



INTEROPERABILIDADE NO PROCESSO *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MARTINS, Jansen Zanini¹, BUZAR, Marcio Augusto Roma²

MARTINS, Jansen Zanini. BUZAR, Marcio Augusto Roma. **Interoperabilidade no processo *Building Information Modeling* (BIM)**. Revista Científica Multidisciplinar

Núcleo do Conhecimento. Ano 08, Ed. 12, Vol. 01, pp. 92-118. Dezembro de 2023.

ISSN: 2448-0959, Link de acesso:

[https://www.nucleodoconhecimento.com.br/arquitetura/building-information-](https://www.nucleodoconhecimento.com.br/arquitetura/building-information-modeling)

[modeling](https://www.nucleodoconhecimento.com.br/arquitetura/building-information-modeling), DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/arquitetura/building-information-modeling

RESUMO

A área da construção civil no território nacional passa por uma grande transformação devido à grande competitividade do mercado, juntamente com novas preocupações para os projetistas. Sendo assim, a fase de elaboração de projetos segue em plena evolução com a pretensão de minimizar falhas, melhorando a construção, aperfeiçoando recursos e ganhando em produtividade. Dessa forma, o objetivo deste artigo é dissertar sobre as aplicações de procedimentos para o método *Building Information Modeling* - BIM com a finalidade de fomentar a importância da compatibilização e interoperabilidade no processo de elaboração de projeto, e com isso realizar uma discussão sobre como a interoperabilidade agrega condições no processo de trabalho. Desta forma, o estudo mostra as vertentes e cuidados necessários para a aplicação no processo BIM possibilitando aperfeiçoamento para a troca de informação dos modelos.



Palavras-chave: *Building Information Modeling*, Construção civil, Projeção arquitetônica.

1. INTRODUÇÃO

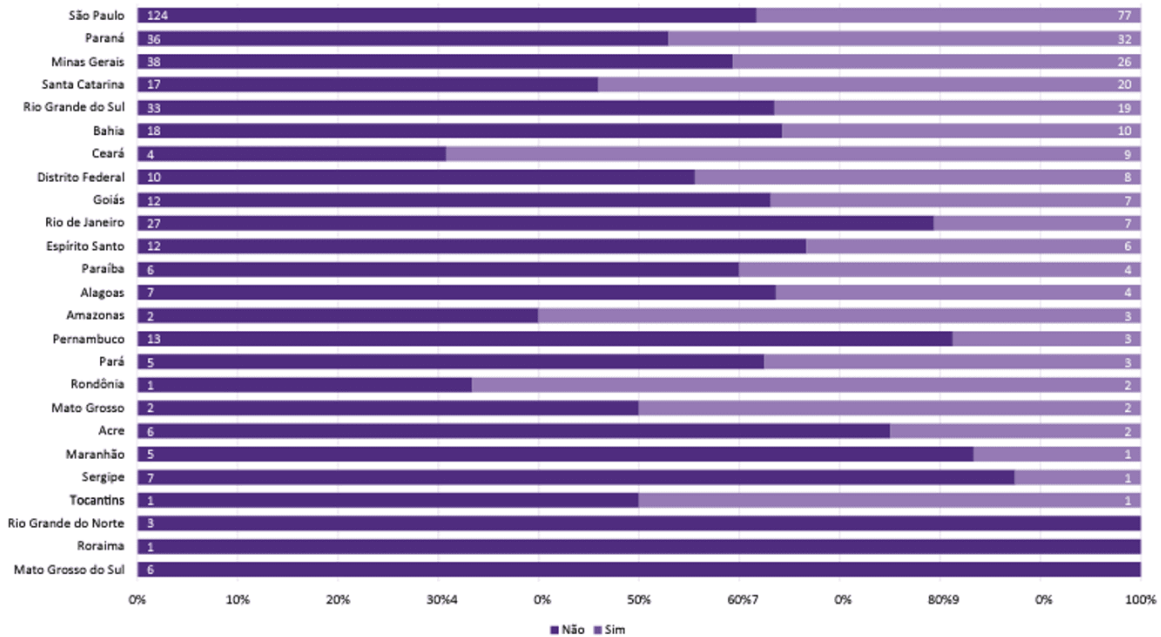
O uso da informática no processo de projeção arquitetônica, estrutural e instalações prediais no Brasil vive um momento de massificação por todo território nacional, principalmente nas capitais estaduais e federal. Um país com dimensões continentais possui um quadro sociocultural bastante heterogêneo em suas realidades, inclusive no grau de auxílio que a informática vem prestando à elaboração dos projetos na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção - AEC. Em alguns estados, normalmente os mais desenvolvidos do país, o uso de meios digitais é presença natural na maioria dos grandes ou pequenos escritórios envolvidos com produção de serviços de arquitetura, engenharia e construção.

Segundo pesquisa realizada por Iamamoto & Schweiter (2020) a adoção do método BIM nas empresas mais jovens (entre 0 a 10 anos de existência) representam cerca de 55,5% das empresas que adotam o BIM em seus processos de trabalho. Entre as empresas mais antigas, com 11 a 31 anos de operação, a adoção do BIM é constante. No entanto, há um salto significativo na adoção entre as empresas com 31 a 35 anos de operação. Entre as empresas que não adotam o BIM, a maioria (53,5%) está na faixa de menos de um ano a 15 anos de operação. No entanto, há um interessante comportamento nas empresas com mais de 40 anos de operação, onde se observa a maior adoção percentual da Metodologia BIM. Isso indica que, apesar da maioria das empresas na amostra ter entre 0 e 10 anos de operação, há evidências de sucesso na adoção do BIM em empresas com mais de quatro décadas de operação.

A pesquisa (Figura 1) mostra também que essas empresas estão concentradas mais nas regiões Sudeste e Sul do país, onde São Paulo é o estado que mais

concentra empresas que aderiram o processo BIM em suas tratativas de projeto e obra.

Figura 1 - Adoção da metodologia BIM



Fonte: Iamamoto & Schweiter (2020).

