



SINDUSCON

Balneário Camboriú e Camboriú

CARTILHA **BIM**

**VOL. 2 EXECUTION PLAN
(FOCO NA CONSTRUÇÃO)**



CARTILHA BIM

VOL. 2 EXECUTION PLAN
(FOCO NA CONSTRUÇÃO)

2024

SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção de Balneário Camboriú e Camboriú

Cartilha BIM. Volume II - Execution Plan (Foco na Construção) / Sindicato da Indústria da Construção de Balneário Camboriú e Camboriú. Balneário Camboriú (SC), 2024.

126 p.

1. Engenharia Civil. 2. Construção. 3. Modelagem da informação da construção. 4. BIM. 5. Sindicato da Indústria da Construção de Balneário Camboriú e Camboriú.

SINDUSCON

Sindicato da Indústria da Construção de Balneário Camboriú e Camboriú
Rua Angelina, 555, bairro dos Municípios - Balneário Camboriú - SC. CEP: 88337-470
47 3367-6535 | 3367-1234
www.sindusconbc.com.br

FOTO DA CAPA

Samuel Pereira

PROJETO GRÁFICO

SINDUSCON Balneário Camboriú e Camboriú

FICHA TÉCNICA

REALIZAÇÃO:

GRUPO DE ESTUDOS TÉCNICOS – GET BIM
SINDUSCON DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ E CAMBORIÚ

COORDENAÇÃO:

ELLEN STEFANIA VIERA TAMBOSETTI - Engenheira Civil

EQUIPE TÉCNICA:

ARTHUR BIANCHI - Arquiteto e Urbanista
EDSON JORGE CACHEL – Arquiteto e Urbanista
EDUARDA MAFRA – Engenheira Civil
EDUARDO DA SILVA VIEIRA – Engenheiro Civil
ELLEN STEFANIA VIERA TAMBOSETTI – Engenheira Civil
FABIANO OLIVEIRA BELLESSICH - Engenheiro Civil
FERNANDA ALBANO HOEPPERS – Engenheira Civil
JULIANA PILAN - Arquiteta e Urbanista
LILIAN ELAINE DIAS GONÇALVES PIETROVSKI – Arquiteta
LUÍS HENRIQUE CAMARGO WESCINSKI – Engenheiro Civil
LURIANE CARMESINI DALSENTER – Engenheira Civil
MOACIR DE OLIVEIRA JUNIOR – Engenheiro Civil
PAULO EDUARDO MAYER - Arquiteto
PEDRO FELIPE DEBUS KAPPAUN – Engenheiro Civil
RAFAEL MIRANDA SCHMOELER – Engenheiro Civil
RUY LEX ROSALES – Engenheiro Civil

COMITÊ REVISOR:

EDSON JORGE CACHEL – Arquiteto
EDUARDA MAFRA – Engenheira Civil
ELLEN STEFANIA VIERA TAMBOSETTI – Engenheira Civil
FABIANO OLIVEIRA BULLESSICH – Engenheiro Civil
LUÍS HENRIQUE CAMARGO WESCINSKI – Engenheiro Civil

PALAVRA DO PRESIDENTE

CAROS COLEGAS,

Cientes dos avanços da tecnologia que a construção civil atravessa, trazemos até você mais uma edição da Cartilha BIM – um verdadeiro manual sobre como aplicar esta ferramenta em sua empresa e as vantagens que este sistema oferece.

Acompanhar as informações ao longo do ciclo de execução de um projeto, e poder estimar seus efeitos após a conclusão de uma obra, é um recurso fantástico que se encontra à disposição de todos nós.

Saber quanto de insumos serão necessários, podermos visualizar projetos em imagens tridimensionais, nos anteciparmos a eventuais inconformidades, evitarmos desperdícios de tempo e recursos são apenas algumas vantagens que o BIM oferece, trazendo mais eficiência e competitividade às empresas.

Nesta cartilha, você poderá conhecer tudo o que este Modelo de Informação da Construção (Building Information Model) pode fazer pelo mapeamento dos seus processos: na gestão dos seus projetos, na capacidade de integração de dados e interação entre os vários setores que se envolvem na execução de um empreendimento.

A cada dia, o leque de softwares BIM disponíveis no mercado se amplia, e é momento de trazermos essa tecnologia para nossa realidade. Com treinamento e observação, é possível mudar de forma muito positiva o cenário atual de produção, colhendo valiosos frutos.

E nós, do Sinduscon de Balneário Camboriú e Camboriú, estamos nesta caminhada com você, auxiliando em cada etapa e levando informação de valor que o auxiliará nesta mudança.

Cientes dos avanços em tecnologia que a construção civil atravessa, trazemos até você mais uma edição da Cartilha BIM – um verdadeiro manual sobre como aplicar esta ferramenta em sua empresa e as vantagens que o sistema oferece.

Carlos Julio Haacke Junior

Presidente do SINDUSCON de Balneário Camboriú e Camboriú



NOTA DO **GET-BIM**

Prezado Leitor, depois de um período difícil o qual todos passamos com a pandemia, o Grupo de Estudos Técnico em BIM – GET-BIM do Sinduscon de Balneário Camboriú e Camboriú traz a você a continuidade na coletânea de cartilhas BIM. Em seu segundo volume, além de apresentar uma referência à Cartilha Vol. 1, tem como principal objetivo aprofundar mais sobre o assunto BIM, abordando temas como: requisitos de contratação, mapa de processos BIM, matriz de responsabilidades, técnicas em modelagem, padrões de entregáveis, entre outros. Novamente reforçamos nossa recomendação a você leitor, interessado em implementar o BIM em sua empresa, que busque sempre por profissionais especializados no assunto, para que os processos, políticas e tecnologia sejam empregadas de maneira adequada e de modo a atingir e até superar seus objetivos com BIM. Desejamos a você uma boa leitura e sucesso nessa jornada ao BIM!

AGRADECIMENTOS

Como coordenadora do grupo GET-BIM, gostaria de agradecer toda a equipe que se empenhou na elaboração dos artigos, em especial ao comitê revisor, que mesmo diante da pandemia não esmoreceu em trabalhar remotamente com o objetivo de aprimorar os artigos já elaborados, a fim de trazer o assunto de forma mais fidedigna à realidade praticada no mercado. Um muito obrigada também ao nosso presidente do Sinduscon, Sr. Carlos Julio Haacke Junior, que sempre está apoiando o nosso grupo e não mede esforços para fazer com que nosso trabalho aconteça!



Ellen Stefania Viera Tambosetti
Coordenadora GET-BIM

EQUIPE TÉCNICA



Arthur Bianchi
Arquiteto e Urbanista



Eduardo da Silva Vieira
Engenheiro Civil,



Edson Jorge Cachel
Arquiteto e Urbanista



Ellen Stefania Viera Tambosetti
Engenheira Civil



Eduarda Mafra
Engenheira Civil



Fabiano Oliveira Bullessich
*Engenheiro Civil,
Project Manager*



Fernanda Albano Hoepfers
Engenheira Civil



Luís Henrique Camargo Wescinski
*Engenheiro Civil,
BIM Manager*



Juliana Pilan
Arquiteta e Urbanista



Luriane Carmesini Dalsenter
Engenheira Civil



Lilian Elaine Dias Gonçalves Pietrovski
Arquiteta



Moacir de Oliveira Junior
*Engenheiro Civil
M.Sc.*



Paulo Eduardo Mayer
Arquiteto



Rafael Miranda Schmoeler
Engenheiro Civil



Pedro Felipe Debus Kappaun
Engenheiro Civil



Ruy Lex Rosales
Engenheiro Civil

AGRADECIMENTO AOS PATROCINADORES

CECHINEL
INCORPORADORA

CIAPLAN
PLANEJAMENTO E CONSTRUÇÕES

 **PROCAVE**
Investindo em qualidade de vida

Taroii
INVESTMENT GROUP

 **FJC**
CONSTRUTORA


HAACKE
EMPREENDIMENTOS


**SILVA
PACKER**
CONSTRUTORA

1	1. VISÃO GERAL DE BIM	23
	1.1 Contextualização	25
	1.2 Gestão de um Novo Processo e Núcleo de Informações	27
	1.3 Referências Normativas e Materiais Acadêmicos Consagrados	29
2	2. OBJETIVOS E USOS BIM	31
	2.1 Níveis de Maturidade	33
	2.2 BIM do 3D ao 5D	34
3	3. INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA	37
	3.1 Softwares	39
	3.2 Hardwares	40
	3.3 Plataformas colaborativas	41
4	4. REQUISITOS DE CONTRATAÇÃO	43
	4.1 Modalidades de Contratação	45
	4.2 BEP	46
	4.3 Entregáveis	47
5	5. MAPA DE PROCESSOS BIM/PROJETO	49
	5.1 Metodologia de Desenvolvimento de Modelos/Documentação	51
	5.2 Macro Fluxo de Projetos	53
	5.3 Fluxo 4D e 5D	55

6	6. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES E HIERARQUIAS	57
	6.1 LOD	59
	6.2 Matriz de Responsabilidade	60
	6.3 Papéis e Responsabilidade	60
	6.3.1 Cargos e Responsabilidades	62
	6.4 Hierarquia e Administração de Conflitos	62
	6.4.1 Administração de Conflitos	63
	6.4.2 Solução dos Problemas	64

7	7. MÉTODOS DE FLUXO DE INFORMAÇÃO	69
	7.1 Introdução	71
	7.2 Comunicação e fluxo de informações	71
	7.3 Reuniões	72
	7.4 Padronização de informações	72
	7.4.1 Identificação dos tipos de troca de informação	76
	7.4.2 Estrutura de divisão para o projeto	76
	7.4.3 Definição de autores e agentes responsáveis	76
	7.4.4 Comparação de Conteúdos de Entrada e Saída	77
	7.5 BIM Collaboration Format (BCF)	77
	7.6 Conclusão	79

8	8. TÉCNICAS DE MODELAGEM	81
	8.1 Introdução	83
	8.2 Evolução do Modelo	83
	8.3 Tratamento do Modelo	86
	8.4 Unicidade de Modelos / Modelo Federado	88
	8.5 Banco de Dados BIM	90

8.6 Conclusão	93
---------------	----

9

9. ORIENTAÇÕES DE ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS 95

9.1 Formatação de Divisão dos Modelos	97
---------------------------------------	----

10

10. CONTROLE DE QUALIDADE DE MODELOS 99

10.1 Auditoria de Informação do Modelo	101
--	-----

10.2 Classificação de Informação	101
----------------------------------	-----

10.3 Atendimento aos Usos BIM	101
-------------------------------	-----

10.4 Técnicas de Auditoria de Modelos Federados	102
---	-----

10.5 Verificações Geométricas	102
-------------------------------	-----

10.6 Verificações por Regras	103
------------------------------	-----

10.7 Tratamentos Quantitativos	104
--------------------------------	-----

11

11. PADRÃO DE ENTREGÁVEIS 105

11.1 Interoperabilidade	107
-------------------------	-----

11.2 IFC	109
----------	-----

11.3 Ciclo de vida da edificação	110
----------------------------------	-----

11.4 Model View Definition (MVD)	111
----------------------------------	-----

11.5 Técnicas de Importação e Exportação	113
--	-----

11.6 Exportando um IFC do Revit	114
---------------------------------	-----

11.7 Abrindo um RVT Diretamente do Autodesk Navisworks	117
--	-----

11.8 Interoperabilidade através do arquivo NWC	117
--	-----

11.9 Conclusão	119
----------------	-----

REFERÊNCIAS 121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação entre esforço e impacto	27
Figura 2: Processos colaborativos	29
Figura 3: Níveis de Maturidade	33
Figura 4: 3D ao 5D	34
Figura 5: BIM – Interoperabilidade	40
Figura 6: Diversidade de formatos de arquivos	47
Figura 7: Integração BIM	51
Figura 8: Etapas de progressão de Processo de Projeto	52
Figura 9: Fluxos	53
Figura 10: Fluxo individualizado	54
Figura 11: Fluxo colaborativo	54
Figura 12: Fluxo conceitual	55
Figura 13: Disciplinas de projeto	63
Figura 14: Modelo de comunicação de análises	66
Figura 15: Fluxos de compatibilização	67
Figura 16: Exemplo de Interação de Nomenclaturas	73
Figura 17: Exemplo de Nomenclaturas	74
Figura 18: Exemplo de Parâmetros de Informação	75
Figura 19: Exemplo de Padronização de Acordo com Unifomat	75
Figura 20: Códigos para Disciplinas	77
Figura 21: Logotipo do BIM Collaboration Format	77
Figura 22: Ilustração de uma interferência no software Tekla	78
Figura 23: Fluxo de coordenação com uso de BCF	79
Figura 24: Exemplo de diretrizes de modelagem para o desenvolvimento de projetos	84
Figura 25: Exemplo de massa composto por elementos de LOD 200 e LOD 100	84
Figura 26: Exemplo de estudo preliminar composto majoritariamente por elementos LOD 200	85
Figura 27: Exemplo de estudo preliminar composto majoritariamente por elementos LOD 300 ou 350	85

Figura 28: Conjunto de elementos LOD 400	86
Figura 29: Exemplo de configuração de regra de verificação para que a tubulação de água esteja em cota superior à da tubulação de esgoto	87
Figura 30: Exemplo de configuração de regra de verificação de distância entre tubos e caixa de inspeção	88
Figura 31: Ideia de modelo federado composto por vários arquivos	89
Figura 32: Esquema geral das classes e seu relacionamento	91
Figura 33: Exemplo de classificação	92
Figura 34: Elemento classificado no software de projeto	92
Figura 35: Divisão do modelo conforme disciplinas	98
Figura 36: Divisão em sub-modelos	98
Figura 37: BIM usado ao longo de um ciclo de vida do edifício (organizado em ordem cronológica do planejamento à operação)	102
Figura 38: Exemplo de incompatibilidade geométrica (hard clash)	103
Figura 39: Forro de gesso em conflito com janela (soft clash)	104
Figura 40: Softwares da indústria AEC	108
Figura 41: Selo Open BIM	108
Figura 42: STEP physical file (SPF) - IFC	109
Figura 43: Ciclo de vida da edificação	110
Figura 44: Três formas de representar paredes em IFC	111
Figura 45: Fluxo de trabalho BIM	112
Figura 46: Ferramenta 'Criar peças'	113
Figura 47: Visibilidade de peças	114
Figura 48: Ferramenta Exportar IFC	115
Figura 49: Aba Geral de Configurações de MVD de IFC	115
Figura 50: Aba "Conjunto de propriedades" de Configurações de MVD de IFC	116
Figura 51: Aba 'Avançado' de configurações de MVD de IFC	116
Figura 52: Opções de interoperabilidade do Autodesk Navisworks	117
Figura 53: Caminho de interoperabilidade do NWC	118
Figura 54: MVD do NWC	118

GLOSSÁRIO

4D/workflow clash: são as interferências observadas durante o sequenciamento de atividades ao longo da construção. Eles não são visíveis do ponto de vista temporal do processo, mas somente durante etapas específicas da construção.

