

Metodologias de modelagem HBIM em adornos arquitetônicos

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.45>

Ieda Maria Nolla¹, Giovane Zandonade Paulino²,
Marcelo Eduardo Giacaglia³, Maria Lúcia Bressan Pinheiro⁴

¹ FAUUSP, São Paulo, 0000-0001-9187-1466

² FATEC-SP, São Paulo, 0000-0002-7936-889X

³ FAUUSP, São Paulo, 0000-0001-9059-7805

⁴ FAUUSP, São Paulo, 0000-0001-6269-875

Resumo

O BIM é uma tecnologia em plena ascensão na área de AECO no Brasil, sendo sua principal utilização em projetos e construções novas. Em edificações de valor histórico, sua aplicação apresenta dificuldades na modelagem, dadas suas características construtivas e irregularidades na execução. O presente trabalho explora as possibilidades da criação de adornos arquitetônicos de edifícios antigos utilizando HBIM e avalia seus usos em restauração, gestão, conservação e memória, com a definição de uma metodologia de criação otimizada. Utilizando projetos, documentos históricos, fotografias, ortoimagens, nuvem de pontos e medições in loco, adornos foram modelados de duas maneiras em um *software* BIM autoral: a primeira totalmente fiel às leituras e medições obtidas e a segunda com menor complexidade, porém mantendo as informações e representação visual. Os resultados mostram que, no primeiro modelo, o software apresentou conflitos de modelagem e erros de geometria ao serem inseridos no edifício base. Já o segundo modelo apresentou melhores resultados, além de reduzir seu tamanho. Esse procedimento incluiu a proposição de uma métrica para o *Level of Detail*, com a finalidade de facilitar o seu desenvolvimento em HBIM e sua discussão.

1. Introdução

BIM (*Building Information Modelling*) é uma plataforma moderna, que de forma colaborativa permite que as disciplinas de AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) trabalhem concomitantemente de forma virtual. Os softwares estão voltados à projetos atuais, com bibliotecas de elementos, métodos construtivos e ferramentas de modelagem que ainda não são otimizadas para utilização em patrimônios culturais. O HBIM (*Heritage Building Information Modelling*) traz esse tema à tona, com a problemática da modelagem de bens culturais que normalmente não possuem documentação e com formatos irregulares, seja pelo método construtivo ou pelas particularidades da própria arquitetura.

Outro fator determinante no trabalho com o HBIM é definir o nível de informação necessária que o modelo deva apresentar para cada disciplina de trabalho, seja reforma, restauração, gestão, entre outros. Há muita confusão [1] em torno desses procedimentos devido ao grande número de siglas e definições entre países e, às vezes, dentro do mesmo mercado.

Para uniformizar e entender os termos usados, serão utilizados neste trabalho os conceitos de *Level of Development* (Nível de Desenvolvimento), *Level of Detail* (Nível de Detalhamento / Detalhes) e o *Level of Information Need* (Nível de Informação Necessária) e o *Level of Accuracy* (Nível de Acurácia).

O *American Institute of Architects* (AIA) publicou [2] e registrou o termo *Level of Development*: AIA E202-2008. Desde então, LOD – *Level of Development* é o grau em que a geometria do elemento e as informações anexadas foram pensadas.

As informações geométricas do modelo são o *Level of Detail* e tem como objetivo classificar o quão próximo do real está a geometria dos objetos e elementos usados no projeto.

Este trabalho retrata a realidade de modelar um Bem Cultural do século XVIII, suas dificuldades e como solucioná-las. No desenvolver do trabalho será utilizada a sigla LOD para *Level of Development*, para maior clareza, o *Level of Detail* não será utilizado acrônimo. O comitê ISO decidiu não utilizar o acrônimo no *Level of Information Need*, para salientar que ele não é uma ferramenta e sim uma estrutura de trabalho [3].

Inicialmente o texto faz um pequeno resumo de três padrões de nível de detalhe utilizados na literatura BIM, para compreensão do desenvolvimento do trabalho, em seguida são relatadas as problemáticas e suas soluções. No final há um debate sobre a realidade nas disciplinas voltadas para HBIM e qual nível de detalhe deve ser utilizado dentro dos citados nesse texto ou quanto a métrica a ser usada em cada caso.