De um outro lado, nas áreas menos favorecidas (menos desenvolvidas tecnologicamente) os profissionais que buscaram essa informatização são vistos como exceção. Mesmo com esse desnível de acesso à tecnologia dentro do nosso território nacional é possível perceber que vivemos um momento intenso de transformações e inovações tecnológicas, onde são cada vez mais vertentes o uso do processo do método *Building Information Modeling* - BIM para elaborações de projetos.

O BIM no Brasil ganhou avanço significativo com as publicações das legislações que fomentam o crescimento do BIM no mercado de construção no país. Os decretos nº 9.983 e nº 10.306 criam condições favoráveis para a capacitação dos profissionais e estimulam o uso deste método de trabalho em nosso país com



definição da utilização em execução direta ou indireta de obras de engenharia e serviços de engenharia por órgãos públicos e entidades públicas federais (Brasil, 2019; Brasil, 2020).

Com o desenvolvimento da tecnologia BIM no âmbito da engenharia e construção civis novas preocupações e novos processos vão surgindo, originando em metodologias de laborais no desenvolvimento e demanda dos usuários. Sendo assim, a etapa de elaboração, coordenação e planejamento precisa ajustar suas formas processuais onde possa realizar a intercambialidade dos dados gerados pelas ferramentas digitais e para realizar compatibilização[3] entre as disciplinas a fim de controlar suas ações e melhorar a eficácia dos modelos tridimensionais, ofertando aos projetistas e gestores subsídio de análise das informações para a execução do empreendimento.

De acordo com Laiserin *apud* Coelho (2017), o tratamento inicial pela tecnologia BIM ou metodologia BIM surgiu na década dos anos 70 com Charles M. Eastman, publicado por *AIA Journal* tratando sobre o trabalho de “*Building Description System*” onde trata de elementos que estão iterativos e eles podem criar seções, planos isométricos ou perspectivas. Assim, os desenhos derivados do mesmo objeto concebido seriam automaticamente consistentes nas apreciações das vistas, podendo inclusive elencar tipos de análise quantitativa aliada a descrição de objeto, além de fatores como quantidade de material empregado e dados de estimativa de custo podem assim gerar mais informações deste elemento.

Na década de 1980, os primeiros aplicativos que podiam criar modelos 3D com informações adicionadas começaram a aparecer, no entanto, apenas no começo do século seguinte é que eles se tornaram amplamente difundidos. O termo definido como “*Building Description System*”, que significa “Sistema de Descrição da Construção”, aparece quando elementos são criados por meio de assistência computacional, e foi evoluindo ao longo dos anos seguintes (ABDI, 2017).

De acordo com o Guia 1 do Processo de Projeto BIM do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (ABDI, 2017), o BIM é um conceito que foi introduzido há mais de três décadas, sendo inicialmente proposto por Chuck Eastman, e a expressão "*Building Modeling*" começou a ser utilizada por volta de meados dos anos 80, e com a evolução tecnológica este termo evoluiu para "*Building Information Modeling*".

Atualmente, a técnica de aplicação do BIM vem aperfeiçoando o cenário da construção civil no âmbito de projetos de engenharia e arquitetura, alcançando patamares maiores com planejamentos em dimensões, do 3D ao 7D (Figura 2), implementando os custos, associados com os cronogramas das obras e as manutenções da edificação, ou seja, o gerenciamento de todo o ciclo de vida da construção, pré-obra, obra e pós-obra.

Figura 2 - Gráfico 3D ao 7D



Fonte: Bomfim & Lisboa & Matos (2016).

Nas argumentações de Arnal (2018) outras dimensões são elencadas de modo relevante para o processo de planejamento BIM que reforças as dimensões anteriores, mas eleva o potencial do método de trabalho com as dimensões 8D que trata da segurança nas execuções voltada para o conceito de Acidente Zero, com sequência a dimensão 9D que traz consigo a introdução da filosofia de gerenciamento enxuto no setor de construção, chamando-a de construção enxuta, e por último a dimensão 10D que transformar o setor da construção num setor mais produtivo integrando as novas tecnologias através da sua digitalização denominando-a como construção industrializada. (Figura 3)

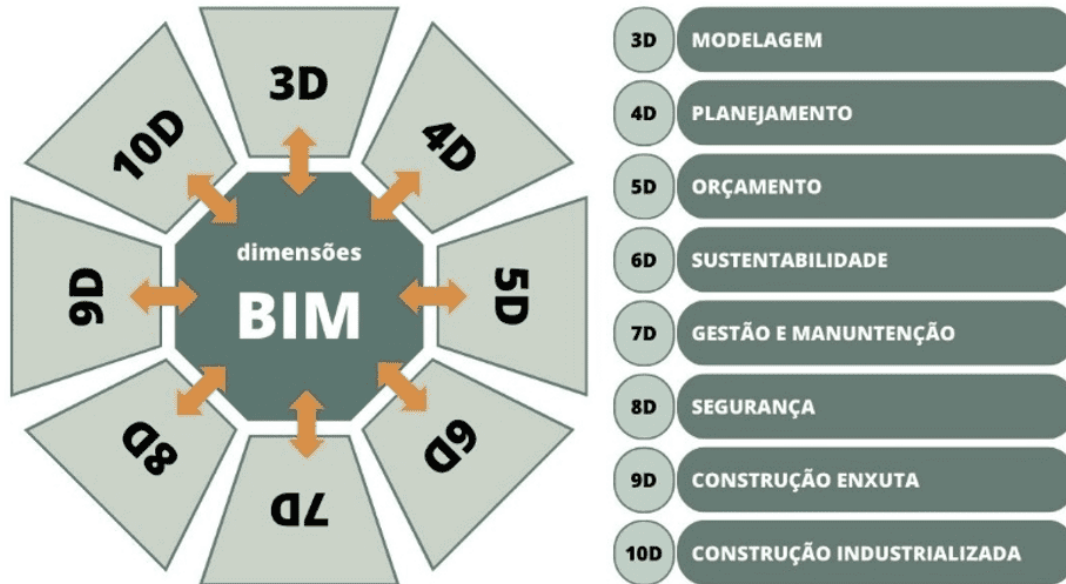
Figura 3 - Dimensão BIM - 3D ao 10D



Fonte: Arnal (2018).

