (obtidos, na maioria das vezes, por medição direta ou rascunhos). A autora ainda comenta, que isso se deve à

maior difusão das vantagens das tecnologias BIM para representação e gerenciamento das edificações e ao aumento descente de invenções de edificações que já existem, seja para reconstrução, manutenção ou busca para soluções mais sustentáveis. Para finalizar a explicação sobre BIM com relação à nuvem de pontos, a Groetelaars, N. J. (2015, p .187) diz:

> Como resposta à crescente demanda por modelos *as-is* BIM, verificam-se avanços significativos tanto em nível de hardware quanto de software. A cada ano surgem novas gerações de laser scanners, com melhores desempenhos (precisão e velocidade) e menores custos, e são lançadas novas versões de programas que incluem a importação de "nuvens de pontos" e sofisticados recursos para auxiliar na modelagem. Estes fatores favorecem a uma crescente utilização dessas tecnologias.

7 LASER SCANNING

7.1 O *LASER SCANNING*

A técnica de levantamento 3D *laser scanning* permite realizar a varredura das superfícies exteriores dos objetos (desde que não sejam muito pequenas), sendo adotada para quando se quer realizar o levantamento rápido e preciso de objetos de diferentes dimensões e níveis de detalhes. Seu funcionamento é baseado na emissão do raio *laser* no objeto que quer ser levantado, onde o mesmo reflete e volta para o aparelho, sendo assim possível medir a distância do ponto em relação ao equipamento. O produto gerado do levantamento é a nuvem de pontos, já explicada anteriormente. (GROETELAARS, 2015).

Sobre as vantagens de se usar o laser scanning em relação aos métodos tradicionais de cadastro, podemos citar:

> • Precisão, que pode variar do centímetro em *laser scanner* aerotransportado (no caso do levantamento de cidades ao submilímetro, dependendo do equipamento, da técnica usada e da distância para o objeto;
> • Tempo reduzido para o levantamento de grande quantidade de informação e diminuição ou eliminação da necessidade de retorno ao campo para a obtenção de novos dados (muito comum no levantamento tradicional), além da possibilidade de se trabalhar na ausência da luz;
> • A "nuvem" de pontos fica armazenada e pode ser utilizada posteriormente para obter novos produtos, ou ainda, para se verificar ou refinar (detalhar modelos criados anteriormente). (GROTELAARS, 2015, p. 201)

Em um breve histórico sobre a criação dos *lasers*, sua criação foi prevista em teoria por Albert Einstein, em 1917. A mecânica quântica, que estava a ser desenvolvida na época, retratava que os átomos e moléculas absorvem e liberam energia em quantidades determinadas e que não possuem continuidade. Então, Einstein teve o entendimento de que seria possível estimular um corpo a liberar energia em forma de radiação eletromagnética com características uniformes e consistentes. Devido não haver tecnologias disponíveis para fazer os testes, apenas na década de 50 foi possível iniciar as pesquisar propostas por Einstein (GONÇALVES, 2007).

Já na década de 1960, com os avanços tecnológicos, os *lasers* começaram finalmente a ter aplicações. A produção em grande escala começou entre 1960 e 1970, onde foram usadas para monitoramento atmosféricos (SUTTON; RAHMAN; GARWOOD, 2014 apud GROETELAARS, 2015).

Sobre utilização do *laser* em plataformas aéreas, é dito que:

> A utilização do *laser* em plataformas aéreas inicia-se, também, na década de 60 do século XX (Browell et al., 2005; Petrie e Toth, 2008b; Lemmens, 2011) para a medição de aspetos da superfície terrestre (Browell et al., 2005), embora também tenha sido conceptualizada

> na altura a sua utilização para a medição da batimetria, o que só foi operacionalizado na década seguinte (Irish e Lillycrop, 1999) (PEREIRA, 2012, p. 24)

Em 1970, surge as primeiras aplicações do laser na engenharia civil e topografia (PEREIRA, 2012 apud Petrie e Toth, 2008b), onde então começa a ser desenvolvido o *Eletronic Distance Mete*r ou ainda *Distance Measuring Device* (EDM) utilizando o princípio do laser, onde a utilização é desenvolvida a partir da década de 70 (PEREIRA, 2012 apud Larg et al., 2009), até que finalmente será muito utilizada no desenvolvimento de futuras tecnologias de medição de distâncias, a qual seria aplicada futuramente no *Terrestrial Laser Scanning* e em outras plataformas.

Ainda na década de 70, foi desenvolvida as aplicações do laser tipo LIDAR (*Light Detection And Rooging*), tanto para plataformas espaciais quanto para aeronaves. Logo após, na década de 80, a tecnologia LIDAR foi aprimorada, onde inseriram mais dois tipos de tecnologia: o *Inertial Navigation System* (INS) e o *Global Position System* (GPS), que ainda possuem tecnologia bem semelhante da atual, possibilitando o controle rigoroso e a gravação da orientação da aeronave. E então, em 1998, começa a utilização do *laser scanner* terrestre no levantamento de uma área industrial (GROETELAARS, 2015)

Ainda sobre a utilização do *laser* em plataformas aéreas, é orientado que:

> Nos últimos dez anos, houve desenvolvimento significativo na tecnologia de varredura a laser, tanto no que se refere ao hardware quanto ao software, culminando na redução dos custos de levantamento e no aumento das áreas de aplicação: levantamento industrial, arquitetônico, documentação do patrimônio, arqueologia, planejamento urbano, geologia, energia, ferramenta de apoio à prevenção de desastres naturais, etc. (GROETELAARS, 2015, p. 102).

Novaes, M. V. F. (2018) fala sobre a luz *laser* como forma de medição, a autora diz que a luz é o princípio de funcionamento de várias técnicas de medição, onde são categorizadas em técnicas passivas e ativas. Essas técnicas utilizam equipamentos que emitem algum tipo de radiação (seja ela luz, raio x, ultrassom) e são consideradas técnicas ativas, o *laser scanning* está incluído nesse grupo. O princípio de funcionamento baseia-se na emissão de um raio laser que quando refletido pelo objeto, recebe um sensor que detecta a distância. O processo se repete milhares de vezes por segundo, até a perfeita captação do objeto a ser levantando. Sobre as características dessa técnica, podemos citar:

> • Captura de grande quantidade de dados em um curto espaço de tempo
> • Pode ser aplicado para objetos de diversos tipos, dimensões (desde pequenos objetos a centros urbanos), complexidades;
> • Não é necessária a iluminação do ambiente, já que o equipamento gera sua própria radiação;
> • Os dados podem ser influenciados por condições como: material, refletividade, cor e textura do objeto;

> • É capaz de coletar dados de superfícies homogêneas, como paredes brancas, por exemplo (condição que dificulta a coleta de dados em técnicas baseadas em imagens) • Alta precisão, podendo chegar ao submilímetro
> • O produto básico fruto da captura de dados é a nuvem de pontos;
> • Cada um dos pontos que constitui a "nuvem de pontos" é representado por suas coordenadas cartesianas (x,y,z) e um ou mais atributos associados ao mesmo (refletância, temperatura, etc, mostrados em falsa cor; (NOVAES, M. V. F., 2018, p. 132).

Ainda de acordo com Groetelaars (2015) apud Novaes M. V. F., (2018) existem três tipos de classificações *laser scannings*, que variam conforme o alcance e do posicionamento do equipamento, falando da tecnologia, existem três formas de medição, que usam o princípio da triangulação, tempo de voo e diferença de fase.

Figura 09 – Tipos de tecnologias de medição

Fonte: adaptado de Novaes, M. V. F. (2018). Disponível em: encurtador.com.br/abqsW.

Em relação ao alcance Groetelaars, N. J. (2015) classifica em:

• Muito curto – até 25m
• Curto – até 500m
• Médio – até 500m
• Longo – até 3500m
• Muito Longo – cima de 3500m

Ainda, em relação ao posicionamento, precisão e tecnologia do sistema de varredura Groetelaars, N. J. (2015) comenta que o scanner e seus acessórios são classificados em dois grupos, usados para diferentes aplicações, são eles o *Terrestrial Laser Scanning* (TRS) e *Aerial Laser Scanning* (ALS), a figura 09 relaciona três formas de classificação de acordo com seu alcance, posicionamento e tipo de tecnologia, com valores médios de alcance e precisão dos sistemas de varreduras disponíveis em 2015.

Figura 10 – Comparação e relacionando alcance, tecnologia e precisão.

TECNOLOGIA	ALCANCE	POSICIONAMENTO DO SISTEMA	VALORES DE ALCANCE (m)	PRECISÃO MÉDIA (mm)
Triangulação	Muito curto	TLS	0,1 a 25	0,050 - 0,5
Diferença de fase	Curto	TLS	5 a 120	5
Tempo de voo	Médio	TLS	5 a 500	3 - 6
	Longo	TLS / ALS	50 a 3.500	15
	Muito longo	TLS / ALS	50 a 6.000	15 - 20

Fonte: adaptado de Groetelaars, N. J. (2015). Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20220

7.2 LASER SCANNING AEROTRANSPORTADO

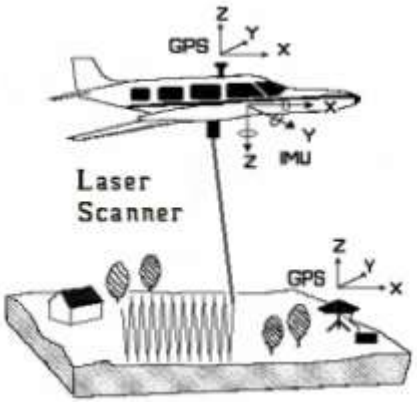
Em relação a ao *laser scanning* aerotransportado é válido dizer que sua utilização é crescente, pois é uma técnica inovadora para obter levantamento métrico, principalmente de terrenos. A aplicabilidade da ferramenta é estudada ao redor do mundo, uma vez que consegue coletar grande quantidade de pontos de forma rápida e abrangente, especialmente em áreas coberta por vegetações, onde a fotogrametria tem dificuldade. Esta ferramenta é utilizada principalmente em matas fechadas de difícil acesso. O resultado final do escaneamento é o levantamento topográfico da região (SCHIMALESKY V. CENTENO J. A. S, 2007).

