

O MULTIVERSO DO BIM APLICADO AO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O recorte no BIM 5D

Foto de Ben Allan na Unsplash



Antonio Victor Rodrigues Lobo ^{a*}
Fernando Henrique Rodrigues Lobo ^b
Maria Augusta Rodrigues Lobo Botelho ^c

Resumo

Building Information Modeling, ou BIM, é uma metodologia de trabalho que utiliza uma ferramenta tecnológica para a gestão da informação de um projeto de construção ou infraestrutura. Trata-se, portanto, de um modelo tridimensional que integra todas as informações necessárias gráficas e não gráficas. Sua utilização permite a simulação da edificação real em um ambiente virtual, possibilitando a análise do projeto e a sua efetiva compatibilização incluindo o planejamento da obra, a verificação dos custos, a análise de desempenho e a manutenção da obra. Este artigo foca no impacto que o nível de detalhamento das etapas de modelagem causa no levantamento de custos e na orçamentação. Considerando que a modelagem BIM deve ser planejada de acordo com o tipo de informação que se deseja extrair do modelo, seu nível de detalhamento é extremamente importante para a elaboração do orçamento. Este artigo defende que as informações detalhadas contidas no modelo virtual permitem a elaboração de um orçamento muito mais assertivo, possibilitando uma gestão mais integrada e a diminuição do retrabalho, resultando em maior produtividade.

Palavras-chave: BIM; *Building Information Modeling*; análise de custos com BIM; orçamento com BIM.

Introdução

Todo cliente, antes mesmo de iniciar um projeto, deseja saber o valor de uma obra, seja um casal de noivos que quer construir a sua primeira casa, seja um secretário de saúde que deseja construir um hospital. Para esta resposta complexa, muitas vezes nós, profissionais da construção civil, simplificamos demasiadamente questões vitais para o orçamento. Porém, esta simplificação gerada pela multiplicação da metragem pelo valor do CUB, não levanta vários condicionantes e serviços, resultando em um custo muito inferior ao real.

Isto gera frustração em todos os envolvidos, uma vez que o cliente é surpreendido negativamente com custos cada vez maiores e os profissionais da construção recebem um rótulo de "oportunistas". Como exercício reflexivo, propõe-se fazer uma analogia com a medicina: médicos, antes do diagnóstico, solicitam diversos exames para verificar o estado clínico do paciente e embasar decisões de tratamento. Na construção civil não deveria ser diferente: a utilização da modelagem BIM possibilita a verificação de todos os antecessores ao orçamento, como a modelagem 3D e planejamento da obra 4D.

No mundo real, as construções são feitas em três dimensões: comprimento, altura e profundidade. Entretanto, diferentemente do multiverso da Marvel, a modelagem em n dimensões indica que a extração de informações utilizando esta ferramenta é possibilitada em múltiplas dimensões. Ou seja, a tecnologia BIM, além de permitir a obtenção de informações em todo ciclo de vida do empreendimento, define a forma como estes dados devem ser inseridos.

O modelo em n dimensões é uma extensão de dados consistentes de uma construção em modelo virtual, permitindo que o usuário consiga extrair as informações relevantes durante toda as etapas do empreendimento, desde a sua concepção inicial ao seu descarte ou reaproveitamento.

Por meio dos bancos de dados, estas informações podem ser geradas: desde informações gráficas, como desenhos de plantas, cortes, elevações e detalhamento a informações de prazos, planejamento e custos, até simulações de eficiência energética, de conforto ambiental e de colapso da edificação.

É importante ressaltar que, até o momento, não há uma regra para a definição de qual conjunto de informações formam as n dimensões. Este artigo traz, portanto, o estado da arte observado atualmente.

Modelagem BIM

BIM 3D é um modelo parametrizado em três dimensões, trazendo as informações gráficas que podem ser obtidas em *softwares* dedicados, como adicional de maquetes eletrônicas e animações. Os dados inseridos neste modelo são gráficos e não gráficos, o que permite a coesão do desenho e automação de rotinas. Por coesão de desenhos, entende-se o modelo compreende que qualquer alteração na planta ocorre também nos demais desenhos devido à parametrização.

Na questão orçamento, a modelagem em três dimensões possibilita a obtenção de uma compatibilização mais robusta e permite ao orçamentista observar mais detalhes na execução, e ou até mesmo verificar se a dificuldade um serviço necessita de mais tempo para execução. Com este modelo, é possível observar a obra de forma ampla e antecipar situações orçamentárias que não poderiam ser previstas com a utilização do método convencional de confecção de projetos, posto que são estas as responsáveis pelos aditivos.