AEC: Arquitetura, Engenharia e Construção.

Bid: Banco Interamericano de Desenvolvimento.

BIM Collaboration Format (BCF): Formato de Compatibilização em BIM.

BIM Execution Plan (BEP): Plano de Execução BIM.

BIM Manager: Gerente Bim, é o agente responsável por liderar, coordenar e gerenciar o processo de Implantação ou Implementação do BIM em uma companhia.

BIM Mandate: é o Manual do BIM, um documento essencial para orientar as equipes tanto na identificação, quanto na execução do ciclo de vida do projeto.

BuildingSMART: é uma autoridade global que lidera a transformação digital do ambiente construído pela criação e adoção de padrões internacionais, abertos para infraestrutura e edificações, tratando de dados, processos e terminologia.

Clash Detection: detecção de conflitos.

Clash: conflitos.

Code Checking: verificação de regras.

Construction Management at Risk (CMAR): Gestão da Construção por Administração com Risco para a Gerenciadora.

Design and Build (DB): método de contratação projeto-construção, em que a construtora desenvolve o projeto e também realiza a construção.

Design-Bid-Build (DBB): método de contratação do modelo tradicional, Projeto-orçamento-construção.

EIR (Employer Information Requirement): Requisito de Informações do Empregador, definem as informações que serão exigidas pelo empregador tanto de sua própria equipe interna, quanto de fornecedores, para o desenvolvimento do projeto e para a operação do ativo construído concluído.

Hard Clash: nível grave, detecta a interseção física entre dois ou mais objetos de modelo e requer uma solução no nível geométrico de posicionamento.

Industry Foundation Classes (IFC): é um formato de dados que permite a troca de modelos sem perdas de informações.

Inputs: dados de entrada.

Integrated Project Delivery (IPD): Entrega Integrada de Projetos, é uma metodologia criada para integrar pessoas, sistemas, expertise, objetivos e informações, entre outros elementos, tendo em vista otimizar os processos de construção civil.

LOD – Level of Development: Nível de Desenvolvimento, que define o conteúdo e confiabilidade dos elementos BIM durante as fases do projeto.

Markup: um arquivo que inclui informações textuais referentes ao arquivo IFC com o modelo, ao autor do relatório, aos

atores envolvidos e aos comentários necessários para resolver o problema.

Model Code Checking: método para verificação automática de regras.

Model Element Author (MEA): Autor do Elemento do Modelo, é um indivíduo ou entidade, responsável por gerir e coordenar o desenvolvimento de um elemento para o LOD que o projeto está procurando atingir, dessa forma, alcança o objetivo final, independentemente de quem é o responsável por fornecer o conteúdo do elemento do modelo.

Model View Controller (MVC): é um modelo que facilita a troca de informações entre a interface do usuário aos dados no banco, fazendo com que as respostas sejam mais rápidas e dinâmicas.

Model View Definition (MVD): consiste num subconjunto do modelo IFC, específico para uma determinada troca de informações.

OpenBIM: é uma abordagem moderna de colaboração que acolhe todos os fornecedores de software, práticas de AEC (arquitetos, engenheiros e construtores), bem como proprietários de edifícios.

Project Management Institute (PMI): é uma organização sem fins lucrativos que tem o objetivo de disseminar as melhores práticas de gerenciamento de projetos em todo o mundo.

Soft clash: identifica elementos com parâmetros incompatíveis que poderiam interferir uns com os outros em termos físicos ou funcionais. As interferências identificadas por esse tipo de clash destacam objetos do modelo cuja proximidade

excessiva pode gerar dificuldades na fase de execução/montagem e posterior manutenção, ou até mesmo impedir essas mesmas fases.

Sponsor: é uma pessoa ou grupo de pessoas que fornece os recursos e suporte para o projeto, programa ou portfólio, sendo responsável pelo sucesso do mesmo.

Stakeholders: são as partes envolvidas, pessoas que têm interesse na gestão de empresas ou na gestão de projetos, tendo ou não feito investimentos neles.

Work-flow: fluxo de trabalho.

Worksets: é uma coleção de elementos em um projeto com compartilhamento de trabalho.

1 VISÃO GERAL DE BIM



1

VISÃO GERAL DE BIM

1.1 Contextualização

Abordamos na Cartilha BIM Vol. I, Sinduscon Balneário Camboriú e Camboriú (2018), uma forma mais generalizada do processo como o todo, levantando conceitos e práticas mais usuais na Plataforma BIM. Com uma linguagem simples e objetiva, tendo como principal meta

uma forma de trabalho inovadora que vem direcionando os rumos da Construção Civil. Neste volume, aprofundaremos nas técnicas mais inteligentes de abordagem e implementação, planos e conceitos mais elaborados para melhor entendimento do processo.

O BIM é um método inovador que envolve todas as etapas de um empreendimento, controlando todos os processos, analisando informações, simulando o desempenho, corrigindo e revisando dados, criando parâmetros mais concisos para a execução e operação da edificação. Esse sistema revolucionário para a construção civil, considerado atualmente uma das mais importantes inovações gerenciais, veio com o intuito de estabelecer novos padrões ao mercado e aos profissionais da área. Uma inovação significativa da plataforma BIM é a forma com que vemos os processos de um empreendimento. Com a criação de modelos 3D inteligentes, todas as etapas são interligadas e se tornam comunicantes. As avaliações e análises, assim como decisões de planejamento e aprimoramentos de obra, são mais assertivas e eficientes (SINDUSCON BC, 2018:22).

Um plano de execução para uma implementação BIM é algo necessário, pois envolve todo um fluxo de trabalho entre setores já estabelecidos, alterando seus padrões e buscando a melhoria que esta metodologia pode proporcionar, visando inicialmente a atual realidade de cada empresa. Deve-se estabelecer objeti-

vos e tópicos importantes para que o trabalho tenha fluidez satisfatória, atingindo as metas e objetivos previamente estabelecidos a cada etapa de avanço à nova configuração interna.

Antes de qualquer movimentação neste caminho, deverão ser devidamente apresentadas as

possibilidades, alternativas de ataque, e seus agentes necessários para cada uma delas, assim como os investimentos pertinentes a estratégia elaborada, seja na aquisição de infraestrutura, softwares, treinamento e aumento de equipe, sempre baseado em uma balança entre o poder de investimento do contratante, e suas necessidades mais urgentes.

Deve-se estabelecer contato com os fornecedores externos citados como agentes operantes deste processo, introduzindo estes na mudança de filosofia desde o seu início. Aos que não acompanharem tais evoluções, deverão ceder seu lugar a uma alternativa engajada num próximo contrato.

Importante salientar que o não cumprimento de cada etapa apresentada, culmina em frustra-

ções e conclusões fora do contexto apresentado inicialmente, salvo quando se toma novos rumos durante a implementação, alterando estratégias para evitar possíveis falhas que vêm se apresentando no caminho. Deve-se conhecer, inicialmente, o que se está buscando, e quais são as etapas a serem cumpridas, para enfim entender o processo e seu tempo de maturação. Por se tratar de um fluxo de trabalho diferente do que estamos habituados, o construtor costuma desistir no meio do processo, justamente por não ter iniciado de forma correta. Por conta disto, é importante que os profissionais responsáveis por tal implementação mantenham sempre o Sponsor (agente principal, proprietário da construtora) atualizado ao que vem ocorrendo, e entendendo cada passo dado no processo.

Os proprietários (construtores) controlam a seleção dos prestadores de serviço do projeto, o tipo de contratação e os processos de entrega, além das especificações e requisitos gerais da instalação. Infelizmente, muitos proprietários aceitam o status quo atual e podem não perceber sua capacidade para mudar ou controlar o modo como um edifício é desenvolvido. Eles podem inclusive não ter consciência dos benefícios que podem ser obtidos de um processo BIM (...)

Os proprietários podem entregar o máximo valor para suas organizações ao construir lideranças e conhecimento internos, ao selecionar prestadores de serviços com experiência e know-how em projetos BIM, ao educar a rede de prestadores de serviços e ao modificar requisitos contratuais (EASTMAN et al. MANUAL DE BIM, 2014:133).

Todo esse esforço e cuidado inicial, gera mais resultados futuramente, uma vez entendido todo o fluxo necessário para as metas da construtora, e seguido rigorosamente dentro do acor-

rido. Claro que, toda essa mudança de filosofia de trabalho e mudança de paradigma, tende a exigir maiores esforços no início.

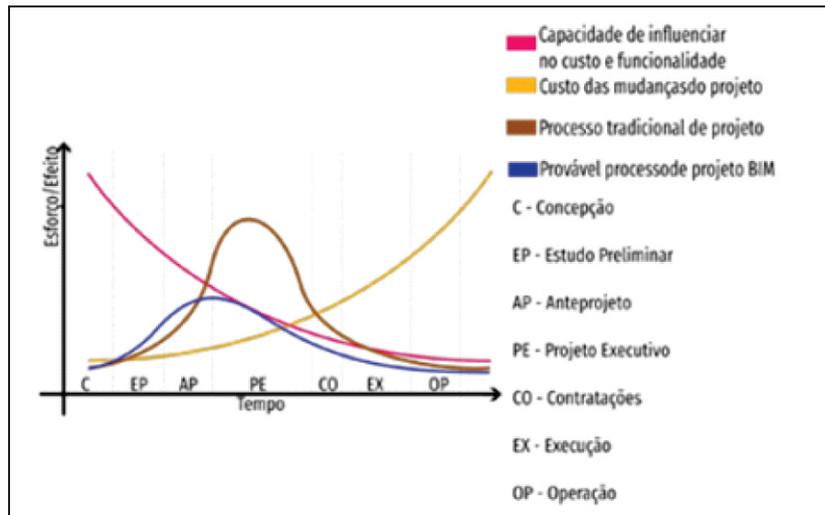


Figura 1: Relação entre esforço e impacto.

Fonte: adaptado de <http://www.danieldavis.com/thesis-ch2/#2>, e de Paulson, Boyd C. 1976. "Designing to Reduce Construction Costs" *Journal of the Construction Division* 102 (4): 587-592

Conhecida como curva de MacLeamy 11, representa uma das principais mudanças no processo de projeto de arquitetura, engenharia e construção (AEC). No desenvolvimento BIM, a concentração das decisões de projeto acontece em uma etapa anterior à do tradicional, quando o seu impacto é maior e o custo das alterações de projeto é menor. Esse processo exige a participação dos projetistas complementares (de instalações, estruturas, interiores etc.), montadores, fabricantes e fornecedores nos estágios iniciais do projeto, o que, somado à capacidade de simulação virtual por meio da plataforma BIM, possibilita que o projeto esteja muito mais coeso e desenvolvido antes das etapas que consomem a maior fatia dos recursos e investimentos (GUIA 01 - PROCESSOS DE PROJETO BIM, ABDI. 2017:17).

1.2 Gestão de um Novo Processo e Núcleo de Informações

No mundo da AEC, a padronização de fluxos de trabalho e sua gestão, por mais que exista uma base consolidada semelhante entre as construtoras atualmente, difere de empresas para empresas, seja nos critérios para contratação de terceiros, pelo fluxo de trabalho interno, pela forma de como são abordadas as alterações de projeto no desenvolvimento do produto,

etc. Isso, claro, acarreta em uma necessidade de esforço maior, inicialmente para ajustar processos e vícios que prejudicam a produtividade no fluxo atual, e posteriormente para implementar uma nova forma de trabalho, completamente diferente, ou seja, o fluxo dentro de uma mentalidade colaborativa, com o apoio da plataforma BIM.

A adoção de um sistema BIM aponta a necessidade de revisão do processo de projeto e sua gestão. A colaboração entre as equipes de projeto passa a girar em torno de um modelo baseado nas informações necessárias para o planejamento da construção de um modelo/edifício. O envolvimento das partes interessadas, durante as fases iniciais e concepção de projeto, conduz para um modelo consistente, promovendo maior produtividade e eficiência. Em um work-flow de trabalho organizado por etapas e/ou fases de projeto distribuindo as formas de trabalho, deve-se prever as interferências entre diferentes disciplinas, buscando o aproveitamento pleno dos benefícios do BIM (SINDUSCON BC, 2018:26).

Para tanto, muitas vezes o construtor procura um profissional com experiência em BIM, e vivência no segmento de AEC que se enquadre no segmento da empresa. Este, deverá fazer um BIM MANDATE, ou seja, um documento que dê padronização que estabelece políticas de implementação e metodologia na empresa.

Outros equipamentos irão se ramificar deste primeiro, se utilizando de suas informações mais genéricas, e a partir daí especificando mais detalhadamente como deve se comportar o desenvolvimento de cada produto (projeto). Este documento chama-se BIM EXECUTION PLAN (BEP), ou em português, Plano de Execução BIM, que será abordado mais adiante. Outros documentos, como matriz de responsabilidades, MEA, entre outros, são criados a fim de auxiliar os profissionais envolvidos no processo a entender todo o caminho a ser seguido, e de que forma o será.