2. Metodologia

Para a elaboração do estudo, foi utilizado o Bem Cultural do século XVIII, o Museu Solar da Marquesa de Santos [4], localizado na cidade de São Paulo, Brasil. Atualmente é um museu e um sítio arqueológico da sua própria história e da cidade. O edifício, originalmente de pau-a-pique, possui diversos elementos decorativos e particularidades construtivas, dado o seu histórico de reformas e alterações em sua estrutura e fachada. A documentação arquitetônica como projetos, documentos históricos, fotografias, ortoimagens, nuvem de pontos e medições in loco, foram obtidos com pesquisa bibliográfica e com o acervo do Departamento do Patrimônio Histórico da cidade de São Paulo.

Após análise dos documentos, foram estudados os padrões de LOD mais discutidos em trabalhos referentes a HBIM e a sua correlação com as disciplinas, como: restauro, gestão patrimonial, memória.

Realizado o estudo dos padrões, foi definido o nível de informação necessária para a realização do modelo nas disciplinas de restauro, gestão, projeto e registro da edificação.

O modelo, executado em *software* BIM autoral, seguiu em duas frentes: a primeira buscando atender a precisão obtida em leituras e medições da documentação e a segunda com menor nível de detalhe, buscando oferecer a quantidade de informação necessária para os usos previamente definidos. Por fim, é realizada uma discussão sobre os desafios encontrados no processo e na proposição de métrica para nível de detalhe geométrico dos elementos da construção, que seja aplicável a problemas do tipo, com base no estudo de caso deste artigo.

3. Fundamentação - Informações necessárias ao modelo BIM

No trabalho com a plataforma BIM é essencial identificar a que se destina o modelo, para evitar o excesso ou falta de informações, ou seja um retrabalho, para isso é necessário especificar o LOD [5] que ele deve atingir. Apesar desta importância, chegar a um acordo sobre LOD / *Level of Information Need* antes da implementação não é um processo padrão na prática [6]. Todos os profissionais que usam ferramentas e fluxos de trabalho em BIM em seus trabalhos diários já devem ter enfrentado o “dilema de troca de informações”, ou seja, para entregar um projeto com eficácia, primeiro é essencial definir quais informações são necessárias, em que nível de detalhe [1].

Para tentar superar esse obstáculo foram criados protocolos direcionados a uma padronização do LOD que o modelo deve ter. Com o passar do tempo, esses protocolos são testados e acabam tendo mudanças, no formato e nos limites de atuação, como foi o caso do LOD que desde 2013, início de sua publicação, já passou por sete revisões, sendo sua última versão em 2021 [7].

O desdobramento da pesquisa trouxe uma série de reflexões na definição do LOD a ser utilizado. Para fundamentar esses questionamentos é descrito, a seguir, um resumo sobre três protocolos mais utilizados em trabalhos com BIM: o *Level of Development* (LOD), do AIA (American Institute of Architects), *Level of Model Detail*, pela AEC – Reino Unido e *Level of Information Need* (Nível de Informação Necessária) da norma ISO 19650 [8].

3.1. Level of Development - LOD (AIA - American Institute of Architects)

O *Level of Development*, desenvolvido pela AIA, E202-2008: *Building Information Modelling Protocol Exhibit*, está baseado na quantidade de detalhes e a quantidade de informação do modelo. A especificação dos dados a serem agregados a cada elemento do modelo vai depender da finalidade, ou seja do seu uso, e não tem relação direta com sua geometria. Por exemplo, quando um projeto é criado para participação de um concurso de obras, ele pode ter um alto detalhamento geométrico, mas pouca informação agregada a ele, que vai aumentar no desenvolvimento do projeto. O LOD vai depender exclusivamente das necessidades da utilização do modelo.

A métrica do AIA para o LOD [2] é a sequência numérica: 100, 200, 300, 350, 400 e 500. Trata-se de métrica orientada sobretudo a novas construções, desde a caracterização geral dos principais elementos, requeridos pelo programa de Necessidades ao qual estaria associado ao LOD100 até o detalhamento requerido à sua execução (LOD 400). O LOD 500 se refere ao que de fato foi executado, o que inclui eventuais desvios, acidentais ou propositais, em relação ao previsto.