O BIM 4D engloba, além dos elementos do modelo em três dimensões, a questão do tempo. Este modelo permite a inserção dos prazos de cada uma das etapas da obra, o que interfere no planejamento de sua execução e entrega. Nesta dimensão, o foco principal é o gerenciamento do

tempo, que pode ser alterado com maior agilidade quando comparado aos métodos usuais de gerenciamento.

A adição da quarta dimensão é vital para a estimativa do orçamento, uma vez que, ao inserir o tempo de execução de cada etapa, o projetista deve refletir sobre questões como locação de equipamentos, quantidade instalações preliminares e contratação de mão-de-obra especializada. A questão de logística, portanto, é outro ponto importante abordado pela quarta dimensão, que impacta fortemente no orçamento.

Diante do modelo paramétrico e do planejamento temporal do empreendimento, é inserida outra dimensão: o custo da obra, abordado no BIM 5D. A interoperabilidade da modelagem BIM 5D, que é o grande diferencial deste tipo de modelagem, se caracteriza pela possibilidade de desenvolver objetos, utilizados pelas diversas partes interessadas, e pela comunicação integrada de informações devido à interoperabilidade entre as diversas ferramentas, otimizando os recursos de coordenação, compatibilização e orçamento.

Muitos autores consideram a sustentabilidade como sendo a sexta dimensão BIM. Nela estão inseridas as questões de eficiência energética, simulações para o conforto ambiental (lumínico, higr-térmico, acústico, entre outros). Lobo (2009), por exemplo, estimou a quantidade de emissão de carbono de um empreendimento a partir da energia embutida no projeto utilizando a interface BIM 6D e utilizando os bancos de dados previstos. Com a modelagem 6D, é possível calcular a intensidade luminosa de um ambiente e a tramitação térmica dos materiais de construção de forma quase infinita.

Finalmente, a sétima dimensão aborda a questão do gerenciamento das facilidades e de manutenção. Esta dimensão é muito importante para empreendimentos de utilização intensa, como indústrias, hospitais, laboratórios, prédios corporativos, shoppings e supermercados, por exemplo.

Como exercício de reflexão, pode-se imaginar uma fábrica onde o custo operacional de uma parada seja muito elevado. Inserindo o prazo de validade das lâmpadas e a necessidade da revisão das instalações hidrossanitárias, como a limpeza dos reservatórios de água potável, é possível que o modelo BIM emita um aviso ao departamento de compras e outro ao de manutenção, além de incluir este custo no orçamento da operação.

Verifica-se, portanto, que são possíveis inúmeras dimensões, desde informações que auxiliem na concepção, execução e operabilidade, até o descarte ou a reutilização dos elementos componentes em outras edificações. Neste trabalho, buscou-se enfatizar as vantagens da utilização das ferramentas do BIM 5D e aprofundar o conceito de níveis de detalhamento (ND ou LOD), de um ponto de vista orçamentário.

BIM LOD ou ND aplicado na orçamentação

A modelagem BIM deve ser planejada de acordo com o tipo de informação que queremos extrair do modelo. Sendo assim, o modelo, ao permitir níveis diferenciados de detalhamento, realiza estimativas prévias do custo das etapas do empreendimento com maior exatidão, considerando serviços e quantitativos.

Buscando sistematizar o processo, *American Institute of Architects* (AIA) elaborou a primeira normatização dos níveis de detalhamento (ND) – *level of development* (LOD). A classificação funciona por meio de uma escala que compreende o nível de detalhamento, ND ou LOD, que ocorre durante o desenvolvimento das etapas do projeto.

O LOD 100, que é a classificação mais básica na modelagem, consiste na concepção geral do empreendimento. O modelo neste nível de detalhamento terá as informações que permitem a análise geométrica da edificação, focando principalmente no estudo da forma, com a finalidade de definir seu formato geométrico: área, altura, volume, e sua implantação: locação da obra e orientação espacial.

Em seguida, o LOD 200 permite, além da definição da geometria do modelo, agregar informações não gráficas à modelagem. Alguns elementos, como paredes, pisos, forros, telhados e aberturas, são definidos, mas os materiais e componentes destes elementos não estão definidos de forma completa.