Ao refletir nas possibilidades que a metodologia BIM nos fornece, é importante que se tenha a preocupação de pensar no modelo não só para fins de projeto técnico representativo, mas também como um modelo integrado onde todas as disciplinas, de forma que a integração e a comunicação sejam perfeitas para que seja possível executar um modelo virtual capaz de oferecer aos executores informações mais eficazes do objeto a ser construído, bem como alinhar as Dimensões estudadas para desenvolvimento de projeto, como “etapas” da Figura 4.

Figura 4 - Dimensões BIM



Fonte: A autoria do autor, 2023.

Segundo Simões (2013) um modelo definido como BIM é um modelo repleto de informações, no qual os dados dos modelos gerados, seja na área de arquitetura, estrutura ou instalações prediais, produzem uma representação digital que abrange características físicas e funcionais, com o conhecimento compartilhado, fornecendo informações sobre o modelo confiável capaz de estabelecer um ciclo de vida da construção (Figura 5) que vai desde a sua concepção/idealização até a sua subsequente demolição.

Figura 5 - Ciclo de vida da construção



Fonte curbi (2021).

As ferramentas destinadas ao uso da metodologia BIM possuem um imenso potencial que pode melhorar significativamente a qualidade do processo de projeto e construção, seguindo algumas diretrizes essenciais, que incluem a tomada de decisões de maneira antecipada e controlada, a integração da equipe de projeto, a realização de simulações durante o desenvolvimento do projeto, e abordando questões relacionadas à gestão da obra, operação e manutenção, entre outras considerações importantes (Pereira, 2013).

Nesse contexto, Melhado (1996) observa que a complexidade dos projetos, decorrente do avanço da tecnologia e das tendências contemporâneas, fragmentou as fases do desenvolvimento de projetos, prejudicando a comunicação e a integração entre as equipes. Além disso, ele sustenta que a maioria dos erros de projeto encontrados nas construções de edifícios resulta da falta de compatibilidade entre os projetos provenientes de diferentes disciplinas. Contudo, a ferramenta segue como auxiliar à projeção dos projetos AEC para que seja possível o



aperfeiçoamento das informações projetadas por pessoas (projetistas/autores de projeto) e, neste sentido, não pode ser descontextualizado a falha humana no processo BIM.

Neste sentido, a busca por soluções mais assertivas em projetos se baseia na compatibilização e interoperabilidade, que representam uma forma mais clara de resolver algumas das preocupações destacadas nas fases de planejamento das diversas disciplinas envolvidas. O propósito é gerenciar e unificar as especialidades do projeto em questão, com o objetivo de reduzir os conflitos existentes e otimizar o tempo de trabalho, tornando as soluções do objeto do projeto mais eficazes e fundamentadas em informações mais precisas.

Seguindo do mesmo pensamento, Manzione (2013) pondera que no processo de projeto BIM as informações precisam ser filtradas, idealizadas e transformadas em um fluxo sucessivo das interações dos modelos BIM projetados. Assim, eles precisam ser mesclados a fim de identificar interferências, novas informações que foram agregadas ao modelo e, em consequência disso, apontar novos problemas percebidos.

Assim, é viável analisar a importância da gestão de projetos de arquitetura e engenharia, considerando a compatibilidade e a intercambialidade de ferramentas de projeto provenientes de diversas áreas, com o objetivo de aprimorar a utilização de ferramentas no contexto do método BIM e atender à necessidade de aprimorar a eficácia dos processos no desenvolvimento e controle de projetos.

2. INTEROPERABILIDADE

Com o avanço e expansão da tecnologia BIM em cenários de engenharia civil em todo o país, empresas como *Autodesk*, *Bentley Systems Inc.*, *Graphisoft*, dentre outras, continuam a desenvolver as suas aplicações (*softwares*) orientadas para a utilização da metodologia BIM.



Deve-se notar que a empresa de *software Autodesk* na década de 1990, juntamente com outras, iniciou na criação de um modelo parametrizado que poderiam ser lidos e interpretados de forma semelhante por todos os programas BIM participantes da iniciativa derivam do que hoje chamamos de IFC (*Industry Foundation Layers*), abrindo caminho para o desenvolvimento do que é conhecido como "*Open Bim*" (Manzione, 2013).

A princípio, e de forma conceitual, os ferramentais BIM estão bem direcionados para concepção projetuais mais orientadas e mais precisa, minimizando equívocos apresentados nos projetos multidisciplinares. Além disto, essas ferramentas orientam os coordenadores, gestores, projetistas e auxiliares para uma melhor compreenderem os objetos construídos a partir de modelo tridimensionais, onde os modelos e informações contidas auxiliam na análise de cada disciplina envolvida na concepção do projeto.

Um dos principais diferenciais entre a plataforma BIM e a tecnologia CAD é a forma simultânea na qual é desenvolvido o projeto 2D em comunicação com o 3D na plataforma BIM, possibilitando a visualização do empreendimento, diminuindo a incidência de erros de compatibilização das disciplinas do projeto, e assim criando, de acordo com Eastman *et al.* (2008), um modelo virtual preciso com uma geometria rigorosa e dados essenciais que corrobora para a execução da construção, fabricação e a obtenção dos recursos necessários.

Dentro do que se discute sobre a interoperabilidade, é importante explicar três termos significativos que ajudam a compreender sobre o BIM, e auxiliam distinguir as funcionalidades entre compatibilidade, intercambialidade e interoperabilidade.