Schimalesky V.; Centeno J. A. S. (2007), orientam que a principal utilidade do *laser scanning* aerotransportado é estimar a distância do sensor presente no scaner até onde o facho de luz *laser* refletir, assim, como já dito anteriormente, é gerado a distância entre os pontos. Uma vez que isso é feito milhares de vezes, ocorre o processo de triangulação e a imagem é gerada. A estimativa da distância é calculada em relação ao tempo que é necessário para que o pulso emitido percorra o espaço vertical até a superfície e a parcela refletida volte para o sensor, conhecendo o intervalo de tempo entre a emissão e a captação, a distância pode ser calculada por:

$$R = ½ * c * \Delta T$$

Onde R é a distância, c é a velocidade da luz e ΔT é o intervalo de tempo entre a emissão do pulso e a captação de seu retorno.

Figura 11 – Funcionamento do *laser scanning* aerotransportado.



Fonte: Adaptado de Schimalesky V.; Centeno J. A. S. (2007). Disponível em: https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/13155/8902

7.3 *LASER SCANNING* TERRESTRE

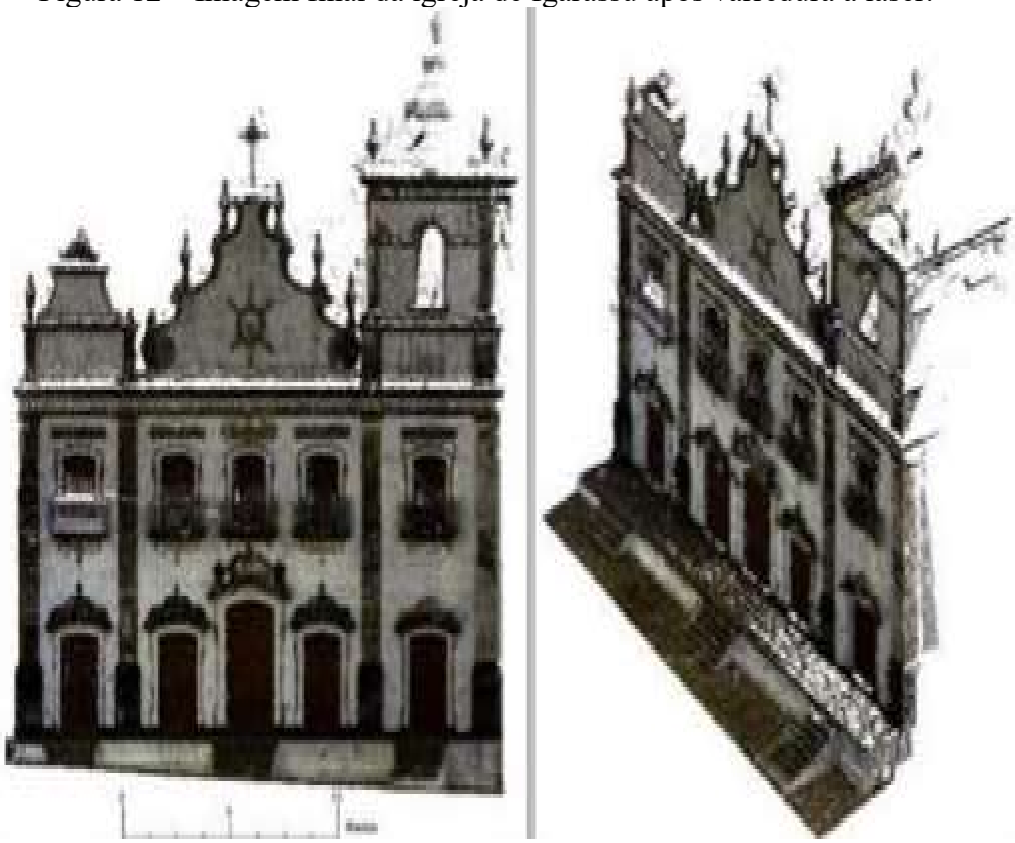
Groeteelars, N. J. (2015) relata que no *laser scanning* estático (terrestre) na maioria das vezes é composto por três unidades: o *scanner* em si, que é fixado em um tripé, um microcomputador portátil e uma fonte e energia. (Há *scanners* mais modernos que a bateria e o microcomputador já estão embutidos no scanner). Os dados obtidos são enviados para o computador, o qual possui um software para visualização da nuvem de pontos obtida pelo scanner.

Para realizar o levantamento utilizando *laser scanning* terrestre, o mesmo deve ficar estático, situado do nível do solo (apoiado sobre um tripé). Quando se fala em fachadas de edificações com alto grau de detalhes, é mais interessante utilizar o laser scanning terrestre (MATHEUS, 2012 apud Cavalcante R. B. L., 2015)

Em relação ao levantamento do patrimônio histórico e *laser scanner* terrestre OLIVEIRA (2008) apud Cavalcante R. B. L. (2015, p. 13) orienta:

> Um dos instrumentos importantes para a preservação da memória é o seu registro iconográfico, quer pelos métodos milenares, quer pelos processos e instrumentos mais recentes que a ciência e a técnica do nosso tempo nos trouxeram. Nesse caso, desaparecido o objeto que testemunha o nosso passado, a sua imagem pode substituir, embora parcialmente, a necessidade imanente à natureza humana de manter contato com o que se foi. Daí uma das várias utilidades das representações cadastrais como forma de preservação da memória.

Figura 12 – Imagem final da igreja de Igarassu após varredura a laser.



Fonte: Adaptado de (Cavalcante R. B. L., 2015). Disponível em: encurtador.com.br/hqWY7.

Em relação ao emprego do BIM e *laser scanning* na obtenção de documentação métrica das edificações, é verificado que essas tecnologias podem ser utilizadas para diversas finalidades, em diferentes escalas de abrangência e níveis de detalhamento. Pode-se dizer também que essas tecnologias são de grande importância na construção civil, na documentação civil, principalmente na documentação do patrimônio arquitetônico (GROETELAARS N. J.; AMORIM, A. L., 2011).

Sobre a utilização do *laser scanning* no Brasil, é observado que:

> Apesar da grande demanda por levantamentos de edificações e de espaços urbanos, o 3D laser scanning ainda é pouco utilizado no Brasil. Estes processos são mais usados na área industrial ou desenvolvidos em pesquisas realizadas em universidade públicas. Um dos grandes entraves para a utilização mais efetiva do laser scanning em diversas áreas está associado à questão do custo elevado e à falta de "tradição" ou de cultura técnica do país (GROETELAARS N. J.; AMORIM, A. L., 2011, p. 112).

Em seu estudo, Groetelaars, N. J (2015) realiza o levantamento métrico da capela de Nossa Senhora da Escada, tombada desde 1962 pelo IPHAN, que segundo a autora é de grande relevância, uma vez que é uma das primeiras capelas construídas no Brasil, nos meados do século XVI.

Figura 13 – Fachada principal da Capela de Nossa Senhora da Escada.

Fonte: Fonte: Groetelaars N. J. (2004). Disponível em https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20220.

Sobre a varredura a laser, segundo Groetelaars, N. J. (2015) foi usado o *laser scanner* Leica ScanStation C10 (Figura 13).

Figura 14 – Laser scanner ScanStation C10

Fonte: Groetelaars N. J. (2015). Disponível em https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20220.

Groetelaars, (2015) relata que o levantamento foi feito por duas pessoas, durante dois dias (três turnos), totalizando 13 horas de trabalho *in loco*. O resultado da nuvem de pontos foi obtido em conjunto com a técnica DSM (fotogrametria) que são detalhadas na figura 15.

Figura 15 - Imagem do interior e exterior da capela após o processamento da nuvem de pontos.

Fonte: Groetelaars N. J. (2015). Disponível em https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20220.

Por fim, a autora Groetelaars, N. J., (2015) utiliza a metodologia BIM através do software Revit para construir o modelo 3D da capela e aplicar parte das texturas (Figura 16).

Figura 16 – Levantamento antes e depois da aplicação das texturas.

Fonte: Groetelaars N. J. (2015). Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20220

A autora afirma que a partir do seu estudo, que foi possível provar a eficácia da integração do sistema de captura de pontos e dos softwares BIM e da geração de nuvens de pontos utilizando *laser scanning* e fotogrametria, e ainda identificar algumas limitações (GROETELAARS, N. J., 2015).

Sobre o potencial do *laser scanning*, a autora finaliza:

> A rapidez na captura de grande quantidade de informações e a precisão dos resultados confirmam o grande potencial dos sistemas de varredura para a obtenção de "nuvem de pontos" a serem usadas como base para a modelagem geral (3D laser scanning) ou para detalhes complexos fotorealísticos (DSM) de edificações existentes (GROETELAARS N. J., p. 338, 2015).

7.4 COMPARATIVO ENTRE O *LASER SCANNING* E A MEDIÇÃO DIRETA

Sobre a técnica de medição direta, Bastian, A. V. (2015, p. 27) diz que a técnica de levantamento por medição direta, comparada ao *laser scanning* terrestre apresenta desvantagem por ser "um método lento, que é sensível ao tipo de objeto a ser levantando, que demanda muito tempo para a interpretação do croqui e elaboração de desenhos, principalmente para edifícios complexos". Porém, o *laser scanning* pode substituir as técnicas tradicionais de levantamento, mas tem como desvantagem o custo elevado do equipamento, a necessidade de pessoal especializado e o longo trabalho de pós processamento dos dados obtidos. (BASTIAN, 2015).

Sobre os instrumentos utilizados na técnica d levantamento utilizando medição direta, é interessante salientar que:

> Para a aplicação dos processos de medição, utilizamos um arsenal de instrumentos, muitos dos quais conhecidos desde a Antiguidade. Citamos alguns: escalas rígidas e dobráveis, trenas de tecidos especiais e metálicas, 24 teodolitos, miras, níveis, clinômetros, goniômetros, bússolas, prumos e similares. Outros processos mais modernos como a fotografia tradicional e a digital, a fotogrametria terrestre e aérea (essa última imprescindível no estudo dos centros urbanos e do território), as modernas ferramentas computacionais de retificação de imagens e outros instrumentos adicionam-se aos recursos tradicionais da representação. Até mesmo o cinema e o vídeo, como já vimos, são técnicas que nos podem ajudar na documentação da nossa memória construída. Esses processos, isoladamente, apresentam virtudes e defeitos na sua aplicação prática, mas cabe ao experiente operador dos levantamentos escolher e utilizar judiciosamente cada um, associando, em algumas oportunidades, as suas potencialidades para obter os melhores resultados na busca, sempre, da maior exatidão (OLIVEIRA, M. M. A., 2008, p. 30).

