

Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM

Este material foi elaborado e organizado por Wagner Martins de Lima.

Esta apostila foi desenvolvida para guiar os alunos durante o estudo da disciplina Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM. Reúne os principais conceitos e metodologias para coordenação e compatibilização de projetos, dando destaque aos processos BIM, articulando-os com os conceitos de interoperabilidade, colaboração, principais formatos de arquivos para o trabalho colaborativo e aplicações e ferramentas para coordenação e compatibilização de projetos.

Caracteriza-se pela atualidade, dinâmica e pertinência de seu conteúdo, bem como pela correlação direta com as videoaulas, adequadas à metodologia da Educação a Distância –EaD.

Índice

Preâmbulo: Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM.....	4
Módulo 1 - Fundamentos BIM.....	5
Capítulo 1 - BIM (Building Information Modeling).....	5
Capítulo 2 - Interoperabilidade e características nos procesos BIM.....	24
Capítulo 3 - Colaboração e processo colaborativo BIM.....	33
Módulo 2 - Troca de dados e comunicação (Open BIM).....	46
Capítulo 1 - Interoperabilidade (troca de dados) - Formato IFC.....	46
Capítulo 2 - Interoperabilidade (comunicação) - Formato BCF.....	57
Módulo 3 - Processo Colaborativo de Projetos (BIM) - Softwares e Métodos.....	62
Capítulo 1 - Interoperabilidade (troca de dados) - Formato IFC.....	62
Capítulo 2 - Ferramentas de colaboração e visualização BIM e aplicações auxiliares de gestão de projetos.....	75
Capítulo 3 - Coordenação e compatibilização de projetos.....	102
Vídeo Bônus.....	119
Parte 1 - Apresentação de Estudo de Caso.....	119
Parte 2 - Apresentação das ferramnetas Trello e Tekla BIMsight.....	119
Referências.....	120

Preâmbulo: Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM

A elaboração do projeto e construção de uma edificação é um trabalho muito complexo, envolvendo várias disciplinas e etapas. A falta de comunicação entre os responsáveis das diversas disciplinas e também a falta de troca de informações entre os modelos podem gerar muitos problemas durante a execução da obra, tais como retrabalhos, má concepção do projeto e omissões, inclusive gerando prejuízos financeiros. Diante deste cenário, a colaboração entre todos os atores (projetistas, construtores, incorporadores, fornecedores, gestores etc.) é fundamental para a produção de um projeto mais assertivo, possibilitando uma programação da execução bem-feita, com orçamento preciso, possibilitando a entrega de uma edificação em tempo hábil e dentro de padrões que facilitará a gestão do empreendimento.

Costuma-se dizer que o BIM viabiliza o trabalho colaborativo. Esse é um dos pontos mais enfatizados por palestrantes e pelos próprios desenvolvedores de *softwares* BIM. Este discurso é verdadeiro, mas não significa que seja simples alcançar a condição da plena colaboração, tampouco que ela aconteça de forma imediata e automática.

Colaborar, segundo o dicionário, é trabalhar em comum com outrem na mesma obra; concorrer, cooperar para a realização de qualquer coisa. Entretanto, quando consideramos o ciclo de vida de um empreendimento, percebemos que o significado do trabalho colaborativo na indústria da construção civil ainda é mais amplo.

Neste curso será focado o processo colaborativo BIM que permitirá o aluno desenvolver habilidades para uma coordenação e compatibilização de projetos mais assertiva.

Módulo 1 - Fundamentos BIM

Capítulo 1 - BIM (Building Information Modeling)

O que é BIM?

Origem do Termo BIM

Algumas referências apontam que o termo BIM teria sido utilizado primordialmente por Charles Eastman, professor da *Georgia Tech School of Architecture* e diretor do *Digital Building Laboratory*. Charles Eastman teria conceituado BIM como sendo “um modelo digital que representa um produto, que, por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto”.

Definições de BIM

Vejamos os principais conceitos.

O “*Building Information Modeling*” ou Modelagem da Informação da Construção pode ser definido como:

A tecnologia BIM (Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção), permite criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Eles oferecem suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo melhor análise e controle do que os processos manuais. Quando concluídos, esses modelos gerados por computador contêm geometria e dados precisos necessários para o apoio às atividades de construção, fabricação e aquisição por meio das quais a construção é realizada.

Essa definição de Building Information Modeling no **Handbook of BIM** (Eastman, Teicholz, Sacks e Liston, 2011) engloba desde o ponto de partida de uma tecnologia até todo o processo de construção.

Conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma construção, de modo **colaborativo**, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção.

DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018

Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*.

O BIM é um processo que, de acordo com Suchocki (2016), permite a realização de todas as fases do projeto envolvendo criação de modelos 3D parametrizados. Os modelos inteligentes facilitam a compreensão do projeto pelas partes interessadas (*stakeholders*) e permitem o melhoramento contínuo do sistema.



Fonte: GM arquitetura e engenharia - <https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%A9ABLICAS-DO-BRASIL>. Acesso em: 15/072018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Para Manzioni (2013), o *Building Information Modeling* é um processo de gestão da informação, no qual os modelos desenvolvidos pelos projetistas tornam-se legíveis no mundo virtual por meio de regras e parâmetros. Os recursos BIM permitem o melhoramento dos métodos de controle das informações de obras e projetos, assim como facilitam a distribuição de informações entre os técnicos envolvidos.

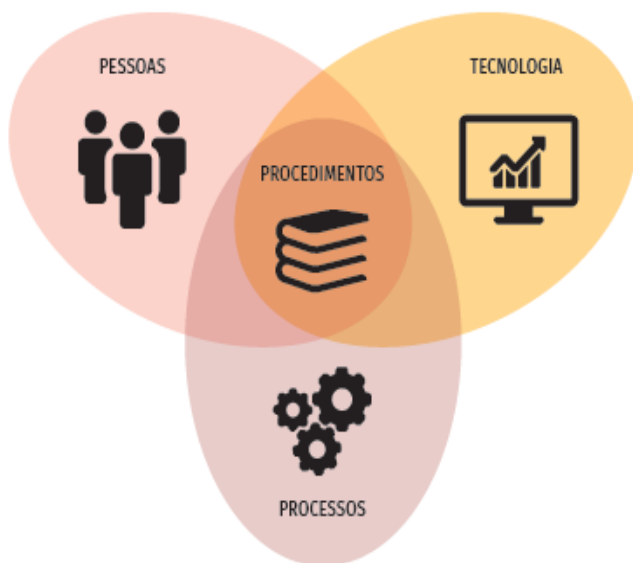
Pilares

Building Information Modeling - BIM é amparado em três pilares fundamentais: (políticas) pessoas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida.

A **tecnologia** envolve a infraestrutura necessária para a operação, os programas e equipamentos ou computadores, a conexão com a internet e a rede interna, a segurança e o armazenamento de arquivos e o treinamento e aculturação adequado de seus usuários no processo BIM.

BIM é um **processo** integrado, não é um software. Os softwares são recursos necessários para o desenvolvimento da modelagem BIM, onde a tecnologia tem papel fundamental.

O foco **pessoas** é fundamental na estratégia de implantação. Os profissionais devem ter a experiência necessária, capacidade de trabalhar bem tanto com a equipe interna quanto com equipes externas, ser flexíveis a mudanças e se manter atualizados na tecnologia, que tem avanços contínuos.



O foco **processo** abrange não apenas os novos processos internos a serem adotados, como também os processos interempresariais. Compreende o plano de trabalho: o fluxo de trabalho, o cronograma, a especificação dos entregáveis, o método de comunicação, a definição de funções, o sistema de concentração de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação.

Fonte: Os fundamentos do BIM. Adaptado de SUCCAR
Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC – GUIA 01

Sendo assim, em um processo de projeto em BIM, é imprescindível a integração dos conhecimentos de processos construtivos já durante o projeto, sendo necessária a colaboração de especialistas de cada área desde a fase de concepção do produto.

“O BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade, com custo e prazo de execução reduzidos”. Eastman *et al*, 2014.

O modelo é composto por objetos digitais que representam objetos reais da construção. São chamados de **objetos paramétricos**, e possuem características físicas e funcionais que se inter-relacionam com todos os componentes do modelo. Os objetos de um modelo BIM têm **semântica**, ou seja, “sabem o que são”, possuindo propriedades, atributos e regras paramétricas. Por exemplo, uma parede não é apenas um conjunto de linhas e superfícies sem significado. É associado a ela características geométricas (forma, dimensões e posicionamento), comportamentos e características funcionais, como especificações, material construtivo, revestimentos, resistência a fogo, preço, entre outros.

Além disso, os objetos são compostos por famílias que respeitam uma **hierarquia** e carregam **heranças**. Por exemplo, “a entidade ‘parede’ é definida como um subtipo da entidade “elementos do edifício”, que por sua vez é subtipo da entidade ‘elemento” (MANZIONE, 2013) – mais para frente veremos como são feitas essas classificações, no tópico “IFC”.

Segundo Eastman et al (2014), objetos paramétricos possuem “dados consistentes e não redundantes, de forma que as modificações nos dados dos componentes sejam representadas em todas as visualizações dos componentes”, ou seja, ao alterar um objeto em planta, essa alteração será automaticamente replicada para todos os outros modos de visualização do modelo (corte, elevações, 3D etc.)

O processo BIM é feito de modo colaborativo, de forma a servir **todos os participantes** do empreendimento, como o incorporador, construtora, projetistas, fornecedores, entre outros.

Além disso, ele engloba **tudo o ciclo de vida do** empreendimento, desde a concepção, passando pelo planejamento, desenvolvimento do projeto, construção, manutenção e operação até a sua demolição.

O que NÃO é BIM?

A medida que o BIM começa a ganhar mais importância e relevância no mercado, surgem também iniciativas que não representam totalmente a metodologia BIM. Alguns *softwares* já circulam no mercado travestidos como soluções BIM. Por isso é importante atentar para alguns pontos que podem ajudar no processo de discernimento entre o que é BIM e o que não é BIM.

NEM TUDO QUE É 3D É BIM. MAS, SE FOR BIM, SERÁ 3D:

Soluções que possibilitam apenas a modelagem e a visualização gráfica em 3D de uma edificação ou instalação, que utilizam objetos que não incluem outras informações além da sua própria geometria, não podem ser consideradas como soluções BIM.

SOLUÇÕES QUE, UTILIZANDO MÚLTIPLAS REFERÊNCIAS 2D (DESENHOS OU DOCUMENTOS), EMULAM MODELOS TRIDIMENSIONAIS:

Estes tipos de softwares não permitem a extração automática de quantidades, não realizam atualizações

SOLUÇÕES 3D QUE NÃO SÃO BASEADAS EM OBJETOS PARAMÉTRICOS E INTELIGENTES:

Existem algumas soluções que são capazes de desenvolver modelos tridimensionais de edificações e instalações, mas que não utilizam objetos paramétricos e inteligentes. Embora esses modelos tenham uma aparência bastante similar aos gerados por soluções BIM, as alterações e modificações – que são comuns e previsíveis, considerando toda a evolução e a maturação natural de um projeto, ou durante os processos de coordenação entre diferentes disciplinas (arquitetura X estruturas X instalações, por exemplo) –, são muito trabalhosas. Eles acabam tomando muitas horas de trabalho e, ainda, como o nível de qualidade depende exclusivamente da atenção do usuário, tornam-se muito mais passivos de erros e inconsistências. Em outras palavras, quaisquer alterações ou posicionamento de objetos num trabalho em desenvolvimento são difíceis, demoradas e não automáticas.

SOLUÇÕES QUE NÃO REALIZAM ATUALIZAÇÕES AUTOMÁTICAS:

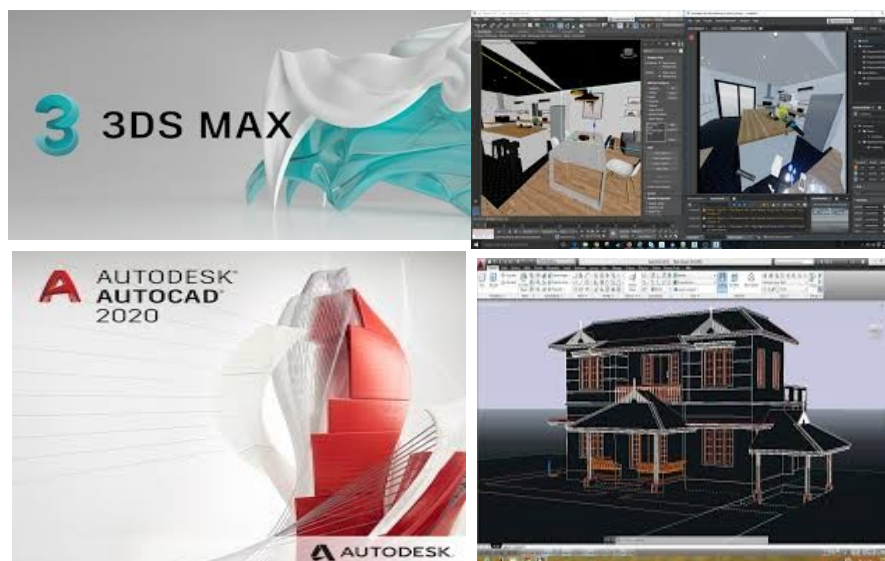
Para revisões e alterações realizadas numa determinada 'vista', alguns softwares que não são BIM não provocam automaticamente a atualização das demais vistas e relatórios de um mesmo projeto ou trabalho em desenvolvimento. Neste caso, o usuário precisa executar comandos específicos, e, se por um descuido isso não acontecer, parte do seu trabalho poderá apresentar inconsistências e erros.

SOFTWARES E SOLUÇÕES 3D QUE NÃO ATUAM COMO GESTORES DE BANCOS DE DADOS INTEGRADOS NÃO SÃO BIM

Nas soluções BIM, o modelo tridimensional de um prédio ou instalação que se pode visualizar e manusear na tela de um computador e uma das formas possíveis de se 'enxergar' o conjunto de dados e informações que constituem esse prédio ou essa instalação.

O BIM oferece outras formas de 'visualização' desses mesmos dados, como listas, tabelas, planilhas, etc. Além disso, caso o usuário faça alguma alteração de informação, por exemplo, em uma tabela, ela será refletida, imediata e automaticamente, em todas as outras formas de visualização. A alteração em uma tabela, por exemplo, da largura de um determinado tipo de porta, inserida e repetida em diversos ambientes de um modelo, provocará a alteração automática das imagens tridimensionais nos ambientes onde a porta tiver sido representada.

Em outras palavras, como os *softwares* BIM trabalham como gestores de bancos de dados integrados, não importa o formato de visualização utilizado durante a realização de uma modificação ou revisão; o sistema deverá atualizar, automaticamente, todas as demais possíveis organizações ou visualizações dos dados, sejam imagens tridimensionais, tabelas, relatórios ou documentos.



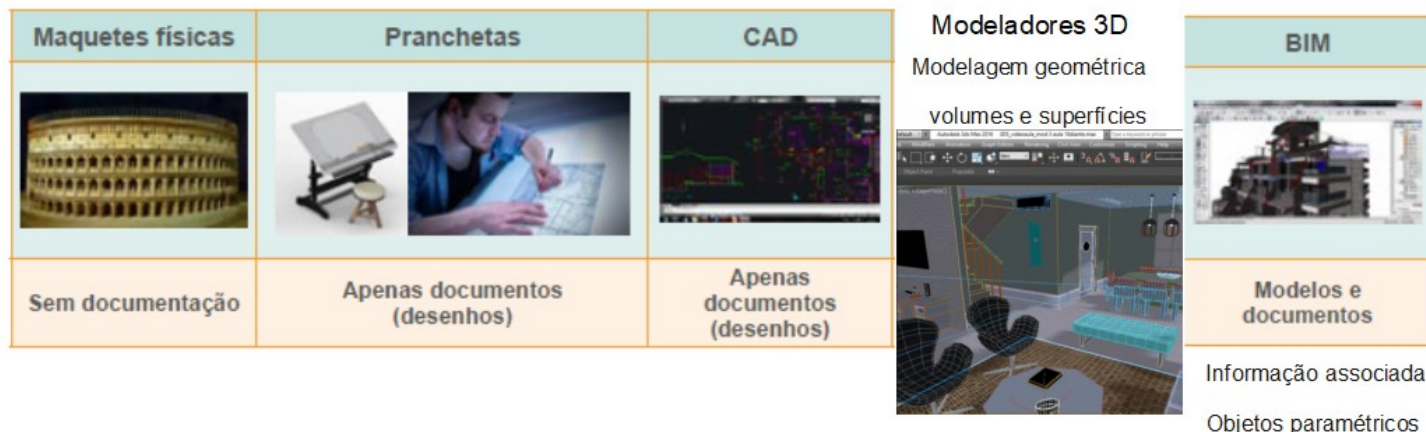
Fonte: Adaptação Imagem Autodesk

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

A evolução dos projetos e das representações gráficas

Das maquetes ao BIM

Reduzindo e organizando as tecnologias e os meios utilizados para o desenvolvimento de projetos, entendendo-os como um conjunto de dados necessários para a documentação da construção de uma edificação, pode-se chegar a um diagrama como o ilustrado logo a seguir.



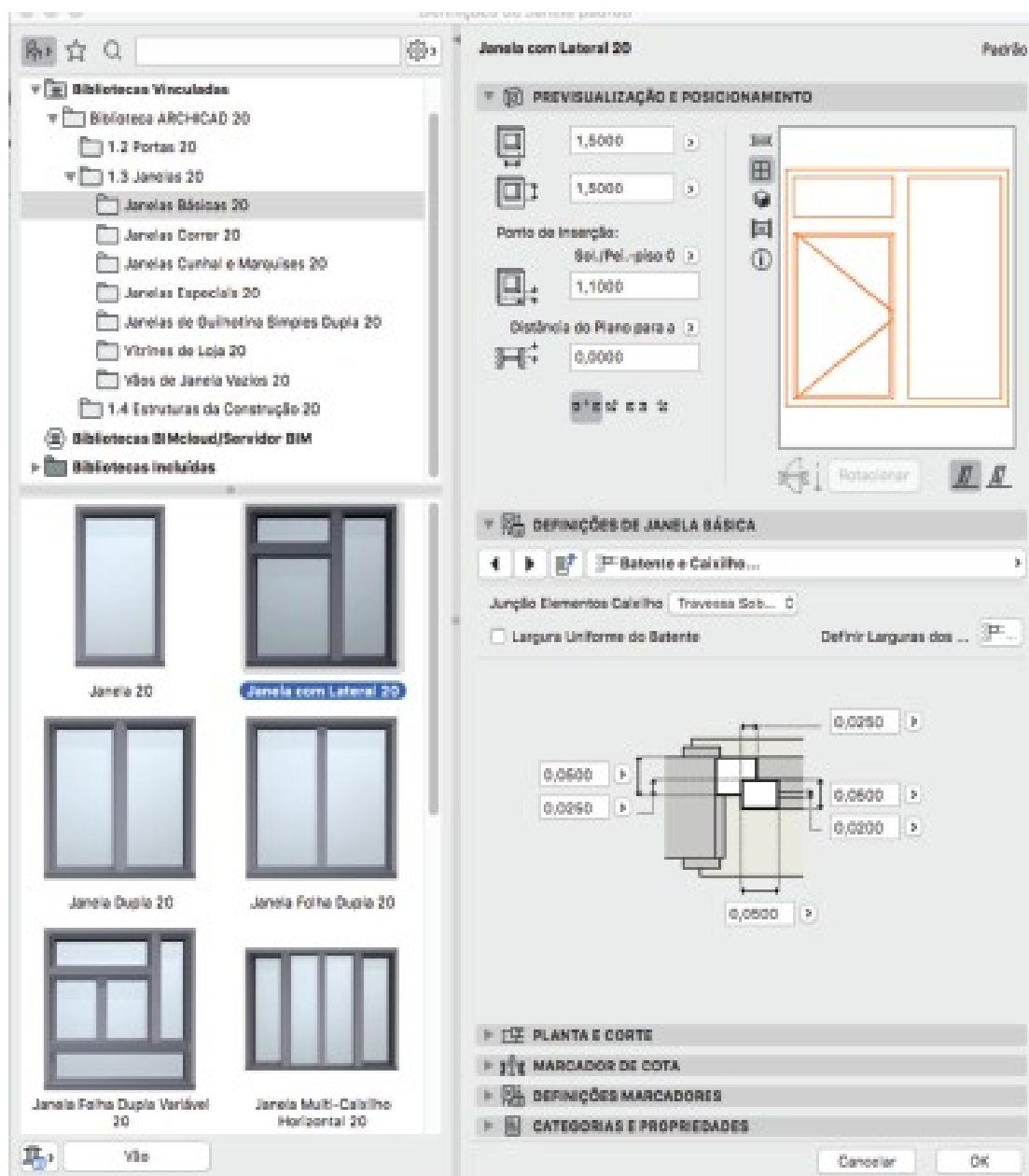
Fonte: Coletânea CBIC Volume 1 – Fundamentos BIM/Adaptação Imagem Autodesk
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Parametrização e Semântica

O BIM é uma tecnologia baseada em objetos virtuais, paramétricos e inteligentes. Os modelos 3D BIM de edificações e instalações são desenvolvidos a partir de objetos virtuais, que correspondem aos previstos para a futura construção real.

São chamados de **objetos paramétricos**, e possuem características físicas e funcionais que se inter-relacionam com todos os componentes do modelo. Os objetos de um modelo BIM têm **semântica**, diferentemente de um modelo 3D tradicional, ou seja, “sabem o que são”, possuindo propriedades, atributos e regras paramétricas.

Um objeto BIM além da geometria apresenta informações como marcas, modelos, normas atendidas, materiais componentes. Além disso, permite *links* para bases de dados externas como documentações complementares, por exemplo, manuais específicos para manutenção, manuais de montagem.



Fonte: Coletânea CBIC Volume 3 – Adaptado GRAPHISOFT Brasil
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Síntese do que é e do que não é BIM

Uma das maneiras mais fáceis de entendero que é BIM é entender o que NÃO é BIM.

Para isso, foram utilizadas algumas das explicações citadas no livro *BIG BIM little bim—the practical approach to building information modeling—Integrated practice donethe right way!* (JERNIGAN,2008).

- BIM não é um modelo de construção único, ou um único banco de dados. BIM é uma série de modelos e informações interligados. Esses modelos podem assumir muitas formas, mantendo relações entre eles e permitindo que as informações sejam extraídas e compartilhadas a qualquer momento.
- A utilização do BIM não substitui as pessoas. O BIM ainda exige uma série de trabalhos pesados, mas permite que sejam feitos de forma mais inteligente. A aplicação do BIM requer que as pessoas tenham uma formação e mentalidade diferentes do processo tradicional de projetos.
- O BIM não é perfeito (ou como dizem, não existe o Building Information Magic). O BIM depende das pessoas para inserirem os dados nos modelos. Como as pessoas não são perfeitas, às vezes entrarão dados incorretos.
- Com o BIM podemos automatizar muitos processos, mas não tudo. Qualquer prática integrada haverá sempre pessoas, ou seja, sempre haverá “intervenção humana” no processo.
- BIM não é software (Revit, ArchiCAD, Bentley etc.).
- Os que não entendem de tecnologia acreditam que BIM e Revit significam a mesma coisa. Esses programas são ótimas ferramentas para o BIM, porém não são “o” BIM. É completamente possível utilizar qualquer um desses softwares e não estar fazendo BIM de maneira nenhuma. Por exemplo, se você utilizou o Revit apenas para modelar a arquitetura em 3D, mas não inseriu nenhuma informação no modelo, ou objetos paramétricos, você apenas utilizou o software para a visualização do modelo em 3D, mas não aplicou o conceito do BIM. Lembre-se que o mais importante do BIM é o “I”, de informação.
- BIM não é 3D. Assim como no exemplo citado anterior, softwares 3D permitem a modelagem da geometria do modelo, sendo uma das grandes ferramentas de visualização. Modeladores 3D auxiliam muito na capacidade de comunicar ideias, que não tínhamos antes apenas nos desenhos 3D. Porém, modelos 3D são pouco mais do que comprimentos, larguras, alturas e imagens de materiais desuperfícies.
- BIM não é completo. Para que o BIM seja bem-sucedido, não é necessário que conste nele todas as normas, funcionalidades e informações da edificação. Também não é necessário que absolutamente TODOS os participantes do processo estejam envolvidos. Como estamos vendo ao longo dessa disciplina, a integração de todas as informações e partes do processo é sim um modelo ideal, porém deve ser visto como um objetivo a longo prazo, a implementação do BIM deve ser um processo gradual devido a sua enorme complexidade.

Estágios da implantação BIM

Segundo Tobin (2008), existem três gerações de atividades BIM, denominadas Era BIM 1.0, Era BIM 2.0 e Era BIM 3.0, em função do grau de utilização efetiva das ferramentas e premissas da tecnologia.

-
- A Era BIM 1.0 acontece quando a implementação do BIM é iniciada através da implantação de uma "ferramenta de software paramétrico 3D baseada em objetos". Nessa geração ocorre a transição entre o sistema CAD tradicional e sistemas BIM, com o desenvolvimento de modelos tridimensionais unidisciplinar e a geração automática de desenhos 2D, mas sem a colaboração com as demais disciplinas.
-
- Na Era 2.0 os usuários colaboram ativamente com outros agentes que participam do processo. São inseridas no modelo, entre outras, informações relativas aos custos, tempo e análise de eficiência energética. Nesta etapa torna-se necessária a minimização de problemas relativos à interoperabilidade visto a necessidade de trocas frequentes de informações entre os participantes.
-
- A Era BIM 3.0 é caracterizada pela integração total entre os profissionais/disciplinas sem obstáculos referentes à interoperabilidade e troca de informações. É considerada a era da interoperabilidade, onde o mais importante é quão bem a construção virtual representa o processo de construção de fato. O BIM 3.0, último estágio da adoção do BIM, conforme afirma Oliveira (2011) é apenas uma tendência, não sendo aplicado nas práticas atuais.

Já Succar (2008), define a subdivisão dos níveis de maturidade **BIM** em três componentes, que podem auxiliar na classificação da implementação BIM:

- **Estágio 1 – Modelagem 3D baseada em objetos;**
- **Estágio 2 – Modelo baseado em colaboração;**
- **Estágio 3 – Integração baseada em rede.**

Dessa forma, os níveis, ou estágios de **maturidade BIM** podem ser definidos da seguinte forma, incluindo ainda o Pré-BIM:

- **Pré-BIM:**

Se refere as práticas tradicionais 2D (**AutoCAD**), ainda com ineficiência e barreiras significativas. A maioria da informação é armazenada em documentos escritos, pranchas e detalhes 2D. Existe grande possibilidade de existirem erros humanos e problemas entre diferentes versões de projeto (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

- **BIM Level 1**

Se refere à transição de 2D para o 3D, onde o modelo passa a ser construído com elementos arquitetônicos reais. Nessa fase, as disciplinas ainda são tratadas separadamente e a documentação final ainda é composta, majoritariamente, por desenhos 2D (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

- **BIM Level 2**

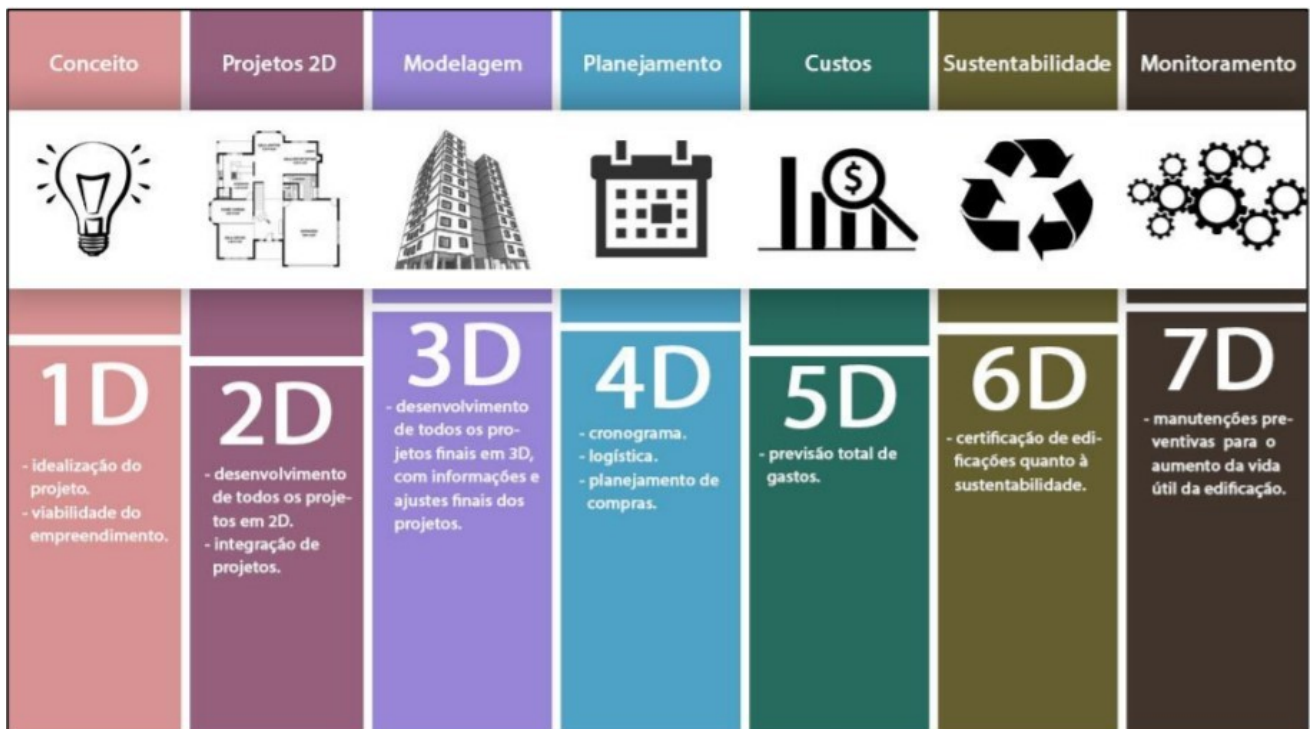
Existe um progresso da **modelagem 3d** para a colaboração e interoperabilidade. Tal level requer um compartilhamento integrado de dados entre as partes envolvidas com a finalidade de suprir a abordagem colaborativa (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

- **BIM Level 3**

O estágio 3 já passa da colaboração para a integração, refletindo a filosofia real **BIM**. Nesse nível de maturidade os envolvidos no projeto interagem em tempo real permitindo análises complexas nas fases iniciais de projeto. O produto final inclui, além da documentação 2D, propriedades semânticas de objetos, princípios de construção enxuta, políticas sustentáveis, etc (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

Normalmente existe uma confusão entre os **níveis de maturidade BIM** e as **dimensões nD, 4D, 5D e 6D...**, mas veremos que são classificações diferentes.

Dimensões do BIM



Fonte: Daudt engineering e consultancy . Acesso em: 10/10/2018

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Agora você já sabe que o BIM possui uma aplicação em todo o ciclo de vida da edificação, indo além da construção 3D da edificação. Sua aplicação, gestão e uso das informações do modelo, proporciona diversos usos além do projeto, como planejamento, orçamento, sustentabilidade e operação das edificações.

Já que o BIM vai além do 3D, quais são as outras dimensões desse conceito?

BIM 1D – Estudos de viabilidade

Consiste na idealização do empreendimento e estudos de viabilidade.

BIM 2D – Representação ou Documentação

É o detalhamento usando desenhos tradicionais em duas dimensões, em pranchas e detalhes.

BIM 3D – Modelo paramétrico

É protótipo virtual da edificação. Aqui, todos os projetos estão representados em três dimensões, e seus elementos possuem informações que poderão ser utilizadas nas próximas etapas da concepção da edificação, como: planejamento, orçamento, gestão, operação, entre outros.

Nessa etapa já é possível efetuar uma **análise de interferência entres os elementos** das diversas disciplinas de projeto, antecipar imperfeições e buscar a melhor solução para uma execução de projeto mais assertiva.

Existem no mercado ferramentas que automatizam a detecção de conflitos e geram relatórios ricos em informações.

BIM 4D – Tempo e planejamento de execução da obra

É possível associar o modelo elaborado ao cronograma da obra, vincular tarefas, tempos e gerar um planejamento visual de andamento da obra, proporcionando ao engenheiro de execução ou gerente de projeto **acompanhar o avanço físico de cada etapa**. Tudo na tela do computador, com riqueza de informações em tempo real.

Essa etapa possibilita efetuar simulações de arranjo físico e deslocamento em canteiro de obras, prever situações críticas e **minimizar riscos** com relação a equipamentos e caminhões no transporte de materiais.

BIM 5D – Orçamento

Após vincular o modelo ao planejamento com sequenciamento de tarefas e tempos, a próxima etapa é **efetuar composições utilizando códigos dos sistemas** de orçamentos como tpo, caixa a partir dos quantitativos extraídos do modelo. Essa ação permite **adicionar informações dos custos** da obra aos elementos modelados.

Desta forma, o orçamentista ou gestor financeiro pode acompanhar e simular diversos cenários financeiros dos gastos da obra completa ou de etapas específicas, tendo uma previsibilidade assertiva dos gastos envolvidos no empreendimento. Assim evita surpresas e conta com informações pertinentes para auxiliar na tomada de decisão.

A vantagem é que como as informações estão integradas, caso haja alteração de um elemento do modelo, **o orçamento pode ser atualizado**

BIM 6D – Sustentabilidade

Com o modelo rico em informações dos seus elementos constituintes, chegou a etapa da análise de eficiência energética da edificação, que auxilia na tomada de decisão durante o processo de concepção de um edifício para que seu resultado seja o mais sustentável possível.

Diversas ferramentas possibilitam essa ação, e o projetista pode simular distintos cenários para avaliar os resultados das suas definições e o impacto técnico e financeiro de forma rápida e econômica.

BIM 7D – Manutenção e Operação

O **modelo com informações de término de obra** dos elementos de projeto pode ser utilizado para operação da edificação, com a possibilidade de gerar planos de manutenção, verificar informações de equipamentos, garantia de fabricantes, especificações técnicas e ainda acrescentar mais informações que sejam pertinentes a gestão da edificação no seu ciclo de vida.

Com isso, os gestores da edificação podem **compartilhar informações com empresas que prestam serviços**, e ao identificar algum problema ou plano de manutenção, disparar uma ordem de serviço eletrônica, com todas as informações

necessárias para a empresa que irá prestar o serviço, como a localização exata do equipamento com problema.

Todas as definições e dimensões do BIM que foram apresentadas servem para **compreender de forma didática**, a amplitude do BIM na cadeia da indústria da construção em todo seu ciclo.

É possível que você encontre em algumas literaturas uma inversão na definição das nomenclaturas 6 e 7D, sendo a primeira como Manutenção e a segunda para sustentabilidade. Ainda podem existir novas dimensões, como por exemplo a definição de 8D como **segurança e prevenção de acidentes**.

LOD – Level of Development (ND – Nível de Desenvolvimento)






Uma classificação criada pela AIA (Instituto Americano de Arquitetura) para organizar as etapas do desenvolvimento de um projeto e suas fases em BIM. O conceito de LOD foi inicialmente entendido como nível de detalhamento (*Level Of Detail*). Atualmente, o termo tem sido citado como nível de desenvolvimento (*Level Of Development*), ampliando o conceito inicial.



- Fonte: Coletânea CBIC Volume 1 – Fundamentos BIM

Como regra geral, quanto mais avançado o LOD, maior o número de informações envolvidas no modelo da obra.

Existem outras classificações de LOD, por exemplo: PAS 1192-2, BIM Fórum que segue a AIA com algumas modificações e o SC-Caderno BIM (Caderno de Apresentação de Projetos BIM da Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina, pioneiro no Brasil).

LEVEL OF DEVELOPMENT				
LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
				
Concept (Presentation)	Design Development	Documentation	Construction	Facilities Management
DESCRIPTION: Quadro de distribuição Arms, Wheels WIDTH: 10 DEPTH: 30 HEIGHT: 30 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 100	DESCRIPTION: Quadro de distribuição Arms, Wheels WIDTH: 10 DEPTH: 30 HEIGHT: 30 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 200	DESCRIPTION: QD-Caixa de distribuição de embutir WIDTH: 10 DEPTH: 30 HEIGHT: 30 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 300	DESCRIPTION: QD-Caixa de distribuição de embutir WIDTH: 13 DEPTH: 32 HEIGHT: 32 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra LOD: 400	DESCRIPTION: QD-Caixa de distribuição de embutir WIDTH: 13 DEPTH: 32 HEIGHT: 32 MANUFACTURER: Herman Miller, Inc. MODEL: Mirra PURCHASE DATE: 01/02/2013
→ Existe um quadro (QD)	→ Existe um quadro com dimensões definidas	→ Existe um quadro com caixa de distribuição de PVC	→ Quadro anterior com fabricante e número do modelo	→ Quadro anterior com fornecedor e data de compra

LOD	DEFINIÇÃO	APLICAÇÃO
100	Modelo Conceitual ("Conceptual")	Estudo de viabilidade
200	Modelo de geometria aproximada ("Approximate Geometry")	Estudo preliminar
300	Modelo de geometria mais precisa ("Precise Geometry")	Anteprojeto
400	Modelo de fabricação ("Fabrication")	Projeto legal / Projeto básico
500	Telas Finais ("As-built")	Projeto executivo

Fonte: AltoQi – software para engenharia -<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/o-que-e-bim-o-que-voce-precisa-saber/> (Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida). Acesso em: 10/10/2018.

Segundo Silva (2012), o modelo BIM possui “níveis de detalhamento (LOD – Level of Detail) em função de dados disponíveis, dos objetivos imediatos e do investimento que se pretende realizar”. Como, por exemplo, o LOD 100 Modelo de Estudo de Massa, o LOD 200 Modelo de Anteprojeto, LOD 300 Modelo para Projeto Executivo, LOD 400 Modelo para construção e LOD 500 Modelo para Manutenção.