A compatibilidade está associada aos elementos formatados (modelos) concebidos conforme os traçados pelos seus autores projetista com a finalidades de analisar as interferências e julgadas necessárias ou não, pertinentes do conjunto dos objetos construídos digitalmente. Neste sentido, Melhado (2005) ressalta que a



compatibilização de projetos com várias especialidades é a superposição para verificar as interferências entre eles, e os problemas são evidenciados para que a coordenação possa agir sobre eles e solucioná-los, sendo uma das características chaves do BIM para Auster (2015), permitindo assim identificar erros, produzir vistas detalhadas e extrair quantitativos.

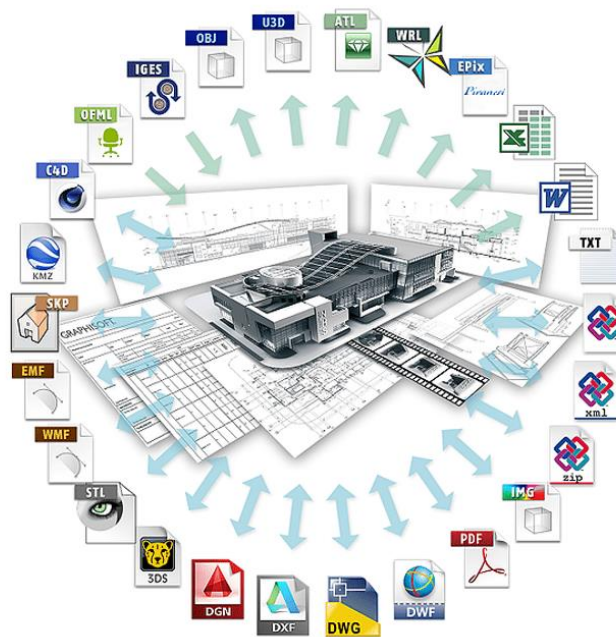
Já a intercambialidade é a capacidade de utilizar as informações de um item, componente ou produto no lugar de outro, sem a necessidade de adaptação ou ajustes para satisfazer aos requisitos necessários. Conforme Manzione (2013), a intercambialidade é a troca de informações facilita que permite os comparativos entre as bases conceituais de sistemas distintos sem ocorrência de ausência ou perda de informações.

A interoperabilidade refere-se à capacidade de colaborar com outros, permitindo a interação entre pessoas, sistemas de operação ou organizações, com o objetivo de tornar a troca de informações mais eficaz e produtiva. Assim, segundo Andrade & Ruschel (2009) interoperabilidade elimina a necessidade de reproduzir dados de projetos já criados, automatizando e facilitando o fluxo de trabalho entre diferentes aplicativos, como ilustrado na Figura 6. Além disso, estabelece de maneira sistemática a transferência de informações por meio de uma central informatizada que contém os dados relevantes dos modelos de arquitetura e engenharia a serem construídos.

Uma das principais distinções entre a plataforma BIM e a tecnologia CAD é a abordagem simultânea do projeto 2D em conjunção com o 3D na plataforma BIM, o que permite a visualização do empreendimento e reduz a probabilidade de erros de compatibilidade entre as disciplinas do projeto. Conforme Eastman et al. (2008), isso resulta na criação de um modelo virtual preciso de uma edificação contendo uma geométrica exata com informações de elementos confiáveis, ofertando

respaldo para a boa execução da construção, da fabricação e do suprimento dos recursos necessários.

Figura 6 - Interoperabilidade



Fonte: Darós (2019).

3. FLUXO DE TRABALHO

O fluxo de trabalho tradicional ocorre de forma distribuída, onde cada especialista (estrutural, elétrico, hidráulico, arquitetônico, dentre outros) desenvolve sua competência no projeto de forma independente. Desta forma, o controle do projeto é deficiente e leva à reorganização, informações inconsistentes, incompatibilidade, falta de dinamismo etc. O trabalho BIM ocorre de forma integrada, através de modelos paramétricos, onde especialistas podem trabalhar em conjunto, dando a conhecer incompatibilidades nas fases iniciais de cada fase. A Figura 7 mostra uma representação de organizações tradicionais e BIM para o fluxo de trabalho.

Figura 7 - Fluxo de trabalho



Fonte: Flach (2017).

No fluxo de trabalho em modo tradicional gera uma quantidade maior de troca de informações ponto a ponto, ou seja, cada disciplina deve ser preparada e encaminhada a cada profissional da equipe de projeto, sendo necessária uma maior coordenação e atenção dos arquivos e suas versões, motivando a condução direta do arquivo de cada autor (projetista, gestor, gerente, diretor etc.) para que seja possível breve análises das informações do objeto de projeto. Se observarmos a solução gráfica desenvolvida reparamos em um arquivo central capaz de absorver as informações plantadas e desenvolvidas pelos atores de cada disciplina envolvida, e as mesmas acontecem de forma a colaborar e, deforma mais rápida, transmitir as informações para um modelo de projeto (Flach, 2017).

A necessidade de trabalho colaborativo é essencial para produção de elementos e projeto BIM. Salgado (2008) *apud* Almeida (2016), argumenta que os profissionais projetistas das disciplinas devem trabalhar de forma integrada identificando os valores de cada especificidade no conjunto edificado virtualmente, e assim ela precisa ser produzida de maneira global garantindo uma boa comunicação entre os



projetistas, evitando o desgaste de falhas em projetos, e em consequência equívocos de projeto in loco no canteiro de obras, deixando os executores e fiscais de obras com uma tarefa árdua de corrigir os equívocos não racionados antes da construção.

No projeto colaborativo com interoperabilidade bem estabelecida e com compatibilidade das informações bem coordenada, é possível gerar um modelo tridimensional mais robusto com qualidade final mais apurada, além de permitir verificações automáticas previamente estruturada nos *softwares* com atendimento dos requisitos normativos, evitando os equívocos projetuais, e em consequência má execução dos serviços nas instalações de obra. Diante disso, o projeto tridimensional ganha um elevado patamar e fornece ao executor de obra um grau de detalhamento elevado, fazendo com que seja possível uma melhor interpretação e leitura do objeto, além de contribuir para a redução de desperdício de materiais na execução de obras e redução no tempo de execução (Manziona, 2013).