Apesar de ser um método de baixo custo, a medição direta apresenta algumas limitações, como citam Dezen-Kempter *et al*. (2015, p. 15):

> [...] os métodos tradicionais de levantamento por medição direta, apesar de mais simples, acabam tornando-se, em função da complexidade e do nível de detalhamento requerido para finalidade de conservação e restauro, um método caro, moroso e incapaz de registrar fielmente as peculiaridades de todos os componentes arquitetônicos da edificação.

Sobre as vantagens do laser scanning em relação aos métodos tradicionais de levantamento (neste caso, medição direta) Groetelaars, N. J.; Amorim, A. L. (2011, p. 97) comentam:

> • Grande flexibilidade, uma vez que pode ser usada para o levantamento de objetos de pequenas (detalhes arquitetônicos) ou grandes dimensões (centros urbanos), de forma simples ou extremamente complexas;
> • Precisão, que pode variar do centímetro em laser scanner ao submilímetro, dependendo do equipamento, da técnica usada e da distância e da distância para o objeto;
> • Tempo reduzido para o levantamento de grande quantidade de informação e diminuição ou eliminação da necessidade de retorno ao campo para a obtenção de novos dados (muito comum no levantamento tradicional), além da possibilidade de se trabalhar na ausência de luz;
> • A "nuvem de pontos" fica armazenada e pode ser utilizada posteriormente para se obter novos produtos ou ainda para se verificar (ou detalhar) modelos criados anteriormente.

Sobre as vantagens de se utilizar o *laser scanning* em levantamentos métricos, Araújo A. L. (2015) orienta que a varredura *laser* é uma das tecnologias mais sofisticadas para recolhimento de dados em três dimensões e com grande chance de se tornar uma alternativa cada vez mais utilizada, devido ao baixo peso e tamanho dos equipamentos utilizados, a rapidez da varredura e armazenamento das informações.

O levantamento baseado em medição direta tem como resultado a documentação em duas dimensões, já levantamentos utilizando o *laser scanning*, na maioria das vezes é utilizado para a obtenção de modelos geométricos completos, a respeito do assunto, é válido ressaltar:

> Os modelos geométricos tridimensionais fotorrealísticos permitem uma documentação mais versátil e completa da edificação. As edificações históricas contêm muitas informações importantes de cores, como mosaicos, painéis, afrescos e pinturas. A documentação não deve estar restrita à captura da geometria tridimensional da edificação, mas deve também incluir informações contidas nas fotografias, tais como cores e texturas. Assim, é possível aumentar o realismo do modelo e registrar um número maior de detalhes, como os elementos decorativos, o estado de conservação e os problemas estruturais da edificação (AMORIM, A. L.; GROETELAARS, N. J.; LINS, E. A. 2008. p 199).

Por fim, Bastian, A. V. (2015) explica quando utilizar a cada metodologia de levantamento. Quando se trata da medição direta, a autora relata que é uma metodologia que deve ser usada em objetos com formas simples e com poucos detalhes. Também fala da dificuldade no levantamento de objetos com materiais transparentes ou pouco reflexivos, uma vez que o *laser scanning tem* capacidade limitada de fazer esse tipo de levantamento. Também, sua ampla utilização é baseada no baixo custo das ferramentas utilizadas. Um problema da metodologia seria o contato direto com o objeto a ser levantado.

8 MODELAGEM DA IGREJA DE SÃO CRISTOVÃO

8.1 A igreja

Existem poucas informações confiáveis sobre a igreja. Logo, Ferreira, A. M. Q. (1946) diz que não se tem ideia da idade correta da capela. Nos documentos encontrados na própria Matriz de São Cristóvão, há documentos que em 1627 a igreja já existia, onde naquela época era chamada de "Igrejinha". O templo cristão pertencia aos jesuítas e o terreno pertencia à fazenda da Companhia de Jesus. Como foi construída na beira do mar, a igreja era utilizada também por pescadores, que a utilizavam para agradecer e pedir proteção divina e inclusive amarravam seus barcos na porta da igreja.

Figura 17 – Foto antiga da Igreja de São Cristóvão.

Fonte: Website da Igreja de São Roque. Disponível em: http://irmandadesaoroque.org.br/sao_cristovao.php

Localizada no Rio de Janeiro, a igreja foi e é procurada pelos devotos de São Cristóvão, principalmente pela Marquesa de Santos, onde morava na época na Quinta da Boa Vista, hoje conhecida por Avenida Pedro II, onde a casa ainda que a marquesa viveu ainda existe. Dom Pedro I e mais tarde Dom Pedro II também já foram vistos na Igrejinha, acompanhados de toda família imperial. (FERREIRA, A. M. Q., 1946).

A Igreja de São Cristóvão só atingiu a forma atual no fim do século XIX, pois o Cônego Luiz Antônio Escobar de Araújo, quando foi nomeado Vigário, realizou então uma obra ali muito grande, até que por fim a anteriormente chamada igrejinha ganhou o estilo gótico-romano, estilo não tão comum no Brasil. (FERREIRA, A. M. Q., 1946).

Sobre as formas arquitetônicas da atual Matriz de São Cristóvão, Ferreira, A. M. Q. (1946) diz que a igreja é muito bela, toda em arco, abobada, tendo ao seu lado duas galerias onde estão situados os altares.

Figura 18 – Foto atual da Igreja de São Cristóvão.

Fonte: São Cristóvão, por Augusto Maurício. Disponível em: https://reficio.cloud/templos-historicos-do-rio-de-janeiro/augusto-mauricio-igreja-sao-cristovao/

8.2 O ReCap Pro

De acordo com Groetelaars, N. J. (2015) o ReCap Pro é um *software* que permite importar "nuvens de pontos", em diferentes formatos, além de fornecer diversos recursos para manipulação de nuvens de pontos, como cortar, recortar, apagar e limpar áreas selecionadas e exportar para *softwares* de modelagem, como o Revit, por exemplo.

A empresa de *softwares* Autodesk (2018) relata que o ReCap propõe importar digitalizações a *laser* para gerar nuvem de pontos ou uma malha em suporte de processos BIM e fornecer suporte para projetos de Arquitetura e Engenharia, levando o mundo real para o mundo virtual.

8.3 O Revit

De acordo com Justi, A. R. (2008) o Revit é uma plataforma da Autodesk baseada na tecnologia BIM, o *software* de modelagem para arquitetura e engenharia e também um sistema que projeta e gerencia todas as fases do processo de construção. A tecnologia em *softwares* paramétricos como o Revit e o Archicad entregam ao projetista tudo que a plataforma BIM oferece, como maior velocidade de entrega dos projetos, menos erros nos projetos, diminuição de custo e maior produtividade, uma vez que é usado apenas um *software* para fazer os projetos complementares e por fim projetos mais bonitos e por fim, redução de retrabalho.

Justi, A. R. (2008, p.141). relata os motivos que levaram ao desenvolvimento do Revit:

> • Ineficiências, enganos e atrasos chegam a U$200 bilhões dos $650 bilhões gastos em construção nos EUA todo ano (New wiring, The Economist, January 13th, 2000);
> • Somente na Inglaterra, o custo anual para corrigir defeitos de construção causados por projetos mal detalhados e instruções operacionais dadas incorretamente atingem aprox. £1 bilhão de Libras (aproximadamente 1.66 bilhões de Dólares) (IT Construction Best Practice service, http://www.itcbp.org.uk);
> • O processo de construção é por si mesmo repetitivo na sua essência de projeto para projeto. Pesquisas atestam que até 80% das tarefas numa construção são repetitivas.

De acordo com Autodesk (2017) o Revit permite que o usuário se concentre mais em criar e visualizar o projeto, sem perder horas desenhando linha por linha e fazer o projetista perder sua linha de raciocínio. Como o sistema funciona de maneira inteligente, quando o projetista cria elementos como paredes portas ou telhados, o sistema entende e gera automaticamente os cortes e fachadas. Sobre a automatização e cortes e fachadas do Revit, Justi, A. R. (2008, p. 143), complementa:

> O “coração” da plataforma Revit é a engrenagem de parametrização, onde qualquer mudança no modelo acarreta mudanças em todos os documentos do projeto, sejam eles cortes, vistas, fachadas, quantitativo, etc. realizando o efeito cascata em suas alterações. Tais facilidades, foram observadas por diversas empresas em diversos países, onde a Autodesk oferece seus produtos. Grandes empresas comprovaram e aprovaram sua compra e sua utilização no exterior, como, por exemplo, o projeto da Torre da Liberdade, substituto do extinto World Trade Center, utilizou o software Revit como ferramenta de projeto.

Um dos fatores mais benefícios do Revit é a visualização completa da construção no *software*. Ao apresentar o projeto para o cliente, o Revit pode gerar inclusive renderizações no

próprio *software*, passando com fidelidade a intenção do projetista para o cliente referente ao empreendimento. (AUTODESK, 2017).

Para finalizar, Justi A. R. (2008, p. 142) completa expondo a praticidade do *software* e sua produtividade:

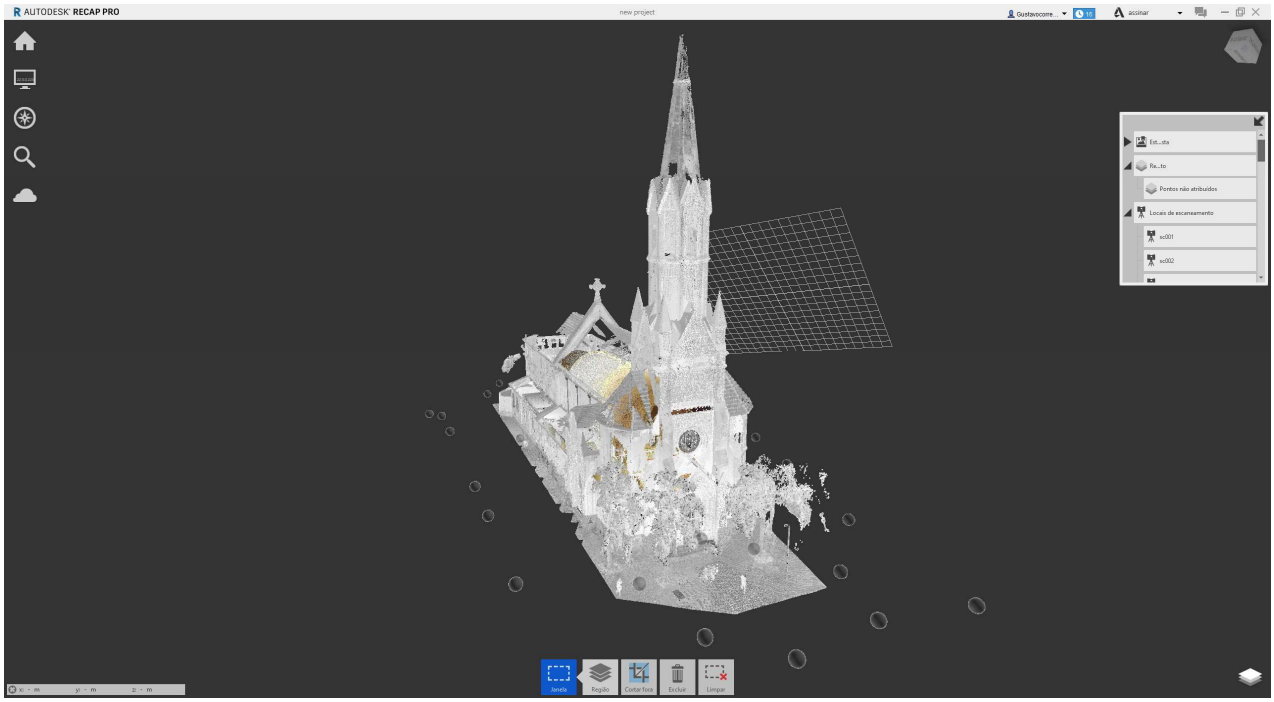
> Projetos que usam o Revit possuem uma vantagem competitiva imediata, fornecendo melhor coordenação e qualidade e ainda contribui para uma maior interação entre os arquitetos e o restante da equipe. O Revit sozinho identifica a espessura necessária ao traçado em corte e em vista (quais elementos devem ser representados com espessuras grossas, médias e finas); altera as alturas de textos, de cotas e símbolos, automaticamente conforme a mudança de escala; executa automaticamente cortes e fachadas conforme o comando do projetista; nomeia e numera automaticamente os desenhos nas pranchas; e ainda permite a realização de maquete eletrônica automaticamente com foto realismo e animação gráfica tornando-se, dessa forma, um software completo para escritórios de arquitetura e engenharia.

8.4 A modelagem da fachada principal da Igreja de São Cristóvão.

O levantamento da igreja foi feito em cerca de 3 horas e foi utilizado um *laser scanning* Faro Focus S120 e levou cerca de 1 hora para processar os dados obtidos *in loco*. Ao todo foram escaneados 33 pontos que levantaram tanto a parte exterior da igreja quanto a parte interior.

No primeiro momento ocorreu a importação da nuvem de pontos para o ReCap e feito uma limpeza na nuvem, uma vez que o *laser scanning* captou mais do que seria necessário para a modelagem.

Figura 19 – Nuvem de pontos após “limpeza” no Recap.



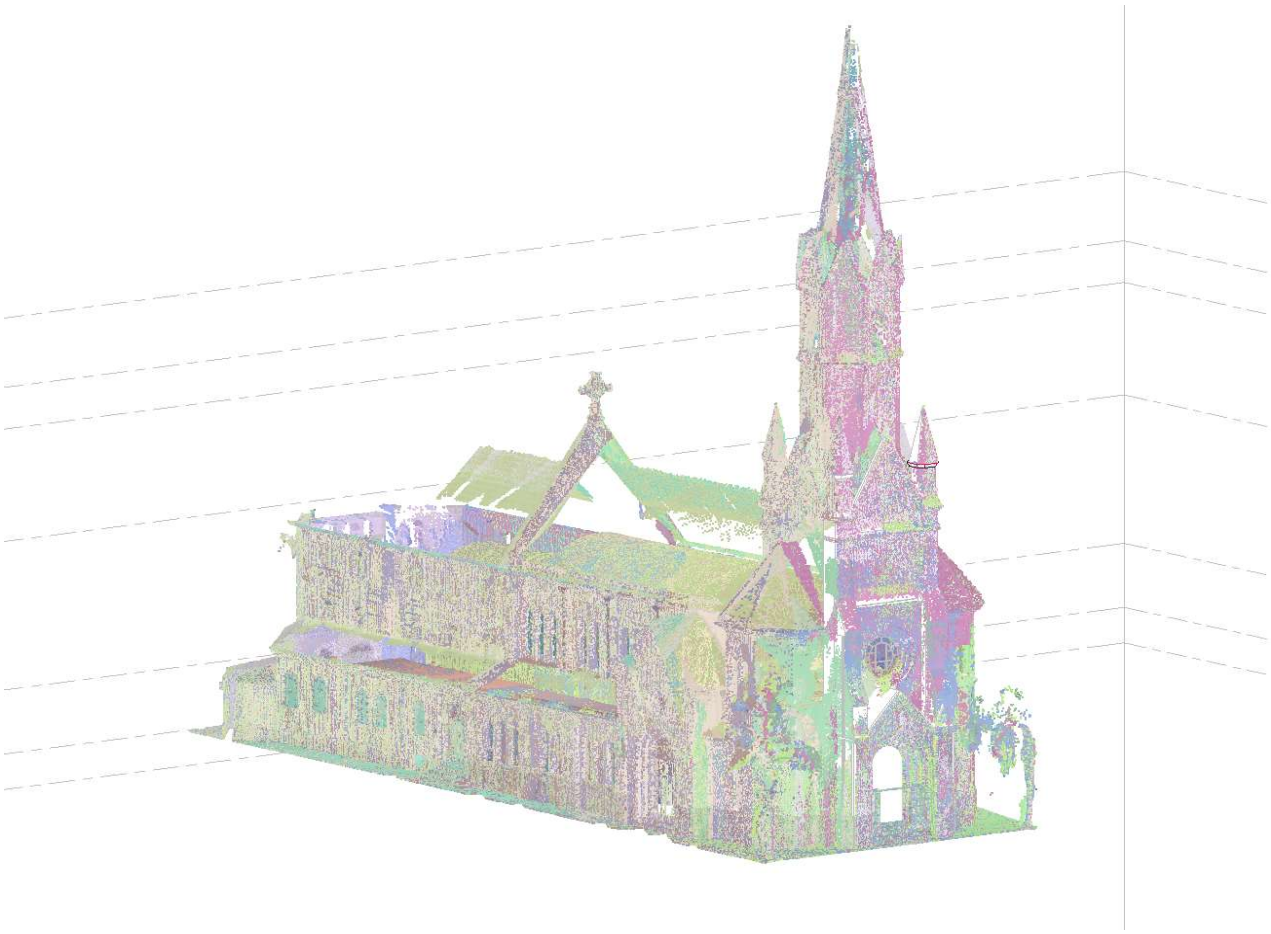
Fonte: Elaboração do autor, 2021.

A limpeza do exterior que envolve a igreja foi realizada de modo a evitar travamentos na modelagem, uma vez que a nuvem de pontos é muito pesada e gera travamentos no Revit.

Vale ressaltar algumas deficiências do *laser scanning*. Como mostrado na imagem anterior, não foi possível fazer o levantamento de uma parte do telhado devido ao ângulo que o *laser* foi posicionado.

Após realizado a limpeza, a nuvem de pontos exportada do Recap e inserida no Revit em um novo projeto e importando a nuvem de pontos através da aba inserir e depois clicando em nuvem de pontos.

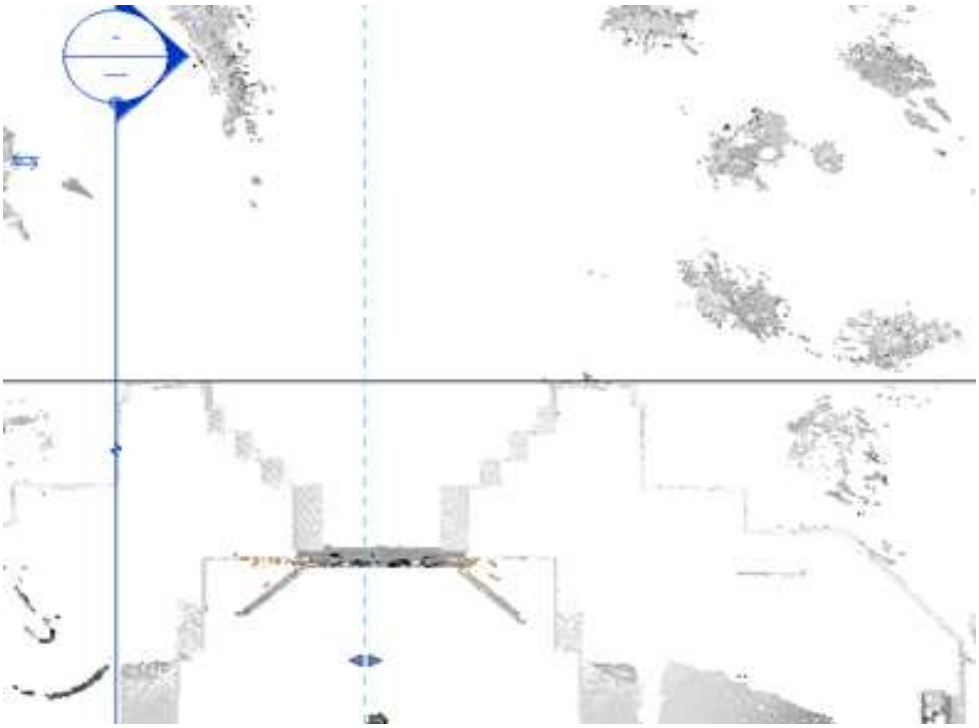
Figura 20 – Nuvem de pontos inseridas no Revit



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Para modelar as paredes é necessário criar níveis de corte horizontais e transversais. Os cortes horizontais são utilizados para modelar a parede e os cortes verticais são utilizados para verificar o alinhamento com a nuvem de pontos.