O LOD 300, por sua vez, traz a geometria parametrizada finalizada do modelo, permitindo a obtenção de elementos gráficos semelhantes aos documentos gerados pelas ferramentas CAD, com a inclusão de as informações referentes às quantidades, tamanho, forma, localização e orientação dos elementos. Neste nível de detalhamento, é possível realizar os testes de conflitos, a programação e a visualização de todo o modelo virtual. Nesta fase, o modelo deve ser parametrizado com as informações que o proprietário pode requerer posteriormente.

O LOD 350 é, literalmente, o intermediário entre o LOD 300 e o 400. Este nível deve demonstrar os dados geométricos que constam no LOD 300 com algumas especificações necessárias para o início da montagem e fabricação, fornecendo detalhes suficientes para a instalação e coordenação da fabricação.

O LOD 400 é recomendado para o processo de fabricação e montagem, ou seja, o modelo consegue representar as informações necessárias para a execução da obra. Este nível de detalhamento permite que outras informações sejam inseridas, fornecendo análises precisas e estimativas de custos rigorosas.

O nível máximo de detalhamento é o LOD 500, representando o projeto em seu nível mais detalhado como simulação da obra concluída *as built*. Nesta etapa, todos os elementos e sistemas são modelados de acordo com a construção planejada e apresentam todos os detalhamentos. A modelagem centraliza o armazenamento de dados para a integração do sistema construtivo, utilização e manutenção.

A Figura 1 apresenta o nível de detalhamento em cada LOD, apontado as diferenças de informações agregadas ao modelo. No LOD 100 observa-se que o modelo só representa um pilar, sendo possível estimar um volume do elemento estrutural, mas não indicando o seu sistema construtivo e demais informações. No seguinte nível de detalhamento, é possível identificar que se trata de um pilar metálico em formato I com dimensões conhecidas, porém a espessura da alma do pilar é somente mostrada no LDO 300. No LOD 350, verifica-se que o pilar é chumbado em uma base metálica com apoio em vergalhões. No LOD 400, todos os elementos necessários para a execução do pilar são mostrados, pois além de todas as informações do pilar (dimensões, espessura da alma, material), são mostradas as dimensões e espessura da chapa de base e de todos os elementos de ligação para a execução do elemento. Para o orçamento, o nível de detalhamento é tão fundamental quanto para o controle e planejamento da obra.

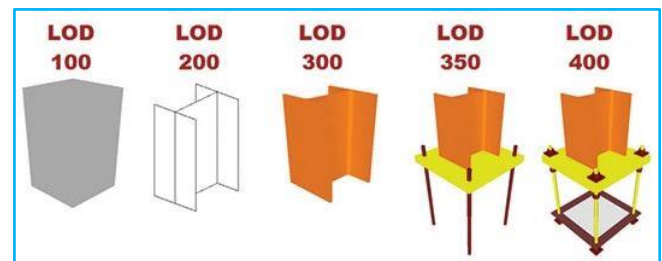


Figura 1 – Níveis de detalhamento de um pilar em cada LOD

Fonte: Smith, 2014

BIM LOD ou ND e as etapas de um projeto

Em 2013, a *Building and Construction Authority* conectou os níveis de detalhamento do modelo às etapas de projeto, conforme pode ser visto na Figura 2.

A concepção do empreendimento ocorre no LOD 0, no qual são levantados os dados do terreno e informações relevantes como o entono, a legislação de zoneamento, uso e ocupação, o entorno da edificação, a topografia e a concepção