No trabalho com HBIM, a edificação já existe, com processos construtivos muitas vezes desconhecidos e sem disponibilidade de tempo e de recursos para quaisquer pesquisas prévias.

3.2. Level of Model Detail (LOMD) - Reino Unido

O protocolo BIM da AEC (Reino Unido), UK 1192-3 [9] foi lançado pela primeira vez em novembro de 2009 e reúne o aprendizado e a experiência adquiridos desde então.

Após a publicação, proprietários de ativos e clientes internacionais (principalmente no Oriente Médio e na Austrália) também reconheceram seu benefício e começaram a exigir a adoção dos processos de gestão definidos na série UK 1192 em seus projetos. Como resultado, a comunidade internacional abordou a ISO e exigiu que a série UK 1192 fosse elevada a um nível internacional. Assim com base na série UK 1192, a série ISO 19650 permite que equipes de todo o mundo minimizem atividades desnecessárias e aumentem a previsibilidade de custo e tempo, por meio de uma abordagem comum para o gerenciamento de informações [10]. A diferença entre a série UK 1192 e a série ISO 19650 não é grande, somente que a UK 1192 alinhou com os requisitos editoriais da ISO para fazer certos compromissos e obter um consenso entre todos os membros da ISO [8].

Na ISO 19650 foi indicado que o *Level of Information Need* pode ser definido tanto sobre o padrão nível de desenvolvimento dos elementos quanto sobre outras diretrizes de modelagem [11], como por exemplo o do BIMForum LOD, UK1192 9, entre outros.

4. Proposição

O modelo BIM pode ser utilizado para verificação de interferências, planejamento, cálculos, inventários, gestão, entre outros. Para cada utilização há necessidade de um nível de desenvolvimento.

Com o HBIM o modelo final já existe, e muitas vezes com documentações arquitetônicas incompletas, que se perderam ao passar do tempo ou nunca foram criadas. Ao longo da história a edificação pode ter sofrido intervenções e patologias que se tornaram parte do edifício. Os padrões de nível de desenvolvimento não contemplam essa marca histórica, pois o seu foco está nas etapas do projeto e nos detalhes para sua produção. O HBIM necessita definir o nível de informação necessária para suas particularidades, ou seja, que permita capturar a passagem do tempo, representar intervenções, detalhar elementos arquitetônicos e permitir trabalhos genéricos, como o de gestão ou mapas de riscos.

Deste modo, este estudo propõe a definição do nível de informação necessária para a representação da geometria do Bem Cultural estudado, atendendo as características propostas da ISO 19650-1, com o auxílio das definições e classificações publicadas pela AIA, pela PAS 1192-3 e pelo *U.S. Institute of Building Documentation* (USIBD) propondo uma nomenclatura para auxiliar em sua identificação.

4.1. Finalidades da modelagem

A pesquisa tem como objetivo estudar a modelagem de artefatos de um imóvel do século XVIII, utilizando os níveis de detalhamento, comparando-os e adequando-os aos usos de disciplinas de AECO em Bens Tombados.

Os modelos foram criados para atender a demanda do museu quanto a gestão da edificação, projeto de restauro, documentação de arquitetura e registro do estado de conservação atual.

Dado o escopo do artigo, foram selecionados três elementos distintos para modelagem:

- Molduras: utilizam o comando de extrusão por caminho (*Sweep*) dado seu formato, representável por curvas polinomiais;
- Portas: que aparentam ter uma geometria simplificada, variação em suas dimensões e uma grande repetição dentro do modelo;
- Guarda-corpos: um elemento que combina as características anteriores e adiciona a necessidade de modulação.

5. Nomenclatura da métrica de detalhe geométrico utilizada no projeto

As categorias propostas para métrica de detalhamento, a seguir descritos, utilizam definições relacionadas ao nível de detalhe geométrico de cada modelo. As definições são compostas de: aparência do objeto, parametrização, nível de confiabilidade do objeto e a acurácia das dimensões, utilizando o USIBD *Level of Accuracy (LOA) Specification Guide* [12].