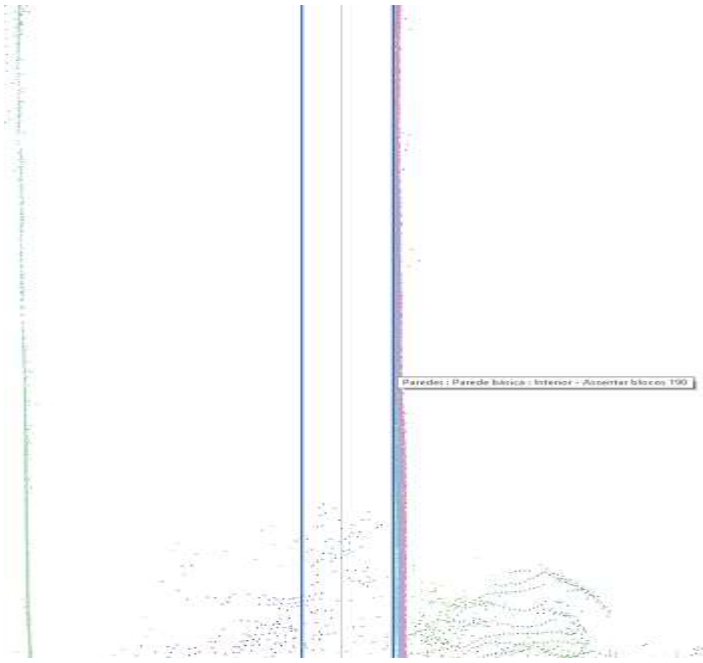
Figura 21 – Corte horizontal realizado na nuvem de pontos.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Para confirmar se o traçado da parede foi realizado de maneira correta, é necessário olhar em cortes ou em vista 3D a fim de checar a precisão que a parede foi modelada.

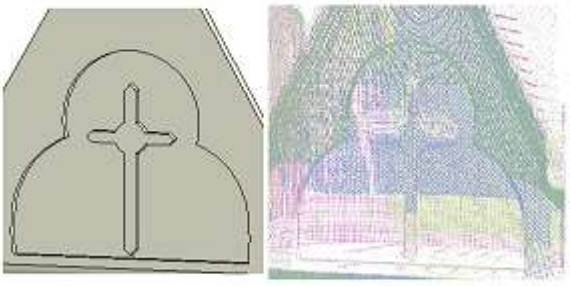
Figura 22 – Corte vertical realizado na nuvem de pontos.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Para realizar os detalhes onde as paredes precisaram ser recortadas, foi utilizada a ferramenta modelagem no local e criada uma extrusão vazia, a fim de deixar a parede com o corte desejado.

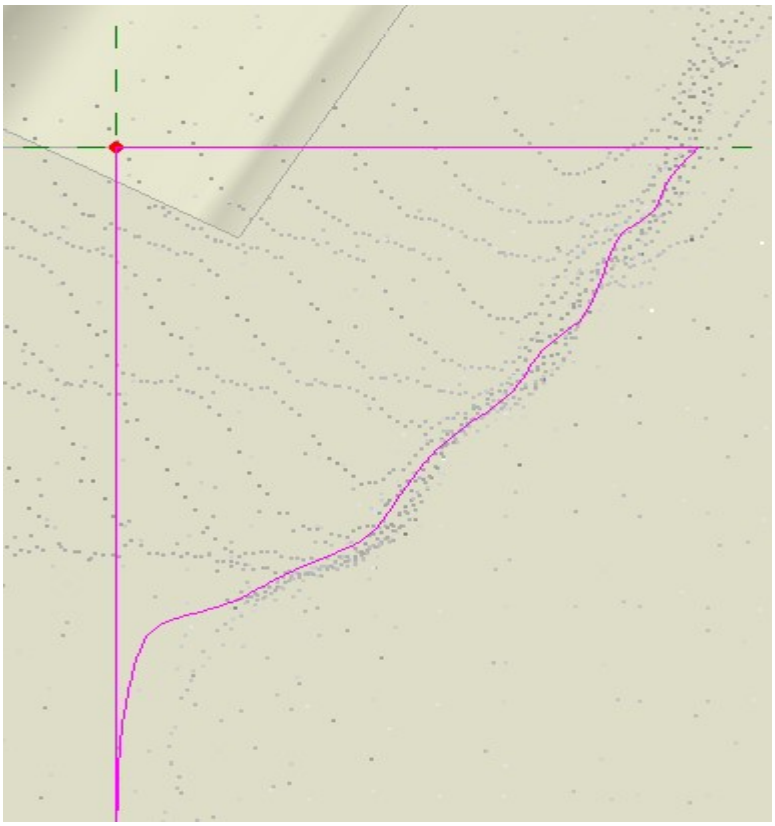
Figura 23 – Comparativo entre nuvem de pontos e modelagem da cruz em extrusão.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Os detalhamentos dos pilares também foram modelados no local, utilizando a ferramenta de varredura, onde foi utilizado um corte vertical para traçar o perfil do objeto e um corte horizontal para dar volume ao detalhe.

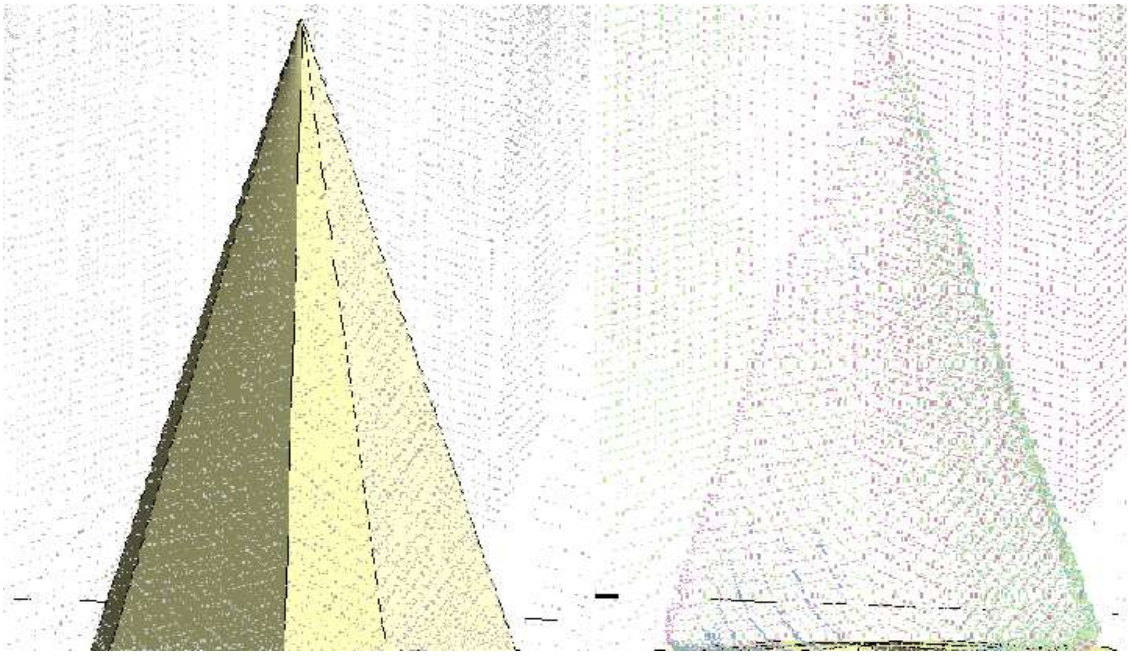
Figura 24 –Perfil de detalhamento utilizando a ferramenta de modelagem do local.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

A parte superior das colunas laterais contam com detalhes em formato de pirâmide octogonal que foram modelos no local utilizando a função mescla, que segundo a empresa Autodesk (2019) “Crie uma forma sólida 3D que se altera ao longo de seu comprimento, mesclando de uma forma inicial para uma forma final.” Para complementar o entendimento da função, Autodesk (2019) também relata “A ferramenta Mesclar une dois perfis (limites). Por exemplo, se você efetua um croqui de um retângulo grande e um retângulo menor em cima deste, o Revit mescla as duas formas juntas”.

Figura 25 – Comparação entre a nuvem de pontos e o modelo gerado utilizando a função mesclar.



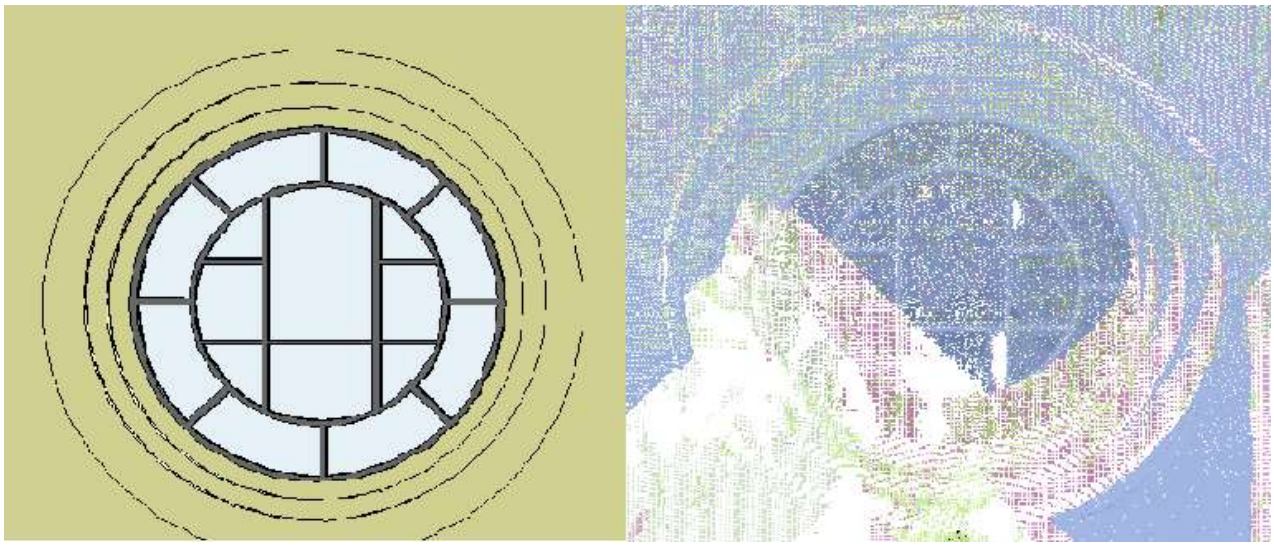
Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Na modelagem da janela também foi utilizado a ferramenta varredura, que de acordo com Autodesk (2014) significa:

> A extrusão por percurso é uma ferramenta para criar famílias que requerem que seja efetuado um croqui ou aplique um perfil (forma) e efetue a extrusão daquele perfil ao longo de um caminho. Para obter informações sobre como utilizar extrusões por percurso em famílias, consulte Criando a geometria da família. Exemplo: use uma extrusão por percurso para criar moldes, guarda-corpos ou tubulações simples.

Para criar os vidros da janela foi usado a ferramenta de extrusão simples, só que nessa vez com forma sólida para dar origem aos vidros.