Este mesmo profissional (BIM Manager, Gerente de Projetos) deverá, com seu Know-how, auxiliar na contratação de novos fornecedores,

e caso necessário, apontar treinamentos para equipe interna.

Uma equipe bem liderada e treinada, deve ser bem alimentada de informações, afinal de contas, duas palavras-chaves para o BIM funcionar em uma empresa são: COLABORAÇÃO e INFORMAÇÃO. E isso se resolve com uma boa base de dados, informações e processos bem elaborados.

Para compartilhamento de um projeto entre os agentes envolvidos, deve-se utilizar os arquivos e formas de colaboração já pré-estipuladas em contrato ou comum acordo, seja no formato do arquivo, ou processo utilizado.

Nesta cartilha, falaremos um pouco sobre esses processos colaborativos tão importantes para a sustentabilidade de uma forma de trabalho tão inovadora. É importante para o entendimento, que se não aplicadas corretamente, acabam por transparecer erroneamente uma má impressão da metodologia.

	Employer	Architect	Consulting Engineers	Contractor / Quantity Surveyor
Conceptual Design	Provide requirements related to form, function, cost and schedule	Begin design intent model with massing concepts with site considerations	Provide feedback on initial building performance goals and requirements	Provide feedback on initial building cost, schedule, and constructability *
Schematic Design	Provide design review and to further refine design requirements	Refine Design Model with new input from Employer, Consulting Engineers, and Construction Manager	Provide schematic modelling, analysis and system iterations as Design Model continues to develop	Provide design review and continued feedback on cost, schedule and constructability*
Detailed Design	Design reviews. Final approval of project design and metrics	Continue to refine Design Model. Introduce consultants models and perform model coordination Finalize Design model, Tender Documents and Specifications, Regulatory Code Compliance	Create Discipline-specific Design Models and Analyses Finalize Discipline specific Design Models, Tender Documents and Specifications, Code Compliance	Create Construction Model for simulation, coordination, estimates, and schedule * Enhance Construction Model and perform final estimate & construction schedule, Manage bid process
Construction	Monitor construction and give input to construction changes and issue	Respond to construction RFI's Perform contract administration, update Design Model with changes	Respond to construction RFI's and update Discipline specific Design Models, field conditions, and commissioning	Manage construction with subcontractors and suppliers, inform changes to Design Model
As-Built		Verify As-built model	Verify As-built model	Prepare As-built model
Facility Management	Engage Architect and Facilities Group for handing over	Coordinate information exchange through model to Facilities Group	Prepare handover documentation	

Figura 2: Processos colaborativos
Fonte: MDPLAN Arquitetura

1.3 Referências Normativas e Materiais Acadêmicos Consagrados

- CBIC Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras Volume 1 ao 5.
- Singapore BIM Guide Version 2.
- Manual de BIM - Um guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Eastman, Chuck, 2014, Bookman.

2 OBJETIVOS E USOS BIM



2

OBJETIVOS E USOS BIM

2.1 Níveis de Maturidade

O nível de maturidade é um dos aspectos mais importantes para se ter uma leitura inicial, e definir um pontapé de partida para migrar todo o processo atual ao BIM. Resumidamente, estes níveis irão mostrar até que ponto seus colabo-

radores internos (equipe) e externos (fornecedores) estão alinhados com a metodologia, e a partir daí, traçar um plano de médio prazo para colocar em prática.

Veja a imagem a seguir:

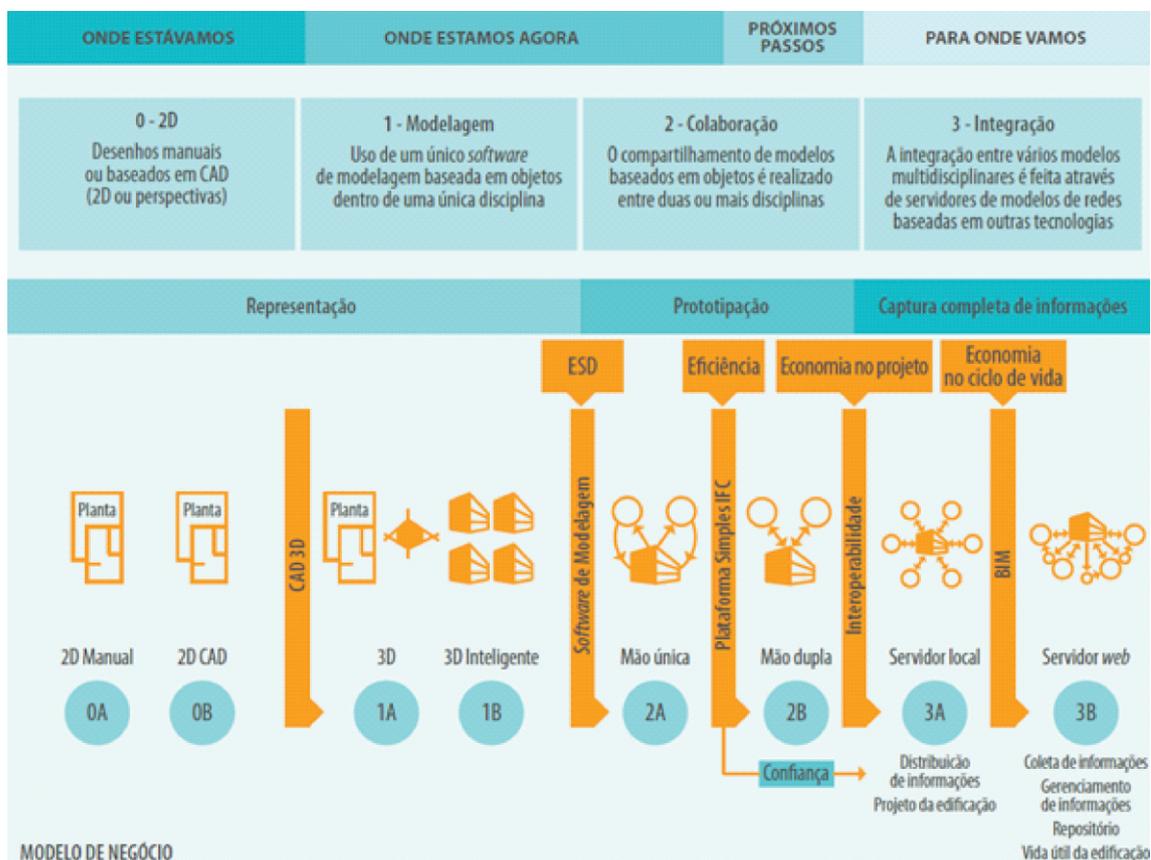


Figura 3: Níveis de Maturidade

Fonte: CBIC Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras Volume 3 / CRC – Construction Innovation (Austrália)

Com este exemplo, mostramos de uma forma generalizada, os caminhos que podem ser seguidos, conforme a necessidade de cada empresa. Com uma breve avaliação interna, considera-se já um nível entre 0A e 3B, do 2D manual (conhecida plataforma CAD), passando pelo tridimensional individual, colaborativo, com troca de informações, até o gerenciamento de

tudo isso em um ambiente de nuvem, se identifica a que patamar se encontra a equipe que desenvolve o trabalho atualmente. A partir daí, o Sponsor (construtor), junto a um profissional que conhece todo o processo, deve traçar um objetivo de Nível da Maturidade a ser alcançado, e elaborar uma estratégia/plano para torná-lo possível.

2.2 BIM do 3D ao 5D

A plataforma BIM possui diversos níveis, do 3D que consiste na representação tridimensional até 7D (gestão da manutenção da edificação). Todavia, neste tópico abordaremos até o 5D.

Começamos pelo 3D, que nada mais é do que o **modelo virtual**, ou a construção virtual, com elementos tridimensionais paramétricos e informações de cada um dos objetos. Diferente de uma maquete eletrônica, onde o único objetivo é o volume representativo, o 3D em âmbitos projetuais para o BIM é um modelo fiel a construção requerida, contendo informações, como por exemplo, o material de uma esquadria, coloração de um vidro, dimensões e fabricante de um bloco cerâmico, etc. Em um primeiro momento, o 3D auxilia na visualização de incompatibilidades geométricas durante a elaboração do projeto, facilita a extração de informações, e gera desenhos mais rapidamente. Este é o primeiro passo para quem está mi-

grando para um trabalho na plataforma BIM.

Quando avançamos para o 4D, falamos da parte de **planejamento**. Com o modelo bem elaborado, podemos vincular todos os elementos da construção (elementos estes extraídos do 3D, mencionado acima), e simular etapas de construção, planejar o andamento e início da obra, e até mesmo visualizar necessidades e possibilidades para o projeto de canteiro de obra.

Ao chegar no 5D, estamos falando dos **valores desta obra**. Com a vinculação da extração de elementos (3D), e as informações necessárias de valores, juntamente às etapas estabelecidas e planejadas na etapa de Planejamento (4D), conseguimos elaborar uma previsão físico-financeira da obra, com valores presumidos por cada etapa executada, ajudando no planejamento da obra como um todo.

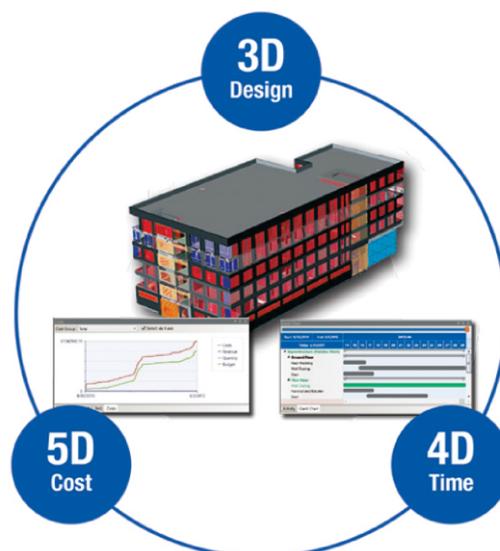


Figura 4: 3D ao 5D
 Fonte: www.utilizandobom.com

Claro que para cada etapa dessas, se fazem necessários treinamentos e equipes diferentes. No início de uma implantação, o primeiro contato sempre será o 3D, e para um uso do BIM que gere retornos a médio e longo prazo, deve-se buscar a utilização ao menos do 4D e 5D.

Cada um desses níveis da plataforma possui particularidades, que, normalmente, não são contempladas em apenas uma ferramenta

computacional ou software. Contudo, para a escolha correta desta ferramenta, são necessários diferentes critérios. Estes critérios são abordados na seção 03. Entretanto, além da escolha do software a ser utilizado, também é importante fazer a correta escolha do Hardware a ser utilizado. Hardware são todos os componentes físicos onde os softwares são instalados.

3

INFRAESTRUTURA TECNO- LÓGICA

3

INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA

3.1 Softwares

Como premissa da metodologia BIM, a criação de modelos amparados por softwares, além de usual, em dias atuais se faz praticamente necessária. Tais softwares devem suportar a criação, leitura e gerenciamento destes modelos que devem seguir a semântica mínima para se enquadrarem nesta metodologia.

Dentro de um modelo existem parâmetros que são criados, inclusive, para haver uma interco-

municação entre os diferentes modelos dessas ferramentas. Essa comunicação entre os softwares é chamada de Interoperabilidade, sendo um importante critério para a homologação das ferramentas.

O órgão que faz a homologação dos softwares da plataforma BIM é a Building Smart. Segundo a própria Building Smart (c2020):

A buildingSmart é uma instituição sem fins lucrativos cujo principal objetivo é o de contribuir para a eficaz interligação entre os diferentes atores na indústria da construção ao longo de todo o seu ciclo de vida. É considerada como a "casa do Open BIM".

É possível verificar os softwares que possuem certificação na plataforma, através do site:
<https://www.buildingsmart.org/>

Na Figura 5, a seguir, podemos verificar que o BIM está presente nas diferentes fases de um projeto. Deste os projetos para a construção até a fase final da obra. E para cada fase, existem diferentes ferramentas que podemos utilizar.

A escolha do(s) software(s) que a equipe de trabalho irá utilizar, se dá na implementação da

metodologia na organização. Este passo é um dos mais importantes, para que a implementação ocorra. Por isso, é essencial verificar se o software irá suprir as necessidades do uso.

Após definido quais softwares serão utilizados, é importante o contato mútuo entre os fornecedores e os fabricantes, para que possa ser

realizado o período de testes e assim, verificar se a sua eficácia atende as necessidades e expectativas dos usuários que irão operar tais ferramentas.

Com os testes de interoperabilidade, vale buscar estratégias para quando houver atualizações, ou alterações de ferramentas para diferentes projetos, isso pode diminuir conflitos entre os participantes do projeto (MATTOS, 2017).

BIM - Interoperabilidade



Figura 5: BIM – Interoperabilidade
 Fonte: <https://konstruedu.com/es/blog/roles-bim>

3.2 Hardwares

Enquanto softwares são ferramentas computacionais, hardwares são as estruturas físicas onde os softwares são utilizados. Se enquadram desde computadores, tablets, redes de internet, servidores internos e externos.

A maior parte dos fornecedores de softwares que existe no mercado, deixa claro os requisitos

recomendados para o pleno funcionamento das ferramentas. Mas vale salientar que as atualizações das ferramentas computacionais demandam, quase sempre, maiores requisitos de hardware, por isso, em determinadas situações, podem valer os investimentos em configurações superiores das recomendadas.

Além dos computadores, normalmente definidos como Workstations (estações de trabalho) têm sido muito importantes a escolha em relação ao armazenamento de dados.

O armazenamento pode ser:

- ✓ Por meio físico, por meio de servidores internos na empresa;
- ✓ Por meio da nuvem, onde os dados ficam armazenados em servidores de terceiros

sincronizados na rede mundial de internet, ou:

- ✓ Pode haver mesclas entre meio físico e da nuvem.

Para a correta escolha, são necessárias análises internas, e então realizar uma definição que contemple todos os requisitos que a equipe técnica da organização estipulou por meio de estudos e por histórico.