Categoria dos LODs

LOD 100 – CONCEPT DESIGN (Modelo Conceitual)

A representação mais básica de um modelo, onde contará com o mínimo de informações, com foco na forma conceitual, uma representação gráfica do modelo 3D. Alguns dos parâmetros definidos nessa etapa são: área, altura, volume, local e orientação. Todos os parâmetros são genéricos.

LOD 200 – SCHEMATIC DESIGN (Modelo Esquemático)

Uma evolução do LOD 100. Os elementos possuem geometrias com dimensões e formas mais definidas, quantidade e localização próximas as reais, onde se é possível identificar o objeto. Outras propriedades de informações não geométricas podem estar vinculadas ao modelo como descrição e a forma que o objeto modelado terá.

LOD 300 – DETAILED DESIGN (Modelo Detalhado)

Com a criação de um modelo mais detalhado que o LOD 200, os elementos modelados possuem geometrias com dimensões, formas, quantidade e localização que refletem as condições reais do empreendimento. Parâmetros como materiais estão atribuídos ao modelo nesse nível de detalhamento. Ou seja, os elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico, objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades e orientações também específicos.

LOD 400 – FABRICATION & ASSEMBLY (Fabricação e Montagem)

Idem ao LOD 300, porém os elementos do modelo permitem ser utilizados para gerar documentos de fabricação e/ou montagem para a construção, assim como documentação do objeto modelado.

LOD 500 – AS-BUILT

Os elementos refletem o modelo conforme construído e montado pela equipe de construção, em termos de dimensões, forma, localização, quantidade, posição, dados técnicos e fabricante.

Outra definição que complementa a primeira:

LOD 100

Equivale a representação gráfica quase sem detalhes ou informações além da forma da construção, detalhes do terreno e outras informações preliminares.

•LOD 200

Equivale à etapa de anteprojeto, quando ainda se está planejando em termos mais gerais o tamanho, forma, volume e preço, ainda requer aprovação para ser executado.

•LOD 300

Na etapa do LOD 300, já temos o anteprojeto aprovado, então começa-se a fazer o detalhamento dos projetos executivos, estruturais, arquitetônicos, memórias de cálculo, maquetes e do orçamento, ao fim faz-se a compatibilização de todas essas etapas para garantir que não há erros. Os elementos são modelados de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo.

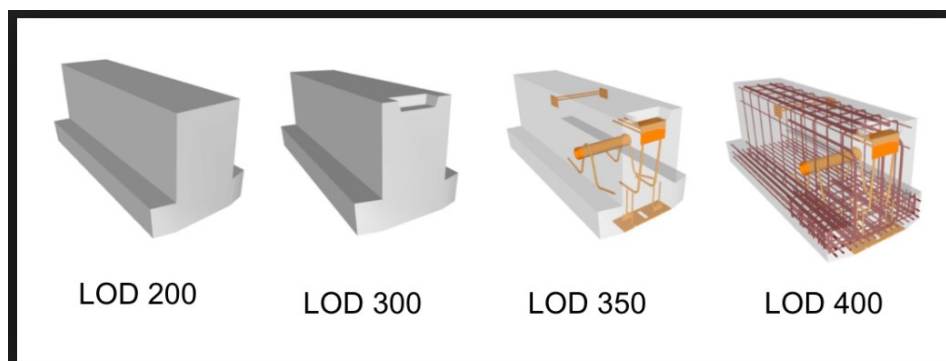
•LOD 400

Num LOD 400 já estamos trabalhando com planejamento, cronograma físico-financeiro, documentação legal, tudo necessário para a execução.

•LOD 500

O LOD 500 corresponde à etapa do modelo como será construído, quando todos os custos, fornecedores e especificações para cada material já devem estar inseridos no projeto.

Graficamente, o **LOD** vai aumentando conforme vamos acrescentando mais detalhes e avançando a cada etapa do projeto. Veja no exemplo abaixo como mudam as informações de acordo com a etapa em que se trabalha:



Fonte: [https:// log.areo.io/level-of-development/](https://log.areo.io/level-of-development/). Acesso em 15/10/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Estratégia BIM – BR

O Governo Federal lançou, no dia 16 de maio de 2018, estratégia para promover a inovação na indústria da construção. A Estratégia BIM BR (Brasil), instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País.



Fonte: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>

A estratégia estipulou três datas principais para os níveis gradativos de exigibilidade do BIM no âmbito do Governo Federal: 2021, 2024 e 2028.

A partir de janeiro de 2021: elaborar modelos de arquitetura e engenharia (estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica); detecção de interferências, extração de quantitativos e na geração de documentação 2D a partir dos modelos;

A partir de janeiro de 2024: planejamento da obra, orçamentação e (“as built”). Além das exigências da primeira fase.

A partir de janeiro de 2028: todo o ciclo de vida, atividades do pós-obra; manutenções e reformas.

Dentre os primeiros projetos pilotos identificados pela estratégia, foi definido o Programa PROARTE do DNIT.

O compromisso mínimo assumido pelo DNIT requer que o órgão realize todas as adequações e capacitações necessárias para viabilizar a contratação de projetos e especificações para o programa piloto (PROARTE), em BIM, até o início do ano de 2021. Além do DNIT, o Governo incluiu os seguintes projetos pilotos: BIM no Ministério da Saúde; BIM no Exército; e BIM na SAC.

Para ver o decreto na íntegra, acesse: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm

Embora não sejam pilotos do Governo é importante destacar as iniciativas públicas de implantação BIM realizadas pelo Ministério Público do Distrito Federal e Territórios – MPDFT que virou referência de implantação BIM, conseguindo elaborar projeto executivo de todas as disciplinas compatibilizadas (arquitetura, estrutura e instalações) totalmente dentro da metodologia BIM e também da Fiocruz que fez a contratação do projeto de sua mais nova sede também em BIM.

Capítulo 2 – Interoperabilidade e características nos procesos BIM

O que é interoperabilidade? Definição.

Vamos aprender o conceito de uma maneira didática, utilizando uma analogia.

Imagine um chinês e uma francesa tentando se comunicar, poderia haver dificuldade de comunicação entre ambas.



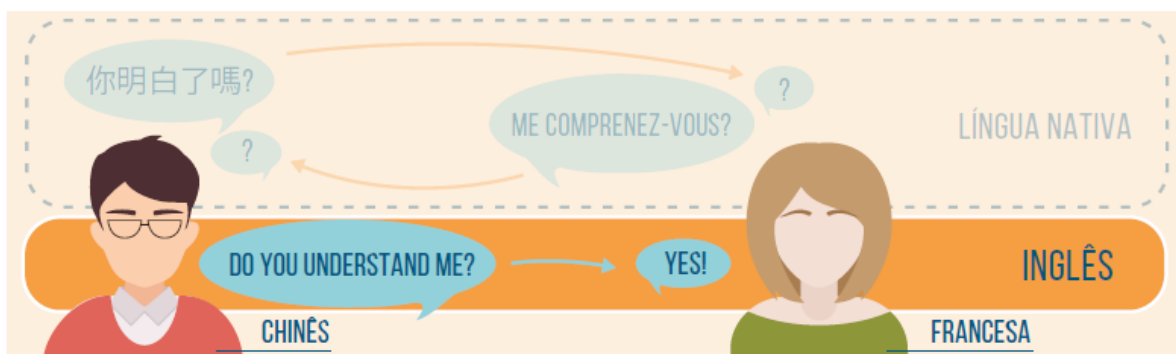
Fonte: Coletânea CBIC Volume 3 – Colaboração e Integração BIM

Existe a possibilidade de um dos dois aprender o idioma do outro e dessa forma conseguirem conversar. Se o rapaz chinês dominasse a linguagem francesa, a dificuldade desapareceria. A qualidade da comunicação dependeria, obviamente, do nível de proficiência do rapaz no domínio da língua estrangeira.



Fonte: Coletânea CBIC Volume 3 – Colaboração e Integração BIM

Outra possibilidade de comunicação entre eles seria a utilização de um idioma em comum mais universal que ambos pudessem utilizar, embora não fosse nativa para nenhum dos dois, como o inglês, por exemplo.

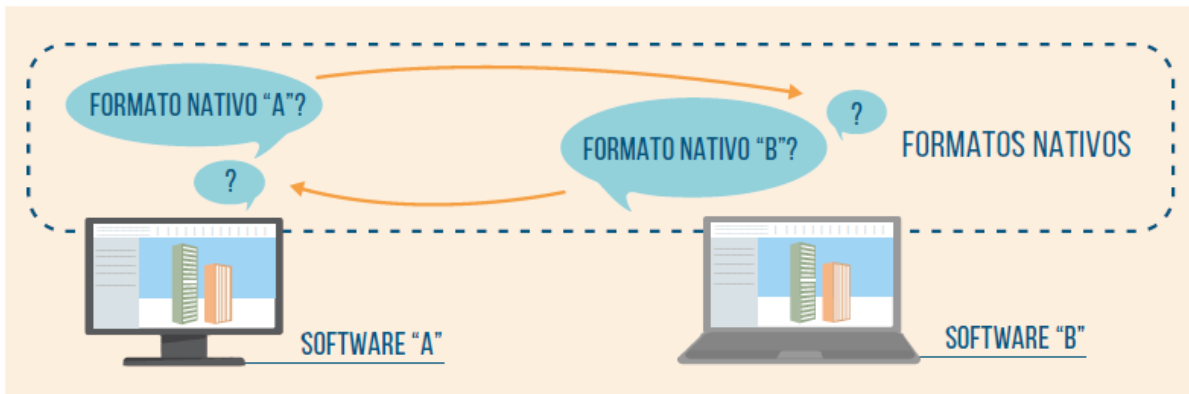


- Fonte: Coletânea CBIC Volume 3 – Colaboração e Integração BIM

Mais uma vez, nesse segundo caso, do uso de uma terceira língua não nativa para ambos, a qualidade da comunicação dependeria do nível de proficiência de ambos na língua.

Da mesma forma a interoperabilidade é o que permite que softwares de diferentes fabricantes possam “conversar” entre si usando uma linguagem comum e aberta, pois dois *softwares* diferentes podem não ser capazes de ‘entender’ seus diferentes formatos nativos de arquivos. Mantendo a analogia, é importante pensar que o nível da conversa entre os indivíduos fica nivelada pelo falante mais iniciante do idioma.

Interoperabilidade entre softwares AECO



- Fonte: Coletânea CBIC Volume 3 – Colaboração e Integração BIM

A interoperabilidade se refere à habilidade de dois sistemas ou *softwares* distintos se comunicarem e trocarem dados um com o outro.

Qual a linguagem universal comum mais utilizada atualmente no BIM?

O (IFC – *Industry Foundation Classes*). Esse formato de arquivo possibilita a interoperabilidade e o trabalho colaborativo na plataforma BIM.

A interoperabilidade dos softwares baseados na metodologia BIM permite que múltiplos especialistas (arquitetos, engenheiros, construtores, empreendedores, etc) contribuam para o desenvolvimento de um mesmo projeto ou empreendimento.

Definição de interoperabilidade de acordo com o *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

Interoperabilidade é a habilidade que dois ou mais sistemas ou componentes possuem de trocar informações e utilizar as informações que foram trocadas.

Definição do *American Institute of Steel Construction* – AISC

A interoperabilidade se refere à habilidade de dois sistemas ou *softwares* distintos se comunicarem e trocarem dados um com o outro. Formatos abertos como o IFC e o CIS/2 podem facilitar a interoperabilidade, mas trocas “proprietárias” também podem garantir a interoperabilidade entre dois programas específicos.

Formatos abertos como o IFC e o CIS/2 podem facilitar a interoperabilidade, mas trocas “proprietárias” também podem garantir a interoperabilidade entre dois programas específicos

Os métodos e protocolos de intercâmbio de informações entre *softwares* BIM podem ser divididos em três tipos ou grupos:

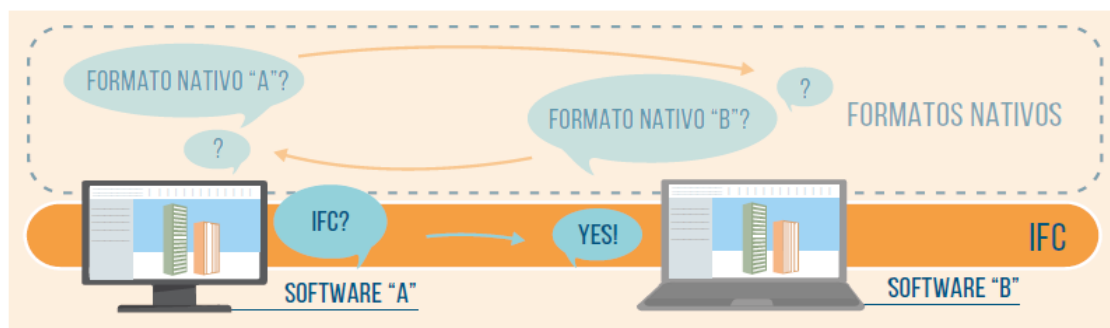
- Formatos proprietários
- Formatos abertos e públicos, como, no caso, o IFC
- Formatos públicos para segmentos específicos, como, por exemplo, o CIS/2

Formatos proprietários



Fonte: Adaptação Imagem Autodesk
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Formatos abertos e públicos, como no caso, o IFC



- Fonte: Coletânea CBIC Volume 3 – Colaboração e Integração BIM



Fonte: Adaptação Imagem Autodesk/Trimble
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Formatos públicos para segmentos específicos, como, por exemplo, o CIS/2:

O CIS/2 CIM (*Steel Integration Standard*) é um formato de arquivo criado especificamente para o intercâmbio de dados eletrônicos para informações de projetos estruturais metálicos.

Vantagens do uso da Interoperabilidade

Principais vantagens

- Integração de equipes
- Noção completa do projeto antes da execução
- Maior precisão (não copiar dados)
- Redução de custos
- Redução de tempo nas tomadas de decisão

Segundo Chuck Eastman no seu conhecido Manual do BIM (do inglês BIM Handbook), a necessidade de realizar cópias manuais toda vez que um modelo BIM mudasse de plataforma, desencorajaria interações durante a fase de projeto. E isso, conseqüentemente, prejudicaria a qualidade das soluções de projeto encontradas, levando a erros e gerando grande retrabalho.

Imaginemos um especialista em eficiência energética que necessita realizar simulações do projeto de um prédio de escritórios. Sem a interoperabilidade, seria necessário o especialista remodelar o projeto inteiro do arquiteto para dentro da sua ferramenta de simulação, ampliando enormemente o tempo do processo e a propensão a erros de interpretação e eventuais descuidos.

Outro exemplo é a compatibilização entre estrutura e arquitetura. Sem a interoperabilidade teríamos que remodelar o projeto estrutural manualmente dentro do modelo de arquitetura, tendo chance de errar diversos parâmetros ou interpretar incorretamente o projeto, além do tempo perdido.

Segundo Jernigan (2008), quando o BIM é utilizado corretamente, de forma integrada, os projetos podem trazer uma economia de 5% a 12%.

INTEROPERABILIDADE E A INTEGRAÇÃO DE PROJETO

Jernigan (2008) descreve algumas ações que levam ao sucesso na prática de processo de projeto integrado através da interoperabilidade. Vejamos algumas

- Aumentar o número de alianças com equipes focadas em objetivos similares.
- Explorar novas tecnologias, que estão em constante evolução.
- Projetar, testar e aplicar ferramentas para gerenciar informações.
- Construir um ambiente de trabalho propício a mudanças positivas.
- Educar todos os participantes para aumentar a compreensão de projetos integrados.
- Aplicar as competências adequadas no momento certo e nos elementos certos.
- Registrar informações para confirmar as decisões tomadas ao longo do processo ou para agregar valor no futuro e não para encontrar culpados.

O autor também destaca quais são as crenças e valores que orientam a prática de processo integrado:

- Design (concepção do projeto) e implementação do projeto podem trabalhar em paralelo.
- Tomar decisões no início do processo afetam a qualidade dos resultados de todo o processo. Resolver problemas o mais cedo possível, pois as primeiras decisões têm um impacto muito grande no resultado do produto final.
- Trabalhar em conjunto permite a definição de objetivos benéficos em parceria, agregando muito mais valor ao projeto.
- Boa comunicação e compartilhamento de conhecimentos constroem equipes de projetos mais fortes.
- É importante ser flexível e adaptável à mudança. Planejar e projetar para o ciclo de vida completo do empreendimento, tendo visão a longo prazo.
- Definir o sucesso no início do projeto e definir expectativas apropriadas.
- Manter o proprietário envolvido durante todo o processo.
- Manter a comunicação aberta para compreender os objetivos e expectativas.

- Formar parcerias com pessoas que você confia. Evitar a concorrência – trabalhar juntos.
- Todas essas práticas e valores são fundamentais para que se tenha sucesso na interoperabilidade no processo de projeto.

Interoperabilidade ineficiente - causas

Principais causas

Segundo Eastman *et al.* (2018), dentre as principais causas que geram problemas na interoperabilidade, especialmente quando diversas pessoas colaboram em um projeto utilizando múltiplos modelos BIM durante as diferentes fases do projeto, são:

- Controle de versão e problemas de engenharia simultâneos: se um arquiteto atualiza um projeto enquanto um engenheiro estrutural analisa a estabilidade da estrutura de um edifício com base na versão anterior da arquitetura, os resultados da análise estrutural serão redundantes quando o novo design for criado.
- Questões de nível de desenvolvimento (LOD – *Level of Development*): seria ideal desenvolver um único modelo BIM que suporte todos os tipos diferentes de disciplinas utilizadas durante todo o ciclo de vida do empreendimento. Porém, é praticamente impossível incluir todos os detalhes exigidos pelos diferentes usos dos modelos BIM ao longo das diferentes fases de um projeto em um único modelo. O que deve ser feito é fornecer uma diretriz para os níveis de detalhes e de desenvolvimento de modelos para os diferentes usos do BIM.

Além disso, existem também os fatores humanos que prejudicam a boa interoperabilidade entre os projetos, sendo esses os mais difíceis de serem resolvidos (EASTMAN *et al.*, 2018):

- Falta de vontade de compartilhar informações: alguns membros da equipe não estão dispostos a compartilhar informações com os outros participantes do processo de projeto devido à propriedade intelectual, segurança, questões contratuais ou, às vezes sem nenhuma razão específica.

Interoperabilidade ineficiente – consequências

Principais consequências

- Integração ineficiente de equipes
- Menor precisão (copiar dados – facilita erros)
- Aumento de custos
- Menor troca de informações entre os colaboradores do projeto.

Para se ter uma noção da importância desse pilar, a interoperabilidade é considerada uma das principais características e vantagens do BIM, além da troca de informações.

Em 2004, o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST) publicou um estudo chamado “Análise de Custo de Interoperabilidade inadequada no Capital das Indústrias de Instalações dos Estados Unidos”. O estudo mostrou que a falta de interoperabilidade em projetos de obras chegou a causar às empresas US\$ 15,8 bilhões por ano de custo extra.

Interoperabilidade – considerações finais

Com a interoperabilidade é possível imaginar um momento em que softwares poderão trocar informações sem perdas significativas de informação. Permitindo assim, a manutenção de um modelo preciso e sempre atualizado da edificação por longos períodos de tempo, evitando reentradas de dados todas as vezes que o modelo muda de mãos.

Ainda vivemos em um tempo, entretanto, que os formatos ainda não se encontram perfeitos para todas as situações, mas já nos servem para diversos usos se bem executados. Como por exemplo: realização de interferências geométricas, análises de normas com uso de parâmetros, simulações mais simples, etc.

Capítulo 3 - Colaboração e processo colaborativo BIM

Colaboração e processo colaborativo BIM

A colaboração entre setores é fundamental para a realização de grandes projetos e iniciativas. Porém, misturar as habilidades e recursos de diferentes departamentos, cada um com sua função específica, para alcançar uma meta organizacional desafiadora é muito mais fácil na teoria do que na prática.

Vejamos a seguinte situação:

Suponha que João e José possuam, cada um, um escritório, onde desenvolvem serviços em especialidades diferentes. Eventualmente, juntam suas produções para oferecer um mix de serviços mais completo ao mercado. Embora troquem algumas informações, eles continuam cada um no seu escritório desenvolvendo o seu serviço cujos resultados são reunidos no momento da entrega final. João e José, neste caso, cooperam entre si. Este é o modelo vigente no mercado atualmente com pouquíssimas exceções.

Agora vamos analisar outra situação:

Suponha, agora, que José e João atuem simultaneamente no desenvolvimento de ambos os serviços. O resultado, agora produzido por ambos, é oferecido ao mercado com características de um novo serviço. Nesta situação João e José colaboram entre si. Este modelo de produção conjunta ainda é raro no mercado.



Fonte: <https://blog.totalcad.com.br/como-conquistar-o-cliente-apresentacao-projetos-arquitetura/>. Acesso em: 11/11/2018 (Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Colaboração e Cooperação

Vemos agora a equipe trabalhando de forma coletiva, sendo que o sucesso de um depende de todos os demais. Se um parar de fazer o seu trabalho, ninguém chega ao destino. O esforço de cada integrante é essencial durante todo o processo, do início até o fim, ao atingir o objetivo em comum. Essa é a forma de trabalho **colaborativa**.

Percebe-se que há uma diferença entre cooperação e colaboração.

A palavra cooperação vem do latim *cooperare*, que significa trabalhar com os outros. Já a palavra colaboração, do latim *colaborare*, significa trabalhar em comum acordo. (MANZIONE, 2013.)

Colaboração	Cooperação
Negociação cuidadosa	Relações de poder
Base de igualdade	Diferentes papéis
Tomada conjunta de decisões	Possivelmente hierárquica
Comunicação efetiva	
Aprendizagem mútua	
Promoção do diálogo	

Fonte: <https://gcoa-online.blogs.ua.sapo.pt/18599.html> . Acesso em 11/11/2018

Boavida e Pontes (2002) reforçam que, em suas perspectivas, a utilização do termo colaboração é adequada nos casos em que os diversos intervenientes trabalham conjuntamente, não numa relação hierárquica, mas numa base de igualdade de modo a haver ajuda mútua e a atingirem objetivos que a todos beneficiem.

O resultado da cooperação é a soma dos resultados de cada parte. Já na colaboração, a soma ocorre nos esforços ao longo do processo.

A princípio, a cooperação mantém o isolamento, enquanto a colaboração condiciona ao trabalho conjunto e coordenado. Por mais que cada parte assuma um papel diferente no esforço de colaboração, é exatamente a união dos esforços que gera o resultado.

A colaboração carrega em sua essência o fundamento da coletividade. A coletividade, embora composta por um grupo de indivíduos, constitui, em si, uma unidade. Trata-se de um todo que só é possível se constituído por partes essencialmente interligadas. A retirada de uma das partes, a rigor, inviabiliza a existência do processo colaborativo.

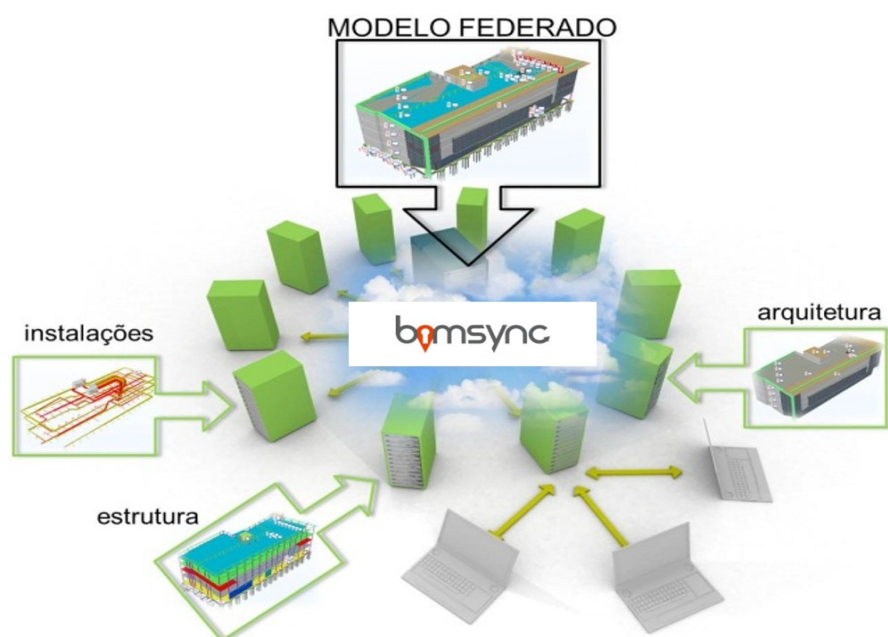
Processo colaborativo BIM - Projeto na indústria AECO – Troca de dados

Observa-se na área de construção civil uma necessidade de se aperfeiçoar o processo de elaboração dos projetos de edificações visando a uma interação maior com a execução no sentido de reduzir custos e de agregar valor ao produto final – a edificação. Em vista disso, o projeto deve ser tratado como o elemento mais importante do processo na concepção de uma edificação (SOUZA, 1998).

A elaboração de um projeto e construção de uma edificação é uma atividade complexa que envolve vários colaboradores (investidores, projetistas, construtora, fornecedores e gestores da edificação, dentre outros).

Entretanto, para que haja uma boa interação entre o projetado e o executado é necessário que haja um compartilhamento de informações entre os membros da equipe de projetos.

Jemigan (2008), afirma que o número e complexidade dos sistemas construtivos atingiu um nível que requer vários especialistas para selecionar soluções viáveis. Ninguém pode aprender tudo. O mundo é muito grande e muito complicado. Necessariamente, você só pode se tornar especialista em uma gama limitada de questões. Isso faz com que a colaboração com muitas outras pessoas seja uma necessidade, não um luxo.



Fonte: <https://www.makebim.com/2017/05/17/colaboracao-e-troca-de-modelos-bim/> . Acesso em: 13/11/2018

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

O Processo de Desenvolvimento do Projeto (PDP) é hoje entendido como interações temporárias de indivíduos e grupos numa troca intensa de informações que produz soluções que atendem satisfatoriamente a cada parte interessada no empreendimento. Essas soluções são, então, resultados coletivos.

Baldwin, Austin e Hassan (1999, *apud* FABRÍCIO, 2002) apontam para o fato de que a insuficiência e/ou a falta de gerenciamento de informações durante o processo de projeto pode levar à tomada de decisões com base em suposições, seja por falta de dados consistentes ou por falta de comunicação entre os participantes do projeto.

Sistemas e formatos de troca de informações em BIM

A colaboração na Construção Civil compreende complexos fluxos de trabalho em que diferentes agentes precisam ser incorporados em um conjunto comum de informações por um longo período de tempo. Durante o processo de projeto, quando a tecnologia BIM é utilizada, a colaboração acontece através da troca ou do compartilhamento dos modelos BIM ou de seus subconjuntos.

Os métodos de troca podem ser classificados em duas categorias: baseada no formato do arquivo e outra na plataforma na qual a troca é feita, sendo possível também diversas combinações entre ambas.

Exemplos

Troca de dados através de interfaces entre programas (API)

Eastman et al. (2008) definem esse método como uma ligação direta entre ferramentas específicas em BIM através de protocolos de comunicação proprietários conhecidos como API (Application Programming Interface) . Segundo Isikdag e Underwood (2010), esse método é mais apropriado para compartilhar dados, em vez de trocá-los, na qual um aplicativo que requisita a informação é o “aplicativo cliente” e o aplicativo que fornece a informação é o “aplicativo servidor”;

Muito utilizado para elaborar plugins: API BIMOBJECT.



Fonte: Adaptação Imagem Autodesk

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

O API BIMOBJECT permite que os fabricantes criem qualquer tipo de catálogo baseado na web, que será totalmente sincronizado com o banco de dados BIMobject e, portanto, sempre preciso e atualizado

Existem plugins para instalar catálogos direto nos softwares e podemos destacar o de fabricante de elevadores e conexões hidráulicas: para REVIT.

Troca de dados através de formatos de exportação proprietários

Essa modalidade, de acordo com Eastman, é primariamente utilizada para as trocas, envolvendo o aspecto geométrico dos modelos. A troca com um formato de exportação é implementada através de um arquivo. Exemplos, o formato DXF (Data eXchange Format), definido pela Autodesk; o formato SAT, definido pela Spatial Technology; e o formato 3DS, para o aplicativo 3DStudio.

Troca de dados através de formatos de exportação públicos

As empresas de software normalmente irão preferir fazer as trocas por meio de parcerias com outros fabricantes utilizando uma API, evitando que seus usuários venham a procurar soluções de empresas concorrentes.

Segundo Eastman (2008), existe um desejo natural dos usuários em ir além dos limites de interoperabilidade fornecidos por uma única empresa.

Berlo (2012) opina também que a escolha do software de trabalho deva ser de responsabilidade do profissional nele envolvido.

O setor governamental, por ser público, deve evitar soluções proprietárias que acabem criando monopólios para empresas individuais.

De acordo com Eastman (2008), somente o IFC e o CIM Steel Integration Standards (CIS/2) para estruturas metálicas, conforme NIST (2012), são formatos públicos e normatizados. Assim, a tendência, segundo o autor, é que o formato IFC se torne cada vez mais o padrão internacional para a interoperabilidade em BIM.

Troca de dados através de esquemas baseados em XML

XML significa eXtensible Markup Language, uma extensão do HTML, que é a linguagem básica da web. Os diferentes esquemas XML dão suporte a diferentes tipos de dados entre aplicações e são indicados por Eastman et al. (2008) para a troca de pequenos volumes de dados.

Exemplo: aecXML administrado pela Fiatch (2012); gbXML (Green Building XML), um esquema para transferir informações para análises energéticas

preliminares; e IFCXML, um mapeamento parcial do esquema IFC para XML que atualmente dá suporte a usos para catálogos de materiais e listas de quantidades

Troca de dados através de arquivos físicos com modelos separados

Nessa modalidade, a troca ocorre através da simples transferência do arquivo físico gerado pelo software de modelagem por meio de mídias físicas como DVD ou de intranets ou extranets, ou repositórios, como Dropbox®, via web.

Troca de dados através de modelo federado

Lowe e Muncey (2009) definem um modelo federado como um modelo composto por modelos distintos das diversas disciplinas e ligados logicamente, em que suas fontes de dados não perdem a identidade ou integridade pelo fato de estarem ligadas; então, uma mudança feita em um dos modelos não cria mudanças nos demais.

Troca de dados através de servidores de modelos (formato proprietário x formato aberto)

Servidores de modelos BIM são definidos por Vishal, Ning e Xiangyu (2011) basicamente como um conjunto de bancos de dados relacionais e centrais que funcionam como repositórios de informações que permitem que outras aplicações possam atualizar seus modelos, importar informações de modelos de outras especialidades e gerar vistas de dados a partir de combinações de modelos.

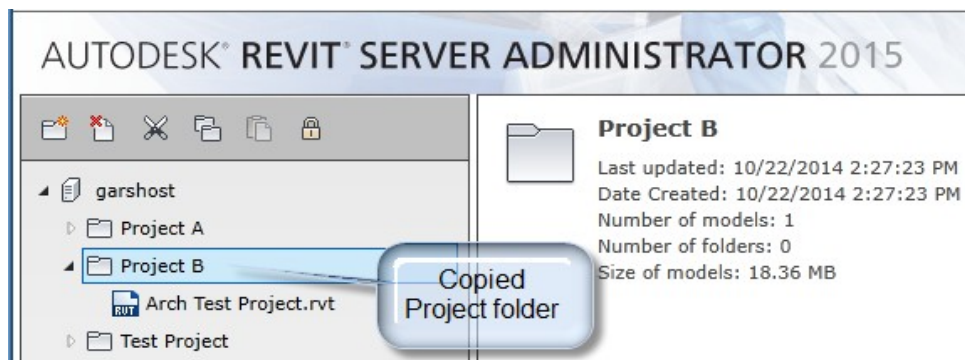
Esses servidores têm por objetivo possibilitar a comunicação e a colaboração entre várias aplicações envolvidas no ciclo de vida de um edifício, incluindo ferramentas de projeto, análise, gestão de facilities, etc. e podem ser integrados com sistemas de gerenciamento de documentos e outras aplicações web, como bibliotecas de produtos.

Jørgensen et al. (2008) relacionam alguns requisitos-chave para os servidores de modelo: compartilhamento de dados através de rede de dados, segurança, direitos de acesso aos usuários, utilização simultânea de vários usuários, vistas específicas de disciplinas, buscas ad hoc, mistura dos modelos (merge), velocidade, desempenho, integridade, consistência, backup dos dados, histórico de atualizações do modelo e capacidade de armazenamento.

De acordo com Beetz et al. (2011), os servidores de modelo podem ser classificados em duas categorias:

1-Servidores exclusivos para ferramentas de formatos proprietários

Exemplos :Os sistemas da Autodesk (Revit Server), mais informações em Autodesk , e da Graphisoft (Team work), mais informações em Graphisoft.



Fonte:<https://blogs.rand.com/support/2014/11/revit-server-alternate-project-upgrade-process.html>.

Acesso em: 15/11/2018

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

2-Servidores para formatos abertos e não proprietários originados de aplicações de diferentes fabricantes.

Exemplos: Open Source BimServer, desenvolvido por BimServer (2012), e EDM Server, desenvolvido por Jotne (2012).



Fonte:<http://bimserver.org/>. Acesso em: 15/11/2018

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida)

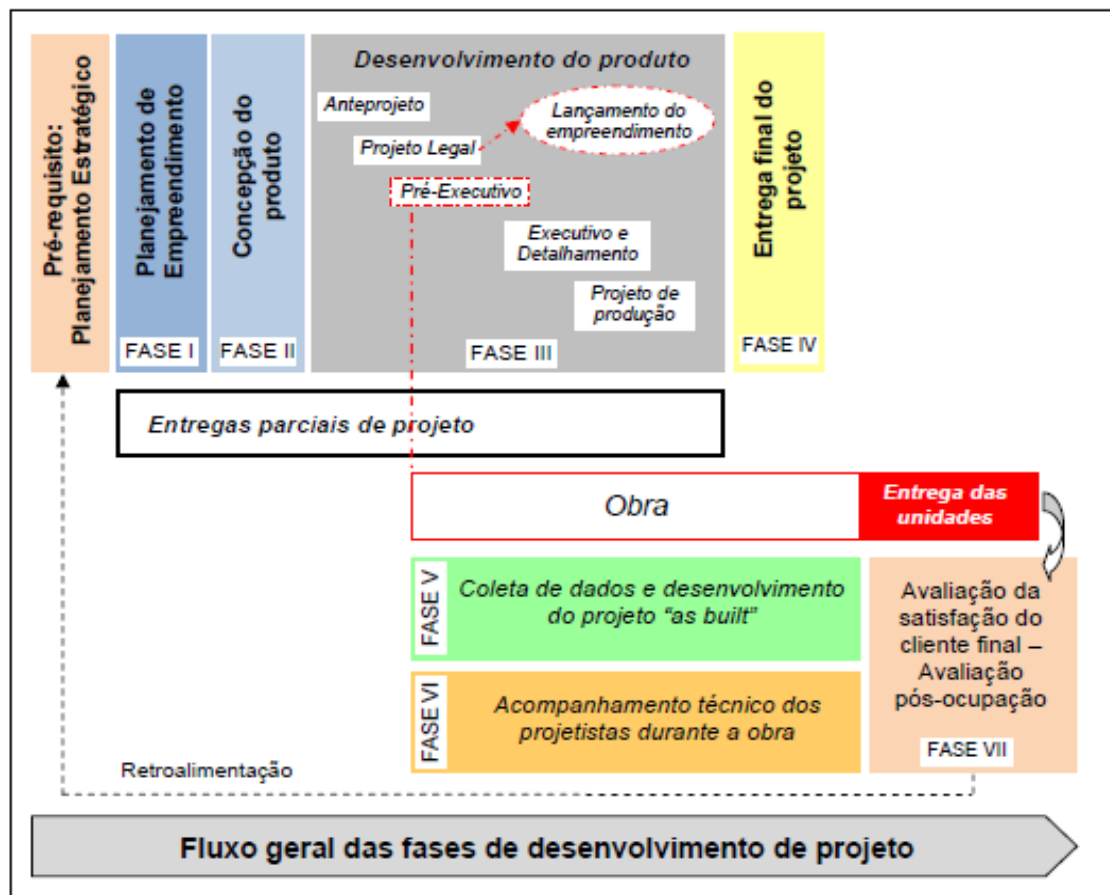
Processo tradicional de projeto x processo multidisciplinar

Processo de projeto tradicional

Durante o desenvolvimento de uma nova edificação são realizadas diversas formulações, vários projetos e planejamentos, com a participação de agentes distintos, sendo possível identificar uma série de interfaces entre essas etapas e os agentes. Com a atuação desses vários agentes no processo de projeto surge a necessidade de organizar o fluxo de informação e uma gestão competente das interfaces de projeto (OLIVEIRA, M., 1999).

No processo tradicional, sequencial, essas interfaces predominam de maneira unidirecional, ou seja, após a formulação ou concepção de um aspecto do projeto da edificação, as informações geradas e transmitidas servem como ponto de partida para a (s) etapa (s) subsequente (s) (FABRÍCIO; MELHADO, 2003).

As entregas são feitas de forma cronológica e com entrega de fases sequenciais de cada disciplina (estudo preliminar, anteprojeto, projeto executivo etc.), com pouca comunicação e colaboração entre os envolvidos.



Fonte: [https://cte.ngi.org.br/1999apudSANTANA, 2009, p. 88](https://cte.ngi.org.br/1999apudSANTANA,2009,p.88)), com adaptações (Monografia: CAMPOS, Sérgio Emídio de Azevêdo. Gestão do processo de projetos de edificações em instituição federal de ensino superior: estudo de caso no CEPLAN/UnB.