Figura 26 – Comparação entre a nuvem de pontos e a janela modelada no Revit.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

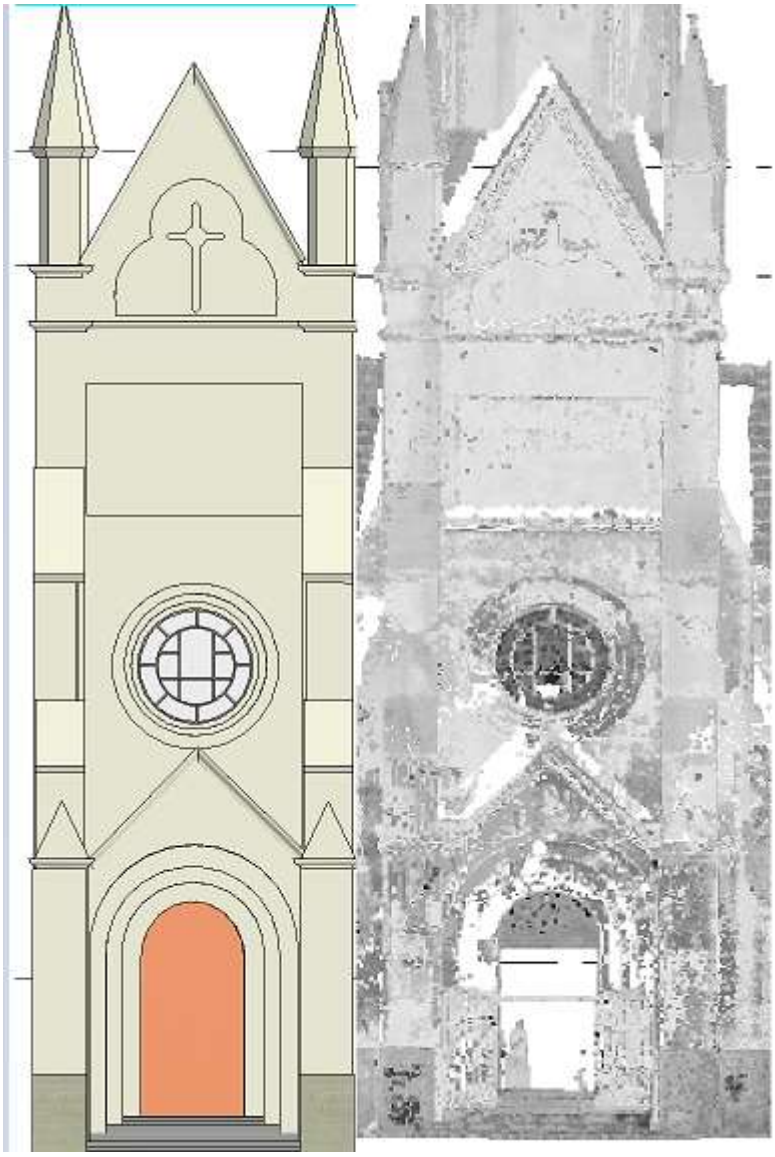
Infelizmente não foi possível modelar a porta pois quando foi feito o levantamento a igreja estava aberta para o público e a porta estava aberta para a entrada dos fiéis como mostra a foto do levantamento no *laser scanning*.

Figura 27 – Imagem da fachada principal com a porta aberta retirada do Recap.

Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Também é relevante comparar as imagens da nuvem de pontos, com o modelo feito no revit.

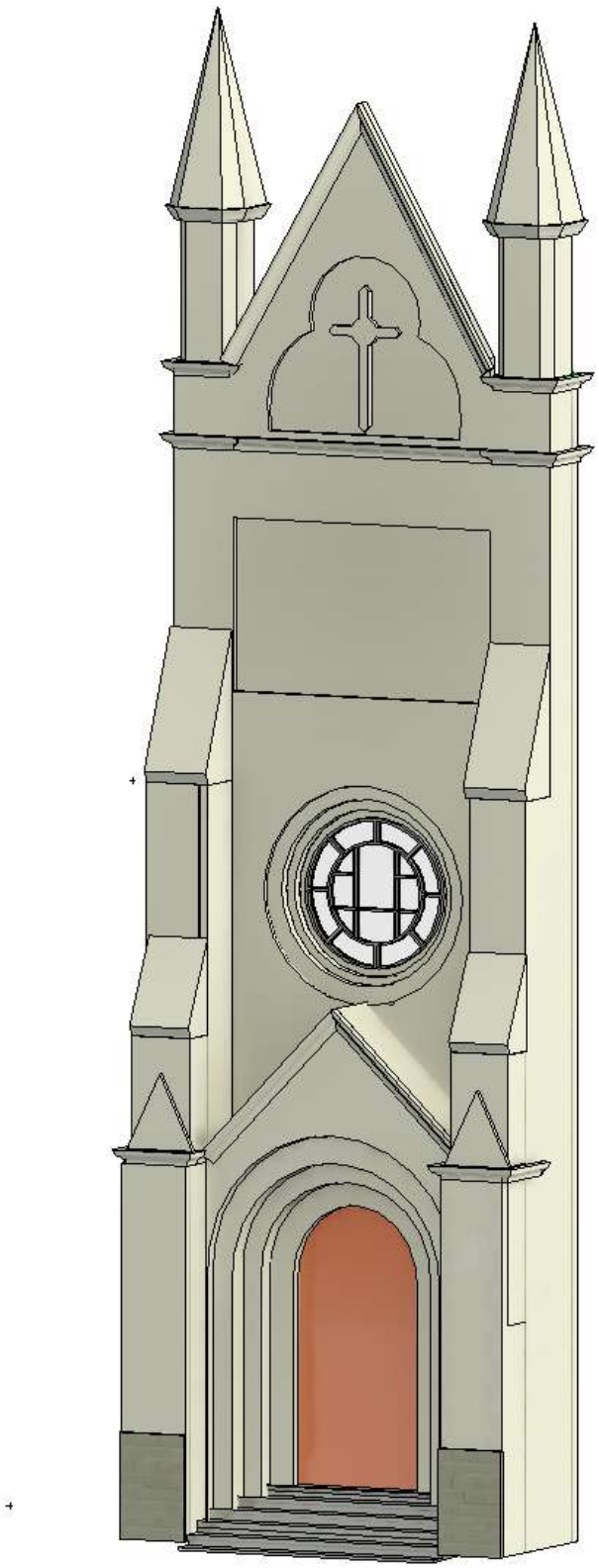
Figura 28 – Comparação entre a modelagem e a nuvem de pontos.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

É importante salientar que para realizar a modelagem em cortes e vistas 3D é interessante utilizar a função “box” da nuvem de pontos pois em cortes ou em vistas os pontos tendem a se sobrepor e confundir o projetista. Por fim, uma imagem em perspectiva de como ficou a fachada principal da Igreja de São Cristóvão modelada por nuvem de pontos utilizando a plataforma Revit.

Figura 29 –Vista em 3D da fachada principal da Igreja de São Cristóvão.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

9 CONCLUSÃO

Como visto no presente trabalho, é notória a importância do patrimônio arquitetônico edificado tanto num contexto social quanto econômico. Foi exposto a importância das edificações históricas para a preservação da memória, também para a sensação de pertencimento. Foi mostrado um caso de sucesso da exploração econômica, o caso de Gramado, que usa sua cultura, que está enraizada na arquitetura local para fins econômicos, ficando assim evidente a importância do patrimônio arquitetônico para fins sociais e para manutenção da economia local.

Para entender a história da preservação arquitetônica no Brasil, foi contado parte da trajetória do Iphan, com foco principal no Programa Cidades Históricas (PCH) que investiu milhões na preservação do patrimônio histórico brasileiro, com fim principal em gerar renda para a população local através do turismo.

Quando é relatado a respeito da documentação, fica claro a importância do documento para manutenção e reconstrução do patrimônio arquitetônico, uma vez que uma edificação jamais está livre de uma destruição parcial ou total, seja por desastres naturais, pela valorização do imóvel ou pelos variados usos que são atribuídos para o patrimônio durante sua existência.

Contudo, o conceito BIM aliado a nuvem de pontos torna viável a modelagem de edificações com grandes níveis de detalhes. A possibilidade de trabalhar com corteis horizontais e verticais simultaneamente facilita a modelagem baseado nas nuvens de pontos, porém, é necessário recortar a nuvem durante a modelagem para que os pontos não se sobreponham e acabem confundindo o projetista.

Entretanto, é necessário que o projetista domine a ferramenta de projetação e principalmente saiba sobre modelagem de famílias e componentes. Como a maioria dos projetos *as built*, as criações de famílias de esquadrias no geral precisam ser modeladas pelo projetista, pois certamente não haverá as famílias disponíveis para *download* como na maioria dos projetos elaborados atualmente, o que torna o processo de elaboração mais demorado que uma edificação atual.

Sobre o *laser scanning*, é uma ferramenta de extrema importância e certamente a melhor em questão de precisão para gerar nuvem de pontos. Porém, na modelagem da Igreja de São Cristóvão, palmeiras que ficavam em frente à fachada atrapalharam o levantamento e uma parte do telhado não foi capturado devido a igreja ser muito alta e não ter espaço suficiente para posicionar o *laser scanning* em um ponto que capturasse o telhado. Logo, é necessário métodos complementares para realizar o levantamento completo. Outro problema é o custo da ferramenta e encontrar profissionais qualificados para realizar o levantamento.

Por fim, não são todos as edificações que precisam ser levantadas com o *laser scanning*. Cada caso é único e deve ser analisado criteriosamente por um profissional especializado. Casos com menores níveis de detalhe podem ser levantados por medição direta. Porém, é necessário ficar atento as medidas para não comprometer a fidelidade do projeto. Casos mais complexos, com grandes níveis de detalhes é válido utilizar o *laser scanning* para obter nuvem de pontos e realizar a modelagem tanto em CAD quanto em BIM, porém, em BIM é possível gerar um projeto mais rico em detalhes e em menos tempo, caso o profissional domine a ferramenta.

9.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES

Aconselha-se outros tipos de estudos sobre o uso do *laser scanning* e do BIM em edificações já existentes:

- Uso de métodos complementares (VANT, por exemplo) para obtenção de nuvem de pontos em lugares que o *laser scanning* terrestre tem dificuldade.
- Uso do modelo gerado a partir da modelagem em *tours* virtuais. (interessante inserir texturas foto realísticas nesse caso);
- Estabelecimento de padrões de precisão e níveis de detalhes para edificações históricas;
- Uso do modelo BIM da edificação para projetos de restauração e realizar a comparação com métodos tradicionais.