3.3 Plataforma colaborativas

Existem plataformas para várias finalidades de colaboração, para auxiliar na troca de informações do modelo e entre equipes. Elas agem de maneira periférica ao trabalho como um todo, mas são de suma importância para o perfeito funcionamento de um projeto em mútua e contínua colaboração.

Essas plataformas podem ser para armazenamento de arquivos, troca de informações do modelo, visualização e comunicação com projetistas externos, entre outras atividades. Alguns desses conceitos são mais aprofundados no item 7 desta cartilha.

4 REQUISITOS CONTRA- TAÇÃO



4

REQUISITOS CONTRATAÇÃO

Como já mencionado na Cartilha BIM Vol. I, o processo de projeto BIM é muito diferenciado do tradicional. É uma metodologia que altera o processo produtivo e também os produtos em um determinado mercado. Contudo, é importante fazer alterações nos contratos devido às peculiaridades desta metodologia de trabalho.

Antes do contrato, é importante determinar todas as premissas a serem atendidas, além dos recursos financeiros e técnicos disponíveis para o projeto. Existem situações em que as organizações pretendem adquirir projeto em BIM, mas não há qualificação técnica para o recebi-

mento e gerenciamento das informações, o que pode frustrar a organização e criar situações inconvenientes para com os envolvidos no processo. (MATTOS, 2017).

Um bom norte para um contrato em BIM são os documentos:

- ✓ BIM EXECUTION PLAN (BEP) em português, Plano de Execução BIM;
- ✓ FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSO DE PROJETO.

Estes itens, serão abordados mais a frente, no capítulo 5, ainda neste guia.

4.1 Modalidades de Contratação

* DESIGN-BID-BUILD (DBB) OU MODELO TRADICIONAL

Modalidade mais típica no Brasil. Esta modalidade é caracterizada pela separação entre projeto e execução. Após os projetos das diferentes disciplinas serem finalizados, o cliente realiza a concorrência (bid) para a escolha do agente responsável pela execução (Build). Porém, antes de iniciar a execução, é necessária a revisão dos projetos pelo executor, para adaptar as soluções dos projetos aos seus processos construtivos. Sendo assim, nesta modalidade, o cliente elabora dois contratos independentes: um deles com os responsáveis pelos projetos e outro pela execução.

* DESIGN AND BUILD (DB) OU PROJETO-CONSTRUÇÃO

Nesta modalidade, existem dois constituintes: o cliente, e uma associação entre a equipe técnica de projeto e execução, a qual é a responsável pelo desenvolvimento dos projetos executivos e pela execução do empreendimento. Neste modelo é feito apenas o contrato entre o cliente e a equipe projetista-construtor, que possibilita maior contato entre eles.

* CONSTRUCTION MANAGEMENT AT RISK (CMAR) OU GESTÃO DA CONSTRUÇÃO POR ADMINISTRAÇÃO COM RISCO PARA A GERENCIADORA

Nesta modalidade existem dois grandes partici-

pantes: o cliente e o gerente de construção, o segundo fica a cargo de representar o cliente desde o início do processo. Nessa modalidade são realizados dois contratos. Um contrato entre o cliente e o gerente de construção, onde é o responsável pelo gerenciamento de informações e pela construção, e outro contrato entre o cliente e os projetistas.

* PRODUÇÃO INTEGRADA DO EMPREENDIMENTO

Para esta modalidade existem diferentes tipos de contratos, destacando o Integrated Project Delivery (IPD). Se caracteriza pela participação desde o início dos principais participantes do processo, que podem possuir um contrato multilateral em conjunto com o cliente. O trabalho colaborativo e integrado entre os participantes possui como base diversos dispositivos que estão presentes no contrato, tais como:

- ✓ Compartilhamento de riscos e benefícios;
- ✓ Tomada de decisões compartilhadas;
- ✓ Transparência na troca de informações.

A modalidade DBB é a que apresenta maior

dificuldade na adoção do BIM, pois dificulta a inserção de todos os participantes do empreendimento desde o início do processo. Contudo, os modelos DB e CMAR demonstram maiores oportunidades de uso do BIM, pois existe a antecipação na participação no processo do agente executor. O modelo de produção integrada traz antecipadamente todos os agentes envolvidos no processo, até mesmo os projetistas e o agente executor, o que facilita o emprego desta metodologia (Eastman et al., 2014).

Uma das premissas do BIM é o trabalho colaborativo. Onde todos os profissionais envolvidos pelo desenrolar ficam alinhados com as informações. Por isso, é tão importante que a equipe de projeto entenda, desde o início, quais são suas responsabilidades, pois, desta forma, é exigido o adiantamento da inserção das especialidades, incluindo os profissionais responsáveis pela montagem, manutenção ou execução das partes. A análise de compatibilidade entre os sistemas da edificação deve considerar os espaços para a execução e manutenção dos sistemas, e muitas destas informações os projetistas não dispõem neste momento.

4.2 BEP

É um documento com diretrizes específicas para o empreendimento. Possui os resultados estipulados e os requisitos de intercâmbio de informações detalhados. Quanto maior o detalhamento deste documento, mais clara é a organização da equipe. Pois, todos os envolvidos no processo deverão levar este documento co-

mo base para a elaboração de seus trabalhos.

Certamente este documento deve passar por inúmeros ajustes. Pois, sabe-se que as equipes são heterogêneas e podem possuir adições ou exclusões de participantes durante o progresso dos trabalhos. Abaixo, alguns do BEP:

- a) Organizar os processos BIM ao longo do empreendimento;*
- b) Definir, em maior ou menor grau de detalhe, as responsabilidades, produtos associados e o modelo de comunicação e implementação para todos os participantes do empreendimento, em todas as fases de seu ciclo de vida (GUIA ABDI, 2017, p.16).*

4.3 Entregáveis

A definição de entregáveis, segundo GUIA ASBEA (2015, p22), “são todos os itens necessários para atingir o objetivo do projeto”. Ou seja, são todos os itens necessários para a execução da edificação. Estes itens são mensuráveis e o seu desenvolvimento pressupõe uma subsequente interação de um ou mais participantes do projeto, ou seja, uma entrega.

Os principais entregáveis no BIM são os mode-

los, independente do formato de arquivo, além de relatórios do desenvolvimento do projeto que podem conter informações de premissas estipuladas antes ou durante a execução do projeto. Documentos da análise de interferências e registros no modelo são importantes também. Na Figura 6, logo abaixo, podemos verificar que são muitos os formatos de arquivos que podem ser necessários trabalhar no processo de projeto.

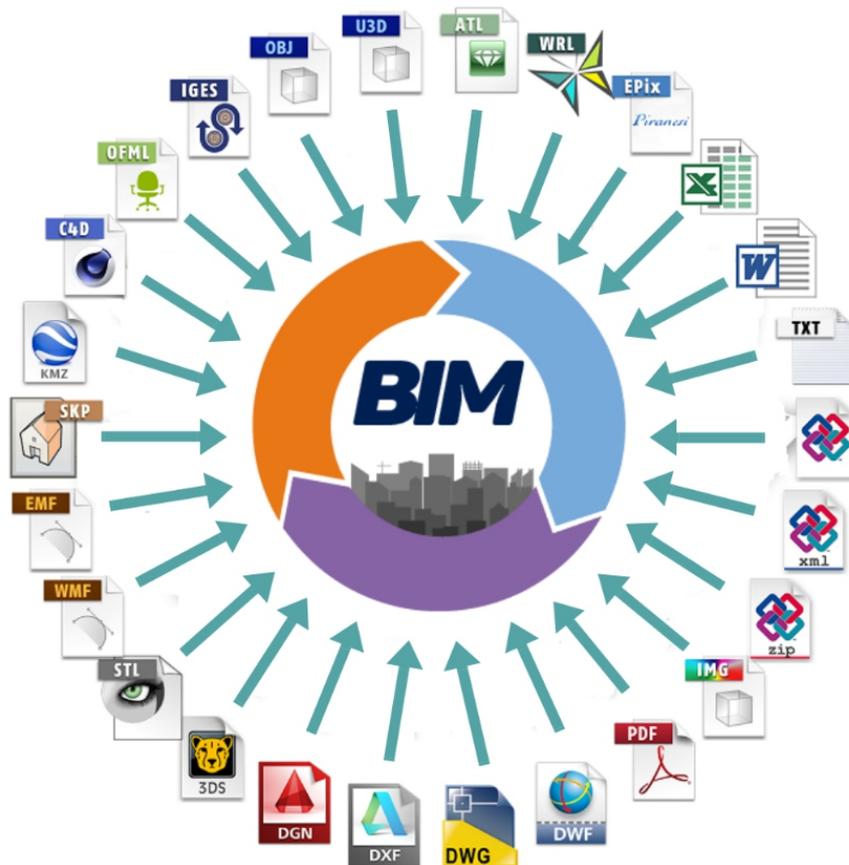


Figura 6: Diversidade de formatos de arquivos
Fonte: Prompt Academy - Software used in BIM process.

Todos os entregáveis deverão estar muito bem discriminados no BEP para que na hora da finalização do processo, não haja eventuais discor-

dâncias. O modelo BIM, desde que acordado no plano de execução, pode ser o único entregável de um projeto.

5 MAPA DE PROCESSOS BIM/ PROJETO



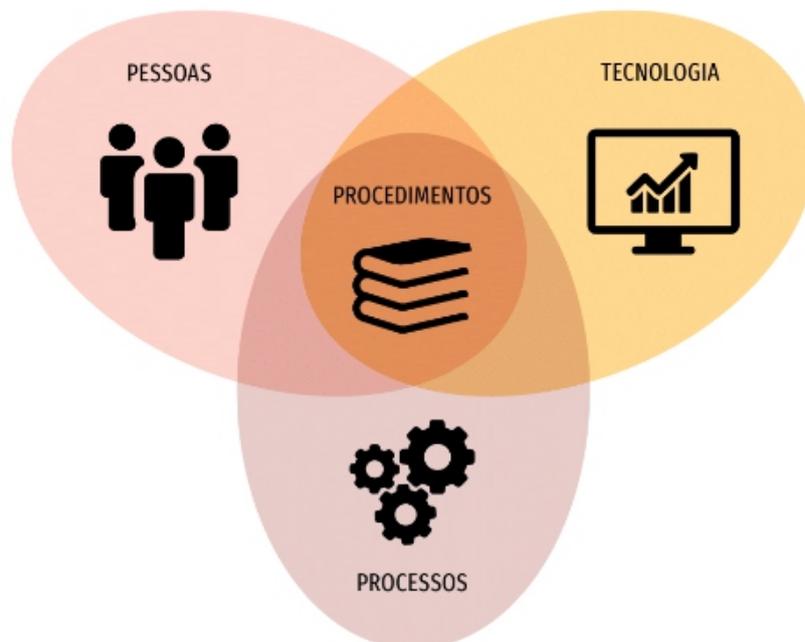
5

MAPA DE PROCESSOS BIM/PROJETO

5.1 Metodologia de Desenvolvimento de Modelos/Documentação

Reforça-se que o BEP (BIM Execution Plan) é a metodologia de planeamento de como executar BIM sob a qual todo o processo se baseia. É seguindo as suas diretrizes que os modelos devem ser construídos. Para isso, é importante

ter claro que o BEP é um protocolo desenvolvido pelos envolvidos no projeto, que descreve todos os aspectos pertinentes ao projeto e a coordenação da gestão do processo.



*Figura 7: Integração BIM
Fonte: ABDI (2017)*

O BEP pode se apoiar no PMI (Project Management Institute) para sua elaboração e eficácia, tendo os seguintes pontos definidos:

PROCESSOS DA GESTÃO DE PROJETOS	
Processo	Objetivos
Iniciação	Reconhecer que um projeto deve começar e estabelecer a sua execução
Planejamento	Planejar e definir um programa de trabalho viável para atingir os objetivos propostos
Execução	Coordenar os recursos existentes e necessários para realizar os projetos
Controle	Assegurar que os objetivos do projeto são cumpridos
Conclusão	Formalizar a aceitação do projeto e encerrar de forma organizada

Tabela 1: Processos da Gestão de Projetos
 Fonte: Integração do BIM na Gestão de Projetos de Edifícios (2018)

Com base nesse material, os desenvolvimentos dos projetos decorrem de forma integrada entre todos os atores e todas as informações estão contidas em uma única base de dados, o próprio modelo do projeto.

Os modelos serão criados tendo em vista que o objetivo é sua evolução gradual, aumentando o nível de detalhamento à medida que a coordenação do projeto também avança.

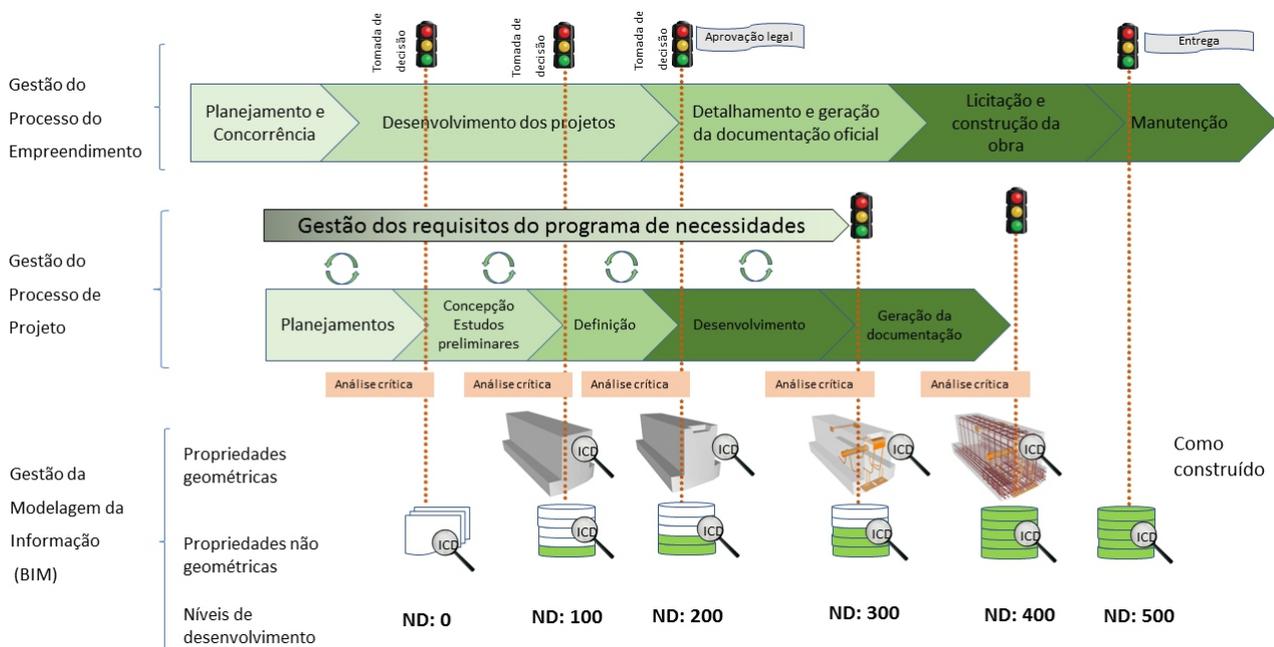


Figura 8: Etapas de progressão de Processo de Projeto
 Fonte: Adaptado de Manzione (2013)

O sequenciamento de etapas de processo e modelo serão mais assertivos se existir o BEP para subsidiar a elaboração de cada etapa.