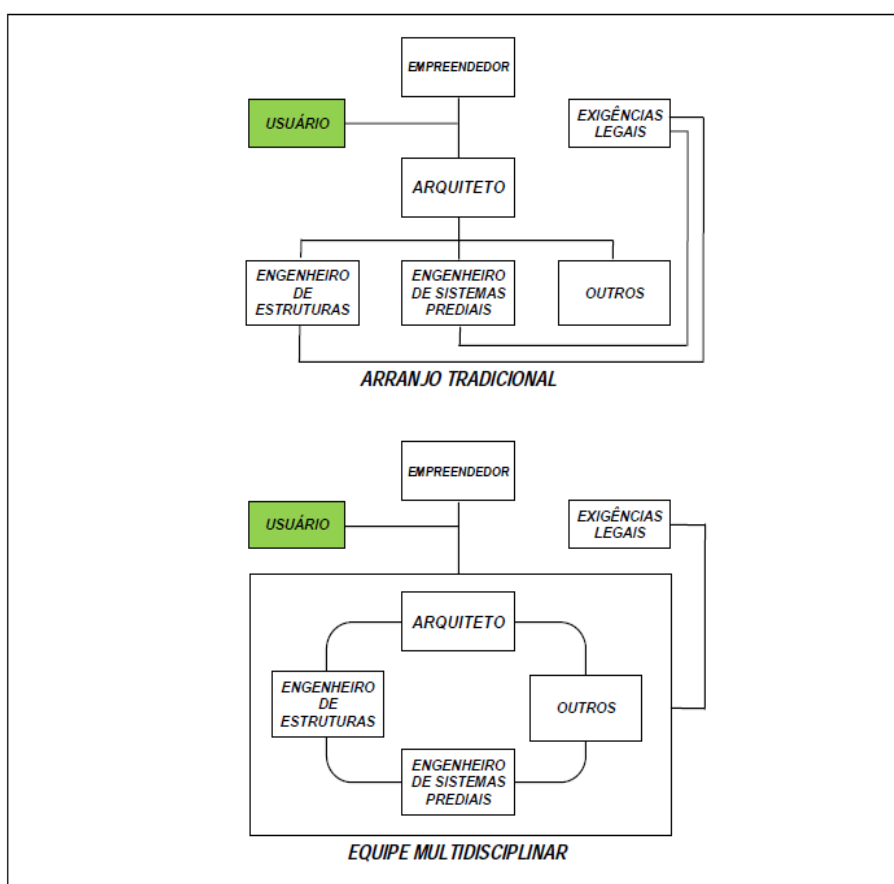
Processo de projeto multidisciplinar (engenharia simultânea)

A prática tem demonstrado que se forem envidados esforços no sentido de desenvolver os projetos de forma integrada ou simultânea, os esforços para a compatibilização dos projetos serão minimizados ou quase anulados.

Ao contrário do fluxo do processo de projeto tradicionalmente utilizado em alguns escritórios de projeto, a Engenharia Simultânea, ou Projeto Simultâneo, busca integrar todos os envolvidos no processo para garantir uma melhor qualidade no produto em um empreendimento imobiliário (FABRÍCIO; MELHADO, 2002).

A colaboração é um dos pilares que sustentam as modernas técnicas de desenvolvimento de projetos na construção civil, sobretudo com a inserção do BIM – Building Information Modeling – nos processos de trabalho. Ela se estende por todo o ciclo de vida de um empreendimento e demanda ajustes até na forma de gerenciar equipes e suas relações.

Segundo Gaspar (2018), o BIM atua como um suporte colaborativo e tecnológico, como objetivo de reduzir retrabalho, custos, melhorar a colaboração entre projeto e produção e assim gerar melhores resultados para a empresa e seus parceiros.

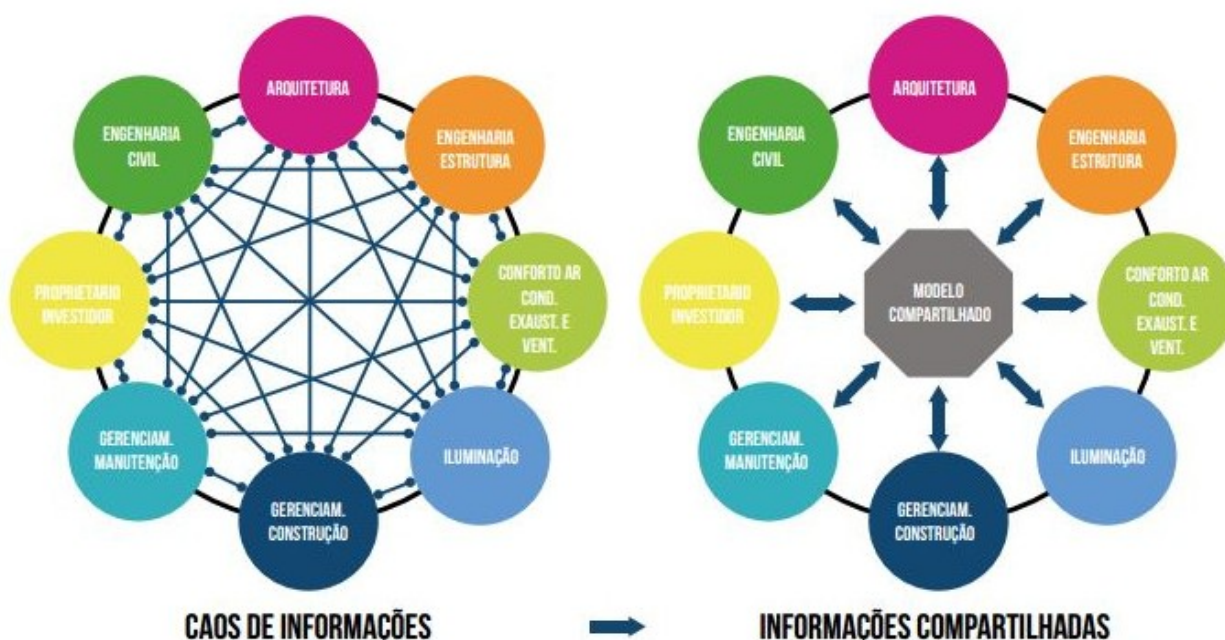


Fonte: Melhado *et al.* (2005, p. 30), com adaptações
(Monografia: CAMPOS, Sérgio Emídio de Azevêdo. Gestão do processo de projetos de edificações em instituição federal de ensino superior: estudo de caso no CEPLAN/UnB.

O atual desafio do BIM é levar a mudança cultural necessária a todas as partes do processo. Manzione (2013), a partir de colocações de Sacks (2012), reforça que “BIM é um exercício social e não necessariamente um exercício técnico; e, como exercício social, seu foco principal é a colaboração e a cooperação entre as pessoas”. (MANZIONE, 2013).

Comparação de troca de dados e informações – processo tradicional x multidisciplinar (Colaboração ativa BIM - modelo federado)

A imagem da esquerda (caos de informações) demonstra o processo tradicional de troca de informações entre várias disciplinas, comumente realizada em processos 2D (CAD) e com pouca colaboração (sequencial).



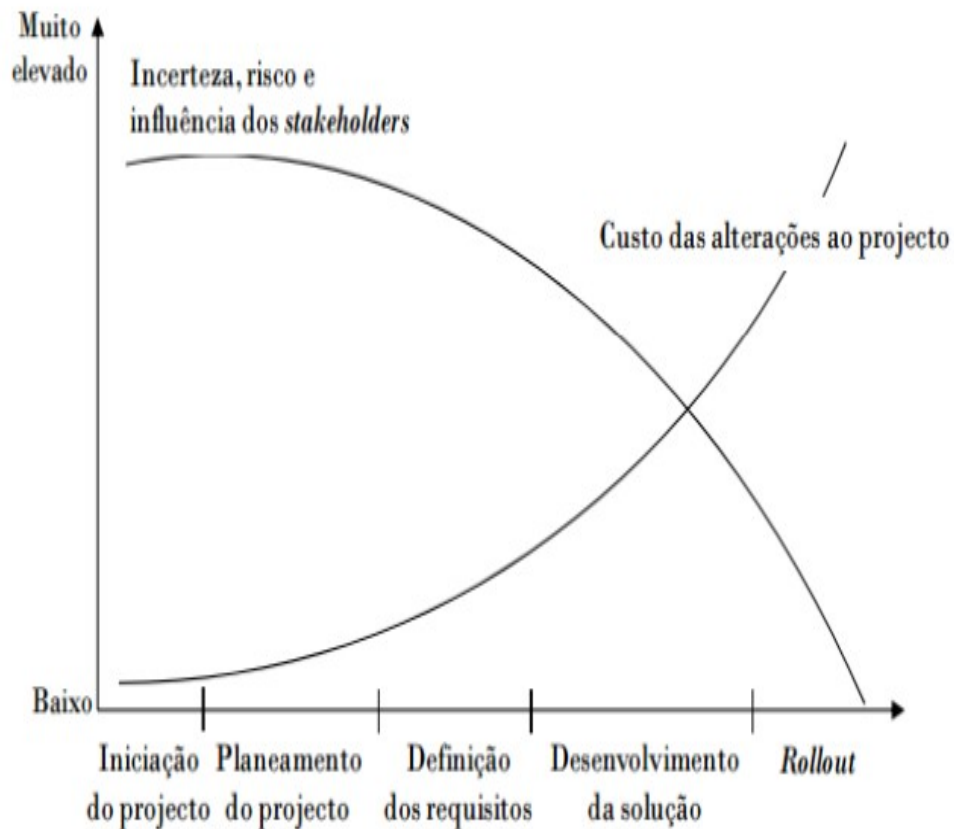
Fonte: <https://www.bimrevit.com/2017/07/modelos-bim.html>. Acesso em: 17/11/2018
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

A da direita (informações compartilhadas) demonstra o estabelecimento de um modelo federado compartilhado (BIM), utilizado para troca de informações entre as diferentes disciplinas (colaboração ativa)

O trabalho colaborativo deve ser descrito em um BEP - BIM Execution Plan ou Mandate BIM. Documento básico que define as estratégias e os processos do BIM para a conclusão bem sucedida do projeto.

Influência dos Stakeholders e custos das alterações do projeto

O processo de projeto sequencial e não colaborativo resulta em incompatibilidades frequentes, detectadas somente no final dos trabalhos, quando as dificuldades e custos de modificações são maiores.



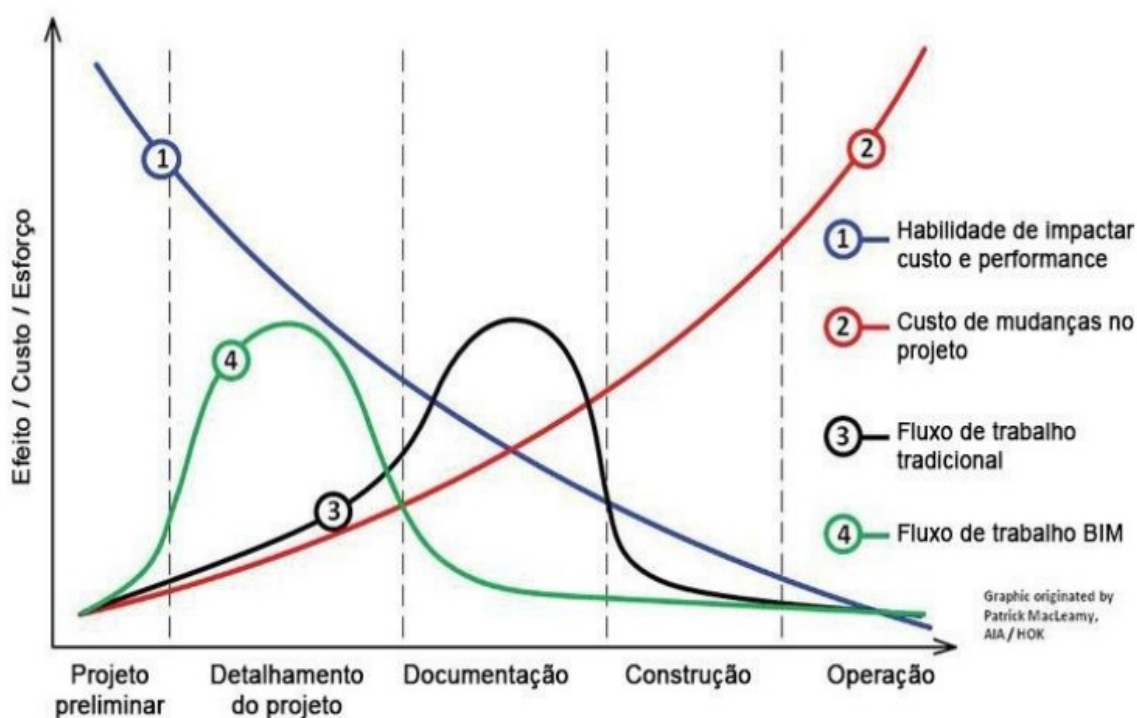
Fonte: Miguel, 2010.

(Monografia: ALMEIDA, Ramon Cirilio de Godoy. Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos As BUILT de sistemas prediais hidrossanitários)

Comparação entre o Tempo-Esforço do processo tradicional de produção de projeto e do processo BIM (multidisciplinar)

Curt (2004) apresenta um gráfico conhecido como “Curva de MacLeamy” utilizado na construção civil, no qual é possível avaliar o processo tradicional de elaboração de projeto em face da habilidade de alterações e dos custos de alterações das diversas etapas do projeto.

No processo BIM, é possível perceber um adiantamento das decisões, ocasionando menores custos nas alterações e maior habilidade de controlar o custo e o escopo do projeto.



Fonte: Adaptado de CURT 2004.

(Monografia: ALMEIDA, Ramon Cirilio de Godoy. Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos As BUILT de sistemas prediais hidrossanitários).

A colaboração é um dos pilares que sustentam as modernas técnicas de desenvolvimento de projetos na construção civil, sobretudo com a inserção do BIM – Building Information Modeling – nos processos de trabalho. Ela se estende por todo o ciclo de vida de um empreendimento e demanda ajustes até na forma de gerenciar equipes e suas relações.

O BIM está diretamente relacionado à melhoria do processo de projeto, principalmente no requisito de colaboração, comunicação e compartilhamento de dados. Em suma, a ideia do BIM é construir um modelo do empreendimento sobre o qual pode-se desenvolver as análises necessárias para avaliá-lo e que sirva de base de informações para todo o ciclo de vida do empreendimento.

Colaboração – considerações finais

O espírito da coletividade, fundamental num trabalho colaborativo, pressupõe a diminuição da evidência das partes individualmente. Na realidade, as partes passam a ser tão mais importantes quanto maior sua capacidade de colaborar. Ou seja, o valor individual de uma parte passa a ser medido pela contribuição que ela faz no processo, e não no resultado. A parte que pouco colabora no esforço pouco agrega valor ao processo ou ao próprio resultado.

Colaboração e interoperabilidade são conceitos relacionados. A colaboração nos diversos softwares BIM é facilitada e otimizada pelos métodos tecnológicos de interoperabilidade entre os diversos softwares e sistemas.

De qualquer forma, não podemos esquecer que o processo colaborativo deve ocorrer diariamente em todos os processos de projeto, inclusive em reuniões de controle e discussão de projeto. Na realidade em todo ciclo de vida do projeto.

Material de apoio - Leitura complementar - Módulo 1

Embora a Apostila seja suficiente para o entendimento e conclusão da disciplina, sugiro a leitura do material complementar listado abaixo para aprofundar os conhecimentos sobre os temas estudados.

Alguns estão disponíveis para downloads no ambiente virtual de estudo e os demais podem ser acessados pelos links listados.

- Módulo 1 - BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia – AltoQi
Segue o link: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>
- Módulo 1 - Col CBIC - Volume 3 - Colaboracao e Integracao BIM
- Módulo 1 - BIMForum LOD 2018
- Módulo 1 - Decreto Estratégia BIM-BR - 9377
- Módulo 1- Livroto_Estratgia_BIM_BR-6
- TCC – COMARELLA, Cristhian; FERREIRA, Vinícius; e SILVA, Rafael. Níveis de Desenvolvimento BIM de Guias Nacionais e Internacionais - Estudo de caso. Universidade Positivo – Curitiba – PR.
Segue o link:
http://www.bim.pr.gov.br/arquivos/File/Artigos/NIVEIS_DE_DESENVOLVIMENTO_BIM_DE_GUIAS_NACIONAIS_E_INTERNACIONAIS_ESTUDO_DE_CASO.pdf

Módulo 2 – Troca de dados e comunicação (Open BIM)

Capítulo 1 – Interoperabilidade (troca de dados) – Formato IFC

Histórico do formato de arquivo aberto

BuildingSMART e Open BIM

BuildingSMART é o órgão mundial da indústria que impulsiona a transformação digital da indústria de ativos incorporados. Está empenhada em proporcionar melhorias através da criação e adoção de padrões e soluções abertos e internacionais para infraestruturas e edifícios (indústria AECO). A **buildingSMART** é uma organização **sem fins** lucrativos **aberta, neutra** e internacional que visa melhorar a troca de informações entre aplicativos de software usados na indústria da construção.

Segundo Eastman (2018), os membros se reúnem duas vezes por ano para desenvolver ou atualizar os padrões internacionais e compartilhar e documentar as melhores práticas do BIM.



Fonte: <https://technical.buildingsmart.org/>. Acesso em: 05/04/2018
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Histórico

BuildingSMART é a antiga Aliança Internacional para Interoperabilidade (IAI). O IAI começou em 1994 como um consórcio setorial de 12 empresas dos EUA convidadas pela Autodesk para assessorar no desenvolvimento de um conjunto de classes C ++ para suportar o desenvolvimento de aplicativos integrados.

Esta Aliança da Indústria para a Interoperabilidade abriu a associação a todas as partes interessadas em setembro de 1995 e em 1997 foi renomeada como Aliança Internacional para Interoperabilidade, pois os usuários da Autodesk insistiam que as IFCs não eram proprietárias e recomendavam o desenvolvimento da norma IFC. Foi reconstituído como uma organização sem fins lucrativos liderada pela indústria, promovendo a Industry Foundation Class (IFC) como um modelo de produto neutro que apoia o ciclo de vida da construção.

Em 2005, em parte porque seus membros sentiram que o nome da IAI era muito longo e complexo para as pessoas entenderem, ele foi renomeado como buildingSMART. , que pesquisa e mantém padrões de trabalho BIM, denominado OpenBIM, um conceito aberto visando à interoperabilidade entre os softwares da indústria AECO.

OpenBIM

Segundo a BuildingSMART, o BIM Aberto oferece suporte a um fluxo de trabalho transparente e aberto, permitindo que os membros do projeto participem, independente das ferramentas de software que estejam usando.

O OpenBIM possibilita aos envolvidos no projeto trabalhar de forma **transparente**, aumentando a eficiência dos projetos e construções, comparando as opções e usando as metodologias que o BIM traz da maneira mais ampla possível.

O que é?



OPEN BIM é uma abordagem universal para o projeto colaborativo, obra, operação de edifícios baseada em padrões abertos.

OPEN BIM é uma iniciativa de vários fornecedores de software, líderes de mercado, utilizando o modelo de **dados aberto, IFC**, da buildingSMART.

Fonte: <https://www.coordenar.com.br/bim-conheca-os-204-sofware-ifc-compativeis-hoje-no-mundo/>. Acesso em: 05/04/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Importância do OpenBIM

O OpenBIM é muito importante para a interoperabilidade e comunicação em BIM.

O que a BuildingSMART diz sobre a importância da OpenBIM:

- Open BIM proporciona um fluxo de trabalho transparente e aberto, permitindo a participação dos membros do projeto independentemente das ferramentas de software que
- Open BIM cria uma linguagem comum para os processos amplamente utilizados, permitindo que as indústrias e os governos obtenham projetos comercialmente transparentes, com uma melhor avaliação comparativa entre os serviços e com uma qualidade dos dados assegurada.
- Open BIM fornece dados de projeto duradouros para o uso durante todo o ciclo de vida do projeto, evitando entradas múltiplas dos mesmos dados e os consequentes erros.
- Fornecedores de software de pequenas e grandes plataformas podem participar e competir com sistemas independentes, buscando a melhor solução conjunta possível para o cliente.
- Open BIM proporciona uma maior oferta on-line de produtos onde os usuários podem pesquisar por soluções mais corretas para suas necessidades e possuir um produto voltado diretamente para o BIM.

Certificação OpenBIM

A **Certificação Open BIM** é um sistema de certificação técnica desenvolvido pela BuildingSMART para ajudar os fornecedores de software AECO a melhorar, testar e certificar suas conexões de dados para trabalharem de forma integrada com outras soluções Open BIM.

O programa de certificação de software BuildingSMART distribui o espectro de participantes do setor e fornece aprovação aberta e neutra para aplicativos de software.

Os processos de certificação buildingSMART IFC fornecem aos desenvolvedores de software participantes uma metodologia de garantia de qualidade, uma série de ferramentas de teste, uma série de casos de teste para exportação e importação (em diferentes escalas e complexidade) e acesso a uma equipe de especialistas da IFC.

A certificacao é dada por formato ifc. Por exemplo: IFC2x3; IFC4

Para que o BIM funcione por todo o ciclo de vida do edifício o uso do IFC é importante. O IFC propicia uma boa interoperabilidade e sem ela dependeremos somente de um único fabricante de software.

Existem 204 softwares compatíveis com o IFC hoje no mundo, segundo a BuildingSMART

Na imagem , segue a lista de alguns dos 204 softwares no site da BuildingSMART.



About ▾ Standards ▾ Compliance ▾ User ▾

Solibri	Solibri Model Checker	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2010-04-28	2013-10-30
Tekla	Tekla Structures	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2010-03-15	2013-10-09
GRAPHISOFT	ArchiCAD	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2010-08-17	2013-09-20
NEMETSCHEK Scia	Scia Engineer	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2010-07-13	2013-09-17
RIB	RIB iTWO	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	2011-10-31	2013-09-07
Autodesk-R	Autodesk Revit MEP	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	2012-05-06	2013-07-11
Tekla	Tekla Structures	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	2010-03-15	2013-06-12
NEMETSCHEK Vectorworks, Inc.	Vectorworks	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	2010-04-28	2013-05-30
NEMETSCHEK Allplan GmbH	Allplan	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	2010-04-27	2013-04-16
GRAPHISOFT	ArchiCAD	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	2010-08-17	2013-04-16
Autodesk-R	Autodesk Revit Architecture	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	2010-04-30	2013-04-16
Autodesk-R	Autodesk Revit Structure	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	2012-05-09	2013-04-16
NEMETSCHEK Scia	Scia Engineer	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	2010-07-13	2013-04-16
GRAPHISOFT SE	ARCHICAD	IFC4	Architectural Reference Exchange	Import	In Progress	2018-06-21	
GRAPHISOFT SE	ARCHICAD	IFC4	Architectural Reference Exchange	Export	In Progress	2018-06-21	
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	Structural	Export	In	2017-08-	

Fonte: <https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/> . Acesso em: 08/05/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Alguns softwares BIM por especialidades de projeto:

	SOFTWARE	EMPRESA	WEBSITE
PROJETO ARQUITETÔNICO	Revit Architecture	Autodesk	http://www.autodesk.com.br
	ArchiCAD	Graphisoft	http://www.graphisoft.com/archicad
	VectorWorks	Nemetscheck	http://www.vectorworks.net/architect
	Bentley Architecture	Bentley	http://www.bentley.com
PROJETO ESTRUTURAL	EBERICK	AltoQi	http://www.altoqi.com.br/eberick
PROJETO DE INSTALAÇÕES	QiBuilder	AltoQi	http://www.altoqi.com.br/qibuilder
ANÁLISE E COMPATIBILIZAÇÃO	Naviswork	Autodesk	http://www.autodesk.com.br
	Synchro	Synchro	http://verano.com.br/produtos/synchro
	SOLIBRI	Nemetscheck	http://www.solibri.com.br
	Tekla BIMSight	Trimble	http://www.tekla.com.br/produtos/tekla-bimsight
COLABORAÇÃO BCF	BIMcollab	KUBUS	http://www.bimcollab.com

Fonte: AltoQi – software para engenharia -<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/o-que-e-bim-o-que-voce>. Acesso em: 08/05/2018.

-precisa-saber/ (Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Estrutura e características dos arquivos IFC

O IFC

O *Industry Foundation Classes* (IFC) é um formato neutro de arquivo de dados importante para descrever, trocar e compartilhar informações tipicamente utilizadas na indústria da construção civil e também no setor de gerenciamento de ativos (e de manutenção).

IFC é um formato de arquivo orientado a objetos 3D, aberto, público, neutro e padronizado, que possui uma aspiração bastante ampla e ambiciosa (embora ainda não a tenha alcançado) de cobrir cada aspecto do projeto, contratação, fabricação, construção, montagem, operação e manutenção.

O IFC está registrado pela ISO como ISO-PAS-16739.

O desenvolvimento de um modelo de dados de edifícios, como o IFC, é relativamente novo, de acordo com Khemlani (2004). A primeira aplicação concebida com esse conceito – pela companhia húngara Graphisoft – foi o ArchiCAD. A mais recente é o Revit, cuja companhia responsável pelo seu desenvolvimento, a Revit Technology Corporation, foi comprada pela Autodesk em 2002.

Todas essas aplicações possuem suas estruturas internas de dados no “formato proprietário”, isto é, elas não podem compartilhar suas informações entre si, a menos que exista um tradutor para isso.

A buildingSMART, criadora deste padrão de arquivos, define o IFC como um esquema de dados que torna possível conter dados e trocar informações entre diferentes aplicativos para BIM. O esquema IFC é extensível e compreende informações cobrindo as muitas disciplinas que contribuem para um edifício durante seu ciclo de vida: desde a concepção, o projeto, a construção até a reforma ou demolição.

O IFC é, portanto, oferecido livremente a todos os desenvolvedores de *softwares*, que têm realizado esforços para ajustar e adaptar suas soluções, tornando-os aptos a importar e exportar o formato IFC, na medida em que esse formato tem sido formalmente adotado e exigido por diversos governos e agências em diferentes países.

Utilizando o padrão IFC, qualquer projetista pode utilizar o software BIM que melhor se adequa às suas necessidades, juntando-se ao fluxo de trabalho. Se todos os projetos forem abertos, ninguém pode ser excluído baseado apenas na sua plataforma de software.



O IFC fornece a representação geométrica 3D de todos os elementos de um projeto, as relações entre objetos e também armazena dados, padronizados e específicos, sobre cada elemento, como materiais, perfis e funções.

As informações que são relevantes e específicas para as diferentes disciplinas (Arquitetura, Estruturas, Instalações, etc.) podem ser fácil e rapidamente filtradas e identificadas na base de dados IFC.

	AUSTRIAN STANDARDS	ÖNORM	2015 Padrões BIM baseados em IFC
	Senatati Senate Properties	COBIM	2000 TALO 2000 2012 O uso do BIM publico nas diferentes fases de desenvolvimento do modelo da construção
	standard.no	NS 8360	2009 Normas IFC Singapore test (e-clash) 2014 Todo o software utilizado para comunicar-se baseado no modelo da construção.
	BYGNINGSTILSYNET		2017 Agendamento de promoção BIM para os modelos enviados ao governo para aprovação. Regras Solibri para aprovar modelos BIM
	deB		2010 Início de projectos piloto BIM do Departamento do Governo da Construção 2014 Lançamento do "BIM Guideline" do governo
	MLT PPS KICT	KBIMS	2009 Desenvolvimento do Programa Nacional BIM e guia para "A" 2016 Todos os projetos públicos devem basear-se em Padrões BIM para projeto e infraestruturas

OPEN BIM
 As AUTORIDADES numa democracia têm que ser NEUTRAS e NÃO podem FAVORECER ou DEPENDER de um único VENDEDOR...

Fonte: <http://www4.coordenar.com.br/bim-conheca-os-204-sofware-ifc-compativeis-hoje-no-mundo/>.

Acesso em: 05/04/2018.

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Arquitetura dos dados do IFC – como funciona?

Características

ARQUITETURA DOS DADOS DO IFC - Como funciona?

A arquitetura de dados do IFC é baseada no modelo entidade-relacionamento e consiste em algumas centenas de entidades organizadas num formato hierárquico de herança referenciada a objetos.

Os componentes contidos no modelo como paredes, lajes, vigas, pilares etc., são definidos por uma hierarquia de entidades. “Na prática, isso significa que a entidade “parede” (*IfcWall*) é definida como um subtipo da entidade “elementos do edifício” (*IfcBuildingElement*), que por sua vez é um subtipo da entidade “elemento” (*IfcElement*) e assim por diante, até a entidade “raiz” (*IfcRoot*)”. Manzione, 2013.

Os atributos são associados com cada tipo de entidade e a entidade “parede” herda os atributos de todas as entidades acima, ou “entidades pai”, conhecidas como “supertipos”

Os objetos que compõem um modelo BIM, quando trocados via ifc, são organizados hierarquicamente em tipos e subtipos, compondo uma extensa árvore. Por exemplo, uma entidade ‘parede’, apareceria da seguinte maneira:

IfcRoot > IfcObjectDefinition > IfcProduct > IfcElement > IfcBuildingElement > IfcWall

Cada nível dessa árvore especifica diferentes atributos e relações à entidade “parede”.

O “**IfcRoot**” atribui um identificador global (Global ID) e outras informações de identificação.

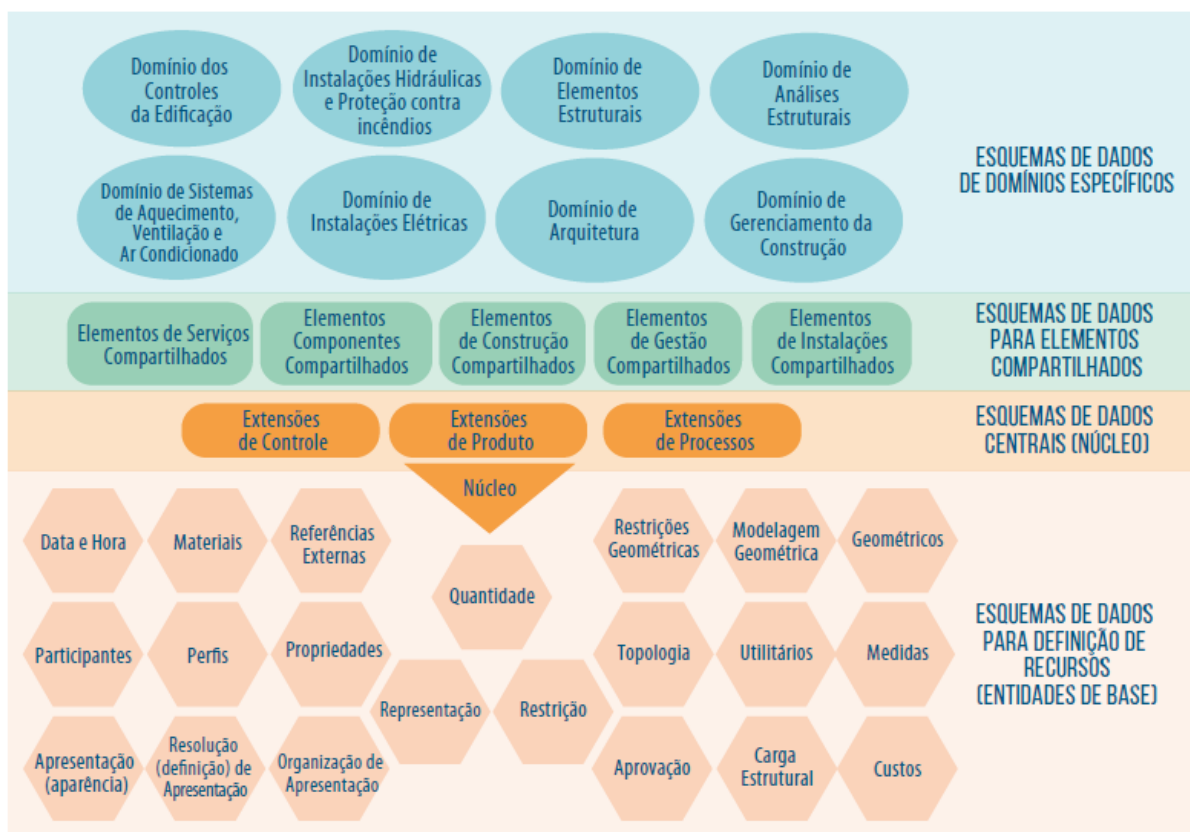
O “**IfcObjectDefinition**” posiciona a parede como parte de uma montagem e também pode identificar os seus componentes, caso eles já tenham sido definidos (ex. blocos, argamassa de chapisco, argamassa de reboco, etc.)

O “**IfcProduct**” define a localização da parede e sua forma.

O “**IfcElement**” define os relacionamentos da parede com outros elementos, incluindo os espaços que ela delimita. Também inclui as possíveis aberturas na parede e a inserção de portas ou janelas. Muitos desses atributos e informações são opcionais e podem ser excluídos durante o processo de importação e exportação.

Arquitetura dos dados do IFC

Manzione (2013) afirma que enquanto o formato IFC permite criar todos esses tipos de relacionamento, a responsabilidade de garantir que essas relações sejam feitas de maneira adequada é do autor do aplicativo, que deverá exportar o modelo no formato IFC.



Fonte: Coletânea CBIC – Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras – Volume 3.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Camada dos recursos (entidades de base)

Na parte mais baixa da figura estão as “**entidades de base**”, ou recursos reutilizáveis, como geometria, topologia, materiais, medidas, participantes e propriedades. Elas são compostas e combinadas para definir objetos comumente utilizados na indústria da construção civil – por exemplo, paredes genéricas, pisos, elementos estruturais.

Camada do núcleo

Todas as entidades dessa camada derivam da raiz do IFC e contêm entidades abstratas que são referenciadas pelas camadas mais altas da hierarquia. A camada do núcleo é subdividida em quatro subcamadas de extensão: Controle, Produto, Processo e Núcleo.

A subcamada núcleo (representada por um triângulo amarelo) fornece a estrutura de base, que são as relações e os conceitos fundamentais comuns para todas as especializações adicionais em modelos específicos e nos quais são definidos conceitos fundamentais como grupo, processo, produto, relacionamentos.

O esquema de extensão do produto (representado por um retângulo de cor laranja no centro) define componentes de construção abstratos, como espaço, local, construção, elemento.

O esquema de extensão de processo (representado por um retângulo de cor laranja do lado direito) capta ideias sobre o mapeamento de processos em uma sequência lógica do planejamento e programação de trabalho e das tarefas necessárias para a sua conclusão.

O esquema de extensão de controle (representado por um retângulo de cor laranja do lado esquerdo) trabalha com os conceitos relacionados ao controle do processo.

Camada de elementos compartilhados ou de interoperabilidade

Essa camada compreende as categorias de entidades que representam os elementos físicos de um edifício. É utilizada para compartilhamento de especialidades e de aplicações de manutenção e contém os elementos físicos de um edifício.

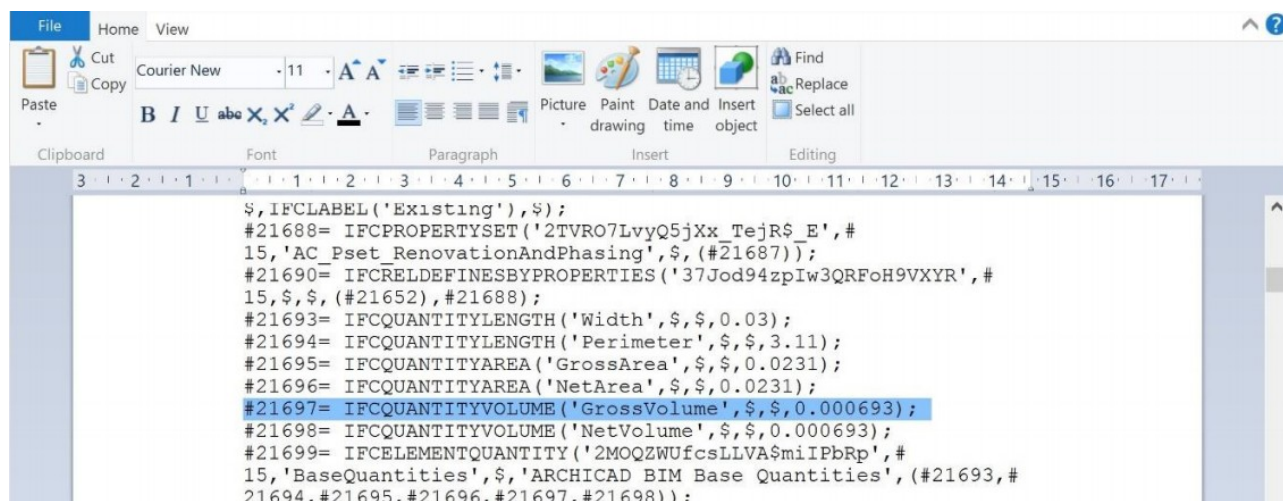
Ela possui definições de entidades como vigas, colunas, paredes, portas e outros elementos físicos de um edifício, assim como propriedades para controle de fluxos, fluidos, propriedades acústicas, entre outras.

Camada dos domínios

Essa é a camada de nível mais alto e lida com entidades de disciplinas específicas, como Arquitetura, Estrutura, Instalações, entre outras.

A versão atual, IFC4, inclui 126 tipos definidos, 206 tipos de enumeração, 59 tipos para seleção, 764 definições de entidades, 43 funções, 408 conjuntos de propriedades, 91 conjunto de quantidades e 1.691 propriedades individuais.