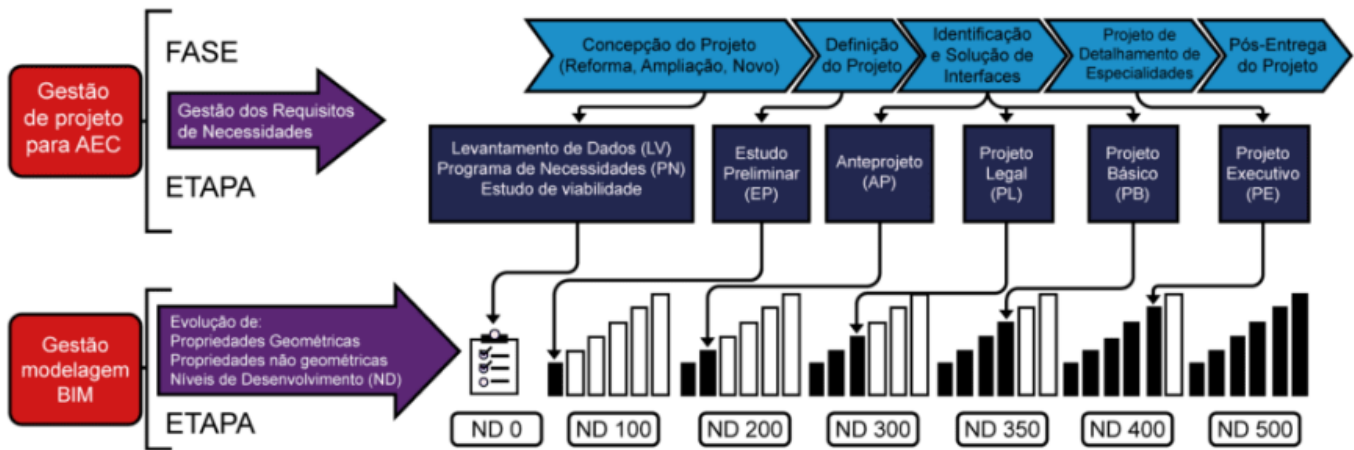


Figura 2 – Etapas de projeto previstas para cada nível de detalhamento

Fonte: Farias, 2020.

do produto. O LOD 0 corresponde à fase do *briefing*, na qual a equipe envolvida no projeto deve compreender os objetivos e as características do empreendimento. Nesta fase, é elaborado o programa de necessidades que compreende a lista de ambientes, os mobiliários e equipamentos a serem considerados para a elaboração dos projetos e o tipo e número de usuários. Também são traçados os conceitos preliminares do empreendimento e seus condicionantes, e são feitas a previsão do sistema construtivo a ser utilizado e a previsão de materiais de acabamento. Com estas informações, é possível que o orçamentista faça o orçamento paramétrico baseado na tipologia do empreendimento, na área estimada do projeto e no histórico de obras semelhantes, elaborando uma estimativa de custo da obra por m² e do projeto, num todo, para apresentar aos incorporadores.

O LOD 100 corresponde ao Estudo Preliminar do projeto, no qual são configuradas as soluções iniciais de projeto. Nesta fase, o organograma e o fluxograma são transformados em plantas de zoneamento da edificação, resultando nos primeiros esboços da planta com a definição de ambientes, o estudo de forma, os acessos e os níveis da edificação atrelados ao atendimento dos dados levantados na fase anterior do projeto. Os levantamentos quantitativos podem ser iniciados,

como movimentação de terra, área de fechamento de alvenarias e volume estimado de concreto e de aço. Nestas etapas, dúvidas comuns sobre a troca de materiais de revestimento e seu impacto no orçamento, como alvenaria por vidro, podem ser estimadas.

No processo convencional, o anteprojeto determina o tamanho dos ambientes, a forma do prédio, o sistema estrutural e os espaços destinados as instalações prediais. Este nível de detalhamento é previsto pelo LOD 200, no qual é possível a compreensão de todo o projeto, mesmo sem o aprofundamento necessário para a execução da obra. Nesta fase são apresentados os elementos técnicos como plantas, cortes e elevações, especificações prévias dos acabamentos e demais elementos construtivos, incluindo os projetos complementares. Com estas informações em mãos e a extração de quantitativos, o orçamentista consegue planejar os custos da obra com maior acurácia.

O LOD 300 é o aperfeiçoamento do LOD 200, com o acréscimo de informações ao modelo. A geometria do modelo está finalizada e são adicionadas informações necessárias para a aprovação dos projetos nos órgãos competentes, como prefeitura, Vigilância Sanitária, Corpo de Bombeiros e demais. Como a geometria está definida, é possível conduzir testes de conflitos e programar

a obra. Com estes dados em mãos, o orçamento se torna ainda mais assertivo.

O projeto básico corresponde ao LOD 350 e fornece detalhes apenas suficientes para a instalação e coordenação da execução da obra. A escolha desta nomenclatura – projeto básico (Lei nº 8.666/1993 de Licitações e Contratos), transmite a ideia de que o básico apresenta os elementos mínimos necessários para perfeita execução de uma obra e todas as informações necessárias para a execução da obra, o que não ocorre.

O nível de detalhamento no qual todas as informações estão representadas e todos os elementos estão perfeitamente representados no modelo é no LOD 400, chamado de projeto executivo. Nesta fase, é possível auferir ainda mais acurácia ao orçamento, pois todas as informações para execução podem ser obtidas no modelo e, com o planejamento adequado da obra, o orçamento adquire rastreabilidade da quantidade de serviços e detalhamento da forma como a obra será executada.