REFERÊNCIAS

ADAMS, B. **O patrimônio de Florianópolis: trajetória da gestão para sua preservação.** Florianópolis, 2001. Mestrado em Geografia. UFSC. 218p.

AGUIAR, L. B. (2016) O Programa de Cidades Históricas, o turismo e a "viabilidade econômica" do patrimônio (1973 - 1979). **Anais do Museu Paulista**. São Paulo, 24(1), 137-149.

ALIZADEHSALEHI, S; KOSEOGLU, O.; CELIKAG, M. **Integration of Building Information Modeling (BIM) and Laser Scanning in Construction Industry.** AEI Conference on Birth and Life of the Integrated Building, Milwaukee (WI), p. 163-174, mar/2015. Disponível em: https://doi.org/10.1061/9780784479070.015. Acesso em: 22 out. 2020.

AMORIM, A. L. **Documentação digital do patrimônio arquitetônico: a igreja Nossa Senhora Mãe dos Homens - Coqueiro Seco/AL.** Gestão & Tecnologia De Projetos, 15(1), 26-41. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.11606/gtp.v15i1.152125. Acesso em: 10 set. 2020.

AMORIM, A. L. Documentação do patrimônio arquitetônico do estado da Bahia com tecnologias digitais. Computação gráfica: pesquisa e projeto rumo à educação patrimona1., 2008, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: AHMWL, 2008

AMORIM, A. L. **Methodological aspects of architectural documentation. International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, p.7-15, 2011. Disponível em: https://scholar.google.com.br/citations?user=Mfj432wAAAAJ&hl=ptBR#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3DptBR%26user%3DMfj432wAAAAJ%26citation_for_view%3DMfj432wAAAAJ%3AblknA aTinKkC%26tzom%3D180. Acesso em: 21 out de 2020.

AMORIM, A. L. Patrimônio Virtual e História Digital: Essência e representação. A Documentação Digital do Patrimônio Construído: Possibilidades e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 1., 2010, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro:ANPARQ, 2010. p. 1-25.

AMORIM, A. L.; GROETELAARS, N. J. XV Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos. **Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital - SIGRADI.** Santa Fé: Facultad de Arqitectura, Diseño y Urbanismo da Universidad Nacional del Litoral, 2011, p.1-5.

AMORIM, A. L.; GROETELAARS, N. J.; LINS, E. A. Um Centro de Documentação do Patrimônio Arquitetônico. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG. Online)**, v. 02, p. 09, 2008, pp. 194-206. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Arivaldo_Amorim/publication/267949968_UM_CENTRO_DE_DOCUMENTACAO_DO_PATRIMONIO_ARQUITETONICO/links/553f0553f02960cf20184050fa562/UM-CENTRO-DE-DOCUMENTACAO-DO-PATRIMONIOARQUITETONICO.pdf. Acesso em: 05 mar 2021.

AMORIM, A. L. **A documentação arquitetônica como uma atividade multi, inter e transdisciplinar.** 2017. PontodeAcesso, Salvador, v.11, n.1, p. 61-84, abr. 2017 | SUPLEMENTO XVII ENANCIB. Disponível em: https://portalseer.ufba.br/ index.php/ revistaici/article/view/23176. Acesso em: 17 mar. 2021.

ANDRADE, H. J. L. F. **Varredura a laser aplicada na reconstrução 3D de bens materiais do patrimônio histórico de Igarassu e Olinda**. 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10218. Acesso em: 13 set. 2020.

ANDRADE, L. S. **A Contribuição dos Sistemas BIM Para o Planejamento Orçamentário das Obras Públicas: estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina.** Brasília, 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de PósGraduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

ARANTES, A. (2006**). O patrimônio cultural e seus usos: a dimensão urbana.** Habitus, 4(1) 425-435.

ARAUJO JUNIOR, E. A. S. **Economia do Patrimônio Cultural – efeitos das políticas de restauração sobre a região central da cidade do Rio de Janeiro, do curso de Mestrado Profissional do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** 2012. Dissertação (Mestre em Preservação do Patrimônio Cultura) - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, 2012.

ARAÚJO, A. L. **Cadastro 3D no Brasil a partir da varredura a laser (laser scanning).** 2015. 179 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169583/338191.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 set. 2020.

AUTODESK. **Autodesk Recap**, 2018. Disponível em: https://www.autodesk.com/products/recap/overview?plc=RECAP&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1#0. Acesso em: 04 mai. 2021.

AUTODESK. **Criando uma varredura**. 2014. Disponível em https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-

explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2014/PTB/Revit/files/GUID-E1A36DCB-C629-44BE-9400-2D02D13CF7F4-htm.html. Acesso em: 04 mai. 2021.

AUTODESK. **Criar uma mescla**. 2019. Disponível em: https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-Model/files/GUID-674E9A83-9743-4470-BB3E-A05E3DEA23A7-htm.html. Acesso em: 04 mai. 2021.

AUTODESK. **Revit LT**. 2017. Disponível em: http://www.autodesk.com/products/revitlt/overview. Acesso em: 04 mai. 2021.

BASTIAN, A. V. **Métodos e técnicas de baixo custo para levantamento métrico de sítios históricos**. 2015. 271 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/25952. Acesso em: 18 set. 2020.

BEIRÃO, C. C. B. **Opoty**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95470. Acesso em: 11 set. 2020.

BERTOCO, C.; Medeiros, A.E. (2014). **Sustentabilidade, planejamento urbano e instrumentos de gestão do patrimônio e da paisagem cultural em Bento Gonçalves/RS.** Curso de Especialização em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. Universidade de Brasília, Brasília.

BERTOLI, V. **O tombamento como forma de preservação do patrimônio cultural.** EduValeAvare, Avaré, 2017. Disponível em: . Acesso em: 08 de março de 2021.

BRASIL. **Decreto-**lei Nº3866, de 29 de Novembro de 1941: Dispõe sobre o tombamento de bens no Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Brasília, DF, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del3866.html. Acesso em: 12 mar. 2021.

BRASIL. **Decreto-**lei Nº3866, de 29 de Novembro de 1941: Dispõe sobre o tombamento de bens no Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Brasília, DF, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del3866.html. Acesso em: 12 mar. 2021.

CANUTO, C. L.; SALGADO, M. S. Panorama sobre modelos HBIM para Facilities Management. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p 731-738. DOI https://doi.org/10.14393/sbqp19067.

CANUTO, C. L; SALGADO, M. S. **Modelo BIM do Palácio Gustavo Capanema 1937-1945: pela preservação digital do patrimônio moderno.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v.15, n.1, p.101-116, jan.2020. http://civil.uminho.pt/Euro-ELECS-2015/files/Eu-ro-ELECS_2015- Proceedings_Vol2.pdf. Acesso em: 21 out. 2020.

CARCARÁ, T. A. *et al*. Proteção do patrimônio cultural: o tombamento e seu entorno. **Sistema de Publicações do Grupo de Estudos e Pesquisas em Direitos Culturais**, n.1, 2012. Disponível

em: http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2018/07/O-DIREITO-%C3%80-MEM%C3%93RIA-CULTURAL-E-A-PERTIN%C3%8ANCIA-PROTETIVA-DO-TOMBAMENTO.pdf. Acesso em: 08 mar. 2021.

CARVALHO, F. R. T. (2015). **Turismo e patrimônio cultural material.** Cultur, 9(1), 143-159.

CAVALCANTE, R. B. L. **A utilização do 3D Laser Scanning para levantamento de fachadas do Centro Histórico de Porto Nacional – TO**. Revista Interface, Porto Nacional, v. 9, n. 1, p. 88-94, 1 jun. 2015. Disponível em: https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/interface/article/view/1914. Acesso em: 24 out. 2020.

CAVALCANTI NETO, J. R.; CARNEIRO, F. G.; GIANNECCHINI, A. C. Avanços e desafios na preservação do patrimônio ferroviário pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **VI Colóquio Latino Americano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial.** 2011. Disponível em: http://cmsportal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI_coloquio_t6_avancos_desafios.pdf. Acesso em 09 de março de 2021.

CENTENO, J. S.; WUTKE, J. D.; KERSTING, A. P. B.. Comparação de geração de modelos tridimensionais usando laser scanner terrestre e restituição fotogramétrica monocular. SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E 39 TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO - SIMGEO, 1., 2004, Recife. **Anais [...]**. Recife: 2004.. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~centeno/publications/download/2004/f013.pdf. Acesso: 23 out. 2020.

CHECCUCI, E. S. PEREIRA, A. P. C. **Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura.** Blucher Design Proceedings. São Paulo, v. 1, n. 7, p. 307-311, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Arivaldo_Amorim/publication/275772340_Modelagem_da_Informacao_da_Construcao_BIM_no_Ensino_de_Arquitetura/links/5547d3be0cf2e2031b384a31/Modelagem-da-Informacao-da-Construcao-BIM-no-Ensino-deArquitetura.pdf. Acesso em: 21 out. 2020.

CHEER, S. *et al*. Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura. **Workshop brasileiro de gestão do processo de projetos na construção de edifícios**, 7., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007.

CHUVA, M; LAVINAS, L. V. O Programa de Cidades Históricas (PCH) no âmbito das políticas culturais dos anos 1970: cultura, planejamento e nacional desenvolvimentismo. **Anais do Museu Paulista**. São Paulo. N. Sér. v.24. n.1. p. 75- 98. jan.- abr. 2016.

COGIMA, C. K. et al. Digital scan-ning and BIM modeling for modern architecture preservation: the Oscar Niemeyer's Church of Saint Francis of Assis. Congresso internacional da sociedade ibero-americana de gráfica digital. 22., 2018, São Carlos. **Proceedings...** São Paulo: Bluncher, 2018. p. 457-462. Disponível em: http://www.proceedings.blucher.com.br/arti-cle-details/29743. Acesso em: 20 out. 2020.

COLIN, S. **Uma introdução à arquitetura**. Rio de Janeiro: UAPÊ, 2000. 194p.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA (CREA/SP). Grupo de Trabalho Patrimônio Histórico e Arquitetônico. **Patrimônio Histórico: como e por que preservar.** 3ª edição, 2008. Disponível em: encurtador.com.br/qryHJ acesso em: 08 de março de 2021.

CORREA, S. M. **O Programa de Cidades Históricas (PCH): por uma política integrada de preservação do patrimônio cultural – 1973/1979**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. Ouro Preto, MG: UFOP, 2013 (Dissertação de Mestrado).

COSTA, G. C. L. R; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C. **Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, n. 2, p. 11-18, 2015.