Um arquivo IFC pode ser lido diretamente em um leitor de texto ou visualizado por meio dos visualizadores gratuitos que são facilmente disponíveis na internet. Trata-se de uma lista de parâmetros não apenas geométricos, organizados por objetos logicamente estruturados, acompanhados pelo respectivo valor e legíveis.



```
$,IFCLABEL('Existing'),$);  
#21688= IFCPROPERTYSET('2TVRO7LvyQ5jXx_TejR$ _E',#  
15,'AC_Pset_RenovationAndPhasing',$, (#21687));  
#21690= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('37Jod94zpIw3QRFoH9VXYR',#  
15,$,$, (#21652),#21688);  
#21693= IFCQUANTITYLENGTH('Width',$,$,0.03);  
#21694= IFCQUANTITYLENGTH('Perimeter',$,$,3.11);  
#21695= IFCQUANTITYAREA('GrossArea',$,$,0.0231);  
#21696= IFCQUANTITYAREA('NetArea',$,$,0.0231);  
#21697= IFCQUANTITYVOLUME('GrossVolume',$,$,0.000693);  
#21698= IFCQUANTITYVOLUME('NetVolume',$,$,0.000693);  
#21699= IFCELEMENTQUANTITY('2MOQZWUfcsLLVA$miIPbRp',#  
15,'BaseQuantities',$,'ARCHICAD BIM Base Quantities', (#21693,#  
21694,#21695,#21696,#21697,#21698));
```

Fonte:<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/1174--391/file>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Enfim, pode-se ver que o padrão IFC é muito complexo e com muitas funções para poder lidar com todo ciclo de vida da edificação e diversos softwares (dimensões BIM).

Capítulo 2 – Interoperabilidade (comunicação) – Formato BCF

BCF – comunicação via BIM collaboration format

BuildingSMART e Open BIM

Pensando no processo de elaboração de projeto, principalmente dentro da metodologia BIM, sabe-se que o modelo BIM não nasce pronto, ele amadurece ao longo do processo. Logo é fundamental estruturar a comunicação entre as partes para que este amadurecimento aconteça da forma mais rápida e sem atropelos.

Este ponto é um dos mais importantes na mudança do CAD para o BIM, visto que a comunicação deixa de ser através de documentos, de desenhos e passa a ser através da informação.

No mundo ideal todos os participantes do projeto trabalhariam na mesma plataforma e haveria um sistema proprietário eficiente para adereçar esta demanda, porém não é neste mundo que vivemos. Em função das complexidades, do grande volume de empresas envolvidas e do crescente número de fabricantes, é comum haver necessidade de comunicação entre plataformas distintas.

A solução para isto é um formato “neutro”, um formato de troca, de intercâmbio entre sistemas. Outro ponto que leva a busca de um formato “neutro” é a temporalidade, pois quem garante que daqui a algumas décadas as plataformas do futuro irão abrir os formatos proprietários dos dias de hoje.

Da mesma forma que o formato IFC garante a troca de dados entre os diferentes modelos BIM desenvolvido nos mais diversos softwares, o formato de arquivo aberto BCF propicia a comunicação efetiva entre os diversos colaboradores de projeto.

Com os projetos de todas as disciplinas em andamento, o fluxo de comunicação acontece via arquivos IFC. Para auxiliar na troca de informações durante o processo de projeto, sugere-se o uso de relatório colaborativo através de arquivos BCF, onde podem ser registradas informações, apontamentos, problemas e soluções, de maneira simples e dinâmica. Para cada caso a ser notificado, pode ser registrado um comentário, **identificando** a autoridade quem comentou e desta maneira, criando um relatório das informações/decisões.

Fonte: <<https://biminformation.blog/2017/02/01/bcf-bim-collaboration-format/>>. Acesso em: 14/08/2018.



IFC



BCF

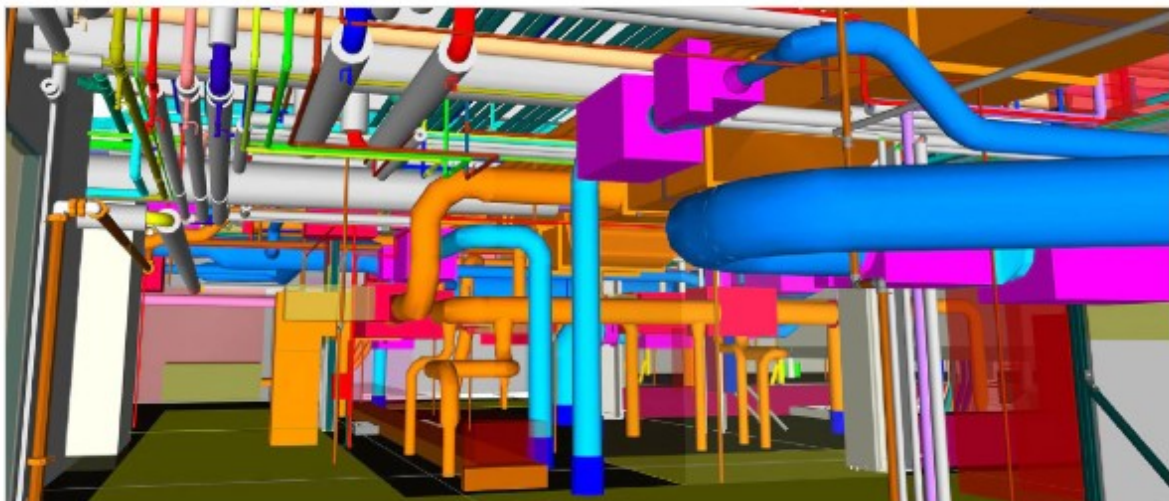
Fonte: <https://www.bimcommunity.com/news/load/730/bcf-bim-collaboration-format>. Acesso em : 12/04/2018.

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

A troca de dados baseada em BCF é particularmente adequada para identificar sobreposições (por exemplo, colisões, modelagem e outros erros) quando vários modelos de aplicativos diferentes são combinados em um programa de coordenação ou de verificação de modelo, formando um modelo federado.

Nos trabalhos de coordenação de projetos, ao ser identificada uma interferência, através do uso do recurso chamado *clash detection*, ele pode gravar um arquivo que registra uma determinada coordenada 3D do modelo em que a interferência foi identificada (a vista do modelo, exibida na tela do computador), possibilitando ao usuário acrescentar comentários, screenshots, posição da câmera e planos de corte 3D para enviar aos demais participantes da equipe de desenvolvimento do projeto.

Exemplo: Modelo Federado no Navisworks (Autodesk) - Software de revisão de projetos

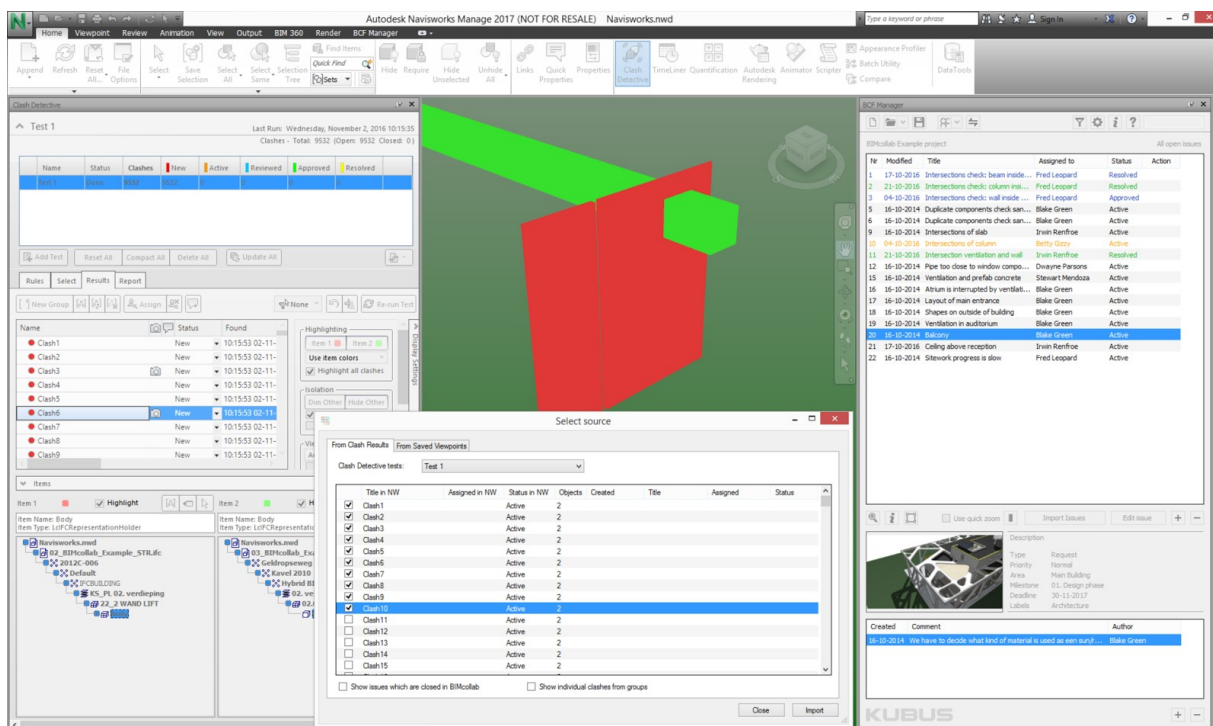


Fonte: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/features>. Acesso em: 12/04/2018.

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Após a execução do comando “clash detection” são listadas as interferências encontradas no modelo federado.

Selecionando uma a uma é possível avaliar e salvar a interferência para relatório.

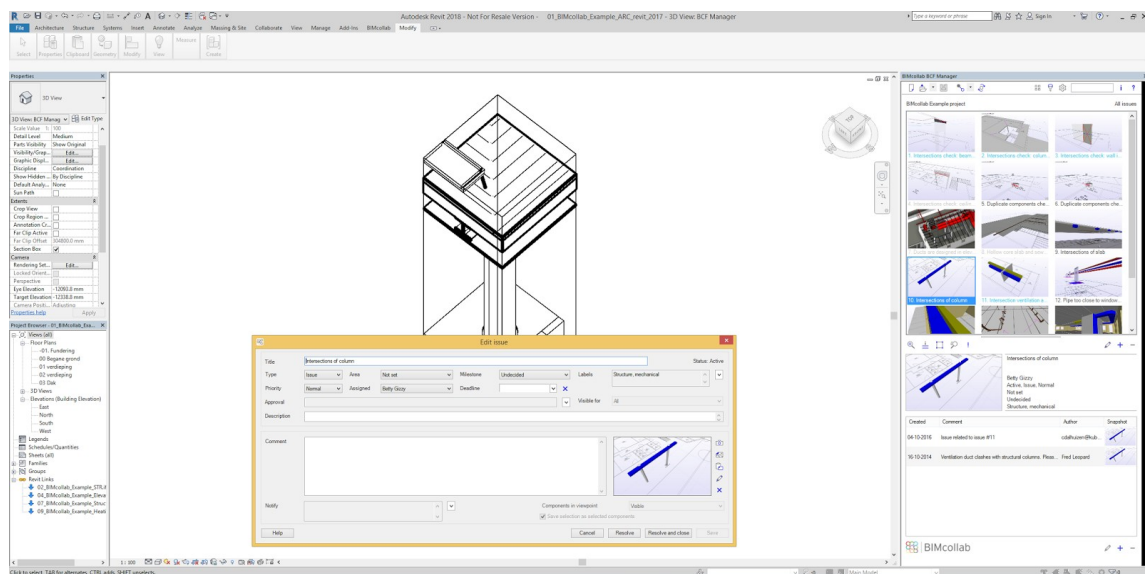


Fonte: <http://revitaddons.blogspot.com/2017/05/bimcollab-bcf-manager-for-navisworks.html> . Acesso em: 12/04/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Nos trabalhos de coordenação de projetos, ao ser identificada uma interferência, através do uso do recurso chamado *clash detection*, ele pode gravar um arquivo que registra uma determinada coordenada 3D do modelo em que a interferência foi identificada (a vista do modelo, exibida na tela do computador), possibilitando ao usuário acrescentar comentários, screenshots, posição da câmera e planos de corte 3D para enviar aos demais participantes da equipe de desenvolvimento do projeto.

Depois de gravada as anotações é possível enviar um relatório em arquivo BCF para os participantes envolvidos na solução da interferência localizada, eles poderão, reproduzir a mesma vista da tela do computador na qual a interferência foi identificada, nos seus próprios *softwares* nativos (REVIT, ARCHICAD, QIBuilder), visualizando também as anotações e recomendações feitas pelo coordenador do projeto.

Arquivo BCF gerado no Navisworks, já aberto no REVIT através do Plugin BCF Manager REVIT da BIMCollab. Agora com o arquivo nativo de arquitetura e as informações do BCF, o plugin exibe as interferências na posição exata no modelo, possibilitando ajustar o projeto facilmente.



Fonte: <http://revitaddons.blogspot.com/2017/11/bimcollab-bcf-manager-for-revit-v40.html> . Acesso em: 12/04/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

O BCF pode ser utilizado em softwares de coordenação e também em softwares de elaboração de modelos BIM, através da instalação de plugins específicos.

Os plugins para permitir a visualização de arquivos BCFs em programas nativos, como o Revit ou ArchiCAD podem ser baixados no site da BIM Collab, disponível em: <https://www.bimcollab.com/en/Support/Support/Downloads>.

BIMcollab downloads

Download your BCF Manager, BIMcollab ZOOM and more.

- BIMcollab ZOOM
- Power BI Connector
- Examples & templates
- BCF Manager Navisworks
- BCF Connector Solibri
- BCF Manager Revit
- BCF Manager ARCHICAD
- BCF Manager Tekla

Choose your download on the left

Examples and templates

The example project is available in IFC and BCF but also as native files for ARCHICAD, Revit, Navisworks and Solibri. Use the template files as example how to organize your issue- or user-lists for import.

- BCF Manager simplebim
- BCF Manager BEXEL
- BCF Manager DDS-CAD
- BCF Manager MagiCAD
- BCF Manager stand alone

Fonte: <https://www.bimcollab.com/en/Support/Support/Downloads>. Acesso em: 12/04/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

BIMcollab

BIMcollab é uma plataforma de colaboração para o BIM, construída com base nos padrões abertos IFC e BCF amplamente aceitos, lançado pela empresa holandesa KUBUS.

De acordo com as palavras da companhia, que traduzidas livremente, o "BIMcollab centraliza na nuvem as questões relacionadas ao gerenciamento, simplifica o processo e oferece um modo estruturado de armazenamento, compartilhamento e gerenciamento. Mas o mais importante é que você tem a informação onde ela é mais necessária: diretamente em seu programa checador de modelos BIM e nas ferramentas de modelagem para BIM".

Com o BIMcollab, você e seus parceiros (de dentro do seu escritório e/ou de outros escritórios) podem fazer o acompanhamento e gerenciamento de todos os projetos de modo integrado e simultâneo, enviando e recebendo anotações em BCF (BIM Collaboration Format), que podem ter sido criados em diferentes soluções, como o Solibri Model Checker, o Tekla BIM Sight, o Revit, o ArchiCAD, entre outros.

Considerações finais

Os conceitos de Interoperabilidade e comunicação estão intimamente ligados. A interoperabilidade depende da comunicação e vice-versa. Fazendo uma analogia com os princípios da razoabilidade e proporcionalidade do Direito: um juiz em uma decisão não há como ser razoável sem ser proporcional e vice-versa.

O mesmo acontece com a interoperabilidade e a comunicação. Não há como falar de uma sem mencionar a outra.

A colaboração acontece através da:

(interoperabilidade + comunicação) tecnologia + processos + pessoas,

ou seja, é baseada nos 3 pilares do BIM. A colaboração define o BIM.

Material de apoio - Leitura complementar - Módulo 2

Embora a Apostila seja suficiente para o entendimento e conclusão da disciplina, sugiro a leitura do material complementar listado abaixo para aprofundar os conhecimentos sobre os temas estudados.

Alguns estão disponíveis para downloads no ambiente virtual de estudo e os demais podem ser acessados pelos links listados.

- Módulo 2 - Guia Básico de IFC - LaBIM SC
- Módulo 2 - Manual Revit IFC
- BCF (BIM Collaboration Format) – Segue o link:

<https://www.makebim.com/2016/09/16/bim-collaboration-format-entre-revit-e-solibri/>

Módulo 3 – Processo Colaborativo de Projetos (BIM) – Softwares e Métodos

Capítulo 1 – Interoperabilidade (troca de dados) – Formato IFC

Redes e Servidores para gerenciamento e compartilhamento de arquivos

A tecnologia BIM promete integrar todo o ciclo da construção civil, reunindo informações e trazendo clareza para projetistas e executores. Tendo em vista as diferentes frentes de atuação dos envolvidos e o caráter multidisciplinar, o mercado de softwares BIM vem oferecendo, cada vez mais, opções de plataformas que são capazes de otimizar processos, como: a modelagem e comunicação colaborativa entre os agentes da construção.

Na situação atual do setor, há muitos profissionais que trabalham como freelancers, colaborando em vários estudos, ou com outros colegas, e muitas vezes por conveniência, distância, espaço, etc., trabalham em diferentes lugares, mas mantendo a comunicação e o compartilhamento de arquivos e outros documentos graças à internet e outros tipos de redes de computadores e servidores.

A colaboração na Construção Civil compreende complexos fluxos de trabalho em que diferentes agentes precisam ser incorporados em um conjunto comum de informações por um longo período de tempo. Durante o processo de projeto, quando a tecnologia BIM é utilizada, a colaboração acontece através da troca ou do compartilhamento dos modelos BIM ou de seus subconjuntos.

Segundo EASTMAN (2018), existem várias maneiras de compartilhamento e troca de dados e é essencial para os gerentes BIM e usuários entenderem claramente os benefícios e limitações de cada método para que se faça um gerenciamento eficaz durante todo o processo de trabalho.

Existem muitas questões que precisam ser endereçadas e tratadas para que esse modelo de comunicação e compartilhamento de dados realmente funcione, como a questão da interoperabilidade entre diferentes *softwares* ou diferentes tecnologias. Existem no mercado soluções que trabalham com formatos proprietários de arquivos e outras apresentadas como soluções ‘openBIM’, porque teriam adotado formatos de arquivos ‘abertos’.

Tipos de redes

Por mais que WAN, LAN e VPN sejam siglas bastante comuns no cotidiano do profissional de Redes de Computadores, não é todo mundo que sabe exatamente o que elas significam ou fazem.

As redes são responsáveis por ligar diversos computadores, tablets, celulares e até geladeiras em uma única teia de dados. Criadas, inicialmente, para facilitar a comunicação entre quartéis militares e centros de pesquisa, as redes logo passaram a ser adotadas para milhares de outros fins. E isso definitivamente não teria acontecido sem a criação dos protocolos TPI/IP, que permitem que dispositivos diferentes conversem entre si, sem a necessidade de sistemas e equipamentos especiais.

Local Area Network (LAN)

Também conhecida como rede local, a LAN é um dos tipos de redes de computadores mais comuns, que conecta computadores, aparelhos de fax, telefones, notebooks e outros dispositivos em prédios, residências e diversos outros locais. Normalmente, a velocidade de acesso nesses locais é reduzida, assim como sua complexidade.

Metropolitan Area Network (MAN)

As redes metropolitanas são utilizadas por grandes companhias para conectarem dispositivos em uma mesma cidade.

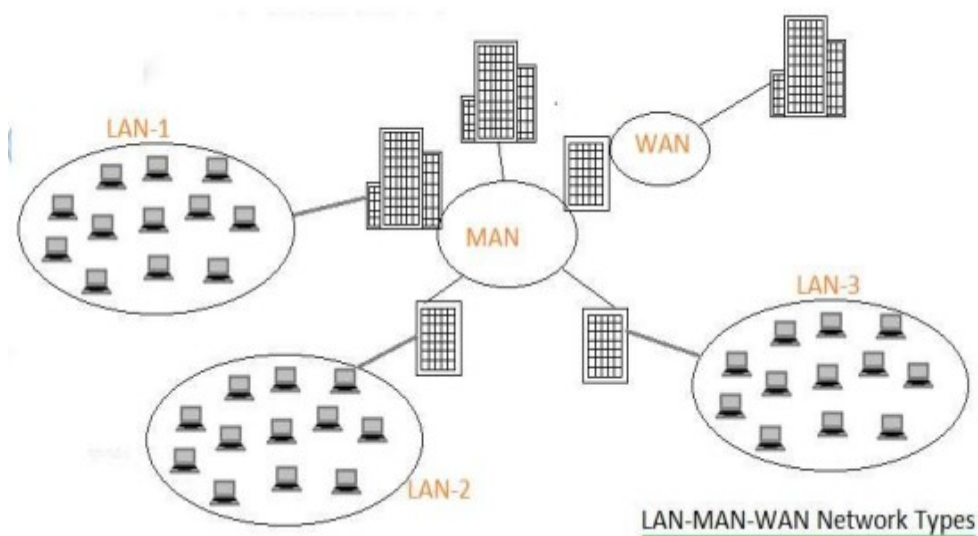
Wide Area Network (WAN)

As WANs conectam redes locais, metropolitanas e regionais em distâncias que podem ser até intercontinentais. Para que a implementação desse tipo de rede seja viável, usa-se diversos tipos de tecnologias, a fim de viabilizar a troca de dados em alta velocidade mesmo em locais de difícil acesso.

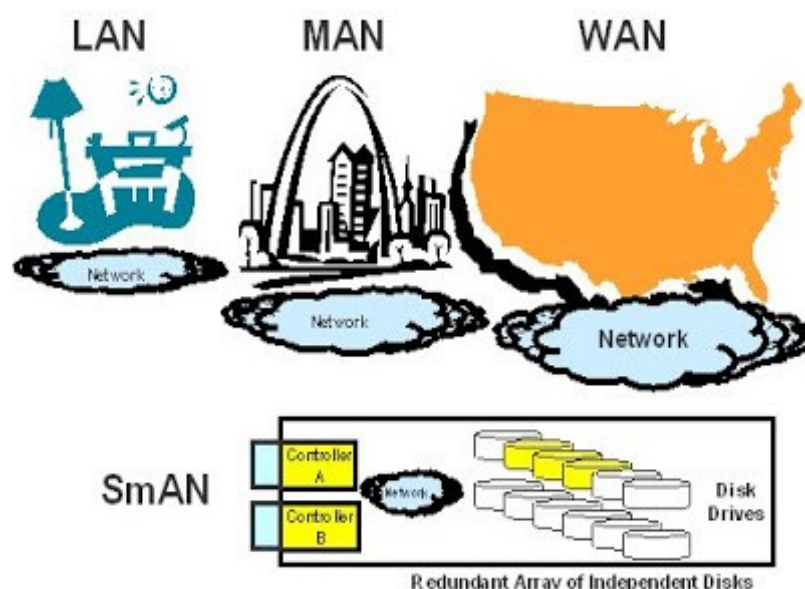
Virtual Private Network (VPN)

As redes virtuais privadas, normalmente, são utilizadas por empresas e profissionais que precisam fazer viagens frequentes. Essa rede, por ser móvel, permite que um computador, telefone ou tablet se conecte à rede por meio de uma conexão criptografada em qualquer lugar do mundo. É possível, assim, obter acesso aos servidores de uma companhia sem correr o risco de informações privadas serem capturadas.

Normalmente, no mesmo escritório, vocês terão um servidor LAN para conectar todos os computadores e disponibilizar o arquivos no servidor central de armazenamento.



Fonte: https://www.etulinktechnology.com/blog/lan-vs-wan-vs-man-vs-vlan-vs-vpn_b120. Acesso em :12/02/2019.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).



Fonte: <https://vpn99.net/?a=2tbfft4t&oc=2968&os=&ol=pt>. Acesso em :12/02/2019.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Servidores

Um servidor tem como objetivo armazenar e distribuir arquivos na rede. Ele trabalha com um sistema operacional especializado projetado para o uso de diversos usuários e compartilha dados de forma colaborativa. Ou seja, atua como um sistema de arquivamento central para todos os documentos. Além disso, é criado para rodar aplicações massivas. Entre elas, encontram-se contas de e-mail, aplicativos de mensagens instantâneas e impressoras. Esse tipo de servidor é chamado de servidor de gerenciamento de arquivos.

O servidor também pode hospedar uma rede intranet e distribuir informações para os colaboradores de forma rápida e segura. Vale lembrar que alguns servidores de

arquivos também possuem objetivos diferentes, como backup e armazenamento remoto de dados.

Em computação, um **servidor de arquivos** é um computador conectado a uma rede que tem o objetivo principal de proporcionar um local para o armazenamento compartilhado de arquivos de computadores (como documentos, arquivos de som, fotografias, filmes, imagens, bases de dados, etc).

O Servidor seria a **Máquina Principal** enquanto as máquinas ligadas a elas são chamadas de **Cliente**. Um servidor de arquivo geralmente não realiza quaisquer cálculos, e não executa qualquer programa em nome dos clientes.

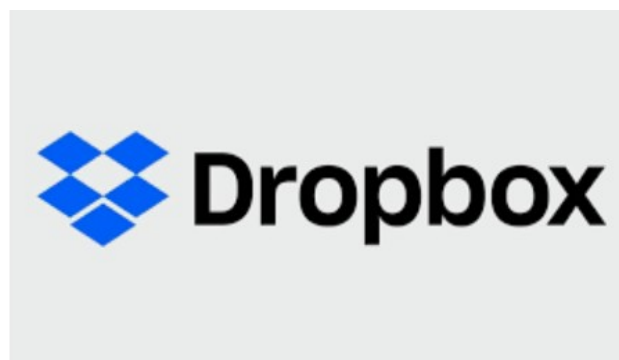
Nesse método cada colaborador cria seu modelo no computador local e disponibiliza os arquivos no servidor de armazenamento. Atualmente a maioria dos escritórios trabalham assim.

Ex. : usar um computador servidor para armazenamento.

Outra maneira é utilizar um sistema de gestão de arquivos como o Autodoc ou disponibilizar os arquivos em um serviço de nuvem, como Google Drive ou Dropbox, permitindo os downloads para visualização dos demais envolvidos.

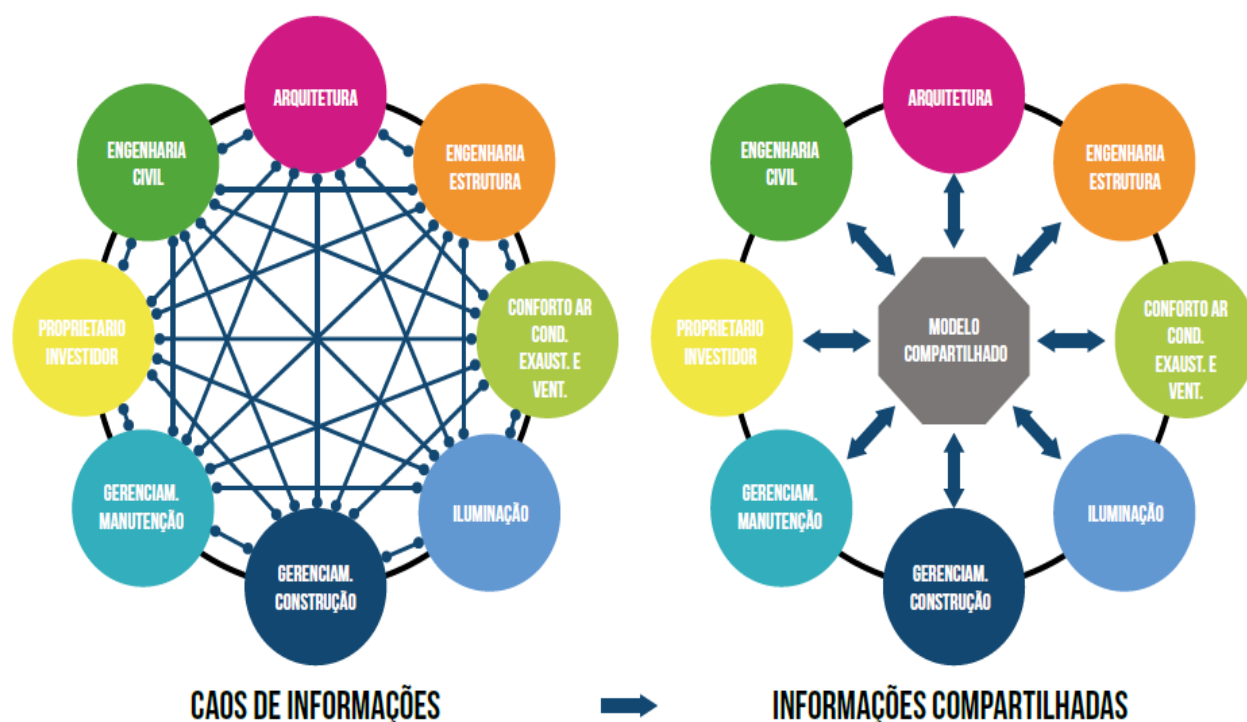


Fonte: <http://site.autodoc.com.br>. Acesso em: 14/02/2019.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).



Fonte: Google; Dropbox. Acesso em: 14/02/2019.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Nesse método é necessário comunicação ativa em todos os momentos para que todas as vezes que ocorra uma atualização dos arquivos na rede, todos os envolvidos tomem ciência para poderem utilizar a versão mais atual. Sabe-se que este método é muito utilizado e é acompanhado de muitas falhas de comunicação e problemas na troca de dados e elaboração dos projetos.



Fonte: Coletânea CBIC – Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras – Volume 1.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Características de Servidores de Compartilhamento e gerenciamento de arquivos

Servidores tradicionais de gerenciamento de arquivos segundo Eastman *et al.*:

- Em um servidor de gerenciamento de arquivos, o sistema não pode dizer quais partes de um desenho foram modificadas e por quem.
- Os usuários não podem consultar dados diretamente de um modelo em um banco de dados. Por exemplo, um usuário não pode obter informações sobre o número de colunas em um andar em um modelo armazenado em um banco de dados.
- Um subconjunto de um modelo não pode ser extraído do arquivo de modelo.
- Os usuários não podem interagir diretamente com um modelo em um banco de dados e conduzir atividades, como adicionar notas a uma coluna onde foi encontrado um problema.

- Diferentes restrições de acesso não podem ser atribuídas aos usuários de acordo com os diferentes tipos de dados.
- Quando vários usuários trabalham no mesmo design, problemas de sincronização podem ocorrer. O gerenciamento de dados no nível de arquivo não tem uma função para resolver problemas de sincronização.

Na verdade ao invés de ocorrer um gerenciamento do projeto, ocorre um gerenciamento de versões de arquivos, dificultando o processo colaborativo como já vimos nos módulos anteriores. Para o gerenciamento e coordenação de projetos na metodologia BIM, é essencial utilizar um servidor BIM, pois ele faz gerenciamento a nível de objetos dos modelos BIM,

Servidores BIM

Segundo Eastman (2018), um servidor BIM é um servidor ou sistema de banco de dados que reúne e facilita o gerenciamento e a coordenação de todos os dados relacionados ao projeto.” Esses servidores servem para compartilhamento de arquivos do mesmo fornecedor de software, onde todos trabalham em um modelo único e aberto simultaneamente em um servidor online.

Um aspecto crítico dos servidores BIM é que eles permitem colaboração gerenciamento de projetos no nível do objeto de construção, em vez de em nível de arquivo. A tecnologia associada à resolução desses tipos de dados problemas de gerenciamento é um servidor BIM.

Esses servidores têm por objetivo possibilitar a comunicação e a colaboração entre várias aplicações envolvidas no ciclo de vida de um edifício, incluindo ferramentas de projeto, análise, gestão de facilities, etc. e podem ser integrados com sistemas de gerenciamento de documentos e outras aplicações web, como bibliotecas de produtos. Essa capacidade de integração pode melhorar a colaboração, possibilitando a criação de uma fonte unificada para o acesso e compartilhamento de dados.

Servidores de modelos BIM são definidos por Vishal, Ning e Xiangyu (2011) basicamente como um conjunto de bancos de dados relacionais e centrais que funcionam como repositórios de informações que permitem que outras aplicações, utilizando a interface do banco de dados, possam atualizar seus modelos, importar informações de modelos de outras especialidades e gerar vistas de dados a partir de combinações de modelos.

Esses servidores têm por objetivo possibilitar a comunicação e a colaboração entre várias aplicações envolvidas no ciclo de vida de um edifício, incluindo ferramentas de projeto, análise, gestão de facilities, etc. e podem ser integrados com sistemas de gerenciamento de documentos e outras aplicações web, como bibliotecas de produtos. Essa capacidade de integração pode melhorar a

colaboração, possibilitando a criação de uma fonte unificada para o acesso e compartilhamento de dados.

Requisitos de servidores BIM

Vamos entender quais são os requisitos básicos de um servidor BIM, de acordo com Eastman *et al.*, 2018:

- Gerenciar usuários associados aos seus respectivos projetos, para que seu envolvimento, acesso e ações possam ser rastreadas e coordenadas com os fluxos de trabalho.
- Importar e analisar modelos BIM em um formato de dados proprietário (como .rvt) ou formato aberto (como .ifc) em nível de objeto. Os arquivos importados podem ser salvos em seu arquivo original formatado e gerenciado em associação com os dados de projeto.
- Consultar e exportar instâncias de dados em nível de objeto como arquivo de modelo BIM independente em formato de dados proprietário (como .rvt) ou formato aberto (como .ifc).
- Controlar versões de dados armazenados, com o objetivo de manter e gerenciar um registro de transações e mudanças de dados.

Segundo Eastman *et al.*, o BIM Server pode adicionalmente suportar as seguintes funções:

- Visualizar dados do modelo BIM no servidor.
- Suportar funções baseadas na web ou na nuvem com um alto nível de segurança para proteger os dados contra ataques de hackers e vírus.
- Suportar bibliotecas de produtos para incorporar entidades de produto ao modelo BIM durante o projeto ou detalhamento de fabricação.
- Suportar o armazenamento de especificações de produtos e informações de manutenção e serviços para vincular aos modelos as-built que serão entregues aos proprietários.
- Armazenar dados de custos, fornecedores, lista de remessa de pedidos e faturas.
- Gerenciar dados de comunicação e multimídia como e-mail, registros telefônicos, atas de reuniões, agendas, fotografias e vídeos.

Servidores para aplicações de formatos proprietários

Nesse tipo de servidores, todos os envolvidos no processo BIM trabalham sobre um mesmo modelo depositado em um local virtual. Esse cenário só é viável com boa velocidade de conexão e capacidade de hardware, permitindo a transmissão de grande volumes de dados.

Conforme Beetz et al. (2011), essa categoria de servidores trabalha com o conceito original de um repositório central de dados. Nesse conceito, um modelo central vai sendo modificado através de consecutivos acessos para adicionar, apagar ou modificar objetos. Por esse método, somente as mudanças (deltas) são comunicadas com o modelo central, exigindo uma alta qualidade de importação e exportação.

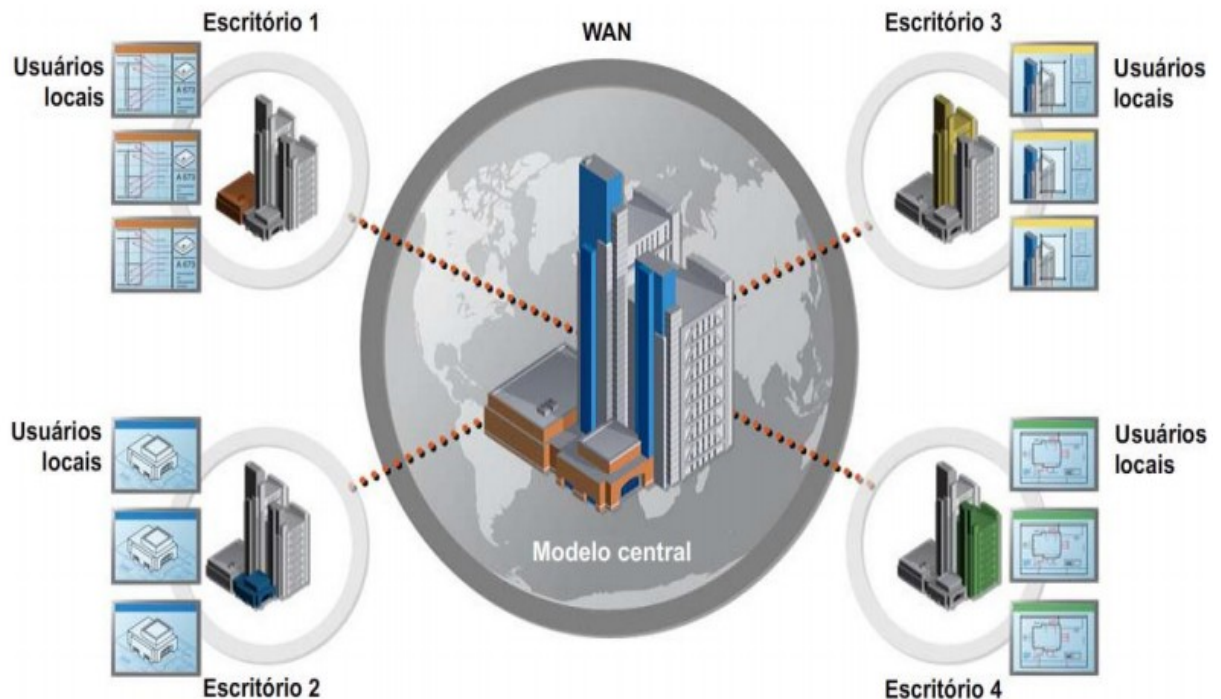
Podem ser citados como exemplos nessa categoria os sistemas da Autodesk (Revit Server) e da Graphisoft (Team work).

o Revit Server, da Autodesk, será utilizado como exemplo para integração exclusiva dos softwares da empresa, para as áreas de arquitetura, estrutura e instalações.

Servidores para aplicações de formatos proprietários (REVIT Server)

De acordo com a Autodesk (2018), o esquema geral do Revit Server compreende três componentes principais:

1. Servidor central (host): um servidor que hospeda o modelo central dentro da WAN . Nesse esquema, os usuários normalmente não têm acesso direto a ele, a menos que estejam na mesma localização física.
2. Servidor local ou acelerador: um servidor localizado em cada um dos locais de trabalho. Uma cópia do modelo central é armazenada nesse servidor, que irá sincronizar com o servidor central.
- 3.Admin: esta função permite que o utilitário de gerenciamento com base na Web do Administrador do Revit Server seja chamado na instância do Revit Server.