O LOD 500 é o “*as built* da obra” que mostra a realidade da obra. A orçamentação, neste caso, faz o controle efetivo dos custos do planejado/realizado, prevendo eventuais auditorias. Além disso, o LOD 500 é essencial para o processo de melhoria contínua na construção civil.

Modelagem BIM 5D

O BIM 5D é uma gama de dimensões paramétricas obtidas de um modelo, no qual são alimentados diversos dados que vão desde os materiais e elementos geométricos que compõem a edificação, até o prazo, o planejamento de execução de serviços e o custo unitário dos objetos.

Eastman (2014) define que os objetos paramétricos são a espinha dorsal do BIM. Estes objetos possuem uma geometria com atributos: dados, informações e regras, que permitem a análise. A parametricidade permite que a geometria seja integrada possibilitando a alteração auto-

mática das vistas dos objetos. As regras associadas a cada objeto estão relacionadas à sua geometria (as esquadrias se ajustam às paredes de forma automática, por exemplo) e os elementos são definidos em diversos níveis de agregação.

Estas características são fundamentais para a análise BIM no orçamento, pois permitem que as alterações dos elementos componentes dos objetos, no caso de uma parede na qual a modelagem pode alterar a espessura do reboco, sejam detectadas e incorporadas ao projeto. Os objetos paramétricos também verificam a viabilidade de inserção no modelo: as regras inseridas nos elementos não permitem, que uma soleira seja colocada na parede, por exemplo. Os objetos paramétricos permitem, portanto, exportar e agregar atributos.

No BIM 5D, as ferramentas utilizadas na fase conceitual, como o Sketchup e o Formit, podem gerar orçamentos com um grau de detalhamento muito maior que aquele gerado pela abordagem por estimativas, uma vez que possibilitam obter um orçamento prévio da obra em uma fase embrionária do empreendimento. Adicionalmente, a extração automática do quantitativo consegue mostrar, além da diferença unitária do serviço, o resultado da quantidade total, auxiliando na tomada de decisão.

Mais ainda, as alterações nos projetos, principalmente nas questões de quantidades, são atualizadas automaticamente, ou seja, mesmo que haja o retrabalho, comum em elaboração de projetos, é fácil identificar as informações alteradas.

Utilização do BIM 5D

Devido as características intrínsecas do orçamento e interferência direta da modelagem na forma da extração de dados, é importante que o orçamentista conheça a forma de elaboração do modelo, permitindo que o profissional extraia as quantidades de materiais e serviços com maior efetividade e acurácia.

Cabe ressaltar aqui que as ferramentas de modelagem BIM não fornecem informações sobre a administração da obra, os serviços temporários e os equipamentos. Estes itens devem ser inseridos nas ferramentas de planejamento de obra, ou seja, no 4D, para que orçamento 5D possa auferir todos os custos diretos.

Eastman et al. (2008) citam que a elaboração dos orçamentos pode ser obtida por três formas distintas.

A primeira consiste na exportação dos quantitativos do modelo da edificação para um *software* específico de orçamentação, isto é, os objetos são extraídos e quantificados por meio de objetos paramétricos para, depois, serem exportados para planilhas ou banco de dados.

A segunda maneira trata de conectar a ferramenta BIM diretamente a um aplicativo de orçamentação com a utilização de *plug-ins* (ferramentas adicionais desenvolvidas especificamente para serem instaladas na ferramenta de modelagem). O uso dos *plug-ins* permitem a automação da exportação para planilhas e a obtenção de outras informações que dão maior celeridade ao processo de orçamentação, resultando em valores mais próximos a uma planilha sintética de orçamento, uma vez que a extração de quantitativos é apenas uma parte do orçamento. Os *plug-ins* mais utilizados no Brasil, atualmente, são o Orsa Bim e o Dynamo.

A terceira forma de usar o orçamento no BIM 5D é por meio de uma ferramenta de levantamento de quantitativos resultante da conexão das informações do modelo. A utilização de ferramentas específicas permite agilidade ao orçamentista, que não necessita da manipulação de várias ferramentas BIM, mas somente a de extração. No entanto, tais aplicativos devem estar conectados a modelagem paramétrica e a interoperabilidade, necessárias para o caso de alteração de projeto. As ferramentas mais disseminadas

no mercado brasileiro para a elaboração de planejamento de obra e orçamentação são o Navis Work, Orça BIM e Vico Office.