5.2 Macro Fluxo de Projetos

Observa-se que, culturalmente, o fluxo de trabalho de um projeto, por vezes, é invertido em função da burocracia para aprovação nos órgãos públicos. A tendência é acelerar a fase de projeto legal para obter as licenças de construção e poder comercializar. Posteriormente, é desenvolvido o projeto executivo já com a obra em andamento. A aceleração de um processo que demanda tempo para maturação pode gerar grandes consequências. Essas consequências são observadas nas quantidades de alterações de projeto, incompatibilidades, custos não previstos e até mesmo a exigência de novas aprovações nos órgãos públicos.

A metodologia BIM busca solucionar esta situação. Apresenta como fluxo ideal que o pro-

jeto tenha seu tempo necessário para maturação e compatibilização, a fim de ganhar tempo na execução de obra. Após um certo nível de maturidade com processos e familiaridade com os softwares e plataformas, esse tempo de projeto tende a ser reduzido. O processo de visualização, que se ampara nos modelos tridimensionais, auxilia os técnicos a fazerem uma leitura mais rápida e assertiva das soluções. A aprovação nos órgãos públicos ainda é necessária, mas acontece com o projeto em nível pré ou executivo, evitando retrabalhos ou ilegalidades.

Abaixo podemos comparar conceitualmente os dois fluxos de trabalho:



Figura 9: Fluxos
 Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

No fluxo de trabalho atual, o projeto executivo é desenvolvido junto com a obra. Já o Fluxo Ideal demanda que todos os projetos estejam concluídos antes do início da obra, ou seja, o que for executado já passou por um processo com alta eficácia de análise, compatibilização e exequibilidade. Isso demanda que todas as disci-

plinas sejam contratadas conjuntamente, e que o investimento com projetos seja maior no início do processo. Como consequência, o custo da obra está propenso a manter o planejado e, por vezes, até reduzir por proporcionar que no momento do projeto fosse estudado opções de soluções.

O fluxo de trabalho individualizado por disciplina, demanda que todos os projetos estejam elaborados com um nível de detalhamento razoável para que os mesmos possam ser compatibilizados. A compatibilização na cadeia produtiva passa a ser uma das etapas finais. Isso demanda mais tempo de processo e na maioria das vezes retrabalho. Por exemplo, para compatibilizar uma prumada considerando as disciplinas elétrica e de hidráulica, é necessário que

sejam incluídos detalhes de perspectivas para a compatibilização eficaz. Esse nível de detalhamento já corresponde à etapa executiva, muito avançada de representação para ainda necessitar de compatibilização. Nesse formato, a documentação em 2D deve ser gerada a cada etapa de trabalho. A cada avanço de etapa, a anterior torna-se inutilizável, aí é onde se observa o dispêndio de tempo. A seguir fluxo conceitual:



Figura 10: Fluxo Individualizado
 Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Diferentemente, o fluxo em BIM demanda e permite que a fase de compatibilização aconteça ao longo de todas as etapas evolutivas de projeto (Estudo Preliminar, Anteprojeto, Executivo) conforme o nível de detalhamento de cada etapa. Isso proporciona menos tempo total de processo e menos retrabalho. No mesmo exem-

plo acima, a prumada seria compatibilizada desde seu primeiro lançamento e evoluiria com ajustes, se necessário. Nesse formato a documentação em 2D para a obra é realizada somente ao final do processo. A seguir fluxo conceitual:



Figura 11: Fluxo colaborativo
 Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Analisando os fluxos apresentados, conclui-se que a metodologia BIM traz grandes mudanças culturais com vistas a solucionar problemas recorrentes e vícios da cadeia produtiva da construção civil. Ademais, a realização do BEP se assume como ferramenta fundamental para a gestão, aumentando a organização e a coe-

rência das informações dos projetos, melhorando o trabalho colaborativo entre os membros envolvidos, reduzindo a ocorrência de erros e omissões, e conseqüentemente, reduzindo os custos associados. Tudo isso corrobora para a melhoria da qualidade dos projetos e processos.

5.3 Fluxo 4D e 5D

Para que o modelo contemple a 4° e 5° dimensão da metodologia BIM, Planejamento e Custos, respectivamente, é importante compreender que o processo que os antecede, a 3° Dimensão (modelagem tridimensional) já deve considerar as suas exigências. É o BEP o documento norteador para que isso se viabilize. Caso não ocorra, o modelo não evolui na mesma base/arquivo, tendo que iniciar nova modelagem para fins específicos, o que não é preconizado de forma geral na metodologia em questão. Salienta-se aqui a importância do BEP como um todo e especificamente a definição do

uso BIM do modelo.

Pensando no fluxo de trabalho ideal onde o modelo evolui conforme a etapa de projeto/processo, a avaliação do planejamento e de custos acompanha essas etapas permitindo tomadas de decisão e assertividade. A evolução desse modelo acompanha todo o ciclo de vida de um empreendimento, subsidiando até mesmo diretrizes para sua demolição em tempos futuros.

Abaixo fluxo geral e conceitual de processo:

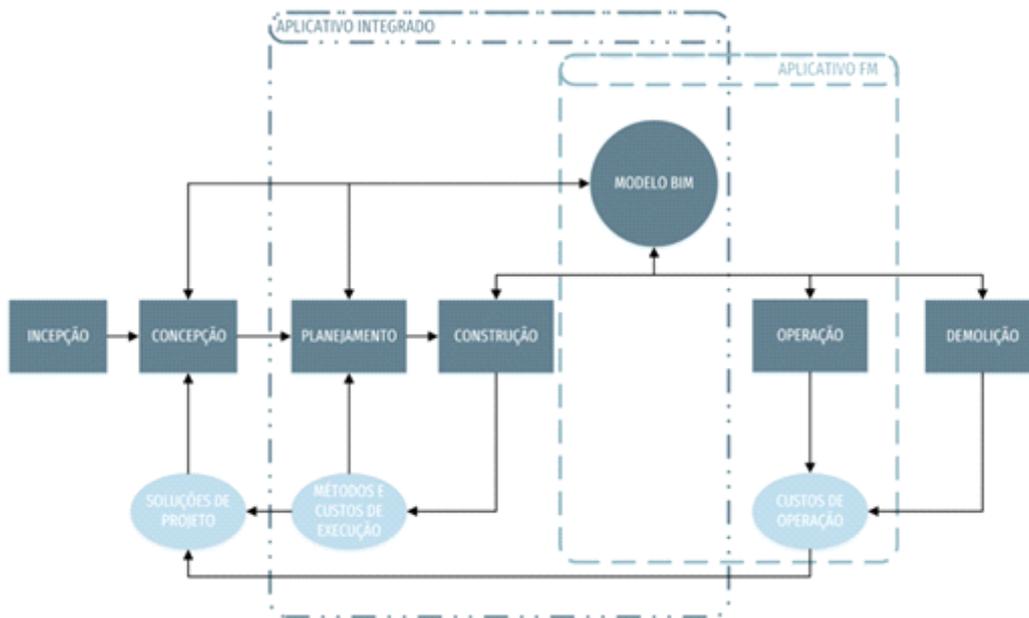


Figura 12: Fluxo conceitual
Fonte: ABDI (2017)

Faz-se necessário que no BEP seja estipulado como deseja-se obter/extrair os dados de custos do modelo, baseado também na forma de trabalho de cada empresa. Por exemplo, se os quantitativos e custos devem ser gerados por pavimento ou por sistemas, de forma que isso possa alimentar o setor de Suprimentos da Gerenciadora da obra no momento da compra de materiais e na elaboração do cronograma físico-financeiro.

suma-se a importância da elaboração do BEP para alinhamento do fluxo de trabalho. Ademais, ressalta-se a importância de agregar a matriz de responsabilidades profissionais ao longo do processo. Para uma melhor performance, todo o processo deve ser atrelado e baseado na Gestão da Qualidade.

Firmado nessas informações e exemplos, con-

Gerenciamento de projetos a partir de uma Estrutura Analítica de Projetos (EAP) é de grande importância no processo de subdivisão de entrega do trabalho no projeto em componen-

tes menores e facilmente gerenciáveis, com o objetivo de servir como base do planejamento, criada para toda a equipe de execução, bem como para as demais partes interessadas, tais como clientes e fornecedores.

Conforme os fluxos de compatibilização apresentados, dar-se-á de valor a apresentação das formas indicadas para realização do fluxo de informações entre os profissionais e equipes en-

volvidas. Esta base de conhecimento se faz necessária para que haja entendimento, coerência e concordância entre as etapas realizadas por cada uma das células de projeto e execução presentes na linha do tempo de execução de uma obra. Além disso, os métodos que serão trazidos buscam refletir na integridade da informação que chegará às fases finais (evitando a realização de retrabalho) e na aceleração de processos.

6 **MATRIZ DE RESPONSABILIDADES E HIERAR- QUIAS**

6

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES E HIERARQUIAS

6.1 LOD

Um dilema de quem precisa contratar serviços em BIM, é saber se as diferentes propostas trazidas oferecem o mesmo nível de informação e se realmente atenderão as expectativas. De outro lado, o dilema de quem produz os serviços em BIM é saber qual nível de sofisticação que o cliente está preparado para receber e tirar o proveito necessário.

Para trazer luz e estruturar o escopo, é fundamental que todos os envolvidos tenham claro o conceito de LOD – Level of Development, ou em português, ND – Nível de Desenvolvimento.

LOD se refere ao nível de sofisticação do modelo e as informações nele contidas, a fim de estabelecer os requisitos mínimos que devem estar presentes. Idealmente, o LOD deveria ser acumulativo e progressivo, conforme desenvolvimento.

Nos primórdios dos projetos em BIM, LOD referia-se ao Level of Detailing, ou nível de detalhamento. Esse conceito com o tempo ficou obsoleto, pois o mero detalhamento não conseguiu mais incorporar outros tipos de informações que não sejam gráficas, como demandam hoje nossos softwares de gestão e orçamentação.

Vários institutos, escolas e empresas apresen-

tam as suas definições sobre os diferentes níveis de detalhamento, com pequenas diferenças entre elas, mas que não variam muito em sua essência. Aqui mesmo, nesta cartilha, já apresentamos uma tabela de classificação (capítulo 8).

Em resumo, o que realmente precisamos entender, é que convencionamos que o nível mais baixo é chamado de LOD100, seguido pelo LOD200, até chegarmos no LOD500, nível máximo de desenvolvimento até o momento em que redigimos este artigo.

Para oferecer um exemplo prático: uma parede de dry-wall, num modelo com baixo nível de detalhamento (LOD100), pode ser representado apenas por um paralelogramo nomeado conforme sua descrição. Apesar de básico, esse modelo nos permite extrair informações como área, volume, localização e orientação; evoluindo para o LOD200, conseguiremos extrair também quantitativos aproximados, formatos e dimensões mais próximas do objeto real.

A evolução do modelo pode continuar, até que inserimos também informações sobre montagem (in site ou off site), interface com outros sistemas, informações não geométricas como variáveis de custo e tempo, informação de rastreabilidade de peças, propriedades térmicas e

acústicas do material, informações sobre uso e operação, e assim por diante.

LOD é um aspecto-chave no planejamento da informação. Um modelo com alto grau de precisão das soluções geométricas e informações confiáveis, asseguradas por um sistema de trabalho colaborativo e de co-validação, cria um ambiente de confiança mútua e agrega muito

valor ao processo.

Quanto mais confiável a informação digital se torna, mais ela poderá ser usada para economizar tempo e dinheiro no canteiro. A informação correta, passando por pessoas capacitadas, no tempo estimado, faz com que o processo de decisão seja mais rápido e eficaz.

6.2 Matriz de Responsabilidade

É comum durante o desenvolvimento de qualquer projeto multidisciplinar que haja divergências de entendimento sobre responsabilidades. Exemplificando, poderíamos nos perguntar se a responsabilidade de locação de pontos elétricos sobre uma bancada seria do arquiteto ou do engenheiro eletricista? Ou sobre a especificação e dimensão de uma porta corta-fogo? Enfim, vários são os itens que podem suscitar este tipo de questionamento.

O Processo de projeto em BIM é primeiramente um processo colaborativo. Desta forma, faz-se fundamental que as responsabilidades sobre as informações inseridas no projeto estejam pré-definidas no que chamamos de Matriz de Responsabilidade.

Essa Matriz deve contemplar as fases do projeto e o nível de desenvolvimento desejado de

cada etapa ou sub etapa. Posteriormente, define-se o responsável pelos inputs de cada atividade.

Num primeiro momento, uma tomada pode ser locada pelo arquiteto, em LOD100, para que conforme o projeto evolua, o engenheiro eletricista substitua este elemento por uma tomada LOD300, para continuar no exemplo anterior.