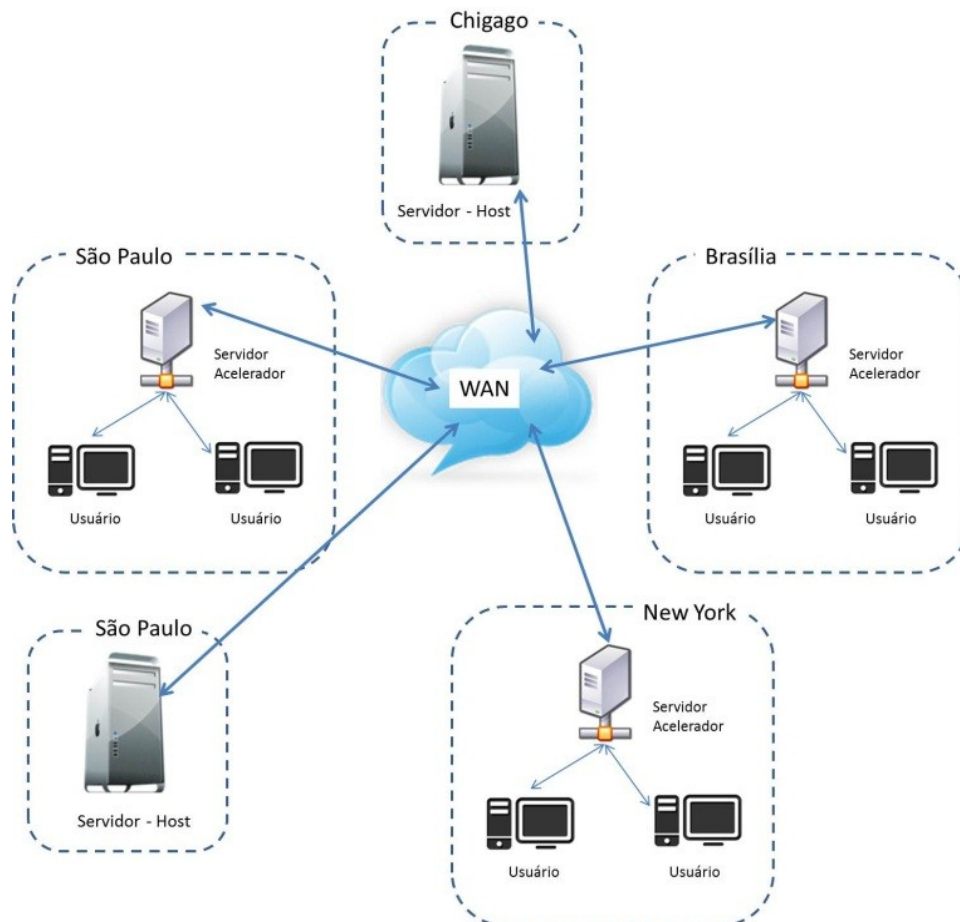


Fonte: http://revit.downloads.autodesk.com/download/2017RVT_RTM/Docs/InProd/Autodesk_Revit_2017_Model_Performance_Technical_Note_ptb.pdf. Acesso em 14/02/2019.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Nas versões mais antigas do REVIT é necessário utilizar ainda o Revit server add on: um aplicativo que faz a conexão entre a aplicação Revit e o servidor.

Nas versões mais novas, inclusive a 2020 o aplicativo de conexão já vem integrado no software.

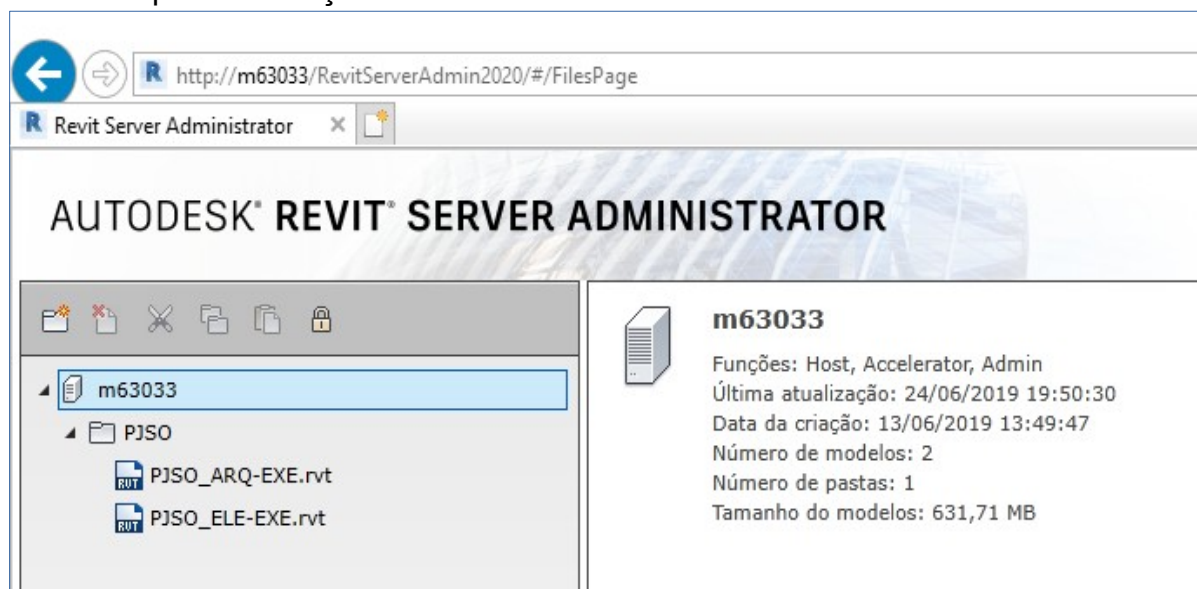
Uma vez que todos os componentes estejam instalados e configurados, o usuário sincroniza o seu modelo com o modelo central armazenado no Servidor Local. Assim, eles estarão sincronizados através de sua LAN. Uma vez completa a sincronização, as mudanças serão propagadas até o Servidor Central através da WAN e daí serão propagadas para o restante dos servidores locais.



Fonte: <http://www4.coordenar.com.br/compartilhamento-e-troca-de-modelos-bim/>. Acesso em 14/02/2019.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Dessa forma, a sincronização com o modelo central torna-se mais rápida, pois o servidor local atua como um cache de memória e propaga para o servidor central ou recebe dele, apenas o que é adicionado ou retirado nas mudanças feitas em qualquer ponto por qualquer um dos outros usuários.

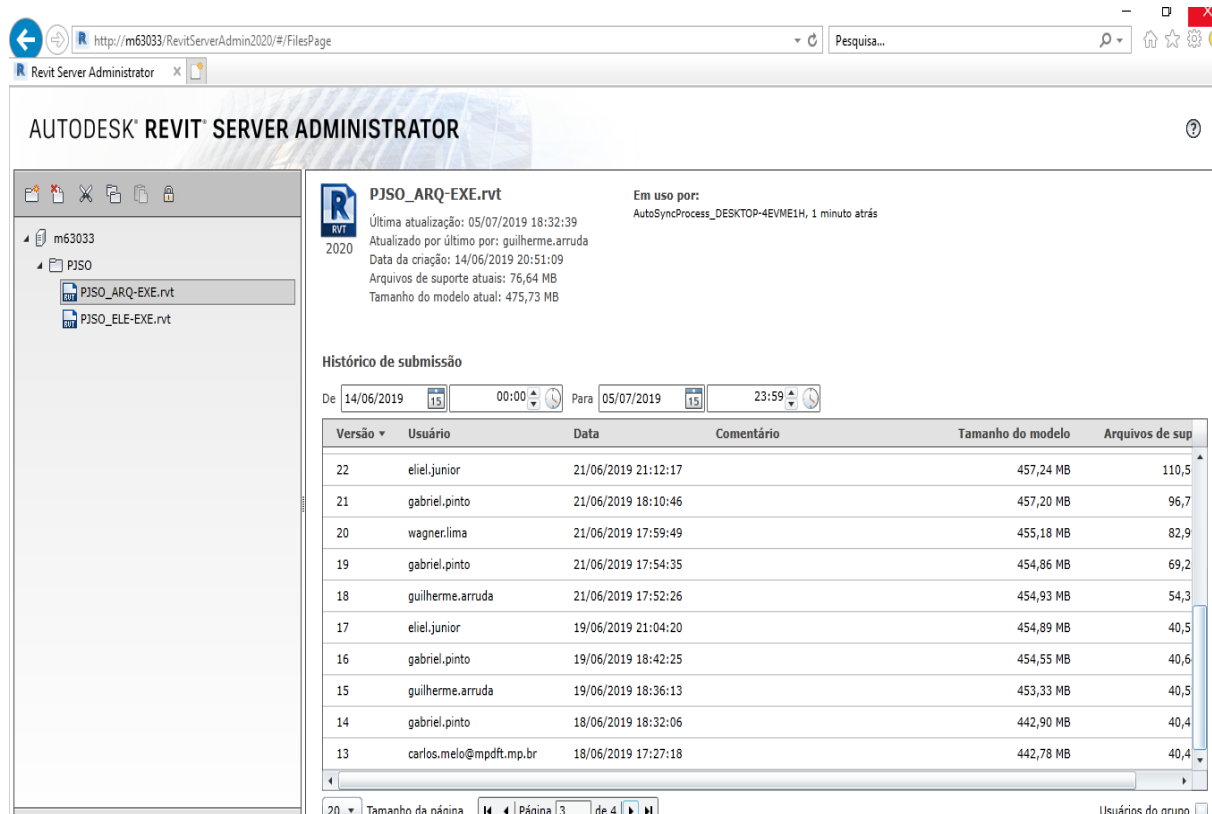
Página do administrador REVIT SERVER na internet. O administrador do projeto pode acompanhar as ações.



Fonte:O Autor

Ao contrário de um servidor de gestão de arquivos, um servidor BIM registra todas as ações e atualizações feitas pelos usuários como podemos ver na imagem ao lado.

Permite colaboração ativa mesmo os colaboradores estando em locais físicos diferentes.



Fonte:O Autor

Servidores para aplicações de formatos abertos e não proprietários

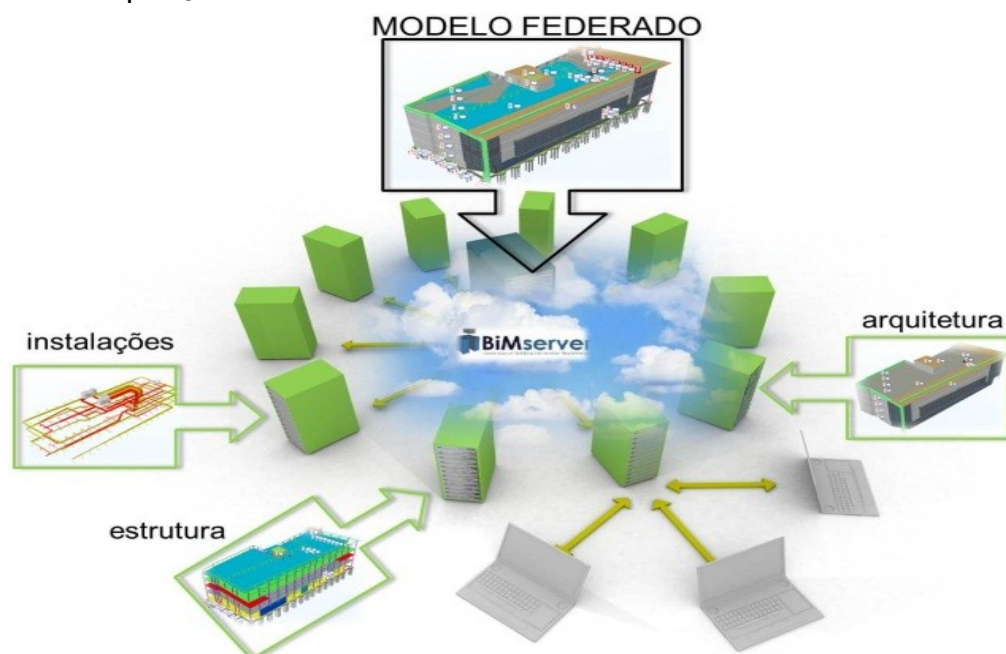
Esses tipos de servidores trabalham com arquivos não proprietários como o IFC. Normalmente é criado um modelo federado e nesse cenário, os modelos de todas as disciplinas são desenvolvidos em cada escritório específico e disponibilizados no servidor de hospedagem, a partir de seus *uploads*, permitindo os *downloads* para visualização pelos demais envolvidos. Esse cenário pressupõe uma frequência de *uploads* e *downloads* combinados entre as partes.

Segundo Manzione (2015), nesse modelo de servidor, que opera no formato IFC, são carregadas diferentes instâncias do modelo IFC, que ficam armazenadas no servidor em um sistema de cascata, e a fusão somente ocorre mediante a solicitação do usuário, que pode escolher as combinações de modelos e de versões livremente para a fusão.

O modo de fusão do modelo difere dos servidores de formato proprietário, pois requer que o aplicativo nativo converta o seu modelo para o formato IFC e posteriormente o exporte. O mecanismo contrário, de volta, exige o mesmo procedimento.

O modelo fundido pode ser importado de volta para o usuário para análise das alterações. Esse sistema tem uma lógica semelhante à dos modelos federados, sendo um método menos intrusivo, conforme Beetz et al. (2011), que o método utilizado pelos servidores em formato proprietário.

Exemplos: Open Source BimServer, desenvolvido por BimServer e EDM Server, desenvolvido por Jotne.



No aspecto geral, as funcionalidades desses servidores permitem: importação e exportação em IFC, ifcXML, ifcZIP; controle das versões de IFC utilizadas; notificações de alterações através de sistema de RSSfeed; criação de modelos georeferenciados; fusão parcial ou total dos modelos; controle de revisões; comparação de versões permitindo que o software encontre as mudanças entre versões; filtragem permitindo a escolha de objetos específicos; e detecção de interferências (clash checking)

O Open Source BIMServer não exige aplicativo cliente na máquina do usuário e sua interface é feita totalmente através de um web browser; já o EDM Server requer o uso de um aplicativo cliente (IFCModelServerManager) para a comunicação com o servidor.

Diferentemente do BIMServer, o EDM Server possui a funcionalidade de importação ou exportação parcial dos modelos (check-in, check-out), um processo no qual o usuário pode selecionar apenas os objetos a serem editados e bloquear o seu acesso à equipe enquanto faz as alterações necessárias.

Capítulo 2 – Ferramentas de colaboração e visualização BIM e aplicações auxiliares de gestão de projetos.

Aplicações para coordenação e compatibilização de Projetos em BIM

Cada vez mais exigido no universo da engenharia civil e da arquitetura, o BIM envolve uma série de processos e modelos 3D que congregam múltiplas disciplinas de projetos.

Com o BIM é possível não apenas ter em mãos um modelo visual do edifício, mas também um banco de informações multidisciplinares relativas a todo o ciclo de vida do empreendimento. Aliás, é esse o maior valor por trás dessa tecnologia. Mas para que a plataforma BIM funcione, são necessários softwares avançados.

Como já foi citado, existem os mais diversos softwares BIM que trabalham desde a modelagem, passando pelo planejamento, orçamento e gestão pós obra. Dentre estes softwares existem os de coordenação e compatibilização dos projetos em BIM.

A aplicação do BIM, especialmente na fase de compatibilização de projetos, reduz erros e omissões, pois as alterações são feitas automaticamente nos elementos que serão impactados.

Como visto anteriormente, no processo de compatibilização de projetos utilizando o sistema CAD, os projetos de diferentes disciplinas em 2D são sobrepostos para detecção de interferência e posterior correção. O processo de compatibilização em BIM é atrelado ao conceito de interoperabilidade, os diversos softwares utilizados na elaboração das múltiplas disciplinas de um projeto se adquirem linguagem única por meio do IFC. Nessa leitura de dados comum entre os projetistas, é possível utilizar outro software específico para compatibilização, agregando todos os projetos do edifício para identificar de modo automatizado as interferências.

Os softwares focados em compatibilização BIM unem arquivos em formato .ifc gerando assim o chamado “modelo federado”.

O modelo federado, por ser em formato .ifc, não é um arquivo editável, ou seja, não é possível fazer edições nos modelos que foram inseridos nele. Isso faz dele um arquivo menos pesado do que seria a união de todos os arquivos em seus formatos

nativos. Isso garante também o direito de propriedade dos arquivos originais que, conforme já vimos, só podem ser editados pelos seus respectivos projetistas.

Um bom sistema de coordenação, que funciona dentro da metodologia BIM, deve permitir a personalização de regras de compatibilização (como normas de acessibilidade do Corpo de Bombeiros, por exemplo), criar filtros de análise de interferências e gerar relatórios com imagens. Alguns **softwares BIM** analisam somente a geometria e, com isso, o projetista não consegue uma compatibilização completa e segura.

Funções principais dos softwares de coordenação e compatibilização

As principais funções dos softwares de coordenação são:

- Visualização do modelo com as disciplinas integradas (para isso, é essencial que todos os modelos tenham sido feitos com um mesmo ponto de referência, para que quando forem unidos, se sobreponham perfeitamente).
- Extração de Informações (Information Take Off)
- Apresentações e Comunicação
- Checagem de conflitos (*clash detections*) e interferências (permitindo a compatibilização entre as disciplinas de forma automática, reduzindo a chance de erros e economizando tempo e retrabalhos – veremos como isso funciona na prática nos próximos tópicos).
- Comunicação e geração de relatórios com comentários entre os participantes do processo de projeto (arquivos BCF).
- Checagem de regras (*code-checking*).

A compatibilização geométrica no universo BIM talvez seja um dos atributos mais conhecidos na prática atual; porém, o aspecto da verificação da compatibilização baseada em regras abre a possibilidade de estudos mais aprofundados do processo de análise crítica, podendo melhorá-lo sensivelmente, pois o atendimento de requisitos espaciais de programa e o atendimento às normas e a requisitos específicos do usuário podem ser feitos de maneira automática, ampliando potencialmente o uso do BIM para as fases iniciais do processo de projeto e instrumentalizando adequadamente a atividade de análise de projetos. (MANZIONE 2013:116)

Softwares BIM para coordenação e compatibilização de projetos

Vamos conhecer os principais softwares de coordenação disponíveis e suas principais funcionalidades, destacando o Solibri, o Navisworks e o Tekla BIMsight.

Solibri

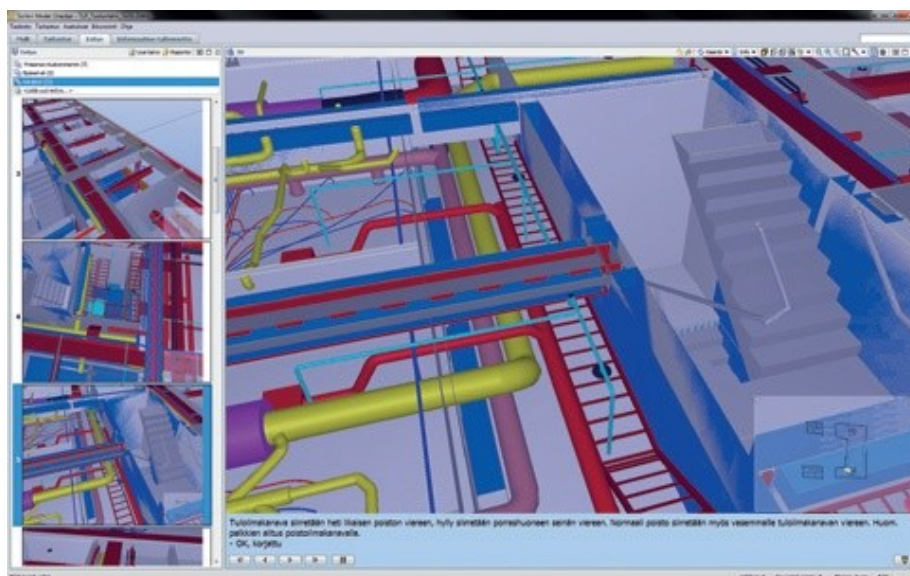
O Solibri Model Checker é uma aplicação de análise e validação de modelos BIM, que possibilita, segundo o site do fornecedor, encontrar e visualizar ocorrências e problemas antes e durante a construção. Ele também irá fornecer informações importantes que poderá ser extraída ao longo do ciclo de vida do edifício e utilizada para diferentes necessidades que incluem cálculo de área, acessibilidade e aderência aos códigos e normas de construção.

Além das funções básicas de um software de coordenação, como checagem de interferências, o Solibri Model Checker tem um diferencial que é a checagem de regras (*code-checking*). Através desta funcionalidade é possível criar regras de checagem do modelo através da criação de *templates* que ditam normas pré-definidas pelo usuário.

Principais funcionalidades:

CHECAGEM E GERENCIAMENTO AVANÇADO DE INTERFERÊNCIAS

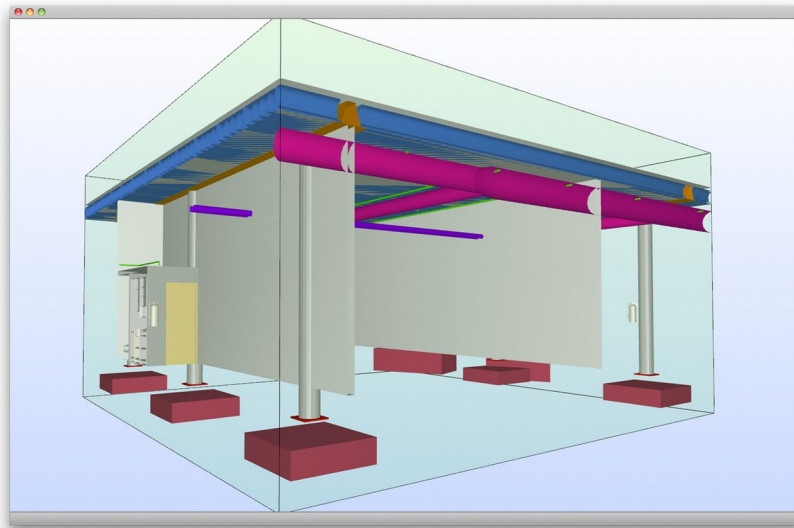
Analisa automaticamente e agrupa as interferências de acordo com sua gravidade, encontrando problemas relevantes de maneira fácil e rápida. Investiga a qualidade de seus arquivos BIM.



Fonte: <https://www.scia.net/pt/company/news/lancamento-novo-produto-solibri-model-checker-v8-maior-facilidade-uso-para-qaqc-em-open> . Acesso em: 18/08/2018.

DETECÇÃO DE DEFICIÊNCIA

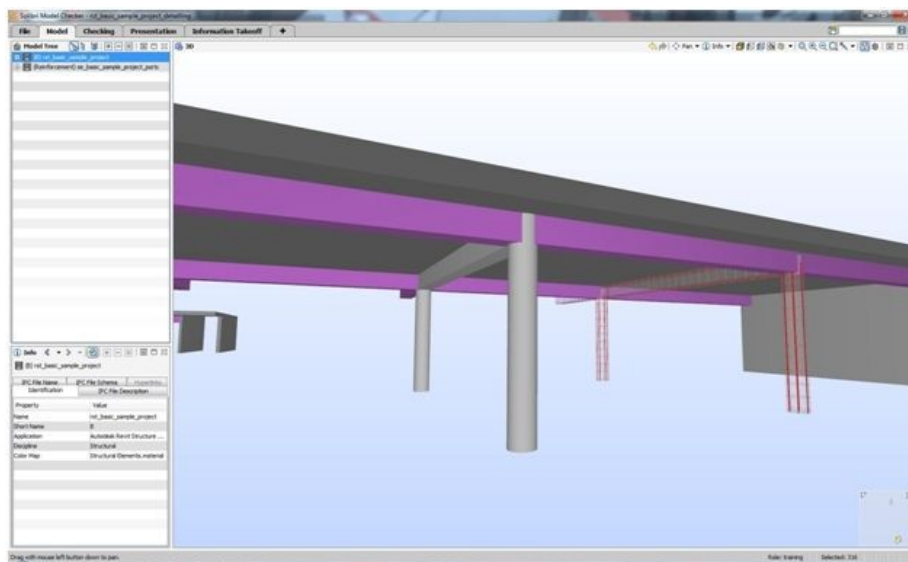
Previne possíveis problemas com antecedência. O SMC e suas regras lógicas busca por componentes e materiais que estejam faltando em seu modelo.



Fonte: [https:// www.makebim.com/2016/07/31/solibri-model-checker-a-solucao-completa-para-a-analise-bim/](https://www.makebim.com/2016/07/31/solibri-model-checker-a-solucao-completa-para-a-analise-bim/)

VERIFICA ELEMENTOS RELACIONADOS NOS PROJETOS DE ARQUITETURA E ESTRUTURAL

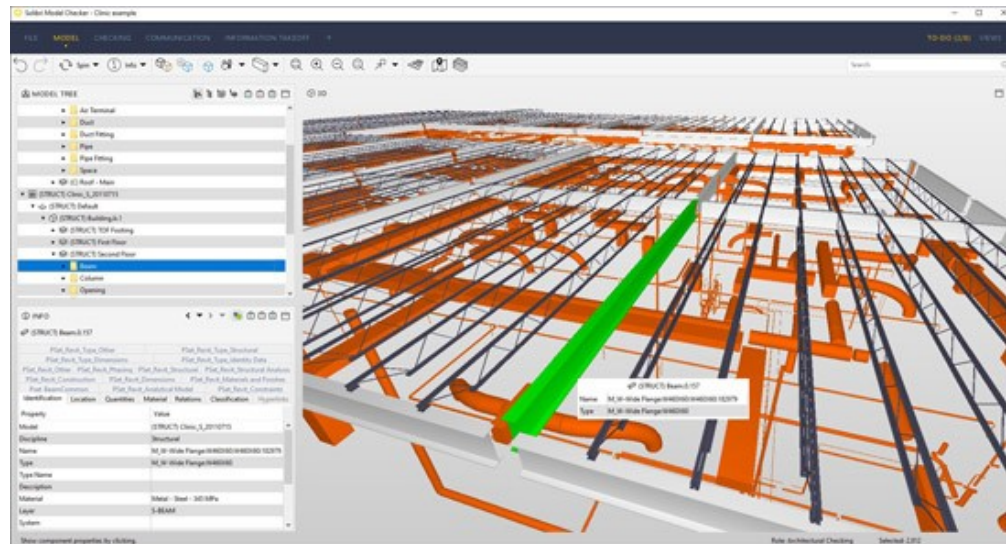
O Solibri localiza falhas e exceções em modelos feitos por diferentes equipes de projeto. Evita retrabalhos caros conhecendo a relação entre ambos os projetos.



Fonte: <https://www.scia.net/en/open-bim-action-revit-and-scia-engineer> . Acesso em: 18/08/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

GERENCIA PEDIDOS DE ALTERAÇÃO OU VERSÕES DE PROJETO

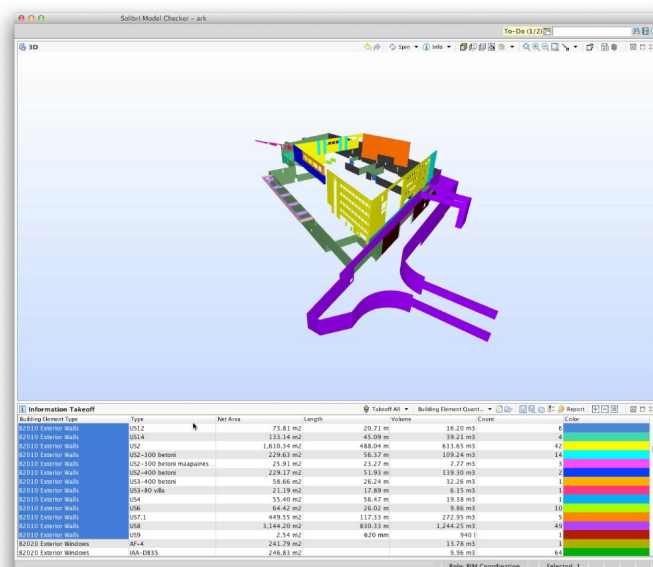
Gerencia e rastreia as alterações entre duas versões do projeto de um mesmo modelo. Economiza tempo com uma fácil visualização e verificação das mudanças realizadas no modelo.



Fonte: <http://www.aecbytes.com/review/2018/SolibriModelChecker.html> . Acesso em: 18/08/2018.

EXTRAÇÃO INSTANTÂNEA DE DADOS BIM

Garante a qualidade das informações em projetos BIM. O Solibri faz a extração de informações do seu modelo, utiliza vários tipos de relatórios que melhor se adequam a atividade desenvolvida e mede os espaços e materiais em tempo real, possibilitando compartilhar com os outros envolvidos.



Fonte: <https://www.makebim.com/2016/07/31/solibri-model-checker-a-solucao-completa-para-a-analise-bim/> . Acesso em: 18/08/2018.

Segue a relação de demais funções do Solibri

Funcionalidade Básicas

- Suporte às Plataformas Windows e Mac
- Modelo de licenciamento baseado em nuvem. O administrador da empresa gerencia os usuários e grupos (pools) de licenças no Solibri Solution Center.
- Certificado para IFC (IFC Coordination View 2.0).
- Papeis personalizados de usuários.
- Permite download de conteúdo e extensões do Solibri Solution Center.

Visualização 3D Eficiente de Múltiplos Modelos

- Importação nos formatos IFC, IFC comprimido (IFCZip) e DWG
- Combina diversos modelos das diferentes disciplinas da edificação
- Relocação de modelos com diferentes sistemas de coordenadas
- Navegação 3D fácil de usar com modo de caminhar (walk in).
- Ferramentas avançadas para seccionamento, anotações e cotas.
- Esquemas de mapeamento de cores ajustáveis

Extração de Informações (Information Take Off)

- Calcula quantidades básicas: dimensões, áreas e volumes
- Funcionalidade de total personalização das listagens
- Lista quaisquer propriedades para quaisquer conjuntos de componentes
- Listagem integrada com a visualização 3D com funcionalidades de navegação e zoom
- Modelos de relatórios personalizados e possibilidade de usar funções Excel nos mesmos

Apresentações e Comunicação

- Apresentações em Slides 3D para fácil comunicação
- Transição suave entre os slides
- Compatível (Importação e Exportação) com o formato – BCF (BIM Collaboration Format)
- Exportação de apresentações em formatos PDF, RTF e Excel
- Apresentações salvas podem ser visualizadas pelo visualizador gratuito Solibri Model Viewer

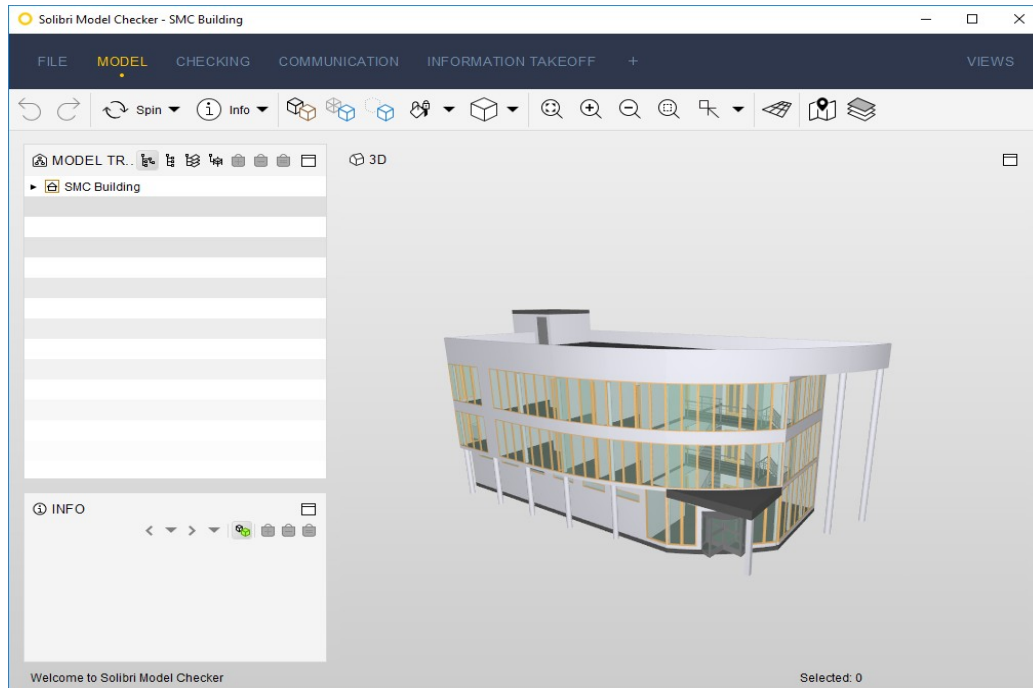
Checagem e Análise Automatizadas

- Destaque de problemas potenciais de projeto na visualização 3D do modelo
- Gerenciador de Conjuntos de Regras (Ruleset Manager) para a geração de regras personalizadas para a verificação de modelos
- Checagem inteligente de interferências baseada na disciplina e tipo dos componentes envolvidos e também na gravidade da interferência
- Regras para verificar a acessibilidade do edifício
- Comparação automática de revisões do modelo
- Detecção de deficiências para a detecção de falhas (ou inconsistências) de projeto e elementos em falta
- Checagem de rotas de fuga do edifício

- Classificação das ocorrências de projeto em três grupos baseados na gravidade das ocorrências
- Funcionalidade de pesquisa rápida

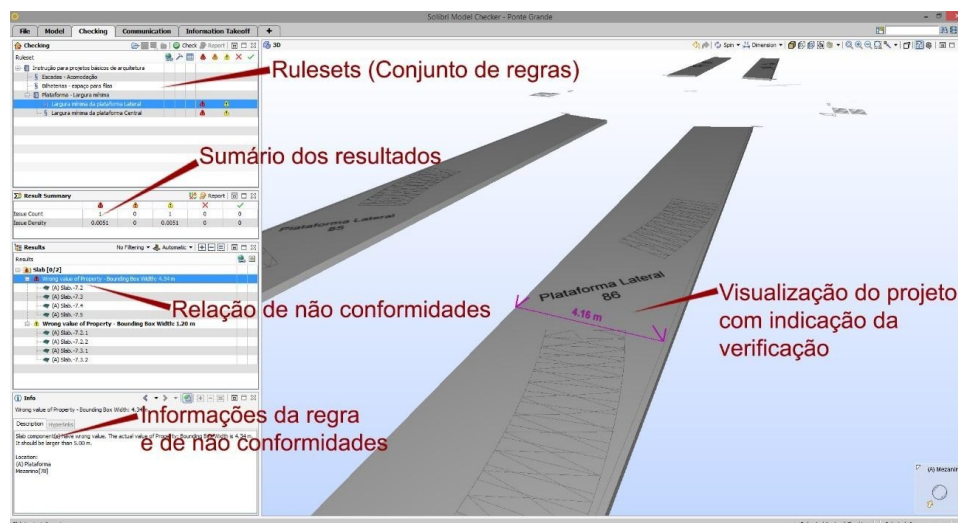
Interface do Solibri

Na aba “*model*”, é possível visualizar o modelo e as informações do modelo e de cada elemento que o compõe.



Fonte: https://solution.solibri.com/help/smc/9.8/en/html_user_interface.html. Acesso em: 18/08/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida)

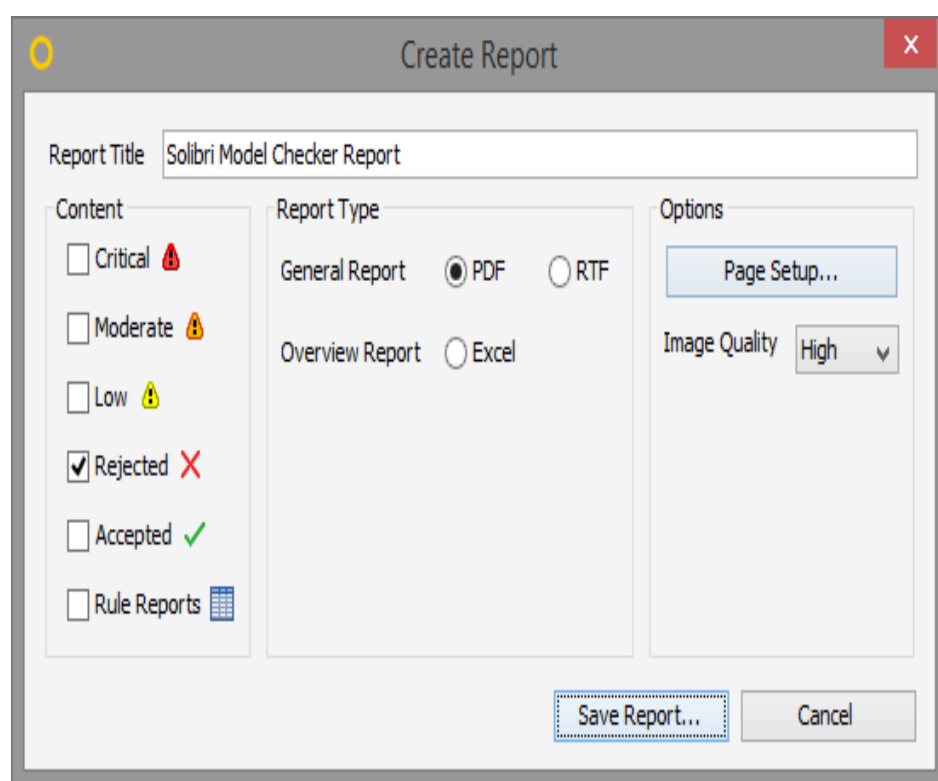
A aba “*checking*” possibilita as checagens de regras e interferência entre os elementos dentro da mesma ou de diferentes disciplinas.



Fonte: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-24082016-075727/publico/AntoniolvideBarrosMainardiNetoCorr16.pdf> . Acesso em: 18/08/2018.

Na parte de verificação de regras, o SMC (Solibri Model Checker) utiliza uma interface que Eastman et al. (2009) definem como “tabelas paramétricas” onde as regras já estão escritas, porém as informações são incluídas pelo usuário, permitindo assim adaptações. O SMC já contém uma biblioteca com padrões de regras para que, a partir destas, e alterando suas informações, seja possível a verificação. Caso seja necessário, novas regras (*Rulesets*) podem ser desenvolvidas utilizando o Java na interface de programação do aplicativo (API) do SMC.