Diferenciais do BIM 5D

As vantagens do BIM são inúmeras, podendo ser destacadas: melhoria na qualidade das informações do projeto; melhoria na gestão do projeto; e, redução de custos. Porém, a principal vantagem do BIM é o incremento da produtividade.

De acordo com estudo realizado pelo *Dodge Data & Analytics* em 2017, a adoção do BIM proporcionou um aumento de produtividade de 20% a 25% nos escritórios de engenharia e arquitetura nos Estados Unidos. Já um estudo realizado pela McGraw Hill em 2014 mostrou que a implementação do BIM pode aumentar a eficiência do trabalho na construção civil em até 30%.

Estes números expressivos são resultado das diversas funcionalidades que o BIM oferece, como a possibilidade de visualização tridimensional, permitindo que o projeto possa ser visualizado em diferentes ângulos, e a detecção de conflitos no projeto, facilitando a tomada de decisão de todos os envolvidos. Estes fatores permitem ajustes imediatos, evitando atrasos na obra e reduzindo custos com retrabalhos.

A utilização do BIM na elaboração do orçamento vem ao encontro de vários anseios do mercado da construção civil. O primeiro é o da produtividade, pois neste mercado são muitos os fatores que causam sua redução, seja por restrições legais, perda de mão de obra qualificada, escassez de matéria prima ou fatores ambientais. Neste sentido, o orçamentista ganha tempo na obtenção dos quantitativos, pela automação dos processos. Além disso, as alterações podem ser documentadas e atualizadas de forma integrada, possibilitando maior rastreabilidade de informações.

Frequentemente, no processo convencional, o orçamentista atua em uma fase muito avançada no projeto, onde o retorno de alterações na arqui-

tetura e estrutura causam prejuízos consideráveis ao cronograma. Então, outro trunfo da utilização do BIM é que as prévias do orçamento nas fases iniciais do empreendimento possuem maior confiabilidade, o que pode auxiliar de maneira efetiva tomadas de decisão no início do projeto, reduzindo custos e tempo.

Adicionalmente, o uso do BIM permite que o modelo seja utilizado em uma forma mais completa, uma vez que envolve atores que trabalham em prol de um modelo cuja troca de informações entre as partes interessadas é bastante efetiva, também no quesito orçamento.

Considerações Finais

O BIM é uma metodologia de trabalho que deve ser cada vez mais adotada nos escritórios de engenharia e arquitetura de todo o mundo. As vantagens do BIM são inúmeras, mas a principal é a produtividade, que pode aumentar em até 30%. Diversos autores em diferentes países têm estudado a metodologia e constatado seus benefícios, como a padronização dos processos, a detecção de conflitos e a redução de custos. É importante ressaltar que esta metodologia resulta em melhor gerenciamento do projeto, reduzindo atrasos na obra, melhorando a qualidade

do trabalho e aumentando a satisfação do cliente.

Referências

EASTMAN, Chuck; Teicholz, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. BIM Handbook. A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, 2008.

FARIAS, J.C. O que é LOD? (2020) Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-lod/>. Acesso em: 10/04/2023.

MANZIONE, Leonardo. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo colaborativo com o uso do BIM. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MCGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2012. Why Switch to BIM?. Disponível em: <https://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2015/05/Arch2O-BIMBenefits-McGrawHillConstruction> . Acesso em março de 2023.

SANTA CATARINA. Caderno de apresentação de projetos em BIM. 2015. Disponível em: <http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-deobras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>. Acesso em março de 2023.

SMITH, Gresham. The lowdown on LODs: Bringing clarity to BIM. 2014. Disponível em: <https://www.bdcnetwork.com/blog/lowdown-lods-bringing-clarity-bim>. Acesso em março de 2023.

^{a*} Antonio Victor Rodrigues Lobo
alobo.doc@idd.edu.br

Arquiteto e Urbanista, Mestre em Construção Civil, Docente
Paraná Edificações – PRED – Governo do Estado do Paraná
*Faculdade IDD, 80.010-050 – Curitiba – Paraná – Brasil

^b Fernando Henrique Rodrigues Lobo
fernandolobo@secid.pr.gov.br

Arquiteto e Urbanista, Mestre em Construção Civil
Secretaria de Estado das Cidades – Curitiba – Paraná – Brasil

^c Maria Augusta Rodrigues Lobo Botelho
marialobo.design@gmail.com

Arquiteta e Urbanista, Especialista em Gestão de Projetos