Os programas que incorporam a tecnologia BIM devem desempenhar um papel fundamental na elaboração de modelos virtuais de construções e infraestruturas de alta qualidade. Eles permitem a modelagem precisa e de facilidade paramétrica, simplificando o processo de documentação de projetos, proporcionando revisões instantâneas em plantas, elevações, tabelas e seções à medida que os projetos sofrem alterações. Dessa forma, o aplicativo pode gerar de forma automatizada os produtos entregáveis (plantas, elevações, cortes e maquete eletrônica, por exemplo).

O *software* tem uma característica muito atraente de colaboração, que permite o acesso a modelos e, com isso, objetiva a melhora por uma coordenação mais eficiência no trabalho. Portanto, a equipe pode compartilhar o projeto e cada membro pode acessar o documento de qualquer lugar, o que simplifica que a



comunicação do grupo de trabalho efetive as ações necessárias no desenvolvimento do objeto ilustrado pela Figura 8.

Figura 8 - Interoperabilidade REVIT



Fonte: Autodesk (2022).

Segundo o fabricante Autodesk é possível desenvolver projetos até 70% mais rápidos, tornando o processo de prazos e entregas mais ágeis melhorando o fluxo de cronograma para as construções, que por sua essência sempre são pontuadas com prazos curtos (Autodesk, 2022).

O Revit é uma ferramenta de modelagem direcionada para modelos BIM contempla em seu escopo ferramentais de várias disciplinas, sendo capaz de englobar e resolver diversas questões como as interferências de modelos, auxiliando nas análises de compatibilização e incoerência de projetos, ainda mais tendo a possibilidade de trabalhar de forma colaborativa, integrando profissionais e técnicos de várias atividades direcionando para uma qualidade projetual mais qualificado.



Os documentos criados na tecnologia Revit possuem o mesmo formato de arquivamento, que é comum a todas as outras disciplinas envolvidas, e nota-se que a capacidade do *software* de extrair informação e calcular a quantidade de materiais, áreas e volumes, em conjunto com a compatibilização simultânea dos elementos, corrobora para uma melhor interoperabilidade, integrando pessoas e projetos mais colaborativos.

Cabe destacar, que o ambiente de trabalho do Revit e suas funcionalidades seguem o mesmo raciocínio de produção de elementos, onde de fato, modelar todos os componentes em detalhes é gerar um modelo esquemático mais informativo com destinação no auxílio das equipes de gerência e execução (Autodesk, 2022).

4. IFC – INDUSTRY FOUNDATION CLASSES

Na idealização de um modelo BIM bem solucionado e com o objetivo de alimentar com qualidade as informações desses modelos e conseguir uma boa interoperabilidade entre os diversos ferramentais para produção de projeto, vem consigo uma limitação envolvendo a capacidade de troca de informações entre ferramentas computacionais de projeto.

O formato IFC[4] foi criado para ser um padrão aberto e neutro de compartilhamento de informações utilizando uma linguagem padronizada, XML - *Extensible Markup Language*, para possibilitar a representação de edificações em bancos de dados digitais e de modelos de dados possibilitando o compartilhamento entre diferentes especialidades sem perdas de informação. Isso se dá pelo esforço incontestado pela AIA - *International Alliance for Interoperability* que desde a década de 90 vem aperfeiçoando este formato que é visto como uma possibilidade de intercambialidade das informações dos modelos em aplicações BIM.

Segundo Ramirez (2018) a evolução dos formatos IFC's para interoperabilidade dos projetos de edificações por meio das disciplinas envolvidas ainda existem muitas



limitações detectadas, não conduzindo de forma adequada as informações necessárias para apresentações dos modelos e suas características, principalmente quando se trata da geometria de construção dos modelos, o que dificulta intercambialidade mais automatizada das informações entre os projetistas.

De acordo com o Guia BIM da CBIC (2016), o IFC é um formato de arquivo 3D que se baseia em objetos e é caracterizado por ser aberto, público, neutro e padronizado. Seu objetivo é englobar todos os aspectos do ciclo de vida de um projeto na indústria da construção, abrangendo desde o planejamento até a operação e manutenção, embora ainda não tenha atingido completamente essa meta. O formato de arquivo IFC é utilizado para facilitar a interoperabilidade e a colaboração na plataforma BIM, e tem a certificação pela ISO (norma 16739:2013).

Segundo o Guia, um dos obstáculos identificados relacionados à interoperabilidade no fluxo de trabalho em BIM diz respeito à maneira como a equipe de projetos interage, compartilha e fornece informações, especialmente considerando a variedade de *softwares* e disciplinas envolvidas. Neste sentido, enfatiza que a troca de informações construtivas precisa ser aprimorada para melhorar o fluxo de trabalho no contexto do desenvolvimento do projeto.

5. LOD – NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO

No processo BIM um dos itens relevantes para o desenvolvimento de projetos no processo BIM é a qualidade em que o modelo se apresenta e a maneira como ele é conduzido na relação de informações dos componentes inseridos no projeto, e nesse processo de criação a amostragem dos objetos inseridos dentro do sistema BIM compõem um item significativo para que o modelo se enquadra dentro do conjunto projetual.