5.1. Escaneado

Modelos de alta precisão e detalhamento, foram recomendados na visualização arquitetônica e para registro do estado de conservação no momento do levantamento.

Objetos foram modelados em 3D utilizando nuvem de pontos, com aparência realista e precisão em relação a sua localização. Os modelos apresentam uma LOA40 [12], resultado da alta precisão dos equipamentos, mas de acurácia variável em função a superfície e a geometria dos elementos, como indicado pela categoria. A confiabilidade dos elementos pode ser classificada como *As Built* e, dado o nível de precisão, a parametrização dos elementos não é requerida.

5.2. Detalhado

Modelos de detalhamento médio/alto, foram recomendados para projetos de restauro, onde seria desnecessária a utilização de modelos excessivamente detalhados, pois podem exigir um alto poder de processamento.

Sua acurácia atende o LOA30, enquanto mantém a aparência realista. Os objetos são modelados em 3D e com parametrização parcial, em objetos que apresentem tal necessidade.

5.3. Simplificado

Modelos de detalhamento médio/baixo que retém os elementos arquitetônicos importantes da edificação e período, foram indicados para trabalhos mais generalistas, como projetos arquitetônicos ou projetos de gestão.

Os objetos desta categoria apresentam uma precisão LOA20 menor, que as categorias anteriores, pois são modelados em 3D, com aparência aproximada.

Estes elementos necessitam apresentar características do original pois sua confiabilidade se mantém como *As Built*, apesar da simplificação. Eles podem apresentar uma parametrização total de acordo com a necessidade do objeto. Por exemplo, uma janela parametrizada pode ter suas dimensões ajustadas para cada vão, de forma a agilizar a modelagem. Enquanto uma coluna não teria tal necessidade.

5.4. Genérico

Modelos de baixo detalhamento. Utilizados quando não é possível realizar levantamentos no local ou do objeto. Também recomendado em atividades onde a informação visual não é importante, como mapas de risco ou manutenção.

Os objetos apresentam modelagem 3D com acurácia LOA10 ou inferior para a geometria e posicionamento, e sua aparência se mantém simbólica.

6. Desafios da Modelagem

Dada as limitações do programa utilizado e das configurações do computador, não foi possível utilizar a nuvem de pontos para a modelagem dos elementos deste estudo. As peças a seguir foram criadas utilizando o traçado do perfil, retirado das nuvens de pontos em um *software* auxiliar, e modeladas em um software BIM autoral.

Podemos falar que nesse trecho, o programa não foi capaz de criar uma poligonal fechada, Por causa do ângulo e etc (...) Gerando vazios onde esta situação ocorre

6.1. Molduras

A fachada do Solar da Marquesa de Santos contém molduras de diferentes alturas. A maior delas se encontra sobre as janelas do piso superior e seu desenho combina diferentes tipos de curvas polinomiais com segmentos de retas, vide figura 1. Foi criado um perfil modelado no local utilizando a ferramenta de varredura (*Sweep*). Para o caminho da extrusão, segmentos de reta que compõem as arestas da fachada foram selecionados, em seguida foi realizada a extrusão.

O modelo escaneado foi capaz de reproduzir a sinuosidade das curvas polinomiais e todas as variações de curvatura. A ferramenta *Spline* apresenta a capacidade de ajuste dos pontos da função para reproduzir a referência da nuvem de pontos com facilidade.

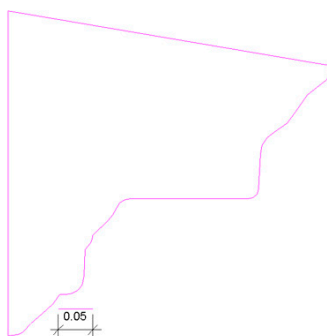


Figura 1
Perfil da moldura/
Fachada do Solar
da Marquesa. Autor:
Próprios autores.



Finalizado o perfil, a varredura apresentou problemas em sua geometria: durante a visualização 3D, vazios apareceram ao longo da extrusão, assim como mostra a figura 2, apesar da representação 2D se manter correta. Ao testar outras variações de percurso, com segmentos de reta e angulações variáveis (mais agudas ou obtusas), além de outras ferramentas de criação de perfil, concluiu-se que o erro ocorre devido à combinação do uso da ferramenta Spline com o ângulo obtuso, dado pelo segmento da aresta da fachada. O spline juntamente com o ângulo obtuso, presente na fachada da edificação, criam uma poligonal que o programa não consegue calcular a superfície, causando uma abertura nos trechos onde esta combinação de elementos ocorre.