RESULTADOS DA VERIFICAÇÃO

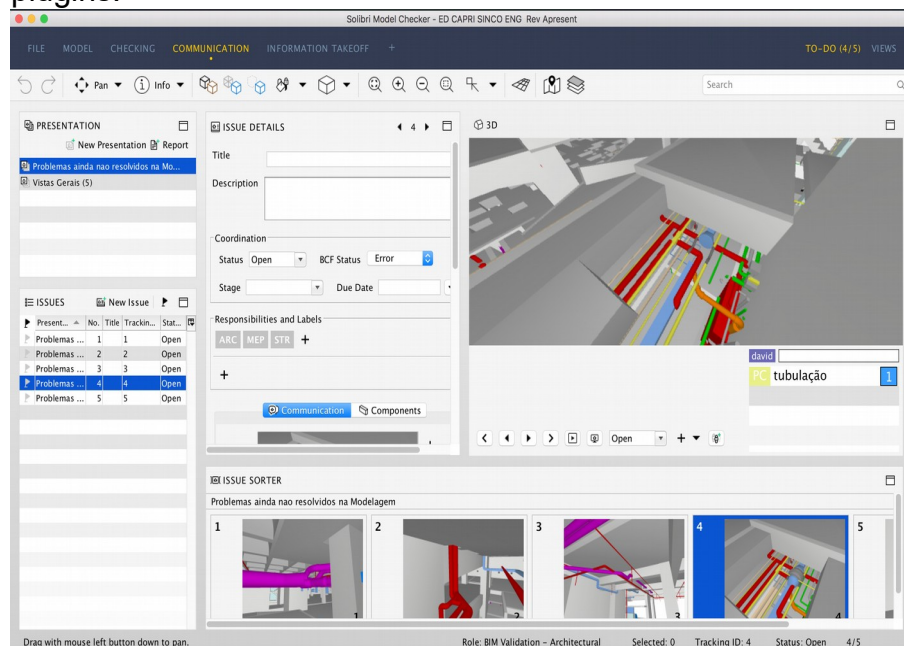


Fonte: NETO, Antonio Ivo de Barros Mainardi. Dissertação USP: Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para **estações de metrô**.

O SMC gera relatórios contendo os resultados da Verificação de Regras em formato textual ou gráfico, classificando-os em: *Critical* (crítico), *Moderate* (moderado) e *Low* (baixo), existindo a possibilidade de configurar quais informações e como deve ser o relatório

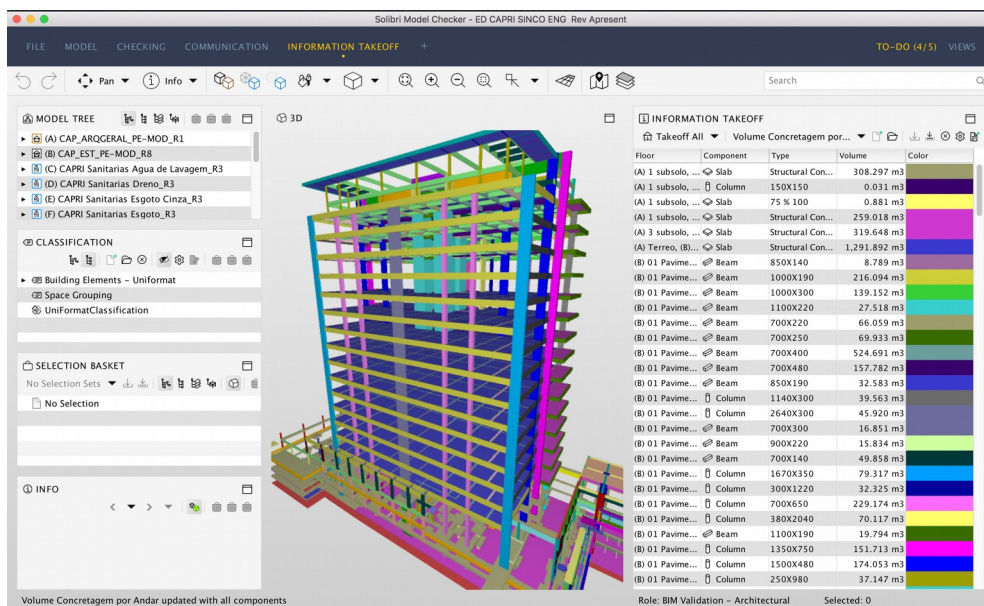
Apesar do SMC não apresentar aplicação para desenvolvimento de projeto, sendo somente utilizado para análise visual, comunicação, extração de quantitativos e a verificação de regras, há uma comunicação entre ele e alguns softwares de desenvolvimento de projeto por meio de aplicativos (*plugin*) fornecidos pelo próprio desenvolvedor do SMC (EASTMAN et al., 2009).

A aba “**communication**” possibilita inserir comentários no modelo e extrair o arquivo no formato BCF para ser compartilhado com os demais participantes do projeto, que podem abrir o arquivo no seu software de modelagem nativo através das instalações de plugins.



Fonte: <http://www.cadtec.com.br/internas/solibri/novo/news/versao9-8.html> . Acesso em: 18/08/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida)

A aba “information takeoff” permite a extração de informações, como dimensões, áreas e volumes e lista de quaisquer propriedades para quaisquer conjunto de elementos.



Fonte: <http://www.cadtec.com.br/internas/solibri/novo/news/versao9-8.html> . Acesso em: 18/08/2018.

Versões do Solibri

As versões do software Solibri são: Solibri Model Viewer, Solibri Model Viewer Pro e Solibri Model Checker, que é a versão que oferece as principais funções de análise automatizada.

Vejamos no quadro abaixo as principais diferenças de funções entre as versões do software Solibri.

<u>Solibri Model Viewer</u>	<u>Solibri Model Viewer Pro</u>	<u>Solibri Model Checker</u>
Gratuito	Pago	Pago
Limitado a mostrar um modelo IFC por vez	Limitado a mostrar um modelo IFC por vez	Abre mais de um modelo IFC simultaneamente
Visualização do modelo	Permite inserir comentários e extrair um relatório BCF	Checagem de interferências, regras e parâmetros.

Fonte: LOURENÇO, Mariana Marques. Interoperabilidade e Colaboração

Navisworks

O software de análise, comunicação e coordenação de projetos Navisworks permite que profissionais de arquitetura, engenharia e construção possam rever de forma holística os modelos e dados integrados com os interessados para obter um melhor controle sobre os resultados do projeto, checando interferências, simulando a construção e o canteiro de obras, extraindo quantitativos, criando o sequenciamento para a obra (4D), trazendo, assim, maior confiabilidade e previsibilidade aos acontecimentos que podem inviabilizar ou atrasar cronogramas de obras.

Principais funções das versões simulate e Manage:

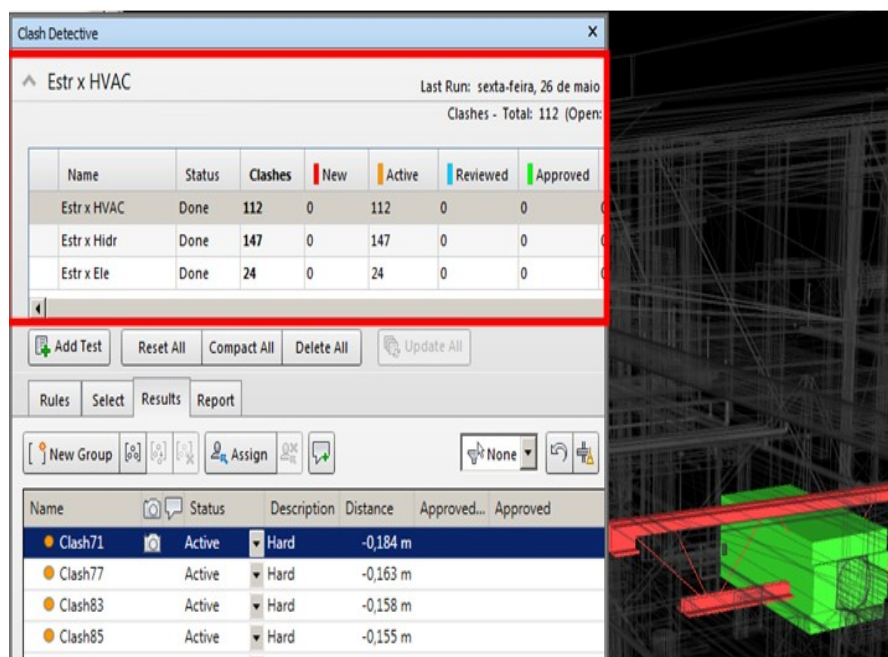
Recursos de tabela completa, quantification, custo, animação e a visualização auxiliam os usuários a demonstrar a intenção do projeto e a simular a construção, a fim de ajudar a aprimorar a visão e a previsibilidade.

A navegação em tempo real é combinada com um conjunto de ferramentas de revisão para suportar a colaboração entre a equipe do projeto. Modelos de projeto inteiros podem ser publicados e visualizados nos formatos NWD e DWF, para fornecer recursos digitais valiosos desde o projeto até a construção.

As ferramentas de gerenciamento de interferências, disponível somente no Autodesk Navisworks Manage, ajudam profissionais de projetos e de construção a prever e evitar problemas graves antes do início da construção, minimizando atrasos e retrabalho dispendiosos.

Tanto o Navisworks Simulate quanto o Manage possuem as seguintes funcionalidades incorporadas: ferramentas Timeliner, ferramentas BIM, quantificação, renderização, animador e dados.

O principal **diferença** entre eles é a **Deteção de Clash**, que só está disponível com a licença de gerenciamento (manage).





Fonte: <https://www.frazillioferroni.com.br/navisworks-manage/>. Acesso em: 18/08/2018.
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

O resultado da análise de interferências permite que os conflitos sejam classificados nas seguintes categorias: novos, ativos, revisados, aprovados e resolvidos.

Também é possível gerar relatórios de interferências para comunicação via BCF.

A versão Navisworks Freedom é um visualizador gratuito para formatos de arquivos NWD e DWF criados nas versões simulate e manage, permitindo a visualização de todo o projeto a todos os interessados, a fim de ajudar a aprimorar a comunicação e a colaboração.

Comparação versões Simulate e Manage (Autodesk)

Produtos	 Navisworks Manage Versão gratuita de avaliação	 Navisworks Simulate
Em um relance	<ul style="list-style-type: none"> Software de simulação de projeto e detecção de conflitos 	<ul style="list-style-type: none"> Software de simulação e análise de projetos
^ Preços		

Anual ⓘ	R\$5.001,29	R\$2.027,55
Mensal ⓘ	R\$617,92	R\$251,03

Fonte: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/compare/compare-products>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

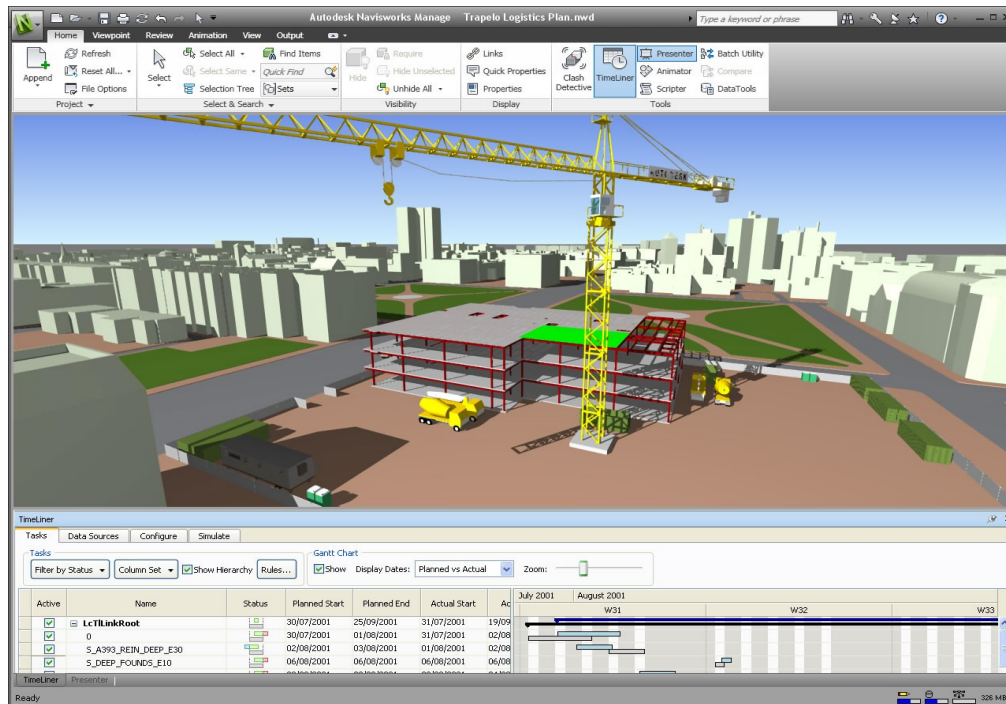
Diferenças entre as versões do software Navisworks

<u>Navisworks Freedom</u>	<u>Navisworks Simulate</u>	<u>Navisworks Manage</u>
Gratuito	Pago	Pago
Apenas visualização do modelo	Simulação e análise de projetos	Simulação de projetos e Detecção de conflitos

Fonte: LOURENÇO, Mariana Marques. Interoperabilidade e Colaboração

Interface do Navisworks

A interface do programa é bem parecida aos demais softwares da Autodesk, porém com funcionalidades de coordenação, compatibilização e planejamento.



Fonte: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida)

Tekla BIMSight

O Tekla BIMSight é um aplicativo gratuito que melhora os processos de fluxo de trabalho de projeto, construção e manutenção ao:

- combinar modelos de design criados por várias disciplinas;
- identificando conflitos entre elementos com detecção de interferências;
- fornecendo melhor colaboração para todas as partes do projeto.

(tradução livre do autor:

https://www.graphisoft.com/archicad/partner_solutions/tekla_bimsight/)

Principais funcionalidades

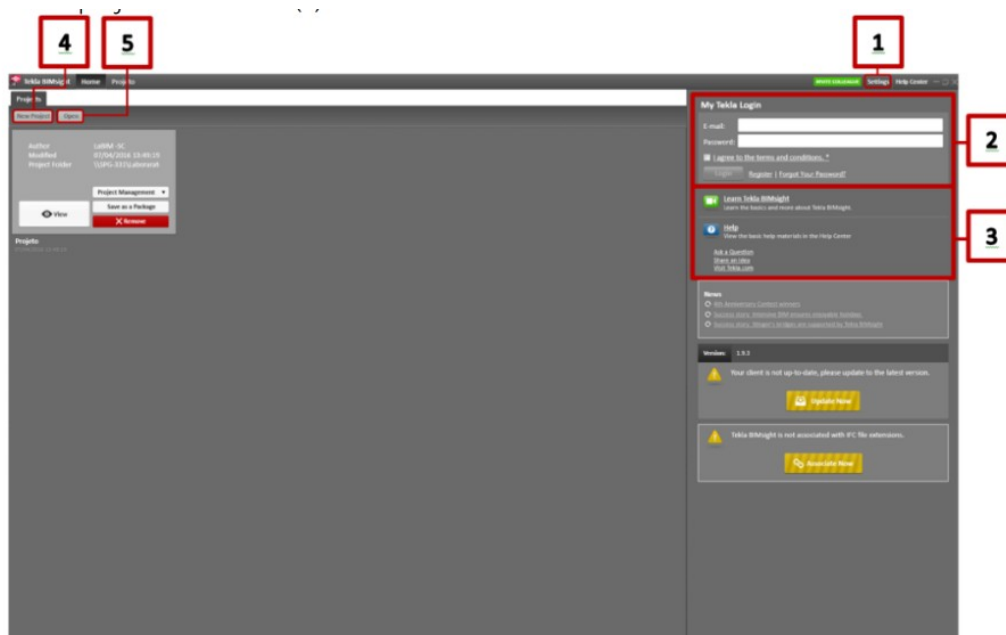
O software possui funções similares aos demais programas de coordenação, dentre elas podemos citar:

- Visualização dos modelos
- Checagem de conflitos.
- Anotações
- Album de vistas
- Relatório BCF

Interface do Tekla BIMSight

O software apresenta uma interface bem intuitiva.

A **aba Home** é a página inicial de abertura do Tekla BIMSight. Nela é possível: acessar as configurações de interface (1); criar novos usuários ou acessar sua conta no programa (2); acessar os conteúdos tutoriais e o Help Center (3); criar novos projetos (4) e abrir projetos existentes (5).



Fonte: <http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/1175--392/file>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Aba de Projeto

As abas de projeto são compostas de diversos painéis que reúnem diferentes ferramentas do programa. No centro dela, temos os painéis de visualização View e Markup (1), onde podemos visualizar e fazer anotações no modelo 3D. A direita, os painéis Models e Conflict Checking (2), nos permitem controlar os modelos e as análises de conflito. A esquerda, os painéis Object, Notes, Conflicts e Documents (3) fornecem informações detalhadas sobre o modelo. Finalmente, abaixo dos painéis de visualização ficam as vistas salvas do projeto, no painel Album (4). Pequenas setas, localizadas nas extremidades desses painéis permitem que os mesmos sejam ocultos da visualização.

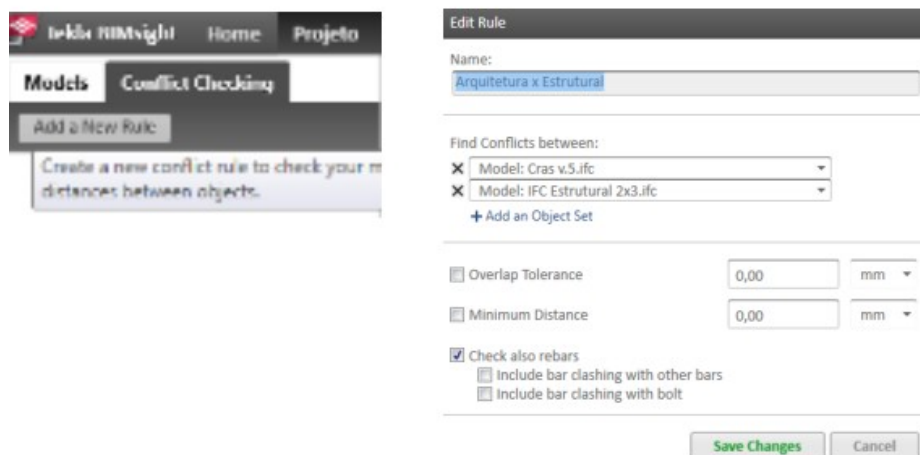


Fonte: <http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/1175--392/file>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Checagem de Conflitos

O Tekla BIMsight permite a criação de regras de análise, através das quais é possível avaliar conflitos entre modelos e objetos do projeto.

Painel Conflict Checking .



Fonte: <http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/1175--392/file>

Os conflitos encontrados serão exibidos como ícones amarelos em sua tela.

É possível adicionar marcadores (Tags) aos conflitos, alterar seu status (New, Pending, Assigned, Critical, Resolved ou Ignored) ou ocultar a visualização do ícone

Inserindo Anotações

A ferramenta Notes nos permite comentar sobre o modelo, associando ao comentário os objetos e imagens explicativas (vistas) vinculados a ele. As anotações são bastante utilizadas como forma de comunicação entre softwares BIM, pois através delas é possível a criação de relatórios de ocorrências no formato .bcf, que podem ser abertos em softwares de várias etapas do processo.

É possível gerar um relatório BCF e exportar os arquivos entre quaisquer softwares BIM. Também importa relatório de outros softwares.

Anexando Documentos Externos

Sendo o Tekla BIMsight uma plataforma de colaboração de projetos de construção também é possível através dele anexar documentos externos de qualquer extensão que possam ser úteis aos participantes do projeto. Esses documentos são carregados e exibidos na aba Documents.

Serviços na Nuvem - Plataformas de colaboração

Plataformas de colaboração

Plataformas de colaboração online ou serviços na nuvem de modelos BIM permitem o compartilhamento de arquivos BIM para todos os envolvidos no projeto, ou aos que tenham interesse em visualizar o modelo. Os arquivos salvos nas plataformas não são editáveis e podemos destacar as seguintes funcionalidades:

- Compartilhamento de informações dos modelos BIM.
- Visualização dos arquivos em 2D e 3D.
- Anotações de revisões e comentários gerais.
- Acesso móvel
- Projeto de metadados

Principais plataformas de colaboração

A360

É uma ferramenta da Autodesk que permite *Visualizar e compartilhar arquivos, incluindo projetos 2D e 3D, em qualquer lugar, em qualquer dispositivo*. Destina-se ao gerenciamento da construção, conectando e organizando o processo de colaboração, documentação e revisões, e demais operações.

Pontos positivos: Permite o compartilhamento, visualização, edição e anotações nos arquivos; apresenta um sistema de versões e comparação entre arquivos; possui sistema de permissão dos usuários pré-determinado; possui diversos módulos, cada um com suas finalidades; oferece integrações com sistemas de custo, gerenciamento de obra, fornecedores; permite a visualização de arquivos 2D e 3D; definição de nomes dos arquivos de forma automática.

Pontos negativos: Nem todos os módulos possuem tradução; não permite visualizar diversos modelos mesclados; não apresenta um controle de nomenclatura ou lista mestra.

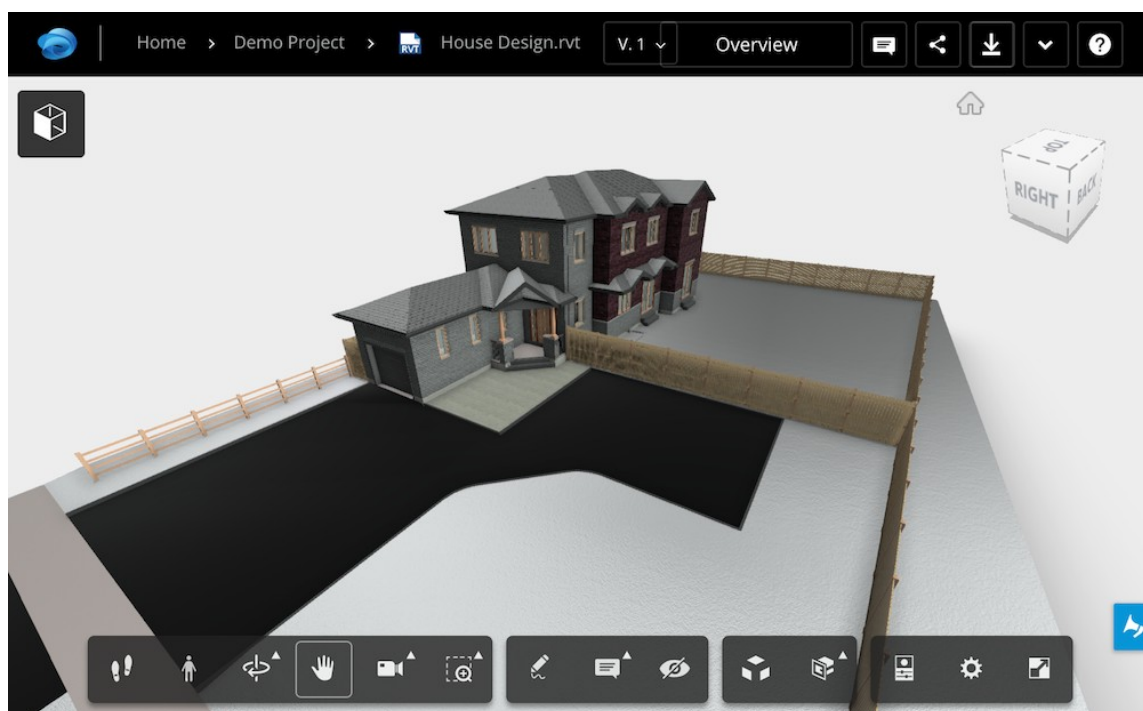
Segundo o site AltoQi, ZIMERMANN:

<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/software-bim-veja-quais-sao-as-plataformas-disponiveis-no-mercado/>

A ferramenta permite o acesso remoto de qualquer desktop ou dispositivo móvel (notebook, tablets e smartphones), o que facilita muito a utilização do modelo em campo, diretamente na obra.

Interface do A360:

Apresenta uma interface fácil de utilizar e bem intuitiva.



Fonte: <https://www.safe.com/blog/2017/08/autodesk-a360/>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

É possível compartilhar a visualização do modelo simplesmente compartilhando o link de acesso à plataforma.

BIMCollab

A BIMcollab já foi citada no capítulo de trabalho colaborativo com formatos abertos de arquivos.

BIMcollab é uma plataforma de colaboração para o BIM, construída com base nos padrões abertos IFC e BCF amplamente aceitos, lançado pela empresa holandesa KUBUS.

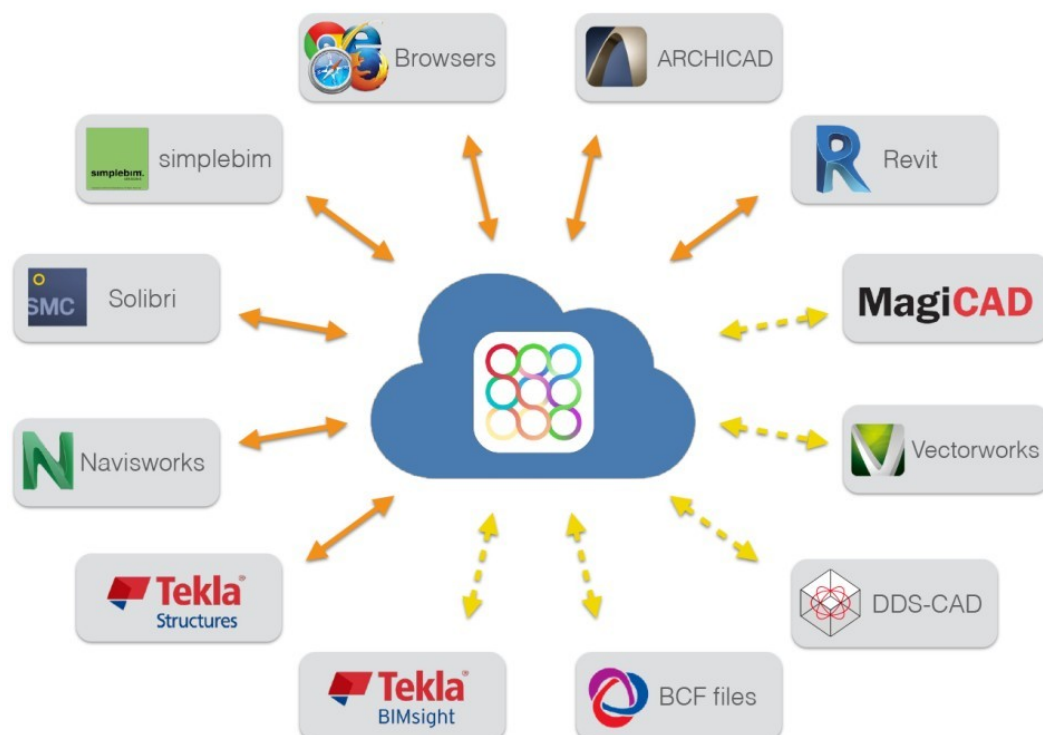
Com o BIMcollab, você e seus colaboradores (de dentro do seu escritório e/ou de outros escritórios) podem fazer o acompanhamento e gerenciamento de todos os projetos de modo integrado e simultâneo, enviando e recebendo anotações em BCF (BIM Collaboration Format), que podem ter sido criados em diferentes soluções, como o Solibri Model Checker, o Tekla BIM Sight, o Revit, o ArchiCAD, entre outros.

Principais funcionalidades

- Criação de relatórios que podem ser extraídos para .xls ou .pdf.
- »Notificações por e-mail sobre atualizações nos modelos.
- »Integração com arquivos BCF.

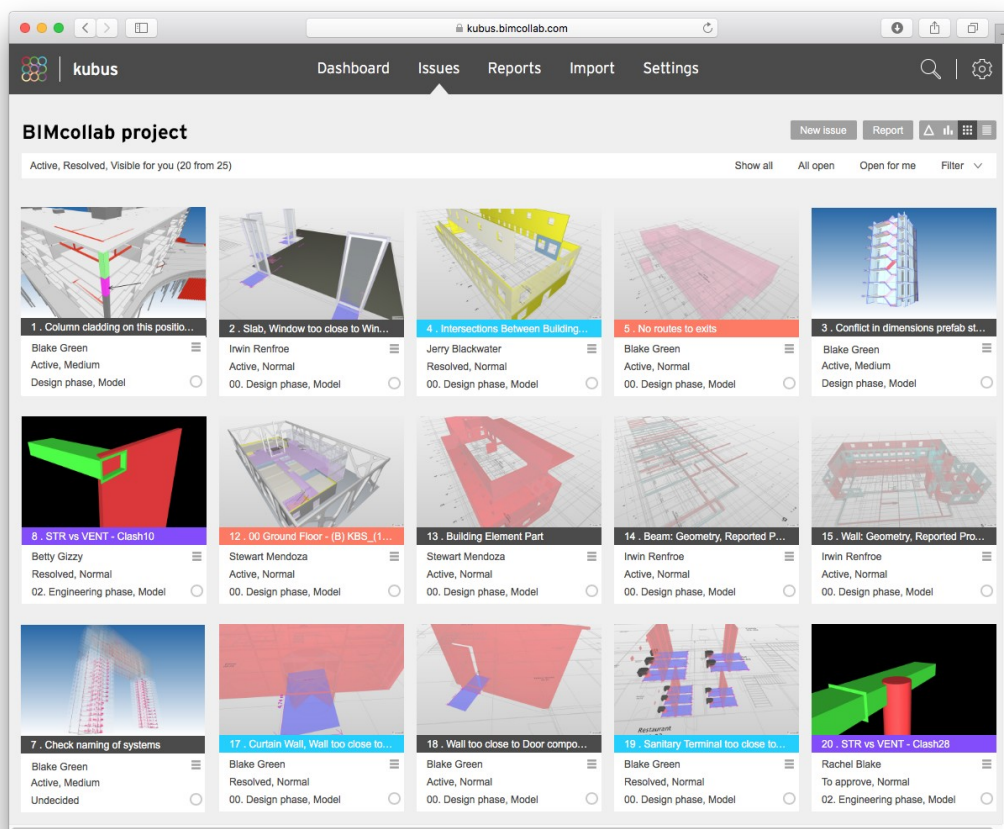
Trabalha com BCF (BIM Collaboration Format), que podem ter sido criados em diferentes soluções, como o Solibri Model Checker, o Tekla BIM Sight, o Revit, o ArchiCAD, entre outros.

Também arquivos IFC.



Interface o BIMcollab

Como a maioria das plataformas de colaboração, apresenta interface de fácil utilização.



Fonte: <https://thebimhub.com/2018/02/27/bimcollab-now-available-in-french-spanish-german/#.XSX60OhKi70>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Aplicativo BIMcollab ZOOM

Ainda existe a opção do aplicativo BIMcollab ZOOM, gratuito, que permite a visualização e o trabalho com arquivos em formatos abertos como o IFC e BCF. O aplicativo funciona de maneira similar a um software de coordenação e compatibilização, gerando os relatórios de interferências.

O BIMcollab ZOOM ajuda a encontrar falhas de informações, a comunicar problemas e a verificar soluções. É o único visualizador de modelo gratuito totalmente integrado ao eficiente fluxo de trabalho de gerenciamento de problemas do BIMcollab. Isso significa encontrar mais problemas antecipadamente e resolvê-los em menos tempo.

(Tradução livre do autor - site <https://www.bimcollab.com/en/ZOOM/zoom>)

Trimble Connect

O Trimble Connect é um serviço de suporte ao trabalho colaborativo em BIM e hospedagem em nuvem, desenvolvido e mantido pela Trimble. A plataforma foi construída a partir de um serviço chamado GTeam, da Gehry Technologies.

O ponto alto da plataforma é oferecer ferramentas de colaboração para que as partes envolvidas em um projeto possam trabalhar juntas em tempo real. É possível visualizar modelos, compartilhar informações e extrair relatórios a partir de um conjunto único e sistematizado de dados

O Trimble Connect permite o upload de vários tipos de formatos de arquivos: IFC, podem ser visualizados em tempo real no Trimble Connect. Outros arquivos, com extensão .pdf, .jpg, .docx, .xlsx também podem ser carregados.

Principais funcionalidades

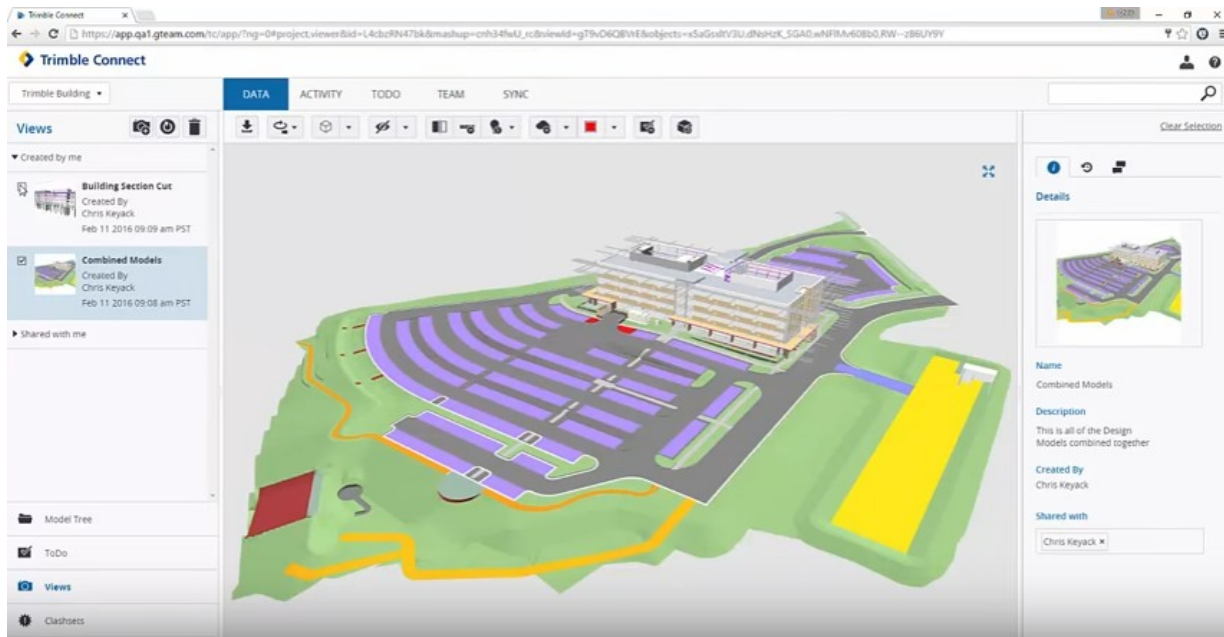
- Visualização do modelo (3D, inserir cortes, extrair medidas, entre outros.).
- Anotação e revisão.
- Checagem de conflitos de geometria.
- Controle de versões.
- Extração de quantitativos.

A utilização do Trimble Connect é realizada pelo site do serviço de nuvem e é possível instalar o aplicativo Trimble Connect Sync, que funciona de modo análogo ao serviço de BackUp e Sincronização da Google (anteriormente conhecido como Google Drive para Desktop). Existem outros aplicativos como os dispositivos móveis (Trimble Connect Mobile) e desktop (Trimble Connect Desktop, onde é possível trabalhar sem conexão à internet, com posterior sincronização com a ferramenta online .

Pontos positivos: Permite visualização de arquivos 2D, 3D e vários modelos simultaneamente; gera colisões e marcações nos arquivos; permite criação de atividades (TO DO) que podem ser comunicados no formato BCF.

Pontos negativos: Funções dos membros do projeto pré-definidas; não possui lista mestra, controle de nomenclatura ou aprovações.

Interface do Trimble Connect



Fonte: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2016/11/trimble-launches-autouas-rapid-image-processing-service/>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

QICloud

O QiCloud é um ambiente comum de trabalho na nuvem desenhado especificamente para o mercado AEC, desenvolvido pela AltoQI, integrando todos os agentes, o projeto e a obra ao conceito BIM. Em uma plataforma única, simples e intuitiva, viabiliza o desenvolvimento de projetos colaborativos e a gestão de toda informação do ciclo de vida do projeto.

O QiCloud é um ambiente comum de trabalho na nuvem desenhado especificamente para o mercado AEC, integrando todos os agentes, o projeto e a obra ao conceito BIM. Em uma plataforma única, simples e intuitiva, viabiliza o desenvolvimento de projetos colaborativos e a gestão de toda informação do ciclo de vida do projeto.