Dentro do universo de contratação em BIM o LOD – *Level of Development*, Nível de Detalhamento instrui a todos os envolvidos a qualidade dos modelos e informações

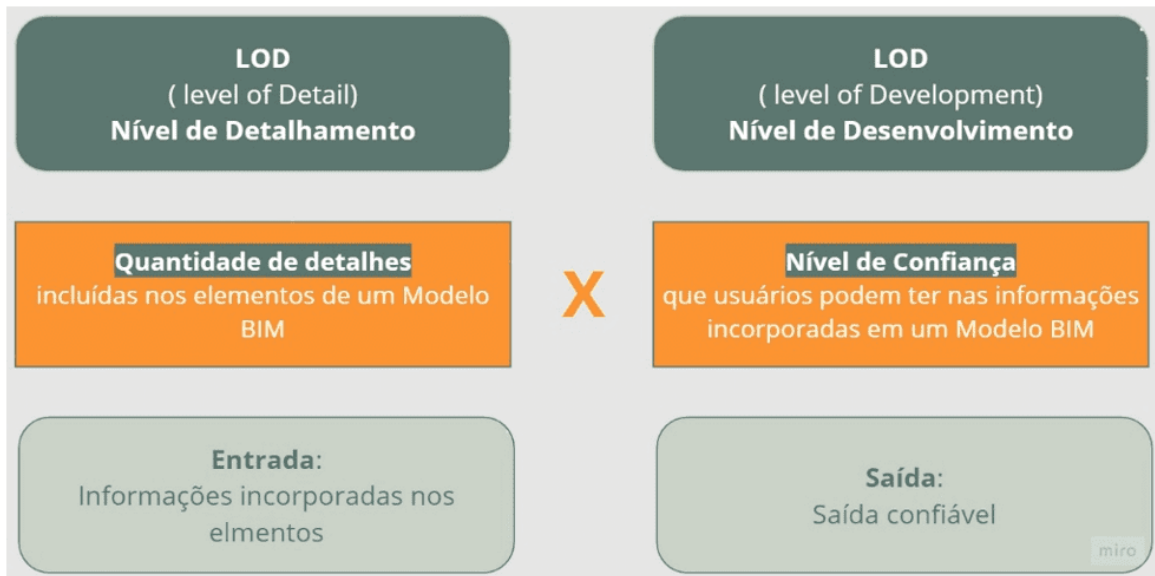


que nele pertence. Dessa forma, de acordo com o Guia CBIC (2016), o conceito inicial de LOD está relacionado à delimitação do escopo para contratação de serviços de modelagem BIM que são executados por terceiros, onde especifica de maneira clara qual é o principal objetivo do LOD no processo de contratação, e assim atuando como um guia para que as equipes possam estabelecer diretrizes para os entregáveis BIM, oferecendo uma definição clara do que deve ser abrangido em cada um deles. Além disso, serve como um padrão de referência para a elaboração de contratos e planejamentos de projetos baseados em BIM, estabelecendo um fluxo de trabalho eficaz com a equipe e assegurando a confiabilidade das informações incorporadas nos modelos BIM pelos profissionais de projeto.

Alguns autores como Eastman, Leusin, Toledo, Catelani, dentro outros, observam o termo LOD como nível de desenvolvimento (*Level of Development*) de um elemento do modelo BIM. Neste sentido, o termo é visto como nível de confiança das informações fornecidas pelo projeto, onde os usuários podem ter informações já incorporadas em um modelo BIM.

Em outros momentos, o termo LOD tem ligação como nível de detalhamento (*Level of Detail*) de um modelo BIM. Neste sentido o termo transmite como a quantidade de detalhes que os elementos de um modelo BIM possuem em sua concepção como componente.

Figura 9 - Comparativo LOD



Fonte: Adaptado de CBIC, 2016.

Em ambos os cenários o LOD, conforme infográfico da Figura 9, é estabelecido como um componente de níveis, como uma escadaria, onde cada nível possui uma nomenclatura padrão, que pode várias como padrão de referência, que define a quantidade e qualidade dos dados que estão sendo alimentados em um modelo BIM, seja ele na disciplina de arquitetura, instalações prediais ou estrutura. Em outras palavras, o LOD define o conteúdo de um projeto BIM em diferentes estágios de desenvolvimento e é enriquecido com detalhes à medida que o projeto avança, passando de um conceito inicial simples para um modelo real edificável.

Segundo BIMFORUM (2023), o Nível de Desenvolvimento (LOD) serve como uma guia que possibilita aos profissionais da indústria AEC descrever e articular com mais precisão e clareza os conteúdos dos objetos, e conduzindo consigo maior confiabilidade dos modelos BIM em várias fases do projeto e da construção.

O nível de detalhamento de cada disciplina do modelo se organiza em cinco níveis de forma progressiva. A referência parte do nível 100 até o 500 e cada etapa

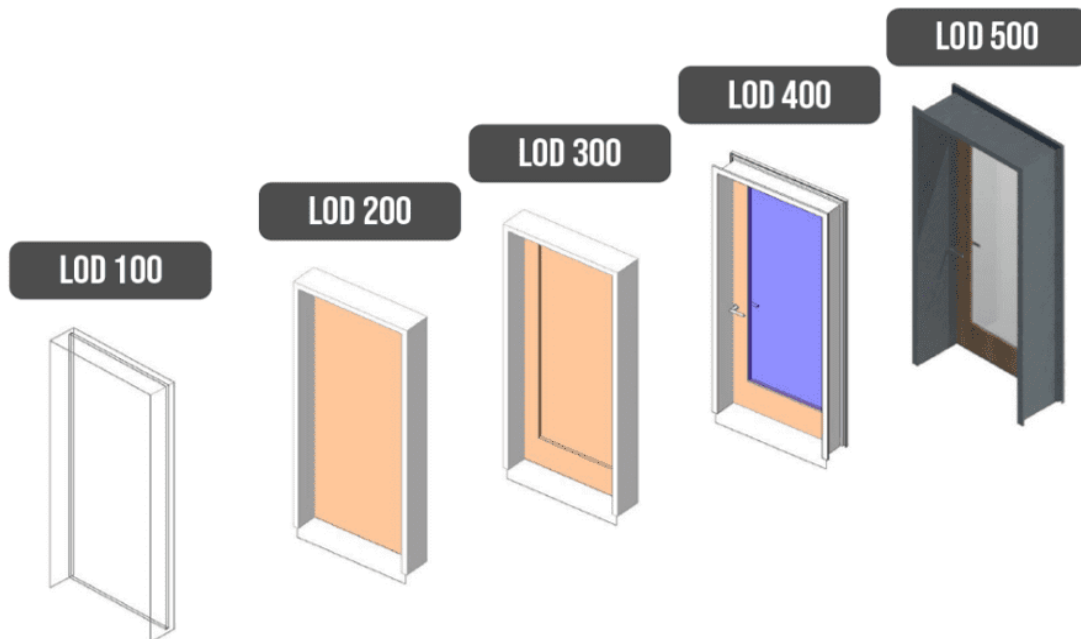
subsequente usa a anterior como ponto de partida, padronizando a quantidade de informação contida em cada elemento BIM como apresentado a seguir:

Tabela 1 - Guia CBIC

| LOD | Descrição |
|-----|--|
| 100 | Representação gráfica por símbolos ou representação genérica. |
| 200 | Representação gráfica como sistema genérico, com informações aproximadas. |
| 300 | Representação gráfica como sistema específico, com informações definidas. |
| 350 | Representação gráfica como sistema específico com detalhes e interfaces precisas |
| 400 | Representação gráfica com informações detalhadas sobre fabricação, montagem e instalação. |
| 500 | Verificação in loco das representações gráficas em termos de tamanho, forma, localização, etc. |

Fonte: CBIC (2016).

Figura 10 - Imagem ilustrativa do LOD



Fonte: EPE (2021).

Segundo o Guia CBIC, o conceito de LOD lida com diversas questões que surgem quando o BIM é empregado como meio de comunicação ou colaboração, ou seja,



quando indivíduos que não tenham criado o modelo BIM original utilizam-no para extrair informações. Dessa forma, o LOD atua como um facilitador da colaboração.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil está se tornando cada vez mais competitiva, além de compor processos de projeto muitos complexos, onde é notório encontrar um grande número de profissionais envolvidos em um projeto, além de constar vários sistemas envolvidos dentro da elaboração de projetos contido em uma edificação fazem com que seja ampliada a obtenção de mecanismos de controle e gestão para que ocorra uma boa interação entre todos os profissionais envolvidos.

Diante de uma gama de decisões processuais atualmente desenvolvidas para a indústria da construção na área de desenvolvimento de projetos, várias são as diretrizes que fomentam e elencam o processo BIM como uma das mais aceitas e estudadas pela indústria da construção civil.

Os projetistas atuais estão tecnicamente mais cercados por normativas e legislações intuídas para que possa manter melhor qualidade de obra, e assim abrindo possibilidades para um leque preocupações na atuação profissional no que tange o desenvolvimento qualificado de projetos nos sistemas hidrossanitários nas edificações brasileiras, bem como agregar melhores construções, com vidas úteis mais longas, com menor índice de desperdício e mais adequadas.

As ferramentas computacionais tem sido uma aliada nas questões de produção de projetos, e compatibilizar projetos tem antecipado questões de incoerência de informações entre disciplinas envolvidas no ato da construção. Portanto, o BIM é uma tecnologia muito eficaz que promove a interoperabilidade entre indivíduos e *softwares*, além de facilitar a coordenação de informações entre projetos, demonstrando que a abordagem BIM oferece uma ampla gama de funcionalidades que simplificam a compreensão de uma construção.



Sendo assim, cabe ressaltar que a interoperabilidade no processo de projetos em BIM é desafiadora na atual conjuntura das equipes de desenvolvimento de projeto, onde a definição do fluxo de trabalho mais adequado está associada ao modo de interagir, trocar e alimentar informações nos processos da equipe de projetos com uma diversidade de *softwares* e disciplinas envolvidas, e assim conseguir uma rotina de intercâmbio de informações construtivas.

Neste sentido, a relevância dos sistemas tridimensionais na concepção de projetos em consonância a tecnologia BIM vem propiciar qualidade projetual agregando informações necessárias para dimensionamento, demandas, informações de densidade, modelo, espaço e afins, como também acrescenta uma vertente qualificada para realização de compatibilização entre as disciplinas.

A compatibilização de projetos dentro de uma plataforma BIM possibilita atribuir projetos mais qualificados já que com a visualização em 3D auxiliar de forma mais claros os equívocos e falhas projetuais que ocorrem na elaboração de projeto. Assim, a integração entre as disciplinas com uma boa interoperabilidade diminui os custos de obra contribuindo com uma melhor gestão de obras no canteiro. São ações necessárias para que tenha uma coordenação adequada e alinhada a preocupação de obras com menos desperdício de matéria, melhor ganho de produção e desempenho mais assertivo.

Cabe salientar que o desenvolvimento de projeto dotado de metodologia BIM é interessante elenca alguns pontos relevantes, sendo possível a realização dos mesma pautados na interoperabilidade:

1. Respeito pela independência dos sistemas envolvidos – Cada *software* carrega consigo suas próprias ferramentas e metas, que nem sempre coincidem. O responsável pelo projeto deve conectar as necessidades impostas pelo programa.



2. Troca de informações entre os sistemas – O projetista tem total responsabilidade pelas aplicações dos modelos que incluem o modelo e suas informações, permitindo que sejam compartilhados. É neste contexto que o profissional deve estar atento aos modelos dos componentes relacionados.
3. Trabalho com sistemas diversos é possível – Atualmente, uma das tarefas mais desafiadoras é a troca de informações, e é nessa direção que se nota que sistemas de diferentes plataformas têm dificuldade em se "comunicar" entre si.
4. Redução de informações repetidas – A redundância das informações se refere à repetição de conceitos óbvios; repetições inúteis são desnecessárias.
5. Minimização do retrabalho entre as disciplinas – Ao alinhar as informações dos modelos de cada disciplina e facilitar a troca de informações entre os projetistas, a necessidade de retrabalho diminui significativamente.
6. Visualização simultânea das disciplinas pelos intervenientes/gestores – Um marco distintivo do processo BIM é a representação em 3D dos sistemas envolvidos, permitindo interações simultâneas e alertando os projetistas para possíveis ajustes

Neste sentido, a interoperabilidade nos projetos de edificações dentro da metodologia BIM ainda necessita de muitos cuidados e aprimoramentos nos processos de projeto, já que há muitas limitações detectáveis e perceptíveis quanto há troca de arquivo por meio do padrão IFC ainda não conduz consigo informações pertinentes do modelo 3D. Assim, com melhores gestões e integração do ferramental computacional, será capaz de facilitar a aplicação pelos projetistas afim de regular seus processos e métodos de trabalho com um fluxo menos turbulento, onde as informações necessárias para apresentações dos modelos e suas características, principalmente quando se trata da geometria de construção dos modelos, não são transportados no ato de sua transformação em IFC, dificultando intercambialidade das informações entre os projetistas.