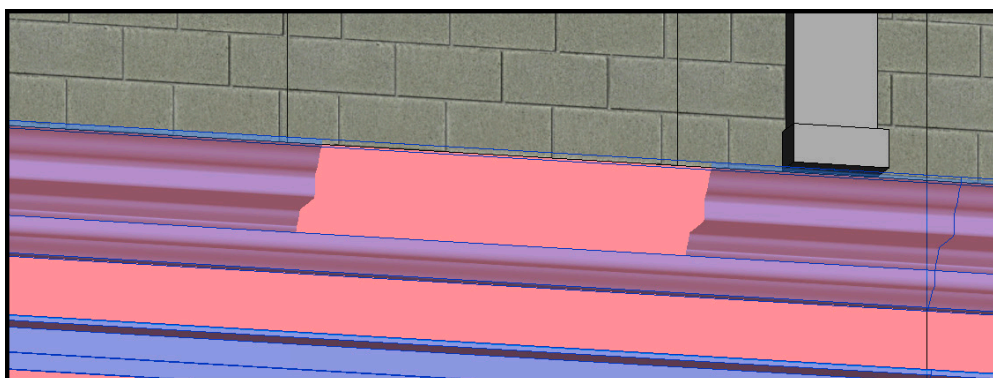


Figura 2
Erro na extrusão da moldura. Autor: Próprios autores.

A alternativa foi a construção do perfil utilizando uma sequência de arcos concordantes, por causa do detalhamento escolhido. Isso necessitou uma grande quantidade de arcos, o que tornou o processo de modelagem mais lento e exigiu mais processamento do computador.

Devido à finalidade do modelo, voltado para a gestão da edificação e projeto de documentação arquitetônica, a utilização de um detalhamento tão alto se mostrou desnecessária. Sendo assim, a simplificação do perfil para o nível Detalhado foi realizada.

Durante o processo, os arcos concordantes foram reduzidos a três segmentos e a acurácia do modelo foi reduzida para a ordem de LOA30. A Figura 3 apresenta uma sobreposição, onde temos o modelo Escaneado em rosa e o modelo Detalhado em azul.

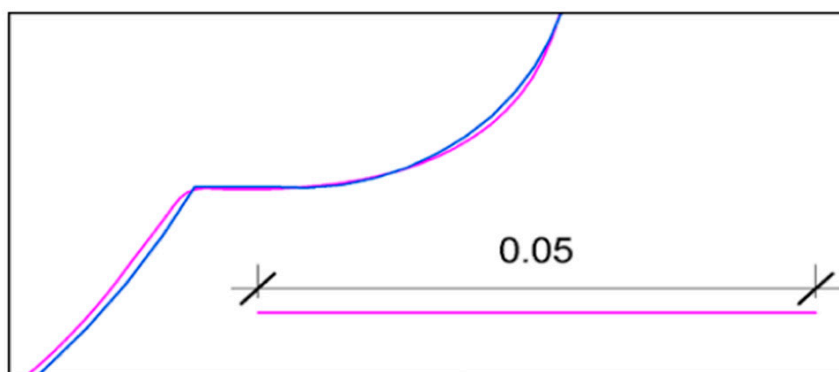


Figura 3
Sobreposição dos perfis com escalas diferentes. Autor: Próprios autores.

6.2. Portas

As portas foram modeladas com a criação de componentes, em primeiro momento com o modelo Escaneado. Elas apresentam um formato simples, com poucos detalhes em sua estrutura. Possuem duas folhas, com aparente simetria e moldura no lado externo. Durante a construção do modelo Escaneado, percebeu-se que as arestas do modelo, proveniente da nuvem de pontos, eram constituídas de irregularidades, com ausência de ângulos retos entre seus encontros. Os trechos compostos por curvas polinomiais continham uma leve alteração em seu formato, podendo ser confundida com arcos compostos.