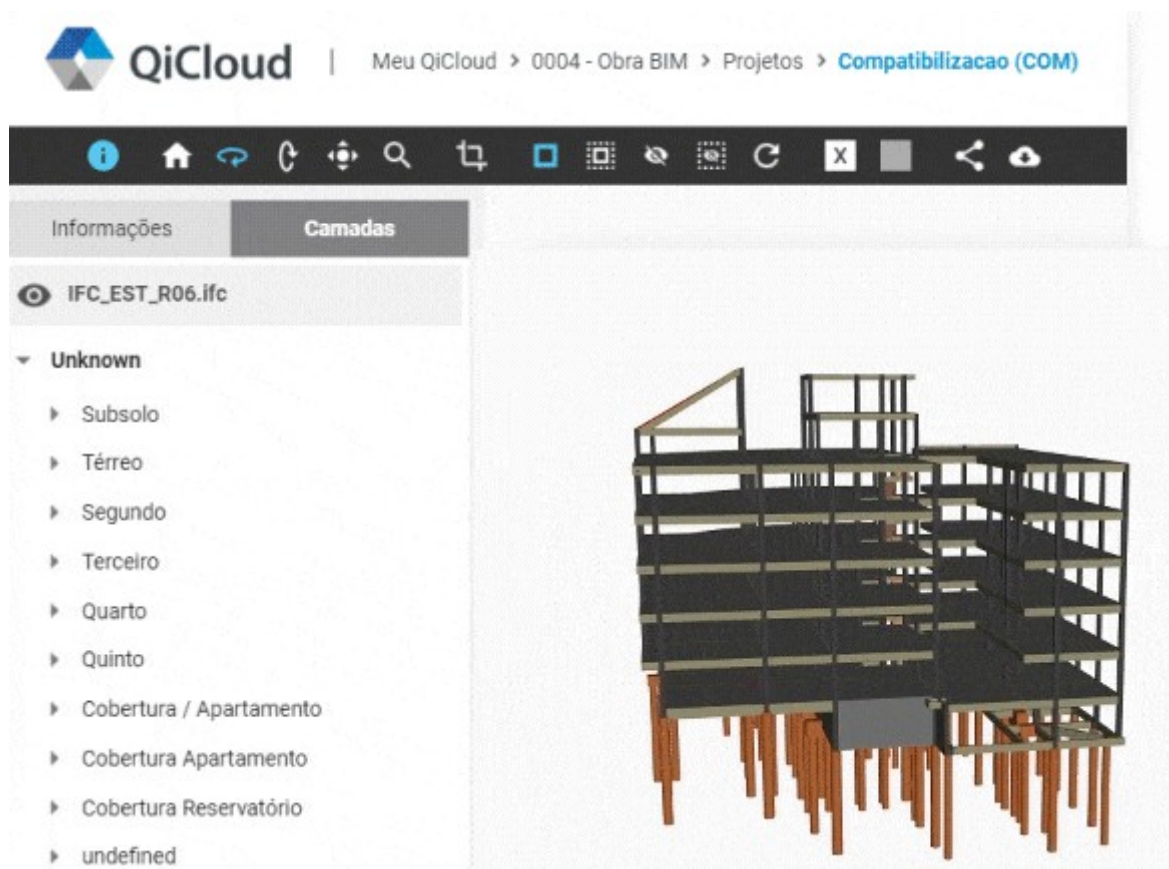
É possível gerenciar as permissões de cada colaborador, realizar aprovação de arquivos, rastrear e notificar as informações importantes de seu projeto.

Principais funcionalidades

- Colaboração e a integração das equipes.
- Compartilhamento ágil e acesso aos arquivos mais recentes.
- Local único de armazenamento e controle na nuvem.
- Gestão de toda a informação ao longo do ciclo de vida do projeto.

Interface da plataforma

A ferramenta também possui uma interface bem intuitiva e de fácil utilização.



Fonte: <http://www.qicloud.com.br/>
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida)

Ferramentas auxiliares de colaboração online – organizar equipes e tarefas

A comunicação é o núcleo de toda colaboração. Os colaboradores precisam de uma maneira de manter contato uns com os outros, de onde quer que trabalhem. É importante saber em que outros membros da equipe estão trabalhando, e até mesmo socializar um pouco. Esses aplicativos fazem isso e muito mais.

Trello e Asana são duas das melhores ferramentas de gerenciamento de times. Ambas ajudam a organizar tarefas entre membros de um grupo, determinar prazos e ter controle de cada passo do trabalho. É possível acessar os organizadores pelo computador ou pelo aplicativo no celular. Com versões gratuita e paga, os serviços são muito procurados para criar ambientes virtuais de trabalho.

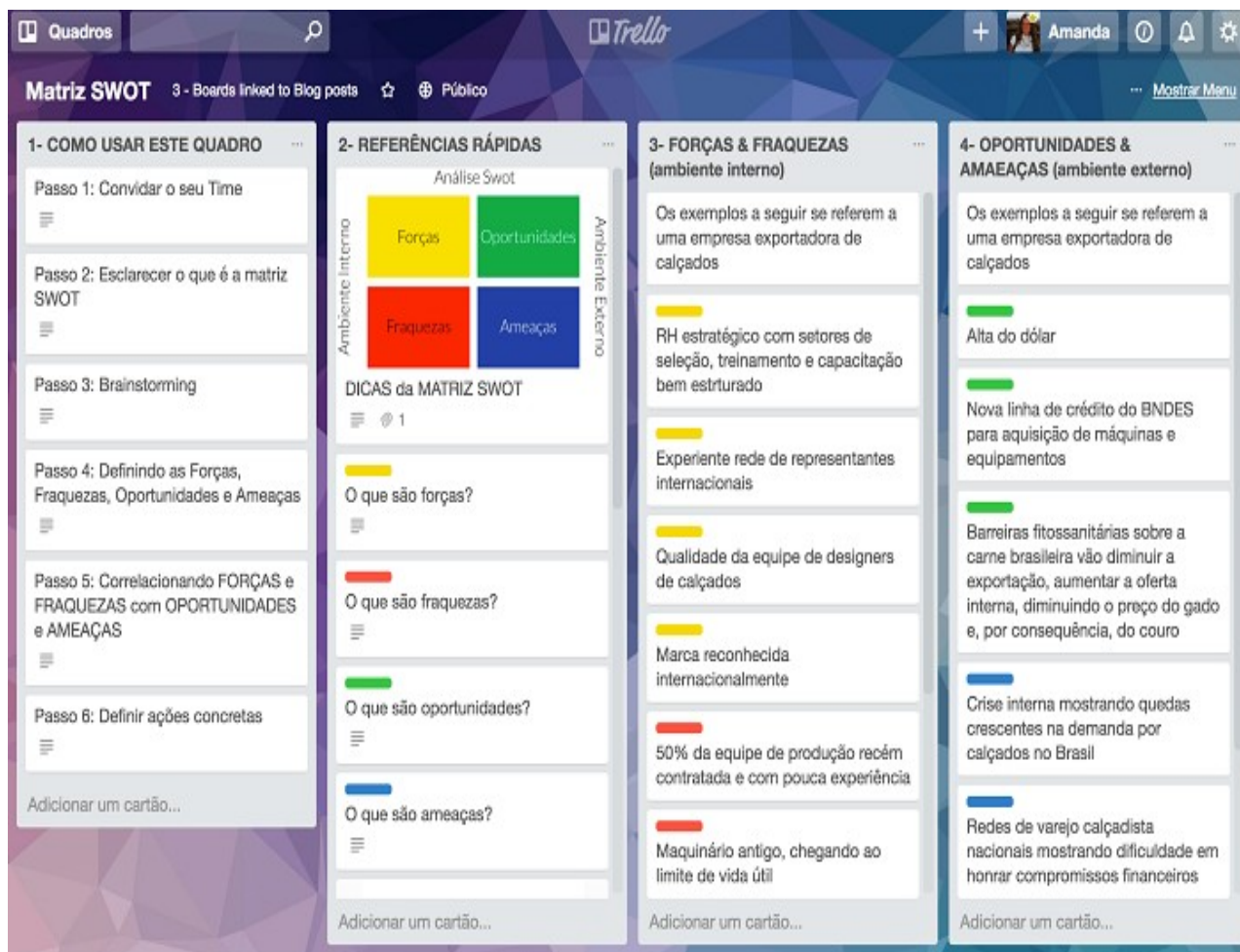
No entanto, as ferramentas têm algumas diferenças fundamentais que as tornam ideais para uns, mas nem tanto para outros.

Trello

Trello é bastante conhecido por ser uma ferramenta de gerenciamento de projetos em listas extremamente versátil e que pode ser ajustada de acordo com as necessidades do usuário. Você pode utilizá-lo para organizar as suas tarefas do trabalho, os seus planos de viagens, as prioridades de seus estudos, entre muitos outros. Por se moldar conforme os objetivos de cada usuário, o Trello pode ser tanto usado por um só indivíduo como para trabalhos em equipe.

Interface do Trello

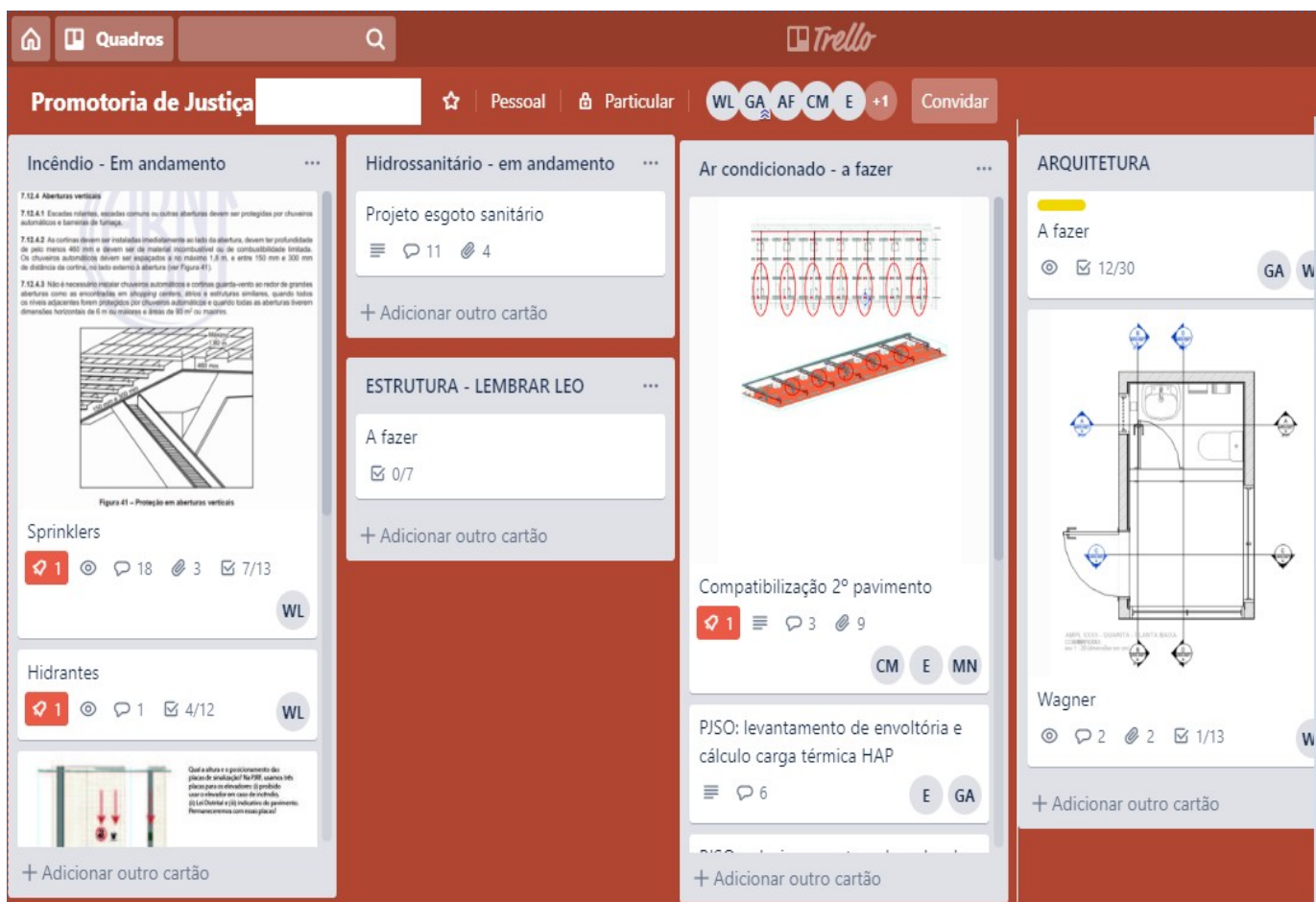
O Trello é um site que pode ser acessado dos navegadores Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari e Internet Explorer – não é necessário qualquer tipo de instalação e é totalmente gratuito.



Fonte: <https://pluga.co/blog/gestao-empresarial/ferramenta-trello/>

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida)

A interface do Trello é especialmente útil para trabalhos em equipe. Os “Boards” ou cartões podem ser compartilhados com qualquer um com cadastro no Trello, e as pessoas podem ser marcadas em múltiplos cartões. Por exemplo, é possível determinar as funções de cada membro da equipe de trabalho ao marcá-lo em um “Card” diferente, de modo que todas as pessoas daquele “Board” estejam cientes sobre em cada um está trabalhando no momento – um ótimo jeito para monitorar o que todos estão fazendo.



Fonte: O Autor - Desenvolvimento de projeto de edificação

Além disso, existe um sistema de “Labels” por cores. Essas “Labels” são etiquetas coloridas que podem ser utilizadas para sinalizar o status de determinado projeto ou atividade. Por exemplo, você pode nomear cores específicas para sinalizar itens como “Projeto em Andamento”, “Pronto”, “Adiado”, entre outras possibilidades. Dependendo do contexto do “Board”, elas podem adquirir o significado que você bem entender.

Segundo estudos científicos, dividir grandes tarefas em pequenos blocos, mais fáceis de completar, ajuda a te deixar mais motivado.

E o esquema de organização de equipes e fluxos de trabalho do Trello, inspirado no kanban, se baseia exatamente nisso:

- Quadros de equipes
- onde **listas de tarefas** contém cartões (que as descrevem em detalhes)
- e fluem de uma lista para a outra, até serem concluídas.

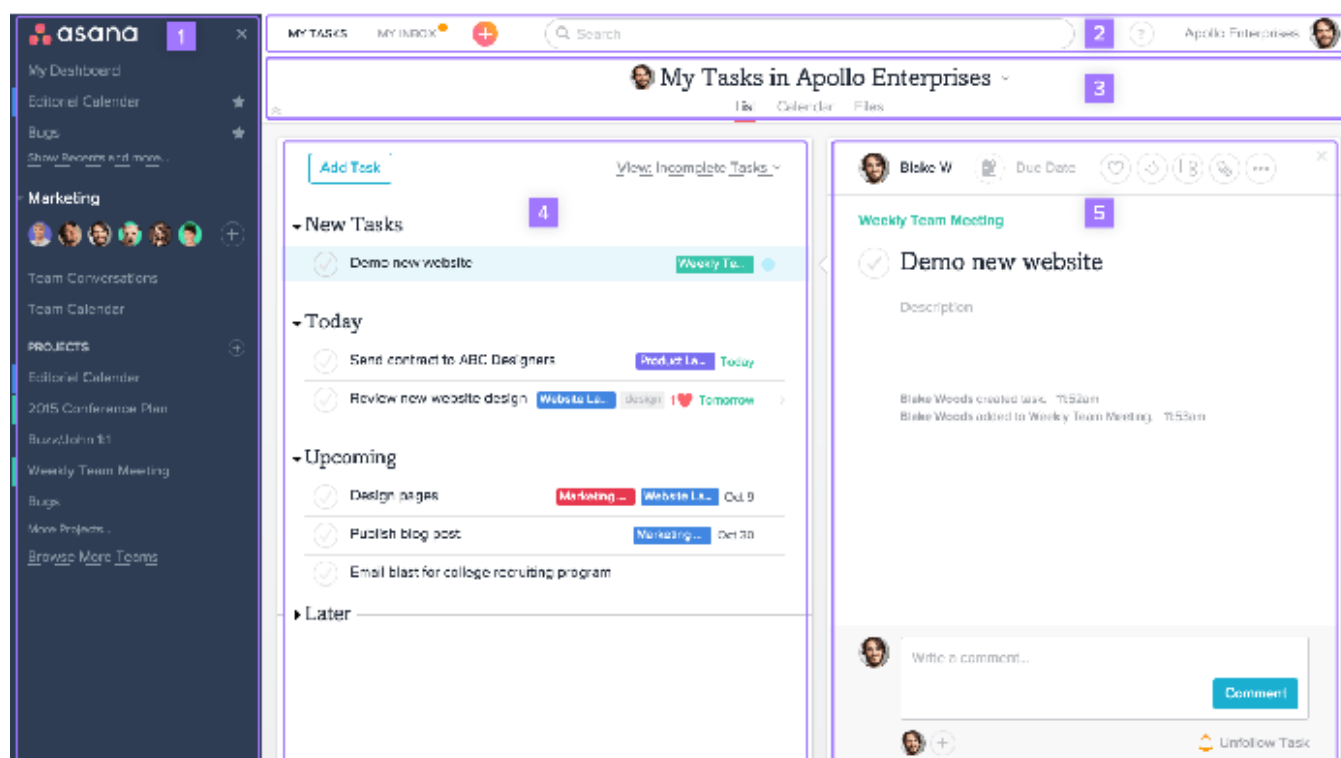
Asana

Asana é uma plataforma online de gerenciamento de tarefas colaborativa. É possível criar e administrar trabalhos, convidar amigos para formar um grupo de colaboração e controlar tudo por meio de quadros e colunas capazes de dividir as tarefas de forma organizada e prática.

O Asana tem um conjunto de recursos mais avançado, especialmente nos planos pagos. Líderes de projetos podem controlar prioridades das atividades, definir metas e permissões diferentes para membros da equipe, e ainda obter relatórios de progresso com gráficos e análise de desempenho.

Usuários do Asana também têm acesso fácil aos arquivos compartilhados e uma função de mensagens que consegue substituir o e-mail dentro da empresa. A integração do serviço com o correio eletrônico é um dos seus destaques, pois permite comunicação do time por e-mail ou pelo app oficial, sem distinção, atrelada ou não a uma tarefa.

Interface do Asana



Fonte: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2017/01/trello-vs-asana-qual-o-melhor-organizador-de-equipes-e-tarefas.html>

(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida)

O Asana leva vantagem quando o assunto é integração com outros serviços. Ele permite conectar a conta do usuário – ou do time inteiro – com mais de 50 sites e ferramentas que expandem ainda mais suas funções. Algumas delas são o Google Sheets (google.com/sheets), que importa tarefas do Asana para criar planilhas

automaticamente, e Google Calendar (google.com/calendar), que coloca atividades no calendário do Gmail e mostra tudo no celular.

Comparação Trello x Asana

O Asana é mais completo em termos de funções, mas essa característica acaba poluindo a interface com muitos elementos. A ferramenta não é difícil de usar, mas certamente demanda mais dedicação para descobrir todos os recursos. Já o Trello tem um visual mais simples e direto ao ponto. O Asana pode ser perfeito para quem gosta de descobrir novos recursos com o tempo e tirar o maior proveito para o time. Mas, o rival é certamente mais fácil de usar.

Segundo o site techtudo:

<https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2017/01/trello-vs-asana-qual-o-melhor-organizador-de-equipes-e-tarefas.html>

É preciso verificar qual ferramenta melhor se adequa ao fluxo de trabalho da equipe da mesma forma que definimos qualquer outra aplicação no processo colaborativo BIM.

Capítulo 3 - Coordenação e compatibilização de projetos

Definição das atividades do coordenador, do agente compatibilizador e do gerente BIM

Cada vez mais exigido no universo da engenharia civil e da arquitetura, o BIM envolve uma série de processos e modelos 3D que congregam múltiplas disciplinas de projetos.

O processo de implantação de BIM não consiste apenas treinar uma a equipe em um software de desenvolvimento de modelos. A mudança de cultura, investimento em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos de trabalho devem ser consideradas. É importante compreender que “todas” as áreas funcionais (marketing, recursos humanos, TI, finanças, operações) das empresas ou órgãos deverão ser envolvidas.

E com relação aos processos, discutiremos a coordenação e compatibilização de projetos utilizando a metodologia BIM, que envolve colaboração ativa e comunicação eficiente como já vimos em aulas anteriores..Logo é importante destacar as diferenças e relações com a gestão do processo de projeto e a gestão da modelagem da informação.

Também é essencial entender a diferença entre coordenação e compatibilização do projeto. Dentro desta ótica é importante frisar uma nova função: o BIM manager.

Segundo Maritan (2017), é importante entender a relação da coordenação do projeto, do responsável pela compatibilização do projeto e ainda o responsável pela gestão da informação do projeto - modelos.

Segundo Molon e De Piere (2016), o conjunto de todos os envolvidos no projeto, desde o planejamento, compatibilização e execução são chamados de agentes compatibilizadores, O conjunto deles são responsáveis pela gestão e controle da compatibilização do projeto.

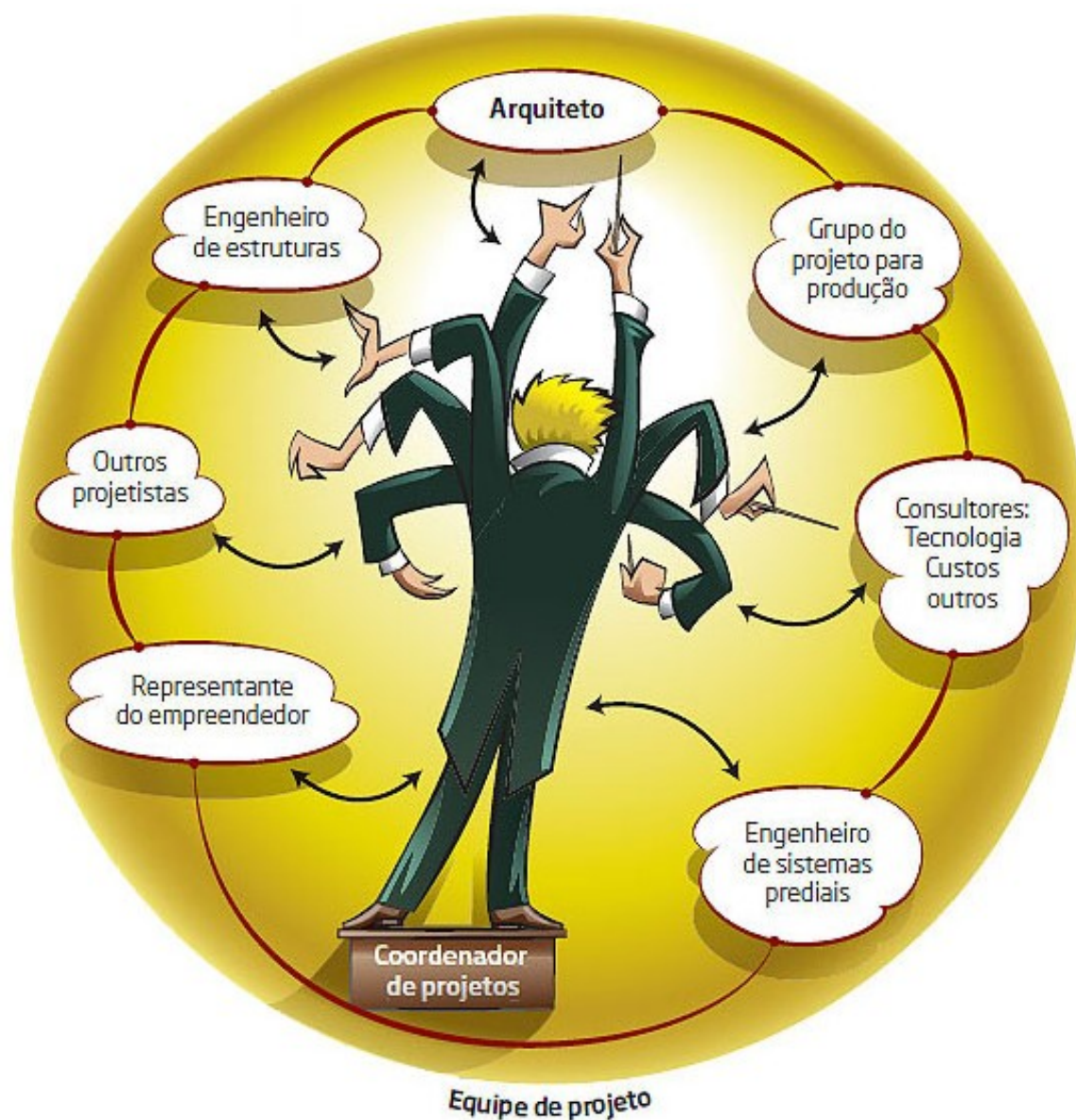
Os participantes do projeto podem ser divididos em quatro partes:

- Gerente de projetos;
- Coordenador de projetos;
- Agente compatibilizador;
- Projetista.

Com isso Nascimento (2015), ressalta que a denominação desses participantes de projetos pode ter respostas diversas de acordo com o órgão ou empresa que se está atuando, mas suas funções são as mesmas e podem estar envolvidas, sendo alguma delas: orientar equipes, garantir a qualidade do produto final, negociar os contratos com fornecedores e prestadores de serviços, supervisionar a execução de obras e zelar pela obediência às normas que envolvam o projeto.

Coordenador de projetos

Sob a ótica de Nascimento (2015), o Coordenador de Projetos é aquele que tem a função de tomar decisões para dinamizar o projeto, de forma a melhorar o planejamento, cronograma, melhorar orçamentos, estar no controle da qualidade e descrever o escopo das atividades, documentando sempre tudo o que ocorre durante o processo.



Atividades desenvolvidas:

- organizar a comunicação entre cliente, construtor e demais projetistas;
- elaborar documento com diretrizes e escopo do projeto;
- organizar as etapas do desenvolvimento de projetos, definindo prazos e responsabilidades;
- coordenar reuniões com equipes de projeto;
- analisar o custo, prazo, escopo e qualidade do projeto durante a execução;
- compatibilizar e definir variáveis dos projetos de todas as disciplinas;
- monitorar e acompanhar as equipes de projetos, cobrando agilidade dos projetistas na resolução das incompatibilidades verificadas.

Agente Compatibilizador

Durante a etapa de elaboração, reuni e analisa todos os projetos, verificando a existência de possíveis falhas e interferências entre disciplinas (arquitetura, estrutura e instalações). A compatibilização garante a qualidade do produto, bem como de todas as etapas do processo de execução. "

Responsabilidades do agente compatibilizador

Na visão de Ferreira (2001) o Compatibilizador é o sujeito que compreende o raciocínio conceitual e consegue levar a informação dimensional para a discussão.



Fonte:Fonte: Nascimento (2015, p.22).

A compatibilização de projetos de diferentes especialidades, normalmente, é desenvolvida pelo coordenador de projetos, ou seja, é uma de suas atribuições. Obviamente que ela pode ser terceirizada para uma empresa ou delegada para outro colaborador da equipe. De qualquer forma, o coordenador tem que acompanhar e gerenciar o processo.

Segundo Renato Trussardi Paolini, coordenador de projetos do escritório Aflalo & Gasperini, é função do coordenador, por exemplo, conseguir as informações de todas as especialidades envolvidas para compatibilizar o projeto de arquitetura com os demais, antes de começar a execução da obra.

Fonte: <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>

Gerente ou Gestor BIM – BIM Manager

Segundo Barison e Santos (2010), as empresas necessitam de um novo profissional que seja responsável pela coordenação do BIM - gestão da informação do projeto. Entre as funções deste profissional encontramos: planejar o processo BIM do projeto, qualificar os modelos de projeto recebidos e enviados, coordenar a manutenção do processo de projeto em BIM, definir o ponto de origem do modelo, sistema de coordenadas e unidades de medida, definir o nomenclaturas e códigos do modelo e seus elementos, facilitar a coordenação do modelo promovendo reuniões, incluindo análises de interferências e emissão de relatórios periódicos de compatibilização, garantir que não ocorram problemas de interoperabilidade controlando os requisitos necessários de hardware, software, licenças, formato de arquivos e necessidades de espaços de trabalho colaborativos, determinar as convenções a serem seguidas para o processo de revisão dos modelos BIM,

É importante entender a relação da coordenação do projeto, do responsável pela compatibilização do projeto e ainda o responsável pela gestão da informação do projeto – modelos (gestor BIM).

Segundo MARITAN (2018), É muito difícil encontrar profissionais que possam desenvolver todas estas atribuições juntas, até mesmo porque demanda conhecimento do projeto, dos processos construtivos da empresa que vai realizar a obra, de BIM, de software, de projetos específicos, de normas, etc.

Ao meu ver, Coordenador de projetos, Gerência BIM e Compatibilizador são funções diferentes que podem ser executadas ou não pelo mesmo profissional. Na prática, depende do cenário de cada empresa, escritório ou órgão público. Por isso ainda é bem comum confundir algumas atribuições de cada um.

Plano de Execução BIM e Fluxo geral do processo de projeto

Plano de Execução BIM

O acrônimo BEP significa BIM EXECUTION PLAN, Plano de Execução BIM em português, que trata da definição de todos os processos, requisitos e informações necessárias para o desenvolvimento do projeto em BIM.

Para um bom desenvolvimento tanto das atribuições de um Gestor BIM quanto das do coordenador de projetos é necessário ter um bom BEP ou Mandate e um

bom Fluxograma Geral do Processo de Projeto. Para o desenvolvimento destes documentos tão importantes, principalmente nas contratações BIM, o gestor BIM precisa fazer uma análise completa da empresa ou órgão e interagir com os responsáveis por todas as áreas inclusive a de projeto, em especial a figura do coordenador. Algumas atividades desenvolvidas por estes profissionais são semelhantes e por vezes causam confusão na definições das que cabem a cada um.

Os principais documentos que constituem a base para a contratação BIM são:

- **PLANO DE EXECUÇÃO BIM**, que descreve os participantes, suas responsabilidades e a descrição de etapas e produtos;
- **FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSO DE PROJETO**, que apresenta o encadeamento das atividades e seus respectivos produtos.

Embora o BEP e o Fluxograma do processo de projeto sejam muito importantes para contratação de projetos em BIM, ao meu ver também são essenciais para qualquer escritório ou serviço público de projetos, mesmo que desenvolva todos os seus projetos, pois definem, por exemplo, todas as entregas e responsabilidades nas etapas, métodos de trabalho, além de uma série de outras características.

Não podemos esquecer que um coordenador de projetos pode coordenar uma equipe que contrata parte dos projetos ou que desenvolve todo o projeto, inclusive cuidando da maior parte do ciclo de vida do projeto.

Plano de Execução BIM – Definição e características

O projeto preliminar basicamente é o início de qualquer construção. Pois bem, o BEP é como se fosse o projeto preliminar da construção do modelo BIM. Assim como um edifício, o projeto em BIM precisa de um planejamento.

Já falamos nas aulas anteriores que o BIM precisa de um processo de trabalho colaborativo. E só vamos conseguir uma integração entre as disciplinas se houver o mínimo de planejamento anterior a prática do projeto de fato.

O desenvolvimento deste documento, embora haja variação na denominação e na formatação, tem como objetivo facilitar o gerenciamento de informações de um projeto BIM, considerando:

- Organizar os processos BIM ao longo do empreendimento; e
- Definir, em maior ou menor grau de detalhe, as responsabilidades e produtos associados e o modelo de comunicação e implementação para todos os participantes do empreendimento, em todas as fases de seu ciclo de vida.

Segundo o GUIA BIM04 ABDI, um Plano de Execução BIM deve ser entendido como um termo de concordância dos participantes do projeto para um conjunto de diretrizes específicas para o empreendimento. É um documento que certamente deve passar por ajustes ao longo do desenvolvimento dos serviços, seja pela entrada de novos participantes, seja pela identificação de novas necessidades.

O que no mínimo deve constar no Plano de execução BIM?

- Definição do uso e objetivos dos modelos
- Indicar extensões de entrada e saídas, softwares e versões;
- Formatar padrão de nomenclaturas de arquivos, bibliotecas, projetos;
- Descrever o Fluxo de trabalho e cronograma de projeto;
- Relação dos colaboradores do projeto;
- Definição das funções no projeto;
- Diretrizes de integração dos modelos - interoperabilidade e procedimentos de comunicação;
- Requisitos de informação dos elementos;
- Nível de desenvolvimento dos modelos;

Muitas características previstas no BEP, principalmente de interoperabilidade e comunicação, divisão de modelos e padrões gerais de arquivos, embora sejam definidas pelo Gerente BIM, estão intimamente relacionadas com as atividades de colaboração e do coordenador de projetos.

O BEP é um documento que costuma ser bem analítico e envolve muitas questões. Na verdade, seria necessário um curso específico só sobre o BEP, mas esse não é o foco desta aula. Estamos aqui somente revisando. Iremos focar nas funções de coordenação e compatibilização.

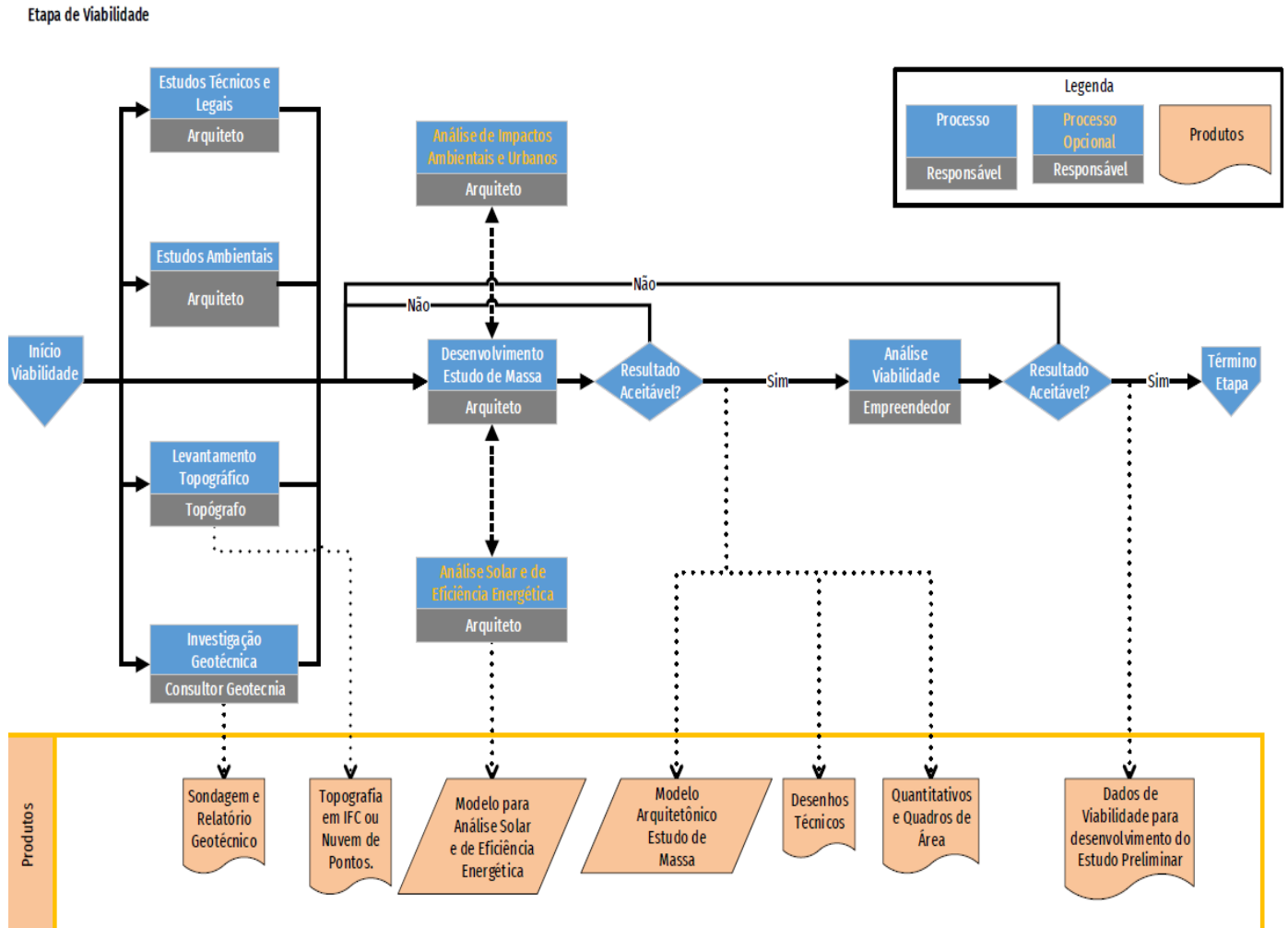
Na apostila indicarei alguns materiais para uma revisão ou aprofundamento do tema. Aconselho baixar e conhecer o Caderno de Apresentação de Projetos em BIM do governo de Santa Catarina. É um ótimo exemplo e pioneiro no Brasil em termos de contratações públicas.

Fonte:

<http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>

Fluxograma do processo de projeto

É importante desenvolver fluxogramas para as etapas e respectivas entregas.



Fonte: Guia AsBEA – Boas práticas em BIM – Fascículo II

Segue relação das etapas mais comuns:

- Etapa de inepção
- Viabilidade
- Recebimento de arquivos
- Estudo preliminar
- Projeto Básico
- Projeto Executivo
- Etapa de Planejamento
- Execução
- Processo de medição
- Comissionamento (as-built e recebimento)

Coordenação e Compatibilização de projetos em BIM

Coordenação de Projetos

A gestão de projetos, no qual projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único e exclusivo (PMBOK – Project Management Body of Knowledge), é a aplicação de técnicas, conhecimentos e habilidades para garantir que um projeto tenha sucesso. Quando realizada de forma adequada e estruturada é vista como um dos fatores vitais para o sucesso de um empreendimento, seja ele qual for.

Abaixo, estão indicados seis itens a serem observados para uma boa eficiência na gestão:

- Desenvolva uma equipe completa e eficaz;
- Conheça os stakeholders do projeto;
- Defina objetivos claros e inteligentes para a equipe;
- Facilite o processo interno de comunicação;
- Monte um cronograma e subdivida as entregas;
- Conte com um bom sistema de gestão de projetos.

Na construção civil essa gestão de projetos não é uma tarefa fácil, pois há uma série de variáveis e indefinições que podem prejudicar a eficiência e resultar na distorção dos objetivos pré-estabelecidos. Para facilitar esta tarefa o uso da metodologia BIM é muito importante.

O BIM é aliado do coordenador de projetos, pois os profissionais ganham tempo e segurança com o uso da tecnologia que fomenta a colaboração, simplifica a compatibilização e melhora a comunicação sobre alterações de projeto

Segundo TOLEDO, o BIM ajuda o gestor de projetos na comunicação aos projetistas sobre as alterações necessárias, por meio do protocolo BCF (BIM Collaboration Format). “Trata-se de um novo padrão lançado já há algum tempo, que permite ao coordenador indicar no próprio programa o que deve ser resolvido. O arquivo é enviado para o projetista responsável por aquela modificação, e o modelo é aberto na posição exata para a correção. Depois, o projetista ainda registra o que foi feito e envia para o coordenador. Esse protocolo fica rastreável, e o trabalho prático e ágil”, explica.