Para a maioria das empresas de projeto, construtoras e incorporadoras, o preenchimento dessa matriz pode representar um esforço muito grande, e inevitavelmente ficará muito extensa, devido à abundância de componentes envolvidos no processo construtivo. Porém, uma vez preenchida, o trabalho tende a ser repetitivo, e os benefícios acerca da transparência nos processos justificam o trabalho inicial.

6.3 Papéis e Responsabilidades

Para definir os papéis e responsabilidades, antes é preciso entender quem são os participantes do modelo, e qual influência eles podem admitir para todo o processo. Os participantes do modelo podem estar em diferentes esferas de interação, sendo que o principal objetivo está em contribuir com informações necessárias que amadureçam o nível de desenvolvimento do projeto. Estes participantes podem interagir e influenciar direta e/ou indiretamente no modelo, em especial, os participantes do

projeto devem estar devidamente engajados, tendo o suporte dos participantes secundários. Para exemplificar estas esferas, separamos os participantes em três camadas, sendo que a primeira são os stakeholders que têm a característica de impor diretrizes, necessidades do empreendimento e validação de etapas, a segunda camada é representada pelos técnicos desenvolvedores, e por último, a terceira camada com os fornecedores que dão suporte de informações técnicas necessárias dos produtos a

serem utilizados pelos projetistas na modelagem.

*PRIMEIRA CAMADA – STAKEHOLDERS (INFLUENCIADORES)

Construtora:

- ✓ Gestores;
- ✓ Setor de Engenharia;
- ✓ Setor comercial;
- ✓ Planejadores;
- ✓ Orçamentistas.

*SEGUNDA CAMADA – TÉCNICOS DESENVOLVEDORES

Projetistas:

- ✓ Arquitetura;
- ✓ Interiores;
- ✓ Estrutura;
- ✓ Instalações hidráulicas e sanitárias;
- ✓ Instalações elétricas, comunicação e automação;
- ✓ Preventivo de incêndio;
- ✓ Pressurização de escadas, dutos e áreas mecânicas de ventilação;
- ✓ Impermeabilização;
- ✓ Acústica;
- ✓ Topografia e movimentação de terra;
- ✓ Fundações.

*TERCEIRA CAMADA - PARTICIPANTES SECUNDÁRIOS

Fornecedores:

- ✓ Elevadores;
- ✓ Mecânica;
- ✓ Fachada unitizada;
- ✓ Esquadrias especiais.

OBSERVAÇÃO:

O ideal é que todas as disciplinas de projeto e os principais stakeholders estejam no mesmo barco, para que possam contribuir aos mesmos objetivos, evitando a falta de engajamento. O processo pode ser fragilizado caso isso não ocorra corretamente. O que isso quer dizer? Quer dizer que, se uma disciplina elementar

não estiver devidamente engajada participando da evolução do projeto, ou se não estiver no nível de desenvolvimento previsto pela fase, ou até mesmo não estiver atenta às interferências entre as demais disciplinas, isso pode causar uma retração na disciplina mal engajada. Esta mesma retração pode causar soluções menos eficientes e com menor confiabilidade nas demais disciplinas, impactando todo o conjunto.

Os principais influenciadores do projeto (stakeholders) também precisam estar sempre participando da evolução do modelo. Seu papel é fundamental para validação das etapas do fluxo de trabalho e validação nas soluções que envolvam grande impacto e risco no projeto. Recomenda-se que os principais influenciadores, selecionem um representante que assume o papel colaborativo de BIM Manager, ou contrate um representante externo que assuma este papel.

O tempo de desenvolvimento e a qualidade do modelo também estão diretamente ligadas a este engajamento. Uma vez que uma solução importante não se conclui em uma determinada disciplina, esta pode paralisar as demais. Por isso é importante que além do engajamento, o time de projeto também esteja alinhado, para existir uma fluidez na comunicação e validação das compatibilizações no decorrer da engenharia simultânea.

Todos os projetos devem ser executados em BIM? O ideal é que todos sejam desenvolvidos em BIM, para que todas as informações necessárias estejam inseridas no modelo. Eventualmente pode ocorrer de algumas disciplinas ainda não estarem adaptadas a esta tecnologia, neste caso, pode sobrecarregar outras equipes por terem de fazer modelagens complementares para facilitar a coordenação 3D e poder realizar de maneira eficiente o clash detection e code checking.

6.3.1 Cargos e Responsabilidades

Para cada uso BIM é necessário adaptar as diretrizes dos cargos e responsabilidades, porém para fins de exemplificar, considerando a situação da construção civil no ramo imobiliário de edifícios residenciais/comerciais, distribuem-se os participantes em grupos de responsabilidade, gerentes BIM, Gerentes de Projeto, Projetistas, modeladores, etc. embora sejam de diferentes disciplinas ou esferas, assumem um papel característico, representados da seguinte forma.

***BIM MANAGER:**

Gerencia o processo de construção virtual do empreendimento e documentação dos contratos acerca do BIM, atuando juntamente com o Project BIM Manager. Adicionalmente, acompanha e valida processos importantes da Coordenação/Compatibilização. Esse perfil deve ser assumido por um membro representante da construtora centralizando as necessidades dos stakeholders.

***PROJECT BIM MANAGER:**

Gerencia o processo de construção virtual do empreendimento e a documentação dos contratos acerca do BIM, atuando juntamente com o BIM Manager. Adicionalmente, lidera as reuniões de Coordenação/Compatibilização. Esse perfil deve ser assumido por um membro de cada disciplina de projeto (necessário para projetos de grande porte que envolvem muitas disciplinas). Ou pelo participante da disciplina mais representativa, do qual também assume maior responsabilidade, que normalmente ocorre em projetos autorais de menor porte.

***EQUIPE INICIAL DE PROJETOS:**

Trabalha nas etapas iniciais do projeto, partici-

pa de reuniões de colaboração com o BIM Manager e o Project BIM Manager, para dar início ao projeto num ambiente BIM, discutindo processos e fluxos de trabalho.

***EQUIPE DE PRODUÇÃO DE PROJETO:**

Executa o desenvolvimento, detalhamento e materialização das soluções de projeto produzidas pela Equipe Inicial nos modelos BIM e documentos de projeto, engenharia e construção. São proficientes nos respectivos softwares de modelagem BIM com experiência sólida em suas disciplinas. Assumem a responsabilidade de identificar e relatar todas as interferências do modelo e atuar em conjunto com o BIM Manager e Project BIM Manager.

***ESTIMADORES, ORÇAMENTISTAS:**

Manipulação dos modelos BIM para a extração de quantidades e análise de custos para orçamento. Seu papel é fundamental desde o início do desenvolvimento para apresentar os parâmetros necessários que devem conter no modelo, para que a troca de informações aconteça corretamente, principalmente quando existe a necessidade de planejamento 4D.

***PLANEJADORES:**

Criam modelos de Planejamento 4D para gestão do cronograma de avanço físico da obra com base no resultado do modelo.

OBSERVAÇÃO:

Para efeito de organização, é importante fazer uma ficha cadastral listando todos os envolvidos e atribuindo a elas, os seus respectivos papéis, deixando claro desde o início do desenvolvimento a responsabilidade que cada um assume das suas atividades sobre o modelo.

6.4 Hierarquia e Administração de Conflitos

A hierarquia de projeto orienta como deve ser o comportamento e capacidade de flexibilização de cada disciplina. Isso quer dizer que, as

disciplinas com maior hierarquia, tem menor capacidade de flexibilização, e maior impacto sobre as 3 principais dimensões da compatibili-

zação. Quando disciplinas de maior nível de hierarquia precisam ser revisadas ou alteradas, estas disciplinas possivelmente vão ter alterações impactantes, causando variabilidade em pelo menos uma ou todas as dimensões da compatibilização.

Independente da hierarquia, alterações quando visam ganhos significativos de custo, conceito de utilização, otimização logística construtiva, são sempre bem-vindas, desde que, discutidas na coordenação de projetos e validadas pelo BIM Manager e pelo Project BIM Manager.

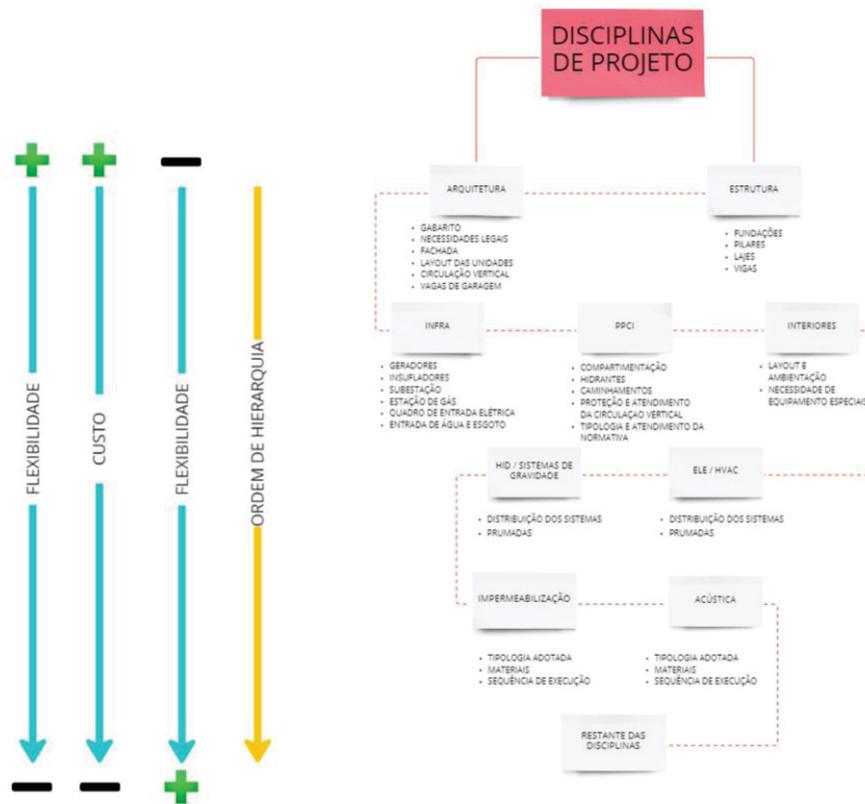


Figura 13: Disciplinas de projetos
Fonte: MDPLAN Arquitetura

6.4.1 Administração de Conflitos

CLASH DETECTION E COMPATIBILIZAÇÃO NÃO SÃO A MESMA COISA.

Qual a diferença, então? O Clash Detection e Model Code Checking estão diretamente ligados em identificar o problema, seja ele por ferramentas eletrônicas que analisam o modelo utilizando regras estipuladas para verificação, ou seja, ela por identificação visual da equipe de produção de projetos, exigindo muito do profissional quando esta atividade não pode ser automatizada. Já a Compatibilização está ligada na atividade de avaliar o Clash e buscar soluções para ele através das diferentes dimensões da compatibilização.

CLASH DETECTOIN: análise das possíveis interferências geométricas entre objetos, modelos e documentos em relação a outros. Ou seja, o processo de detecção de conflitos entre os elementos do modelo. Já que podem ser devidas a várias causas, as interferências resultam em tipos distintos de Clash detection:

- ✓ **Hard clash:** elementos que ocupam o mesmo espaço, por exemplo, uma viga ou um pilar que atravessam uma janela. Nesse caso, é necessário voltar a modelar um ou mais modelos digitais comparados.
- ✓ **Soft clash:** os elementos não são compatíveis do ponto de vista geométrico, pois in-

vadem o respectivo espaço necessário para montagem ou manutenção. Nesse caso, é possível adiar a resolução de conflitos diretamente até à fase de construção, sem realizar novamente os modelos digitais.

✓ **4D/workflow clash:** os elementos não são aceitáveis do ponto de vista temporal, por exemplo, uma peça de mobiliário que, devido ao seu tamanho, deve ser introduzida num ambiente antes que os ambientes sejam concluídos. Nesse caso, é preciso resolver o problema aplicando um markup adequado aos elementos envolvidos, sem realizar novamente os modelos digitais.

MODEL CODE CHECKING: análise das possíveis inconsistências de informação de objetos, modelos e documentos em relação às normas e regulamentos, também conhecidos como clash não geométrica. Ou seja, consiste na verificação das inconsistências de informações e regras. Essas incongruências podem ser referentes a:

✓ **Prescrições de EIR (Employer Information Requirement) ou BIM Execution Plan:** não são atendidos alguns critérios de modelagem correta ou faltam propriedades específicas requeridas nos documentos.

✓ **Normas técnicas ou regulamentos:** não são satisfeitas normas técnicas ou regulamen-

tos específicos, por exemplo, alturas mínimas, larguras de acesso, distâncias de segurança, etc.

✓ **Critérios personalizados:** não são atendidas condições ou prescrições definidas pelo projetista/cliente, como a presença de elementos necessários para a correta utilização do edifício.

Não existe receita de bolo, esta capacidade de identificar problemas seja ela através de criação de regras para que o software faça a leitura automaticamente ou seja ela por maneira visual analítica, os profissionais envolvidos, devem ter alta capacidade holística de conseguirem perceber o problema muito antes dele existir. O que isso quer dizer? Quer dizer que o profissional deve estar atento e muito bem treinado a conviver com a coordenação de vários elementos ao mesmo tempo, compreendendo que não existe apenas a sua responsabilidade sobre a sua disciplina exclusivamente. Qualquer alteração ou criação de novo elemento, pode impactar em todas as outras disciplinas por mais simples que parece. Deve sempre existir o espírito de equipe e sempre reforçar o trabalho colaborativo, estimulando a participação do maior número de profissionais possíveis para chegar as devidas validações.

6.4.2 Solução dos Problemas

Esta atividade tão importante do projeto, está diretamente ligada em buscar soluções para as diversas incompatibilidades encontradas pelo Clash detection e do Model code checking. A sua principal função é de simular soluções cabí-

veis que atendam às três principais dimensões da compatibilização e que atendam a hierarquia estipulada para o modelo através deste plano, e seja então discutida em caráter colaborativo a melhor solução para cada situação.