Cabe ressaltar que os sistemas desenvolvidos para os processos BIM, por muitas vezes, são *softwares* com conceitos fechados, não conseguindo transmitir as informações de maneira adequada e livres dos modelos desenvolvidos dentro de um processo de projeto BIM. No entanto, é cada vez mais necessária a interoperabilidade entre as partes interessadas no projeto para que a base de dados desenvolvidas não deve ser argumento para gerar concorrência entre as empresas fabricantes, oportunizando ao projetista a escolha livre do *software* que se encaixa no seu processo de trabalho. Assim, é possível facilitar, através do desenvolvimento dos ferramentais, os suportes de arquivos em modo aberto aperfeiçoando a cooperação, colaboração e comunicação das tecnologias digitais com intuito de qualificar os processos BIM, e em consequência a qualidade das informações prestadas para execução das obras por meio de projetos mais qualificados.

REFERÊNCIAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **A Implantação de Processos BIM:** Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasília, DF:ABDI, 2017.

AUTODESK. **A plataforma Design and Make da Autodesk ajuda você a conectar todos para planejar, projetar, construir e operar projetos melhores.** Autodesk, 2022. Disponível em <<https://www.autodesk.com.br/>>. Acesso em: 1 maio 2022.

ALMEIDA, R. C. G. **Impacto do Uso do BIM na Elaboração de Projetos As Built de Sistemas Prediais Hidrossanitários.** 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás – Escola de Engenharia Civil. Goiânia, 2016. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/IMPACTO_DO_USO_DO_BIM_NA_ELABORA%C3%87%C3%83O_DE_PROJETOS_AS_BUILT_DE_SISTEMAS_PREDIAIS_HIDROSSANIT%C3%81RIOS.pdf. Acesso em: 03 maio 2022.

ARNAL, I. P. **Why don't we start at the beginning?.** BIM Community. 2018. Disponível em: <https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning>. Acesso em: 03 maio 2022.



ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 4 n. 2, 2009.

AUSTER, D. L. **Uso Do Bim Para Compatibilização E Modelagem De Projetos Hidráulicos Prediais**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Bahia - Escola Técnica. Salvador, 2015.

BRASIL. **Decreto nº 9.983/19**, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Brasília - DF, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm. Acesso em: 24 set. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.306/20**, de 02 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília - DF, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 24 set. 2021.

BIMFORUM. **Guias de Contratação BIM – Conceitos Básicos e Requisitos para Contratação BIM**. Vol. 01, BIM Forum Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br>. Acessado em: 21 de Jan de 2023.

BOMFIM, C. A. A.; LISBOA, B. T. W.; MATOS, P. C. C. DE. **Gestão de obras com BIM - uma nova era para o setor da construção civil**. XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. Anais...Bueno Aires, Argentina: 2016.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis-SC, 2007.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília, 2016.

COELHO, K. M. **A implementação e o Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Politécnica da universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.



CURBI. **Tecnologia BIM**. Curbi, 2021. Disponível em: <https://curbi.pt/tecnologia-bim/>. Acesso em: 07 dez. 2023.

DARÓS, J. **O que é interoperabilidade?**. Utilizando BIM, 2019. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/interoperabilidade/>. Acesso em: 07 dez. 2023.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for owners**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

EPE - Escritório de Projetos Integrados de Engenharia da Universidade Federal do Ceará. **LOD: trabalhando BIM em alto nível**. 2021. Disponível em: <https://epe.ufc.br/index.php/blog/19-lod-trabalhando-bim-em-alto-nivel>. Acesso em: 12 de dez de 2022.

FLACH, E. J. K. **Bim No Projeto Executivo: Protótipo Virtual Auxiliando A Documentação E Compreensão De Projetos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia. Rio Grande do Sul, 2017.

IAMAMOTO, L., SCHVEITER, F. **Mapeamento de Maturidade BIM Brasil**. Sienge, 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/relatorio-mapeamento-de-maturidade-bim/>. Acesso em: 01 out de 2023.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

MELHADO, S. B. **Coordenação de Projetos de Edificações**. São Paulo. Ed. O Nome da Rosa. 2005.

PEREIRA, A. P. C. **A adoção do paradigma BIM em escritórios de arquitetura em Salvador-BA**. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura - Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, 2013.

RAMIREZ, M. C. **Planejamento de projetos de edificações na administração pública - estudo de caso com uso de ferramentas de modelagem da informação da construção**. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2018.



SIMÕES, D. G. **Manutenção de Edifícios apoiado no modelo BIM**. 2013. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - IFT Técnico Lisboa. Outubro, 2013.

APÊNDICE - NOTA DE RODAPÉ

3. Compatibilização – Alternativa para verificar o modelo BIM dentro do processo de projeto que envolve o gerenciamento e integração dos diversos projetos de uma obra específica, com o propósito de garantir uma perfeita harmonização entre eles, e tem como objetivo reduzir os conflitos existentes, simplificar a execução, otimizar e racionalizar o uso de materiais, o tempo, a mão de obra e, por fim, a manutenção (CALLEGARI, 2007).

4. IFC - O IFC refere-se à um esquema em linguagem neutra/aberta de um modelo em "formato de arquivo BIM" desenvolvido pela *buildingSMART*.

Enviado: 16 de janeiro de 2023.

Aprovado: 24 de setembro, 2023.

¹ Mestrando. ORCID: 0000-0003-1806-3774. Currículo Lattes:
<http://lattes.cnpq.br/4463446065126416>.

² Orientador. Doutor. ORCID: 0000-0002-1164-2784. Currículo Lattes:
<http://lattes.cnpq.br/6339433870219875>.