Dado o alto nível de detalhe do modelo, cada porta precisaria ser modelada, de forma a representar as pequenas diferenças entre cada versão. O processo de modelagem desse objeto torna inviável o trabalho, pela quantidade de portas da edificação.

Outro problema é decorrente da forma de organização do software, pois para ele cada porta é um componente independente, por exemplo, em gestão, o fato de não poder ser criada cópias desta porta mesmo tendo geometria e classificação similar, o volume de dados aumenta, pois, cada porta seria um elemento único, dificultando a organização e leitura.

Inicialmente, foi proposta a criação das portas seguindo o modelo Detalhado, mas o LOA30 evidenciava variações entre alguns modelos de porta, onde uma parametrização das dimensões não seria o suficiente para solucionar o problema. Assim o modelo Detalhado construído não apresentava melhoras em relação ao Escaneado e dado o formato simples da porta, não houve prejuízo em utilizar o mesmo em projetos de restauro.

Por fim, foi proposto o modelo Simplificado, para os usos de gerenciamento e registro arquitetônico. Nesta categoria, as diferenças entre portas não eram mais visíveis, podendo realizar a parametrização e a definição de cada uma como instância de uma classe.

Por se tratar de um componente externo, foi possível comparar o tamanho do arquivo de cada porta, com o tamanho de 642 kB para uma das portas, modelada fielmente ao que foi escaneado, e 512 kB para o elemento correspondente, simplificado, definido como classe a ser referenciada a cada ocorrência do edifício. Apesar de arquivos pequenos, sua aplicação em um projeto apresentariam resultados diferentes, Pois, se forem, por exemplo, 20 portas, a memória dispendida seriam vinte repetições dos 642 kB, ao passo que, vinte instâncias de uma mesma porta consumiriam uma única vez os 512 kB e bem menos no caso das instâncias, dado que cada instância apenas necessita da informação do ponto de aplicação e orientação em relação a um sistema de coordenadas local, dispensando a repetição da sua descrição geométrica.

6.3. Guarda-Corpos

Os guarda-corpos do Solar da Marquesa de Santos foi mais complexo para execução da modelagem pois, além de não possuir um padrão de repetição linear, eles perderam seus contornos na criação da nuvem de pontos, tendo seus perfis metálicos representados sem a espessura real, situação que prejudicou a execução do modelo Escaneado por não atender a acurácia LOA40.

O modelo Detalhado do guarda-corpo foi criado com medição in loco do perfil e selecionando o trecho com menor quantidade de irregularidades. O programa apresentou conflitos para a criação do componente, pois o elemento é categorizado como balaústre, e exige a possibilidade de repetição dele ao longo do percurso do guarda-corpo. Nesta classificação, a dimensão do elemento precisa ser múltipla de uma seção do balaústre, caso contrário, o espaço resultante é representado como vazio. A solução para este conflito exige a construção de um componente do guarda-corpo para cada seção em que ele é instalado e, assim como as portas, este processo se torna inviável pela quantidade desse tipo de elemento, aliada à quantidade de detalhes e irregularidades presentes em cada um deles.

A construção de um modelo Simplificado soluciona estes problemas, porém não atende de forma satisfatória às necessidades dos projetos de restauro e conservação, que requerem informação e documentação complementar. A figura 4 apresenta o resultado do escaneamento e a versão simplificada do modelo, mostrando as diferenças entre elas e o resultado da simplificação.



Figura 4
Comparativo dos
guarda-corpos. Autor:
Próprios autores.

7. Discussão

Percebeu-se que da mesma maneira que o BIM demanda definir o uso final do modelo, o HBIM vai além, com a necessidade de estabelecer a importância de cada elemento da edificação, pelo alto custo do processo, escaneamento/modelagem, impedindo que seja adotado um mesmo *Level of Detail* constante para todos os elementos do modelo. Estas particularidades do HBIM permitem a discussão sobre o *Level of Information Need* da edificação em conjunto com o nível de informação possível de ser obtida com os processos de escaneamento, nuvem de pontos, documentação,

entre outros. Um bom exemplo seria a restauração de uma igreja, onde um altar necessita de mais detalhamento do que uma porta auxiliar. Na gestão de um Bem Cultural, onde a geometria tem papel secundário, o tamanho dos arquivos assume maior importância, tanto para a utilização de aplicativos quanto para a compatibilização com programas de gestão. Para fins de conservação da edificação, as informações agregadas ao modelo são mais relevantes do que suas representações gráficas. Em ambos os casos o modelo Simplificado atende as necessidades sem descaracterizar o modelo em relação a edificação.