Voltando as principais atividades do coordenador de projeto, vamos destacar algumas daqui em diante.

- organizar a comunicação entre cliente, construtor e demais projetistas;
- elaborar documento com diretrizes e escopo do projeto;
- organizar as etapas do desenvolvimento de projetos, definindo prazos e responsabilidades;
- coordenar reuniões com equipes de projeto;
- analisar o custo, prazo, escopo e qualidade do projeto durante a execução;
- compatibilizar e definir variáveis dos projetos de todas as disciplinas;
- monitorar e acompanhar as equipes de projetos, cobrando agilidade dos projetistas na resolução das incompatibilidades verificadas.

Principais atividades da coordenação – destaque

Definição das diretrizes e escopo do projeto

A partir da definição de usos, no início do desenvolvimento do projeto em BIM é importante que os requisitos do projeto estejam claros e acordados entre as partes envolvidas no processo. Sem essa definição, torna-se muito subjetivo para os participantes do projeto o entendimento do que deve ou não ser incluído no modelo, e quais informações podem ou não ser utilizadas.

Além dos requisitos técnicos do projeto, tais como os sistemas construtivos a serem adotados ou as características de desempenho que o edifício deve atingir, existem os requisitos característicos do processo BIM que incluem a definição do nível de desenvolvimento do modelo (conhecido como LOD) e o nível de detalhamento das informações contidas nos elementos construtivos (definido como LOI).

Exemplos:

Estudo preliminar (LOD 100 a 200)

Projeto Básico (LOD 300 a 400)

É importante lembrar que embora um projeto tenha um LOD 300, por exemplo, ele pode conter elementos com diversos LOD 100, 200, 300, etc.

Organizar as etapas do desenvolvimento de projetos, definir prazos e responsabilidades

O impacto da implementação do processo de trabalho de modelagem da informação da construção pode ser percebido em vários âmbitos do ciclo de vida de uma edificação. Por uma questão cronológica, a fase de projetos é uma das primeiras a ser transformada.

As experiências com trabalhos realizados em BIM mostram que os cronogramas de projeto se alteram, tanto no prazo quanto na distribuição das tarefas.

Como visto nas aulas anteriores, na curva de Patrick Macleamy, existe uma antecipação das decisões de projeto de fases futuras para fases iniciais. Um volume maior de decisões é tomado nos primórdios da concepção. Em contrapartida, a extração de documentos de projeto, na forma como estávamos acostumados, passa a acontecer após um amadurecimento maior dos modelos. Em resumo, um estudo de viabilidade terá mais informação do que tínhamos normalmente, o estudo preliminar é praticamente um anteprojeto, e o projeto básico é meramente uma transição para o detalhamento dos projetos no projeto executivo

É necessário definir os fluxogramas das entregas do projeto, prazos e de quem são a responsabilidade.

Exemplo de tabela de funções no Projeto

Existem vários modelos de tabelas e de matriz de responsabilidade para gestão do projeto. É preciso verificar quais se adequam melhor ao escritório, considerando o fluxo de trabalho BIM.

MATRIZ TAREFA X RESPONSABILIDADE						
DISCIPLINAS DO PROJETO	EQUIPE MULTIDISCIPLINAR					
	COORD PROJ.	ARQ.	ENG. ESTRU	ENG. INST.	ENG. PROD	ENG. CUSTO
PROJ. ARQUITETÔNICO	X	O	Δ	Δ	Δ	Δ
PROJ. ESTRUTURAL	X	Δ	O	Δ	Δ	Δ
PROJ. INST. ELÉTRICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. TELEFÔNICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. HIDRAÚLICA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. SANITÁRIA	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
PROJ. INST. GÁS	X	Δ	Δ	O	Δ	Δ
ORÇAMENTO	X	Δ	Δ	Δ	Δ	O

LEGENDA:	
O	- Responsável
□	- Participa
X	- Decide
Δ	- Deve ser consultado

O Guia BIM04 ABDI – Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia apresenta vários modelos, inclusive em formato digital para adaptação.

Formação das Equipes

A definição das equipes que participarão do processo BIM e de suas responsabilidades é essencial para que seja possível o planejamento do desenvolvimento do projeto de forma a garantir fluidez ao longo de todas as fases de projeto. Nesse momento torna-se primordial avaliar quais participantes estarão inseridos no processo BIM e entender quais terão capacidade de entregar os projetos em BIM.

Ainda vivemos um momento de transição do CAD para o BIM. Durante essa fase ainda é difícil montar equipes de projeto que já trabalhem integralmente em BIM. Embora os benefícios do processo BIM sejam potencializados quanto mais integrado e completo, algumas vezes, durante essa fase de transição, é necessário trabalhar em um processo híbrido, no qual nem todas as disciplinas e especificações de projeto estão incorporadas no modelo BIM.

Procedimentos de Colaboração e Compatibilização

Finalmente chegamos na atividade de compatibilização que no processo BIM incorpora realmente as atividades de colaboração. No BIM todo o processo é colaborativo, da concepção em diante.

A compatibilização de projetos é fundamental para evitar erros devido a interferências entre projetos das diferentes especialidades e minimizar o retrabalho, reduzindo prazos de projeto e execução, desperdícios e custos. É, também, um dos maiores desafios enfrentados no dia a dia dos escritórios de arquitetura e das empresas construtoras.

Como já vimos antes, a metodologia tradicional se baseia em um fluxo sequencial das disciplinas envolvidas no projeto da edificação, que se inicia pela arquitetura, depois a estrutura, até as instalações prediais, resultando em incompatibilidades frequentes, somente detectadas em análises de compatibilização que ocorrem normalmente ao final dos trabalhos.

O processo BIM tem como premissa a colaboração contínua e concomitante de todas as disciplinas no desenvolvimento do projeto. O que faz com que a compatibilização ocorra ao longo do processo. Desta forma compatibilização e colaboração estão intimamente ligadas.

Deverão ser definidos os procedimentos de colaboração para se aproximar ao máximo do ideal do processo BIM. Dentre eles podemos destacar: a organização dos modelos, os responsáveis pela modelagem de cada componente da construção, o local onde os modelos serão armazenados e como os modelos estarão articulados.

Segundo Ana Cristina Gualberto, algumas ações para compatibilizar bem:

- Atenha-se a uma etapa da compatibilização por vez, sem cobrar informações de etapas futuras antecipadamente dos projetistas e, tampouco, adiar análises que possam gerar retrabalhos
- Os conceitos adotados nos projetos (tipologia de sistema estrutural, sistema de aquecimento, necessidade de gerador etc.) devem estar consolidados entre todos os envolvidos antes do início do trabalho
- Cheque se a arquitetura disponibilizou espaços verticais e horizontais para caminhamento de tubulações e dutos, e se a estrutura respeitou estes espaços não os ocupando
- Verifique se a estrutura previu os furos para passagens de instalações em vigas e lajes de forma a não distorcer a arquitetura com soluções tardias
- Dedique atenção especial à área de instalações prediais e às interações que envolvem o sistema de cobertura e estrutura e as ligações das instalações junto às concessionárias
- Verifique e aprove as adequações efetuadas, mantendo um registro atualizado das mudanças solicitadas e realizadas.

Fonte: NAKAMURA, Juliana. <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>

Coordenar reuniões com equipes de projeto – definir espaço;

Embora o BIM possibilite a troca de informação entre os modelos e via programas, devem ser considerados momentos de trabalho colaborativo presencial. As reuniões de projeto são importantes, pois nelas será feita a análise de soluções adotadas e o encaminhamento das ações e providências subsequentes.



Fonte: Guia AsBEA – Boas práticas em BIM – Fascículo II
(Conteúdo semelhante na Internet; e nenhuma violação de direitos autorais pretendida).

Essas reuniões terão frequência também definida em comum acordo com todos os envolvidos no processo e irá variar de acordo com a fase do projeto.

Controle de qualidade dos modelos e Compatibilização

No caso de contratação de projeto, o coordenador do modelo de cada empresa deverá ser o responsável pela qualidade do modelo da sua disciplina a partir de várias verificações internas aos seus modelos e entre seu modelo e os das demais disciplinas. De qualquer forma é responsabilidade do Gestor BIM avaliar a qualidade dos modelos entregues pelas empresas contratadas. (pode ser compartilhada com projetistas)

No caso do escritório de projetos desenvolver todas as disciplinas, cada projetista e o Gestor BIM podem compartilhar a responsabilidade.

Como já vimos antes, dentre os *softwares* disponíveis no mercado para verificações, podemos destacar: Navisworks, Solibri e Tekla BIMSight.

As 3 atividades abaixo normalmente são do Gestor BIM, mas pode ficar por conta do agente compatibilizador ou do Coordenador, caso esteja compatibilizando)

O controle de qualidade dos modelos envolve no mínimo, segundo Guia AsBEA – Boas práticas em BIM – Fascículo II :

Checagem Visual

Deverá ser realizada uma verificação visual do modelo, com o objetivo de “limpá-lo”, eliminando eventuais objetos não utilizados ou usados fora de lugar. Inclui-se nessa checagem a verificação de que todos os elementos do modelo se encontram nos espaços de trabalho corretos.

Validação dos modelos

Deverá ser realizada a verificação no modelo a fim de garantir que nenhum elemento do modelo contenha dados incorretos e que todos contenham os dados mínimos necessários para aquele momento de desenvolvimento do modelo.

Checagem Visual

Nessa verificação, deve-se garantir que o modelo esteja de acordo com os padrões, critérios e dados básicos acordados entre equipes, construtora, contratante.

Análise de interferência (Atividade normalmente por conta do agente compatibilizador ou do Coordenador, caso esteja compatibilizando)

A verificação de interferência nos projetos deve ocorrer continuamente entre as disciplinas. Cabe ao projetista de cada especialidade estar atento à interface da própria disciplina com as demais e garantir que estas estejam compatíveis.

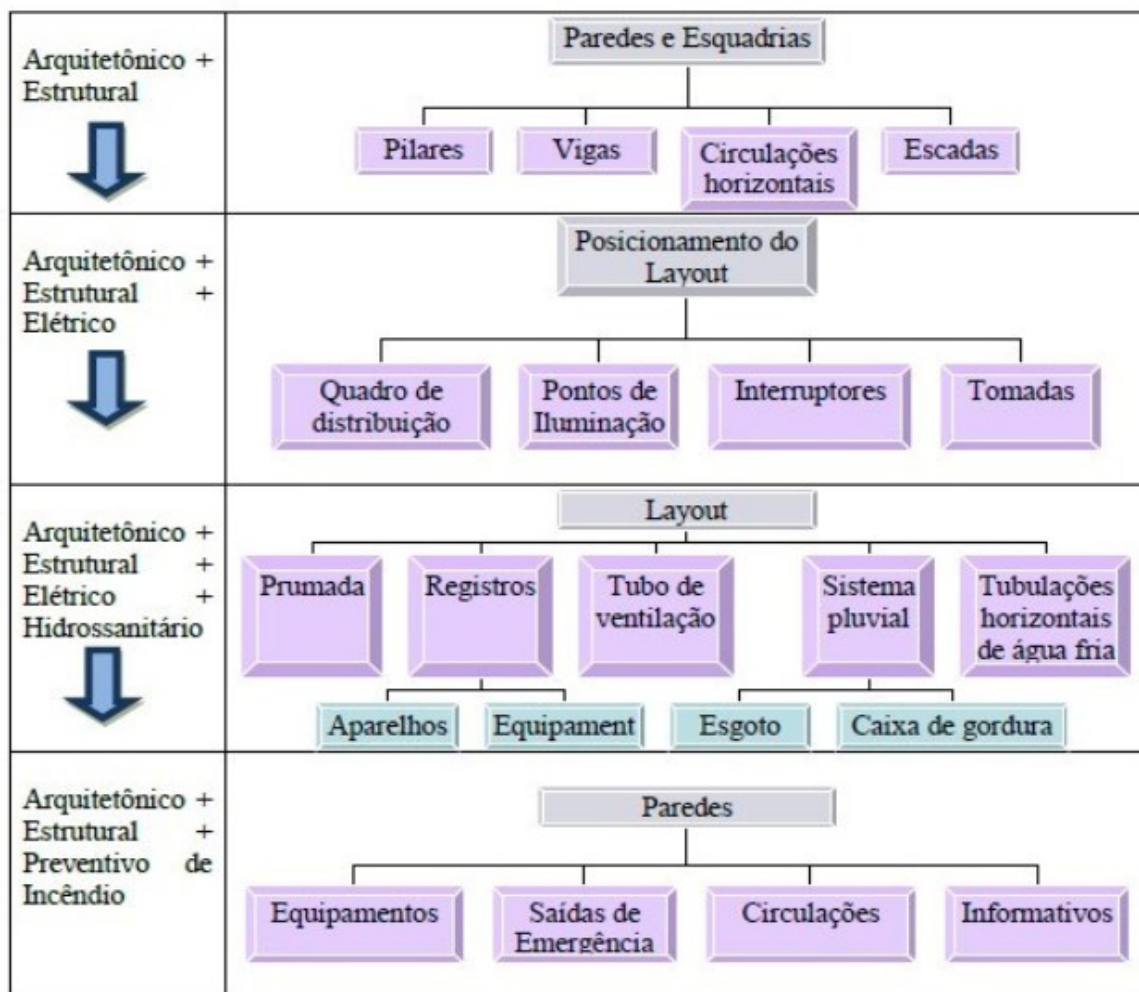
De forma complementar à análise individual de cada projetista, é recomendado que seja definido um responsável pela compatibilização geral dos projetos em cada etapa do fluxo de projeto BIM. Essa função pode ficar a cargo dos arquitetos autores do projeto, empresas especializadas em compatibilização, coordenador de projetos, gerente BIM ou outro profissional só para cuidar desta função.

Mais uma vez chegamos na discussão sobre as atribuições que são devidas a cada profissional. Ao meu ver essa função pode ser compartilhada, dando mais confiabilidade ao processo.

Embora as ferramentas disponíveis sejam capazes de gerar relatórios automáticos apontando quaisquer conflitos encontrados entre disciplinas, muitas vezes existem colisões que não são consideradas incompatibilidades ou são de baixa relevância. Por outro lado, existem também problemas ou incoerências de projeto que os *softwares* não detectam. Por isso é importante lembrar que o trabalho de análise e compatibilização de projeto é extremamente técnico e não deve ser deixado a cargo de profissionais sem a experiência apropriada.

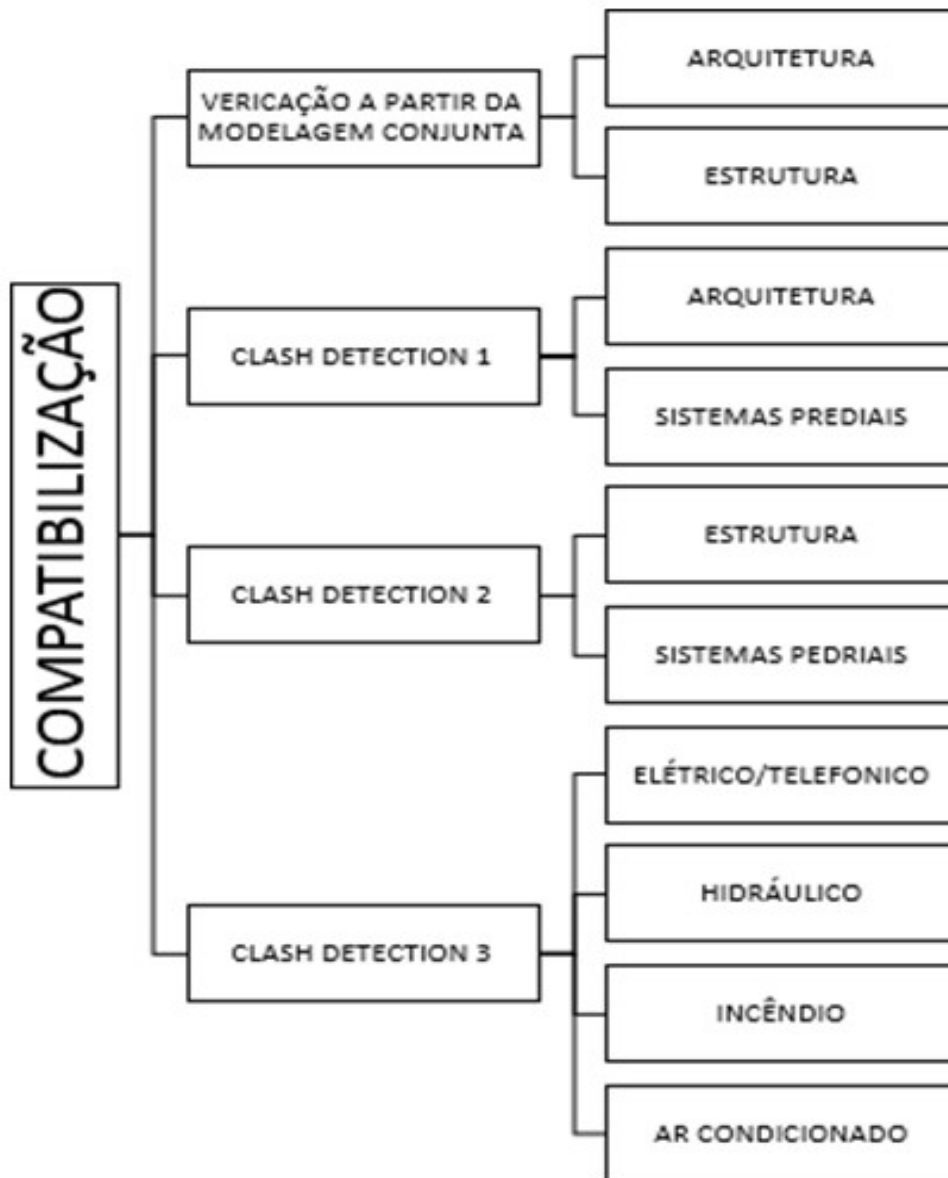
Segundo GIACOMELLI (2014, apud BALEM, 2015, p.25) demonstra como determinada empresa faz sua compatibilização de projeto. Cada combinação (arquitetônico versus estrutural) tem alguns itens específicos a serem verificados que normalmente são os que mais revelam problemas de inconsistência. Então, o gerenciador de projetos usa esta sequência como manual para facilitar o processo de sobreposição de desenhos.

No nosso caso, modelos BIM.



Fonte: GIACOMELLI (2014, apud BALEM, 2015, p.25)

Conforme visto nas aulas anteriores, recomenda-se a criação de um modelo federado integrando todas as disciplinas para a compatibilização. Deve ser definido uma origem comum no sistema de coordenadas para todas as disciplinas para que modelos sejam sobrepostos no posicionamento correto.



Fonte: NEIVA NETO; FARIA; BIZELLO; Implantação BIM em uma construtora de médio porte: Caso prático da modelagem a quantificação. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção

Segundo o Guia AsBEA - Boas práticas em BIM, os conflitos detectados podem ser de diferentes amplitudes:

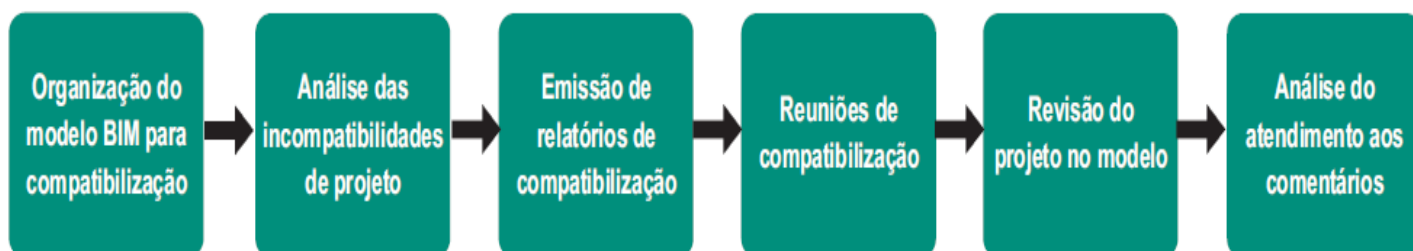
soft clash: componentes que não respeitam uma distância mínima exigida em relação a outro elemento ou sistema.

hard clash: componentes que se sobrepõem,

time clash: elementos que podem se colidir ao longo do tempo, como durante a construção ou o uso do edifício.

Neste contexto devemos levar em consideração também as nomenclaturas de amplitudes de interferências dos softwares de coordenação, pois cada um usa uma classificação como já foi visto.

Segue um esquema de processo para cada etapa de compatibilização



Fonte: Guia AsBEA – Boas práticas em BIM – Fascículo II

Nos processos BIM é interessante utilizar os relatórios de compatibilização gerados pelos softwares em formato BCF. Os relatórios de compatibilização devem ser de fácil entendimento e seu formato deve ser acordado entre os envolvidos a cada fase do projeto. Eles orientarão a compatibilização e servirão para discussão das soluções aos problemas detectados.

É essencial que o coordenador de projetos acompanhe a compatibilização. O processo apresentado deve ser repetido a cada etapa, conforme previsto no fluxo de projeto BIM, até que as demandas sejam resolvidas.

Material de apoio - Leitura complementar - Módulo 3

Embora a Apostila seja suficiente para o entendimento e conclusão da disciplina, sugiro a leitura do material complementar listado abaixo para aprofundar os conhecimentos sobre os temas estudados.

Alguns estão disponíveis para downloads no ambiente virtual de estudo e os demais podem ser acessados pelos links listados.

- Módulo 3 - Guia AsBEA - Boas Práticas em BIM - Fascículo II
- Módulo 3 - Col Guias BIM ABDI - MDIC 01_web
- Módulo 3 – Apresentação Institucional - Implantação BIM MPDFT
- Módulo 3 – BIM Talks - Compatibilização em BIM – Alexander Justi entrevista Professor Leusin. Segue o link: <https://www.youtube.com/watch?v=yBhANz4zQFo>
- Módulo 3 – TCC: VOLPATO, Mateus Pereira. Modelagem, Compatibilização de Projetos e Orçamentação de um Edifício Residencial através da Metodologia BIM. UFSC – Segue o link: [file:///C:/Users/Adm/Downloads/TCC%20-%20Mateus%20Pereira%20Volpato%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Adm/Downloads/TCC%20-%20Mateus%20Pereira%20Volpato%20(1).pdf)

Vídeo Bônus

Serão apresentadas duas videoaulas para complementação dos estudos.

Parte 1 – Apresentação de Estudo de Caso

Apresentação do Estudo de Caso da Implantação BIM no Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT). Estudo de caso divulgado pelo órgão em março de 2019 e apresentado no 2º Seminário Internacional BIM CBIC – O BIM em Obras Públicas e também no projeto BIM Talks no Youtube. Serão focadas as partes de desenvolvimento, coordenação e compatibilização de projeto 100%BIM (Arquitetura, Estrutura, Instalações Hidráulicas, Elétricas, Dados, Mecânicas (ar-condicionado) e Contra-Incêndio).

Link para Apresentação Institucional - Implantação BIM MPDFT.

http://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/comunicacao/mar%C3%A7o_2019/APRESENTA%C3%87%C3%83O_IMPLANTA%C3%87%C3%83O_BIM-MPDFT-JAN2019_Divulga%C3%A7%C3%A3o_SPO_12_03_2019.pdf

Parte 2 – Apresentação das ferramentas Trello e Tekla BIMsight.

Apresentação breve das ferramentas Trello, utilizada para coordenação e gerenciamento de equipes e atividades, e Tekla BIMsight, utilizada para coordenação e compatibilização de projetos em BIM.

Wagner Martins de Lima

Contato

e-mail:

ticowml@yahoo.com.br

wagnerlimatico@gmail.com

LinkedIn

<https://www.linkedin.com/in/wagner-lima-1671a539/>

Para maiores informações acesse:

<http://lattes.cnpq.br/2494828036250331>

Referências

BARROS NETO, José de Paula. **Um Modelo de Compatibilização de Projeto de Edificação Baseado na Engenharia Simultânea e FMEA**. Artigo- Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos-USP Construção Civil, São Paulo, 2001.

BEETZ, J., et al. **Advances in the development and application of an Open Source Model Server for Building Information**. In: CIBW78, W102 Conference, 2011, Nice. Proceedings. 2011. p.7.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras–**Volume1 – Fundamentos BIM–CBIC**. Brasília, 2016

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras–**Volume3 – Colaboração e Integração BIM–CBIC**. Brasília, 2016

Guias BIM ABDI-MDIC – **GUIA 01 – Processo de Projeto BIM**. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasília, 2017.

Guias BIM ABDI-MDIC – **GUIA 04 -Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia**. Brasília, 2017.

CURT. **Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation (WP-1201)**. Cincinnati, OH, 2004

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EASTMAN,C.;TEICHOLZ,P.;SACKS,R.;LEE,G. **A guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers** –Third Edition. New Jersey: John Wiley & Sons,2018.

GIACOMELLI, Wiliana. **Compatibilização de projetos – estudo de caso**. Revista Especialize On-Line IPOG, 8ª ed, nº 9, vol. 01/2014. Goiânia, 2014.

GC-BIM (Comitê Gestor).**DECRETO N 9377, de 17 de maio de 2018**_Instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Brasília, 2018. Disponível em:<<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>. Acesso em: nov. 2018.

GT BIM – Grupo Técnico BIM - AsBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura).**Guia AsBEA Boas Práticas em BIM: Fascículo II**. 2015, São Paulo. Disponível em:<<http://www.asbea.org.br/manuais>>.Acesso em: out. 2018.

ISIKDAG, U.; UNDERWOOD, J. **Two design patterns for facilitating Building Information Model-based synchronous collaboration. Automation in Construction**, v.19, n.5, p.544-553, 2010.

JERNIGAN, F. **BIG BIM little bim** –the practical approach to building information modeling – Integrated practice done the right way! Salisbury, 2008.

LOURENÇO, Mariana Marques. **Interoperabilidade e Colaboração**

MANZIONE, L. **Proposição de Uma Estrutura Conceitual da Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo, 2013. Tese (Doutorado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2013.

MANZIONE, L. **O IFC é muito mais que um formato de arquivo**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.coordenar.com.br/o-ifc-e-muito-mais-que-um-simples-formato-de-arquivo/>>. Acesso em: nov. 2018.

MIGUEL, Antonio. **Gestão Moderna de Projectos**. 4 ed. Portugal: Editora FCA, 2010.

NIST (National Institute of Standards and Technology). **Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry**. Gaithersburg, 2004.

OLIVEIRA, M. **Um método para a obtenção de indicadores visando à tomada de decisão na etapa de concepção do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes**. 1999. 309 f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

OLIVEIRA, O. J. **Modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios**. 2005. 279 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SILVA, Fernando Augusto Correa da. **Interoperabilidade e Norma Técnica da ABNT (BIM)**. Palestra realizada em Belo Horizonte em 28 de junho de 2012. Belo Horizonte, 2012.

VISHAL, S.; NING, G.; XIANGYU, W. **A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform**. Automation in Construction, v.20, n.2, p.134-144, 2011.

<https://www.academia.edu/29133626/O_PAPEL_DAS_FERRAMENTAS_BIM_DE_INTEGRA%C3%87%C3%83O_E_COMPARTILHAMENTO_NO_PROCESSO_DE_PROJETO_NA_IND%C3%9ASTRIA_DA_CONSTRU%C3%87%C3%83O_CIVIL?auto=download>. Acesso em: jul 2018

R.C. Ruschel; C.A.V. Valente; E. Cacere; e S.R.S.L de Queiroz. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, vol. 7, nº 3, 36-54. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil.

<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/bim-e-aliado-do-coordenador-de-projetos_11804_3_0>. Acesso em: ago 2018

<<http://www.aecbytes.com/review/2018/SolibriModelChecker.html>>. Acesso em: ago 2018

< <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/features> >. Acesso em: jul 2018

<<https://www.autodesk.com.br/products/a360/overview>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/compare/compare-products>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.autodesk.com.br/products/a360/features>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.autodesk.com.br/products/a360/overview>>. Acesso em: ago 2018

<[Autodesk_Revit_2017_Model_Performance_Technical_Note_ptb.pdf](#)>. Acesso em: fev 2019

<<http://www4.coordenar.com.br/compartilhamento-e-troca-de-modelos-bim/>>. Acesso em: fev 2019

<<http://biblus.accasoftware.com/ptb/formatos-abertos-e-formatos-proprietarios-como-funciona-e-como-e-constituído-o-arquivo-ifc/>>. Acesso em: jul 2018

< <https://www.bimcollab.com/en/default> >. Acesso em: jul 2018

<<https://www.bimcollab.com/en/ZOOM/zoom>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.bimcollab.com/en/Support/Support/Downloads>>. Acesso em: abr 2018

<<https://www.bimcommunity.com/news/load/730/bcf-bim-collaboration-format>>. Acesso em: abr 2018

<<https://www.bimexperts.com.br/post/niveis-de-maturidade-bim-2>>. Acesso em: ago 2018

< <https://biminformation.blog/2017/02/01/bcf-bim-collaboration-format>>. Acesso em: jul 2018

<<https://bimlevel.com/worksharing-a-traves-de-internet/>>. Acesso em: jul 2018

<<https://bimnapratica.com/blog/interoperabilidade-em-bim>>. Acesso em: set. 2018

<<http://www.bimrevit.com/2017/04/ferramentas-de-colaboracao-e.html> >. Acesso em: jul 2018

<<http://www.bimrevit.com/2018/03/coordenacao-bim-quem-controla-os.html>>. Acesso em: ago 2018

<<http://www.bimrevit.com/2017/07/modelos-bim.html>>. Acesso em: nov 2018

<<http://bimserver.org/>>. Acesso em: nov 2018

<<http://blog.unipe.br/graduacao/voce-conhece-os-principais-tipos-de-redes-de-computadores> >. Acesso em: jul 2018

<<https://blog.totalcad.com.br/como-conquistar-o-cliente-apresentacao-projetos-arquitetura>>. Acesso em: out 2018

<<https://blogs.rand.com/support/2014/11/revit-server-alternate-project-upgrade-process.html>>. Acesso em: nov 2018

<<https://www.buildin.com.br/interoperabilidade-entre-plataformas-bim/>>. Acesso em: set. 2018

<<https://www.buildin.com.br/software-para-bim/> >. Acesso em: ago 2018

<<https://www.buildin.com.br/gerenciamento-de-projetos-e-bim-metodologias/>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.buildingsmart.org/ifc4-software-certification-delivers-first-milestone/> >. Acesso em: jul 2018

<<https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/>>. Acesso em: jul 2018

<<http://www.cadtec.com.br/internas/solibri/novo/funcionalidades.html>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.coordenar.com.br/bim-conheca-os-204-sofware-ifc-compativeis-hoje-no-mundo/> >. Acesso em: jul 2018

<<http://construtivo.com/blog/colaboracao-em-processos-bim-protocolo-bcf/>>. Acesso em: jul 2018

<Daudt engineering e consultancy>. Acesso em: out 2018

<<http://dicasdebim.tilab.com.br/bimcollab/> >. Acesso em: jul 2018

<<https://docplayer.com.br/45609130-Gerenciando-o-projeto-multidisciplinar-no-revit-mep.html> >. Acesso em: jul 2018

<https://www.eec.ufg.br/up/140/o/IMPACTO_DO_USO_DO_BIM_NA_ELABORACAO_DE_PROJETOS_AS_BUILT_DE_SISTEMAS_PREDIAIS_HIDROSSANITARIOS.pdf >

ALMEIDA, Ramon Cirilo de Godoy. Monografia: IMPACTO DO USO DO BIM NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS AS BUILT DE SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS . UFG (2016)

<<https://engenheirocaicara.com/plataforma-bim-estagios-para-implantacao/>>. Acesso em: ago 2018

<https://www.etulinktechnology.com/blog/lan-vs-wan-vs-man-vs-vlan-vs-vpn_b120.>. Acesso em: fev 2019

<<https://www.frazillioferroni.com.br/navisworks-manage/>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DO-BRASIL>>. Acesso em: jul 2018

<<http://gcoa-online.blogs.ua.sapo.pt/18599.html> >. Acesso em: ago. 2018

<https://www.graphisoft.com/archicad/partner_solutions/solibri_model_checker/>. Acesso em: ago 2018

<https://www.graphisoft.com/archicad/partner_solutions/bimcollab/>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.infonova.com.br/artigo/servidor-de-arquivos/> >. Acesso em: jul 2018

<<https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/PTB/Revit-Using-Revit-files-on-Dropbox-Box-or-OneDrive.html>>. Acesso em: jul 2018

<[https:// log.areo.io/level-of-development/](https://log.areo.io/level-of-development/)>. Acesso em: out 2018

<<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/o-que-e-bim-o-que-voce>>. Acesso em: jul 2018

<<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/software-bim-veja-quais-sao-as-plataformas-disponiveis-no-mercado/>>. Acesso em: jul 2018

<<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em: ago 2018

<<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/lod-trabalhando-bim-em-alto-nivel/>>. Acesso em: ago 2018

<<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/software-bim-para-compatibilizacao-de-projetos/> >. Acesso em: ago 2018

<<https://www.makebim.com/2016/08/19/1575/>>. Acesso em: jul 2018

<<https://www.makebim.com/2017/02/14/aprenda-o-que-e-o-ifc-e-qual-a-sua-importancia-para-o-bim/>>. Acesso em: jul 2018

<<https://www.makebim.com/2016/09/17/bim-collaboration-format-com-o-archicad/>>.
Acesso em: jul 2018

<<https://www.makebim.com/2017/05/17/colaboracao-e-troca-de-modelos-bim/>>.
Acesso em: nov 2018

<<https://www.makebim.com/2017/05/17/colaboracao-e-troca-de-modelos-bim/>>.
Acesso em: jul 2018

<<https://www.makebim.com/2016/07/31/solibri-model-checker-a-solucao-completa-para-a-analise-bim/>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.makebim.com/2016/09/17/bim-collaboration-format-com-o-archicad/>>.
Acesso em: mai 2018

<<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>>. Acesso em: out 2018

<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015761.pdf>>

NASCIMENTO, Rafael Lucas do. Monografia: Compatibilização de projetos de edificações. UFRJ (2015)

Monografia: CAMPOS, Sérgio Emídio de Azevêdo. Gestão do processo de projetos de edificações em instituição federal de ensino superior: estudo de caso no CEPLAN/UnB.

<NAKAMURA, Juliana. <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>>. Acesso em: ago 2018

<<http://paci.com.br/bim/bim-o-que-sao-os-lods/>>. Acesso em: ago 2018

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm>. Acesso em: out 2018

<<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>>.
Acesso em: ago 2018

<<https://pluga.co/blog/gestao-empresarial/ferramenta-trello/>>. Acesso em: ago 2018

<<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/compartilhamento-de-arquivos-melhorias-para-colaborao-da-informao-20580>>. Acesso em: jul 2018

<<http://www.qicloud.com.br/>>. Acesso em: ago 2018

<<http://revitaddons.blogspot.com/2017/05/bimcollab-bcf-manager-for-navisworks.html>>. Acesso em: jul 2018

<<http://revitaddons.blogspot.com/2017/11/bimcollab-bcf-manager-for-revit-v40.html>>. Acesso em: jul 2018

<http://revit.downloads.autodesk.com/download/2017RVT_RTM/Docs/InProd/>.
Acesso em: fev 2019

<<https://www.safe.com/blog/2017/08/autodesk-a360/>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.siteware.com.br/comunicacao/colaboracao/>>. Acesso em: ago. 2018

<<https://www.scia.net/pt/open-bim>>. Acesso em: jul 2018

<<https://www.scia.net/pt/company/news/lancamento-novo-produto-solibri-model-checker-v8-maior-facilidade-uso-para-qaqc-em-open>>. Acesso em: ago 2018

<<http://site.autodoc.com.br.>>. Acesso em: fev 2019

<https://solution.solibri.com/help/smc/9.8/en/html_user_interface.html>. Acesso em: ago 2018

<<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/1175--392/file>>. Acesso em: ago 2018

<<https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360015830653-Como-exportar-e-importar-notas-em-formato-de-colabora%C3%A7%C3%A3o-BIM-BCF-nos-programas-da-AltoQi->>. Acesso em: jul 2018

<<http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>>. Acesso em: ago 2018

<<https://techne.pini.com.br/2017/01/cultura-da-colaboracao-como-necessidade-para-projeto-integral-em-arquitetura-e-engenharia-o-relato-de-um-caso-bim/>>. Acesso em: ago. 2018

<<https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2017/01/trello-vs-asana-qual-o-melhor-organizador-de-equipes-e-tarefas.html>>. Acesso em: ago 2018

<<https://technical.buildingsmart.org/>>. Acesso em: abr 2018

<<https://www.tekla.com/br/content/buildingsmart-open-bim>>. Acesso em: jul 2018

<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-24082016-075727/publico/AntoniolvodeBarrosMainardiNetoCorr16.pdf>>. Acesso em: ago 2018

NETO, Antonio Ivo de Barros Mainardi. Dissertação USP: Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô.

<<https://thebimhub.com/2018/02/27/bimcollab-now-available-in-french-spanish-german/#.XSX60OhKi70>>. Acesso em: ago 2018

<<https://www.ufrgs.br/saepro/saepro-2/conheca-o-projeto/breve-historico-do-bim/>>. Acesso em: jul. 2018

<http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2015/TCC_AMANDA%20FORGIARINI%20BALEM.pdf>. Acesso em: jul 2019

BALEM, Amanda Forgiarini. TCC: VANTAGENS DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA ENGENHARIA CIVIL ALIADA AO USO DA METODOLOGIA BIM . UFSM (2015)

<<https://www.unmannedsystemstechnology.com/2016/11/trimble-launches-autouas-rapid-image-processing-service/>>. Acesso em: ago 2018

< <https://vpn99.net/?a=2tbfft4t&oc=2968&os=&ol=pt>>. Acesso em: abr 2018