As principais dimensões da compatibilização:

✓ **COMPATIBILIZAÇÃO CONCEITUAL:** analisa se os conceitos fundamentais entre as soluções das diversas disciplinas estão coerentes entre si. A questão é: há incom-

patibilidades conceituais entre as soluções? Por exemplo, todas elas seguem a diretriz de sustentabilidade traçada para o empreendimento? Ou ainda, continua atendendo a ne-

cessidade de uso dos ambientes? É importante perceber que se uma única disciplina de projeto deixar de seguir uma diretriz conceitual, o conceito do projeto todo corre o risco de ser mal avaliado. Vale a pena destacar que essa compatibilização já tem lugar nas primeiras etapas de desenvolvimento do projeto e permanece até sua conclusão.

✓ **COMPATIBILIZAÇÃO DE DESEMPENHO:** quando determina solicitação de alteração contínua atendendo a funcionalidade do sistema. Por exemplo, uma incompatibilidade entre um sistema de ventilação com uma viga de transição, se movermos a viga de lugar, ela continua cumprindo o seu papel fundamental para o edifício? Ou será que o sistema de ventilação é algo que tem maior necessidade que a viga de transição? Ela cumpriria a sua função e desempenharia de maneira correta se fosse repensada e um novo local? Esta compatibilização pode ocorrer em todas as disciplinas dos projetos com uma infinidade de possibilidades, por isso, o ideal para encontrar a solução mais

cabível é seguindo a orientação da hierarquia estipulada e acordada entre todas as partes, e verificar se atende as demais dimensões da compatibilização.

✓ **COMPATIBILIZAÇÃO ORÇAMENTÁRIA:** avalia se as soluções estão coerentes com o nível de investimento acessível ao empreendedor. Concepções de soluções que não podem ser implantadas por limitações orçamentárias são equívocos extremamente comuns. Pode ser que a solução ideal para aquele problema, seja algo tão impactante que dependeria um investimento muito alto para atender todos os quesitos de hierarquia e das outras dimensões da compatibilização. Então, neste caso é preciso avaliar a importância da solução em função do custo benefício, reavaliando também até que ponto algum desses quesitos pode ser flexibilizado sem sacrificar a funcionalidade e o desempenho. Estas soluções devem necessariamente ser acompanhadas e validadas pelo BIM Manager em conjunto com o Project BIM Manager.

Na grande maioria das vezes estas soluções de compatibilização, embora tendo alta complexidade, costumam ser de baixo impacto, o que quer dizer ser sempre possível encontrar soluções cabíveis atendendo todas as necessidades, realizadas na maioria pela Equipe Técnica de Produção de Projeto. O que não tira a importância de fazer o registro de todos os problemas para que toda a coordenação esteja acompanhando a evolução de cada solução no amadurecimento de projetos.

O QUE DEVE SER COMPATIBILIZADO?

Assim como descrito nas seções acima, o ciclo ideal da compatibilização é composto pela capacidade de identificar e solucionar os problemas decorrentes da coordenação 3D. Quando os projetos são vinculados a um único modelo, deixando de ser apenas uma disciplina isola-

da, passa a se tornar um produto interativo, e o nível de informações entre disciplinas tende a ser uma intensa troca de expertises que amadurecem o projeto a cada item compatibilizado e incorporado ao modelo.

Usualmente adota-se a metodologia de Engenharia Simultânea como Modelo Autocompatibilizável. O que isso quer dizer? Significa que não existe o protagonismo de um membro ou empresa como figura única na atividade de centralização dos modelos, comunicações, análise e orientação de soluções para o projeto. Assim, a responsabilidade é distribuída para cada disciplina, a qual deve se engajar ao modelo e se ajustar conforme a necessidade do projeto. O protagonismo passa a ser o modelo, onde a comunicação e o registro das informações devem ser o principal eixo de centralização do projeto.

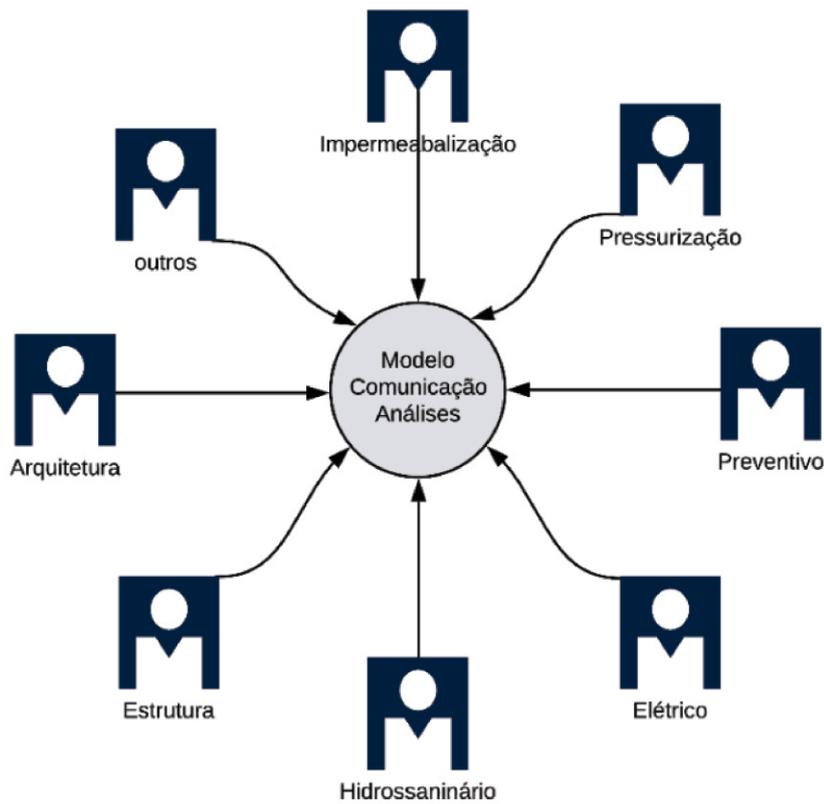


Figura 14: Modelo de comunicação de análises
 Fonte: Autores (2022)

Por que trabalhar desta forma? Desta forma evitamos a sobrecarga em um único responsável, reduzindo o gargalo e tornando a comunicação mais direta e funcional, levando a cada Projetista desenvolvedor da disciplina, de integrar com o projeto, podendo identificar os problemas causados por outras disciplinas em sua disciplina, buscando as melhores soluções cabíveis para atender às diretrizes impostas pela construtora.

Quando utilizamos este conceito, exploramos o melhor de cada profissional como técnico da sua área. Para esta atividade colaborativa, é importante que todos os profissionais tenham a maturidade de propor soluções e estejam aptos a fazerem ajustes no projeto conforme evolução da engenharia simultânea.

No caso da Arquitetura, por exemplo: o projetista responsável pelo modelo arquitetônico deve identificar todos elementos de outros projetos que impactam na arquitetura. Este

mesmo profissional deve avaliar as condições, e sugerir possíveis soluções cabíveis para manter as 3 dimensões da compatibilização, diretamente para as outras disciplinas afetadas. Não é de responsabilidade do Projetista da arquitetura identificar problemas entre outras disciplinas que não afetem a arquitetura, porém é importante acompanhar a comunicação das soluções de as demais disciplinas para certificar que qualquer possível alteração não venha a afetar mesmo que indiretamente algum elemento arquitetônico. Quando os profissionais técnicos se deparam com uma situação em que altere pelo menos uma das 3 dimensões da compatibilização, a solução então deve ser levada para decisão da coordenação, envolvendo a validação do BIM manager e do Project BIM manager.

RACIOCÍNIO LÓGICO PARA COMPATIBILIZAÇÃO

O seguinte fluxo resume de forma gráfica, qual o caminho usualmente ocorre na administra-

ção dos conflitos. De modo geral, este fluxo pode ser aplicado a quase todos os conflitos, desde que seja respeitada a hierarquia de projeto e a distribuição de papéis em busca de obter o melhor resultado da equipe e das soluções disponíveis.

A palavra “compatibilização”, embora remeta uma atividade que parece bastante simples, na verdade, envolve uma série de fatores, dos quais já foram mencionados anteriormente, como a capacidade de identificar o problema, analisar qual o impacto este pode afetar o projeto, a verificação dos atendimentos às três

principais dimensões da compatibilização e qual - o critério pode ser adotado para os determinados problemas. No caso destes problemas serem muito impactantes, é necessário rever as diretrizes já que esta pode alterar uma ou todas as dimensões da compatibilização, as possíveis soluções devem ser levadas para validações nas maiores esferas dos participantes do modelo. No caso dela não ser muito impactante, significa que, existem soluções técnicas cabíveis que não afetam as diretrizes iniciais, esta então pode ser resolvida entre técnicos, aliviando a carga de ciclos de validação.

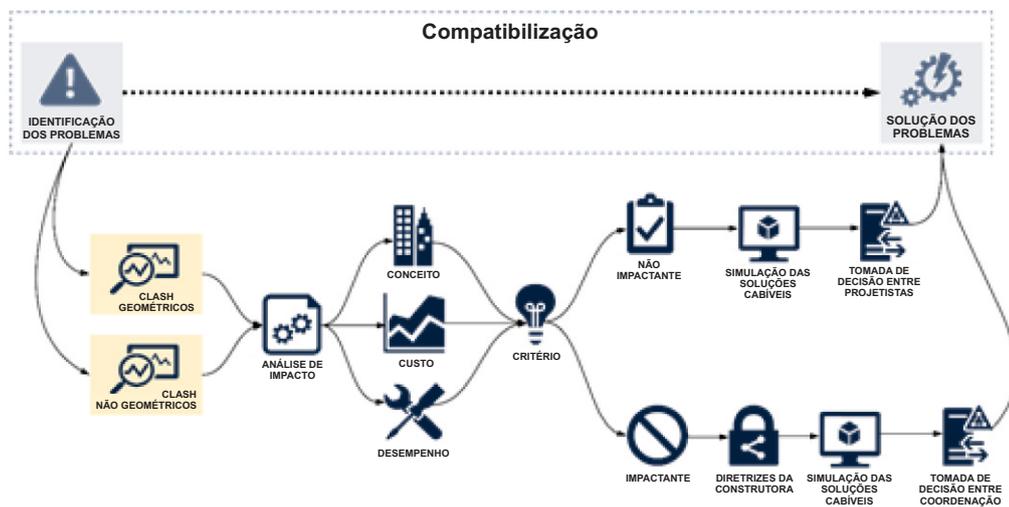


Figura 15: Fluxos de compatibilização
Fonte: Autores (2022)

Conforme os fluxos de compatibilização apresentados, dar-se-á de valor a apresentação das formas indicadas para realização do fluxo de informações entre os profissionais e equipes envolvidas. Esta base de conhecimento se faz necessária para haver entendimento, coerência e concordância entre as etapas realizadas por

cada uma das células de projeto e execução presentes na linha do tempo de execução de uma obra. Além disso, os métodos que serão trazidos buscam refletir na integridade da informação que chegará às fases finais (evitando a realização de retrabalho) e na aceleração de processos.

7 MÉTODOS DE FLUXO DE **INFORMA- CÃO**



7

MÉTODOS DE FLUXO DE INFORMAÇÃO

7.1 Introdução

Como a essência do BIM é desenvolver uma edificação integrada e este processo, envolvendo inúmeras pessoas e empresas, a comunicação se torna um pilar importantíssimo, do início até o final de vida do empreendimento. Como o sucesso de um produto depende de vários fatores e informações, é entendida que a aplicação do BIM resultará em uma facilidade maior em gerenciar estas condicionantes, porém a plata-

forma precisa ser utilizada corretamente.

É fundamental que os profissionais envolvidos no desenvolvimento de um empreendimento, sejam eles, projetistas, gestores, contratantes, empreiteiros, orçamentista, enfim, todos que irão compor a equipe, tenham uma plataforma centralizada para comunicação entre estes.

7.2 Comunicação e fluxo de informações

A falta de clareza do processo de comunicação, erros e omissões nos documentos geram desgastes, imprevistos, atrasos e prejuízos no desenrolar do projeto (CBIC Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, 2016). A fim de evitar intercorrências no projeto, o fluxo de informações deve ser traçado no início de desenvolvimento do mesmo, como no estudo de viabilidade.

O intercâmbio de informações pode ocorrer de duas formas, síncronas e assíncronas, ou seja, comunicação em tempo real e comunicação sem a necessidade dos interessados estarem

presentes, respectivamente, utilizando meios como softwares e plataformas.

Ferramentas como chats, videoconferências, webconferências e voips, são consideradas síncronas, e e-mails, documentos, posts e fóruns são denominadas como assíncronas.

Visando garantir o sucesso do projeto e levando consideração o número de envolvidos, o contratante deve criar uma estratégia e articular a transmissão de informações relativas ao desenvolvimento do mesmo.

7.3 Reuniões

Um projeto se inicia após a aprovação do estudo de viabilidade, acompanhado da definição dos responsáveis pelo seu desenvolvimento e respectivos prazos. Portanto, indica-se uma reunião de partida com todos os envolvidos a fim de alinhar as premissas para a elaboração do mesmo, além de reuniões para a avaliação e acompanhamento da evolução dos projetos. Estas reuniões podem ser realizadas de forma presencial ou não, conforme a disponibilidade de todos os envolvidos.

No decorrer do desenvolvimento do trabalho, os projetistas geram arquivos Industry Foundation Classes (IFC) para versão de seus projetos disponibilizando em uma nuvem, empregando o OpenBIM.

Seguindo os princípios do BIM é recomendado um BIM Manager, ou seja, um gerente BIM, sendo sua função administrar o desenvolvi-

mento dos projetos e prazos, garantindo a qualidade de entrega dos mesmos.

O BIM Manager também exerce a atividade de compatibilização de todos os projetos utilizando softwares como o Navisworks ou Solibri, por exemplo, que identificam interferências entre os mesmos.

Para a resolução desses conflitos, deve-se programar reuniões de compatibilização com os responsáveis de cada disciplina, para debater soluções e participar das tomadas de decisões, atentando-se a influência das mesmas em cada projeto.