O modelo Genérico, mesmo não utilizado nos estudos, supre a necessidade de representar um elemento de forma simbólica em casos em que não foi possível realizar o levantamento e a informação contida se baseia apenas em metadados e documentação.

Para fins de registro do estado de conservação de um edifício o alto nível de detalhamento do modelo Escaneado atinge as necessidades, mas a existência de programas específicos e otimizados para esses projetos, que exigem grande poder de processamento e trabalham com texturização, torna desnecessário o uso no software BIM autoral nesta situação.

O *Level of Detail* voltado para HBIM requer uma padronização específica, mais detalhada, que contemple minúcias do Bem Cultural.

A intenção futura é analisar mais profundamente as necessidades das disciplinas que envolvem um Bem Tombado para o modelagem em HBIM e propor uma métrica de níveis de detalhamento para as disciplinas e formas de levantamento.

Referências

- [1] M. Bolpagni. (2016). "The Many Faces Of 'Lod'", [On-line]. Disponível: <<https://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html>>. Acessado em: Jun., 12, 2021.
- [2] AIA Document E202 – 2008, Building Information Modeling Protocol Exhibit, Washington, EUA, 2008.
- [3] European Federation of Engineering Consultancy Associations. "BIM and ISO 19650 from a project management perspective". [On-line], booklet on ISO standard 19650. Disponível: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2020/01/BIMbooklet390764_18_RIF.pdf>. Acessado em: Ago., 16, 2021.
- [4] Museu da cidade de São Paulo. "Solar da Marquesa de Santos", [On-line]. Disponível: <<https://www.museudacidade.prefeitura.sp.gov.br/sobre-mcsp/>>. Acessado em: Fev., 13, 2019.
- [5] Latiffi, A.A., Brahim, J., Mohd, S. and Fathi, M.S., 2015. "Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction

- Projects. Applied Mechanics and Materials”, [O-nline]. Disponível: <<https://www.scientific.net/AMM.773-774.933>>. Acessado em: Mar.,22, 2021.
- [6] Biljecki, F., Ledoux, H. and Stoter, J., 2016. “An improved LOD specification for 3D building models. Computers, Environment and Urban Systems”, [On-line]. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/302975069_An_improved_LOD_specification_for_3D_building_models>. Acessado em: Mai., 23, 2021.
- [7] J. Bedrick, W. Ikerd, J. Reinhardt. “Level of development (Lod) Specification for building information models part I, guide, & commentary”. BIMForum: Washington DC, 2021.
- [8] A. Kemp. “Information management according to BS EN ISO 19650”. Guidance Part 2: Processes for Project Delivery. 2020. [Artigo] Disponível: <https://www.ukbimalliance.org/wp-content/uploads/2019/07/Information-Management-According-to-BS-EN-ISO-19650_-Guidance_Part2_Processes_Print.pdf>. Acessado em: Mai., 11, 2021.
- [9] PAS 1192-2, AEC (UK) BIM Technology Protocol. 2015.
- [10] P.Shillcock. 2019.“From BS 1192 to ISO 19650 and everything in between. NBS – National Building Specification”, [On-line]. UK, 2019. Disponível: <<https://www.thenbs.com/knowledge/from-bs-1192-to-iso-19650-and-everything-in-between>>. Acessado em: Out., 06, 2021.
- [11] R.Alshorafa, E. Ergen. 2020”. Identification of information requirements for implementing building information modeling based on model uses”, [On-line]. Artigo, Journal of Information Technology in Construction, ITCON, vol. 25, 2020 - ISSN 1874-4753. Disponível: <<https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.032>>. Acessado em: Jul., 21, 2021.
- [12] Document C120, "Guide for USIBD Document C220TM: Level of Accuracy (LOA) Specification for Building Documentation", U.S. Institute of BUILDING DOCUMENTATION, v. 3.0, 2019.