COSTA, J. *et al*. Patrimônio histórico local: Santa Catarina. **III Seminário de Educação, Conhecimento e Processos Educativos: Região Litoral do Rio Grande do Sul, Joaçaba**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 22 abr. 2017. Disponível em: http://periodicos.unesc.net/seminarioECPE/article/viewFile/3948/3702. Acesso em: 05 mar. 2021.

CUNHA, C. R. **Restauração: diálogos entre teoria e prática no Brasil nas experiências do Iphan**. Tese de Doutorado, São Paulo, FAU-USP, 2010

DEZEN-KEMPTER, Eloisa *et al.* **Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas.** Gestão & Tecnologia de Projetos, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 113-124, 6 nov. 2015. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/102710. Acesso em: 18 set. 2020.

EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de bim: um guia de molagem da informação da construção, para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre: Techbooks, 2008.

FERREIRA, A. M. Q. **Templos Históricos do Rio de Janeiro.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Gráfica Laemmert Ltda., 1946. 310 p.

GARAGNANI, S. MANFERDINI, A. M. Parametric accuracy: Building information modeling process applied to the cultural heritage preservation. In: 3DARCH 2013 – 3D VIRTUAL RECONSTRUCTION AND VISUALIZATION OF COMPLEX ARCHITECTURES, 2013, Trento. **Proceedings…** p. 87–92. Disponível 40 em: https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-5- W1/87/2013/isprsarchives-XL-5-W1-87-2013.pdf. Acesso em: 18 out. 2020.

GOMES, J. I. N. **Do Laser Scan à modelação BIM: experiências e testemunhos.** 2018. 161 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2018. Disponível em: http://hdl.handle.net/10071/17634. Acesso em: 21 set. 2020

GONÇALVES, J. **O SPHAN e seus colaboradores: construindo uma ética do tombamento (1938-1972)**. 2009. Disponível em: http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/anpuhnacional/S.25/ANPUH.S25.0217.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

GONÇALVES, R. **Dispositivo de varredura laser 3D terrestre e suas aplicações na Engenharia, com ênfase em túneis**. 2007. 103 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-10082007-173531/publico/MESTRADORodrigoGoncales.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

GOYA, Y. Patrimônio histórico e turismo na Ilha de Florianópolis. **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico (COBRAC**), 3., 1998, Florianópolis. Anais.... Florianópolis: Ufsc, 1998. p. 126 - 134.

GROETELAARS, N. J. **Criação de modelos BIM a partir de "nuvens de pontos": estudos de métodos e técnicas para documentação arquitetônica.** 2015. 372 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20220. Acesso em: 10 set. 2020.

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. Dense Stereo Matching (DSM): conceitos, processos e ferramentas para criação de nuvens de pontos por fotografias**. SIGRADI 2012 – Congreso de la sociedade Iberoamericana de gráfica digital**, 2012, Fortaleza. SIGraDi 2012 [Proceedings of the 16th Iberoamerican Congress of Digital Graphics], 2012. p. 361-365.

IPHAN, **O IPHAN.** 2014, Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/872. Acesso em: 12 mar. 2021

JUSTI, A. R. **Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008.

KALLAS, L. M. E., Guillen-Salas, J. C., Silva, E. A. S. (2020**). Resgate, valorização, educação e documentação do patrimônio por meio de sketches.** Revista Jatobá, 2. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/revjat/article/view/66526. Acesso em: 09 mar. 2021.

LIMA, J. F. S; AMORIM, A. L. **Levantamento da portada das igrejas de São Francisco e do Rosário com nuvens de pontos**. SEMINÁRIO NACIONAL DE DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS, Salvador, 2010. Anais. Salvador: ARQDOC, 2010.

LINO, J. C.; AZENHA, M.; LOURENÇO, P. Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas. **Encontro Nacional Betão Estrutural** - Be2012, FEUP, p. 1-10, 2012. Anual. Disponível em: https://paginas.fe.up.pt/~be2012/Indice/BE2012/pdf-files/076_Artigo.pdf. Acesso em: 21 out. 2020.

LOURENÇO, M. C. Bens imóveis tombados ou em processo de tombamento da USP. Comissão do patrimônio cultural. Patrimônio e novos desafios. São Paulo: USP, p. 12-22, 1999

MANZIONE, L. **Proposição de Uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo Com o Uso do BIM**. São Paulo, 2013. 325 f. Tese (Doutorado em Engenharia de

Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MATEUS, J. M**. A questão da Tradição. História da Construção e Preservação do Patrimônio Arquitetônico.** Parc – Pesquisa em Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Campinas, v.3, n.4, p. 27-32, abr. 2013ª

MEDEIROS, M. C.; SURVA, L. A. importância da educação patrimonial para a preservação do patrimônio. In: **Chuva, Márcia; Nogueira, Antônio Gilberto Ramos (Org.).** Patrimônio cultural: políticas e perspectivas de preservação no Brasil. Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ, 2012.

MELRELLES, H. L. **Tombamento e indenização.** Revista Jurídica. Rio de Janeiro: Revista de Direito Administrativo, n° 161, 1995.

MOREIRA, T. P. F. **A Influência da Parametrização dos Softwares CADD Arquiteturais no Processo de Projetação Arquitetônica.** Brasília, 2008. 226 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

NOGUEIRA, F. M. S. **A representação de Sítios Históricos: Documentação arquitetônica digital.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

NOVAES, M. V. F**. A tecnologia e seu lugar na metodologia de restauro: O 3D Laser Scanning como forma de documentação arquitetônica e sua aplicação no restauro do palacete Teresa Lara em São Paulo.** 2018. 293f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo – São Paulo, 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde-09012019-094046/publico/MEmariavitoriafischernovaes.pdf. Acesso em: 24 out 2020.

NUNEZ, L. O. As transformações no conceito de patrimônio do IPHAN e suas práticas de tombamento no estado do Espírito Santo. **Faces da História**, Assis-SP, v.3, nº2, p. 194-212, jul.-dez., 2016.

OLIVEIRA, A. F B. **O IPHAN e seu papel na construção/ampliação do conceito de patrimônio histórico/cultural no Brasil**. Cadernos do Ceom: Bens Culturais e Ambientais, Chapecó, v. 21, n. 29, p.20-38, dez. 2008. Disponível em: https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc/article/viewFile/326/167#:~:text=O%20papel%20desempenhado%20pelos%20grupos,seus%2070%20anos%20de%20exist%C3%AAncia.&text=Estava%20no%20saber%2Dfazer%20popular,de%20sociabilidade%20desses%20diversos%20grupos. Acesso em: 12 mar. 2021.

OLIVEIRA, M. M. A. **Documentação como Ferramenta de Preservação da Memória. Brasília: IPHAN**. Programa Monumenta, 2008.

PAES-LUCHIARI, M. T. D.. **Patrimônio cultural, turismo e identidades territoriais – um olhar geográfco**. Disponível em : < http://egal2009.easyplanners.info/area08/ 8118 Maria Tereza Duarte Paes.pdf. Acesso em: 05 mar. 2021.

PELEGRINI, S. C. A. Cultura e natureza: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural e ambiental. **Revista Brasileira de História**. São Paulo 2006, v. 26, nº 51, p. 115-140.

PELIEGRINI FILHO, A**. Ecologia, cultura e turismo.** 2ª ed., Campinas, SP: Papirus, 1997. (Coleção Turismo).

PEREGRINO, M. C. **SPHAN/Pró-Memória: abertura política e novos rumos para a preservação do patrimônio nacional**. 2012. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5113110 Acesso em: 15 mar. 2021.

PEREIRA, A. J. S. **Contributos do Airbone Laser Scanning na geração de Modelos Digitais de Elevação e produtos derivados: ensaio comparativo baseado em questões geomorfológicas e hidrográficas.** 2012. 140f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território) – Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto, 2012. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/66398/2/27927.pdf. Acesso em: 24 out. 2020.

PIRES, M. C. S. **Proteção e revitalização do patrimônio cultural no Brasil: uma trajetória**. Brasília: Ministério de Educação e Cultura/SPHAN/Pró-Memória, 1980.

PRETTO NETO, D.; Serres, J. C. P. **A importância da economia na preservação do patrimônio.** Porto Alegre, 2019. Disponível em: A importância da economia na preservação do patrimônio, O presente (eumed.net) Aceso em: 10 mar. 2021

RABELLO, S. O tombamento. In: **REZENDE, M. B.; GRIECO, B.; TEIXEIRA, L.; THOMPSON, A. (Orgs.).** Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural. 1. ed. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2015.

REZENDE, M. B. *et al*. **Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) 1937-1946**. 2015. Disponível em: http://cmsportal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Servi%C3%A7o%20do%20Patrim%C3%B4nio%20Hist%C3%B3rico%20e%20Art%C3%ADstico%20Nacional.pdf Acesso em: 12 mar. 2021.

RUSADIN, L.; SILVA, R. H. **O uso turístico do patrimônio cultural em Ouro Preto.** Cultura / Ano 6 -Nº 01 - Fev (2012).

SANDOVAL, M. N.. **A importância do patrimônio arquitetônico no centro de Florianópolis como forma e preservação da identidade local e produto turístico.** 207. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Turismo, Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: https://riuni.unisul.br/handle/12345/3436#:~:text=E%20o%20patrim%C3%B4nio%20arquitet%C3%B4nico%20de,necess%C3%A1rios%20para%20a%20sua%20efetiva%C3%A7%C3%A3o.. Acesso em: 05 mar. 2021.

SCHIMALESKY, Valmir; CENTENO, Jorge Antonio Silva. **Avaliação da qualidade da informação altimétrica derivada da varredura a laser em uma região coberta por vegetação:** estudo de caso. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 597-606. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/13155/8902. Acesso em: out. 2008.

SILVA, A. P. **O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e a construção da memória histórica nacional por meio dos bens culturais imóveis inscritos no Livro do Tombo Histórico (1937-1985).** 2017. 230 f. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Estadual Paulista ―Júlio de Mesquita Filho‖, Franca, 2017.

TOLENTINO, M. M. A. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico.** 2018. 332 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/27947. Acesso em: 09 mar. 2021.

TOMAS, I. 2002. **Preservação dos Patrimónios Culturais: direitos antinômicos, situações ambíguas.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro.

TOREZANI, J. N.. Comunicação, Cultura e Turismo: Um estudo sobre o Patrimônio Arquitetônico de Ilhéus**. Encontro dos núcleos de pesquisa da sociedade brasileira de estudo interdisciplinares da comunicação, Intercom**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/R0254-1.pdf> Acesso em: 10 out. 2020.