As reuniões devem ocorrer até a resolução de todos os conflitos e também em casos de imprevistos no decorrer da obra, demandando soluções rápidas e ainda assim garantindo a qualidade do empreendimento.

7.4 Padronização de informações

A intensa troca de informações presente na colaboração BIM traz a necessidade de um conjunto de definições prévias que irão estruturar a integração entre as equipes, moldando o processo de trabalho e antecipando as devidas necessidades do projeto. Mesmo que, as tecnologias de comunicação embarcadas naturalmente no processo BIM, como IFC e BCF, possuam suas regras nativas, são necessárias definições complementares para ser garantida uma correta interoperabilidade.

Atualmente, na indústria brasileira da construção civil, a padronização das informações não é um processo comum e amplamente utilizado. Os escritórios, em sua maioria, optam por sistemas próprios sem se preocupar em estabelecer uma padronização dos elementos, já que o processo tradicional de trabalho (baseado em documentos 2D) é fragmentado. A enorme variedade de dados e possibilidades existentes no processo construtivo faz com que divergên-

cias entre estes padrões possam causar incoerências desta informação no objeto final, e quando se trata de BIM o maior valor é a informação.

Durante o ciclo de vida de um empreendimento estas informações são as principais bases da comunicação, onde há diferentes agentes envolvidos manipulando-as. Para a viabilização do trabalho colaborativo no BIM, há de ter um padrão definido. A padronização da comunicação é tão essencial quanto a criação de um modelo bem definido.

A padronização envolve a nomenclatura de arquivos de modelos, documentos, componentes de modelos, organização de diretórios, pastas e arquivos. Um bom exemplo a ser citado é a nomenclatura de elementos, que precisam interagir nesta comunicação e ciclo de vida do empreendimento.

“(...) se um arquiteto está desenvolvendo um banheiro e chama, em seu projeto, um item de “bacia sanitária” e um orçamentista chama de “vaso sanitário”, uma coisa simples como essa pode gerar retrabalho, ainda mais se quem estiver fazendo a análise não for uma pessoa, mas um software.”
(CATELANI, Wilton).

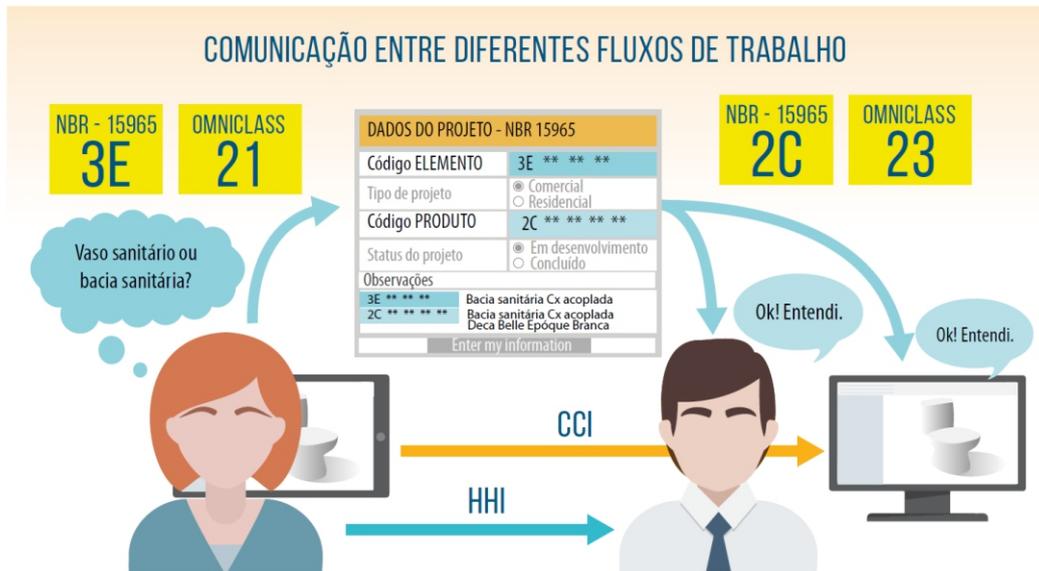


Figura 16: Exemplo de Interação de Nomenclaturas
Fonte: CBIC. Fundamentos BIM - Parte 3

A interação entre humanos e computadores é uma das vantagens de ter um processo integrado. Tarefas mecânicas, repetitivas e complexas que possuam um fluxo bem definido, podem ser programadas e realizadas com grande precisão por softwares BIM, reduzindo a possibilidade de erros e economizando tempo para outras operações.

Os fluxos de informações em BIM devem oferecer a possibilidade de utilização do processamento das máquinas para interpretação destes dados, assim como para os profissionais envolvidos. Chamadas de HHI – Interação Humano-Humano e CCI – Interação Computador-Computador, essas interações só serão bem-sucedidas com a definição semelhante de padrões entre os agentes responsáveis.

A criação de um sistema de classificação tem por objetivo evitar ou minorar perdas de informação, interpretações dúbias e trazer facilidades na comunicação entre diferentes softwares e plataformas. Bons resultados são obtidos quando a aplicação de um sistema de classificação acontece de forma consistente. Maior precisão nas informações de uma edificação e um planejamento mais fiel, são consequências recorrentes.

Outra necessidade é a padronização de documentação (simbologias, definições de entregáveis) e softwares que serão utilizados para melhor comunicação entre as partes, seguem exemplos.

QUADRO 1: ABREVEATURA E CÓDIGO PARA DISCIPLINAS DE PROJETO	
Código	Descrição
ARC	Ar Condicionado - HVAC: Heating, Ventilating, and Air Conditioning
ACU	Atenuação Acústica
ARQ	Arquitetura
AUT	Cabeamento Estruturado e Automação
BLN	Proteção Radiológica (Blindagem para RX e outras)
CFTV	CFTV - Circuito Fechado de televisão
CMV	Comunicação e Sinalização Universal
CNT	Projeto Cenotécnico
CRO	Cronograma de Obra
CTV	Circuito Fechado de TV e Alarme
ELE	Instalações Elétricas, Subestação, Rede de MT e BT
EQP	Equipamentos
EST	Estrutural (Concreto, metálica e madeira)
FUD	Fundação
GLP	Gases GLP
HID	Hidrossanitário (Água Fria/Quente, Esgoto, Drenagem Pluvial, Resíduos Sólidos)
IMG	Som e Imagem
IMP	Impermeabilização
INC	Preventivo Contra Incêndio
IPO	Instalações Provisórias para Obra - Canteiro
LMT	Luminotécnica
LOG	Logística
MEC	Instalações Mecânicas
MOB	Mobiliário
OCT	Orçamentos de Obra
PCM	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - PCMAT
PLA	Planejamento de Obra
PSG	Paisagismo
RGM	Gases Medicinais (ar comprimido, vácuo, oxigênio, e óxido nitroso)
SCF	Refrigeração (Câmara Fria)
SEG	Segurança - Alarme
SOM	Som (diferente de acústica)
SPD	SPDA - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TEL	Telefônico
TOP	Topografia
TRP	Terraplanagem
URB	Urbanização
VAP	Vapor (centrais e redes de vapor)

*Figura 17: Exemplo de Nomenclaturas
Fonte: Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (2014)*

Para que o método de classificação possua uma funcionalidade, é importante que os campos de cada elemento sejam preenchidos corretamente dentro do software de modelagem. Além da segurança na transmissão de informações, as classificações e codificações de elementos e serviços são necessários para utilização posterior em link externo na realização de orçamentos bem como simulação do planejamento da obra (4D e 5D).

Os sistemas de classificação da informação mais conhecidos são o Unifomat e OmniClass, que surgiram a fim de suprir as necessidades, voltadas à realidade de países da América do Norte e Europa. Com intuito em adequar-se ao nosso contexto, vem sendo desenvolvida a norma NBR 15965, que se baseia na tradução literal das tabelas da OmniClass, realizando a adaptação dos itens não condizentes com nossa realidade.

QUADRO 2: INFORMAÇÕES PARA AS TABELAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO	
COBERTURAS	
Tipo de dado	Dado
Nível	
Tipo	
Área	
Perímetro	
Material	
Descrição	
Referência de identificação	
Código de classificação: DEINFRA, SINAPI, Unifomat e Omniclass ou NC	
FORROS	
Tipo de dado	Dado
Nível	
Tipo	
Área	
Perímetro	
Material	
Descrição	
Referência de identificação	
Código de classificação: DEINFRA, SINAPI, Unifomat e Omniclass ou NC	
PAREDES	
Tipo de dado	Dado
Tipo	
Função	
Espessura	
Área	
Volume	
Referência de identificação	
Coefficiente contra incêndio	
Resistência térmica	
Custo por metro quadrado	
Código de classificação: DEINFRA, SINAPI, Unifomat e Omniclass ou NC	

Figura 18: Exemplo de Parâmetros de Informação
 Fonte: Manual de utilização de Template Revit BB (2014)

QUADRO 3: Tabela de exemplo com informações para as tabelas de paredes								
Tipo	Função	Largura	DEINFRA	SINAPI	UNIFORMAT	OMNICLASS	NC	PREÇO UNITÁRIO
Alvenaria de tijolos maciço 10cm	Externa	10cm	42667		B 1010 (externa)			R\$ x.xxx,xx
Alvenaria de blocos de concreto vedação 9x19x39cm - espessura 9cm assentados com argamassa traço 1:0,5:11 (cimento, cal e areia)	Externa	9cm			B 1010 (externa)			R\$ x.xxx,xx
STEEL FRAME para parede interna, fechamento em gesso acartonado para ambiente seco	Interna	10cm			C 10 10			R\$ x.xxx,xx
Paredes corta fogo	Interna	25cm			C 10 10		NC023	R\$ x.xxx,xx

Figura 19: Exemplo de Padronização de Acordo com Unifomat
 Fonte: Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (2014)

A codificação de elementos e serviços também poderá seguir uma padronização definida pela contratante ou pelo BIM Manager, a exemplo disto o “Caderno BIM – Secretaria de Infraestrutura e Logística” do Paraná, criou em seu caderno uma tabela de listagem própria de códigos a serem utilizados na criação e comunicação dentro do processo para gerir e definir requisitos de contratação para obras públicas.

Um documento para estratégia de comunicação se torna necessário para mapear as necessidades de informações, assim como classificar as mesmas, garantindo que todas as equipes estejam alinhadas e se orientem a respeito do formato de construção do produto e os dados

necessários em cada etapa de evolução do empreendimento.

“Abdicar da comunicação é tão prejudicial quanto se comunicar inadequadamente”. CBIC. Fundamentos BIM - Parte 3.

Outro aspecto importante é a definição das responsabilidades pelos diferentes elementos nas diversas fases do desenvolvimento do projeto, conforme a Matriz de Responsabilidade.

Alguns procedimentos são essenciais para a criação de uma padronização e podem ser definidos como requisitos para o intercâmbio das informações. São eles:

7.4.1. Identificação dos tipos de troca de informação

Deve ser documentado um modelo para cada caso potencial de troca de informação. Isto serve para garantir a rastreabilidade e entendimento de cada processo de comunicação. As

datas de início, conclusão e disponibilização de modelos e outras informações devem previamente estabelecidas e mapeadas durante o processo.

7.4.2. Estrutura de divisão para o projeto

REQUISITOS DE ENTRADA E SAÍDA DE INFORMAÇÃO:

a. Definição de receptores de modelo BIM. Agentes que estarão envolvidos na checagem e validação das informações recebidas, assim como preenchimento de controle destas entradas de informação quanto às datas e responsáveis.

b. Definição de softwares e aplicativos (inclusive suas versões) para gerar e manipular os

modelos durante cada etapa e caso de uso por disciplina. Informação necessária para identificação das interoperabilidades dos modelos.

c. Definição das informações necessárias para cada uso BIM.

d. Notas. Nem todas as informações estarão englobadas no modelo padrão e encobertas pela estrutura de elementos e informações. No caso de informações adicionais, estas devem ser inseridas como Notas.

7.4.3. Definição de autores e agentes responsáveis

A definição da matriz de responsabilidades deve ser um trabalho que considera cada uma das etapas do projeto, cada um dos agentes envolvidos e as necessidades dos mesmos. Todos os itens e trocas de informações devem

possuir um agente responsável, referenciando ao participante mais qualificado para cada caso.

A planilha ou sistema que compreende estas

definições deve estar disponível a todos os responsáveis para que haja ciência da atribuição

de cada um dos entregáveis. A seguir, uma lista de potenciais partes responsáveis:

SIGLA	PARTE RESPONSÁVEL
ARQ	Arquiteto
CON	Construtor
EC	Engenheiro civil
GM	Gerente de manutenção
EI	Engenheiro de instalações
EE	Engenheiro de estruturas
GS	Gerente de suprimentos

Figura 20: Códigos para Disciplinas
Fonte: CBIC Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras (2016)

7.4.4 Comparação de Conteúdos de Entrada e Saída

Análise comparativa entre a informação autoral produzida e informações exigidas para cada caso de uso. Caso ocorra inconsistência entre a informação exigida e a fornecida, são duas as possíveis soluções:

✓ Exigência de troca de informação de saída: revisão da informação para um nível mais alto de precisão e/ou inclusão de informações

complementares. Por exemplo, incluir o parâmetro 'R' para as paredes externas;

✓ Exigência de troca de informação de entrada: revisão da parte responsável pela informação, neste exemplo, fazendo com que o agente que responde pelo caso de uso passe a responder pela autoria da informação.

7.5 BIM Collaboration Format (BCF)

O BIM Collaboration Format (BCF) é um esquema XML (eXtensible Markup Language), uma extensão para o HTML (a linguagem base da internet.) Foi desenvolvido por um grupo voltado a softwares BIM, e posteriormente transferido para a BuildingSMART, a fim de que se tornasse um padrão aberto de fluxo de comunicação para suportar processos basea-

dos em BIM, utilizando IFC (CBIC Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, 2016).

Este padrão de comunicação é um formato utilizando ferramentas de modo sequencial ou assíncronicas de distribuição de arquivos.

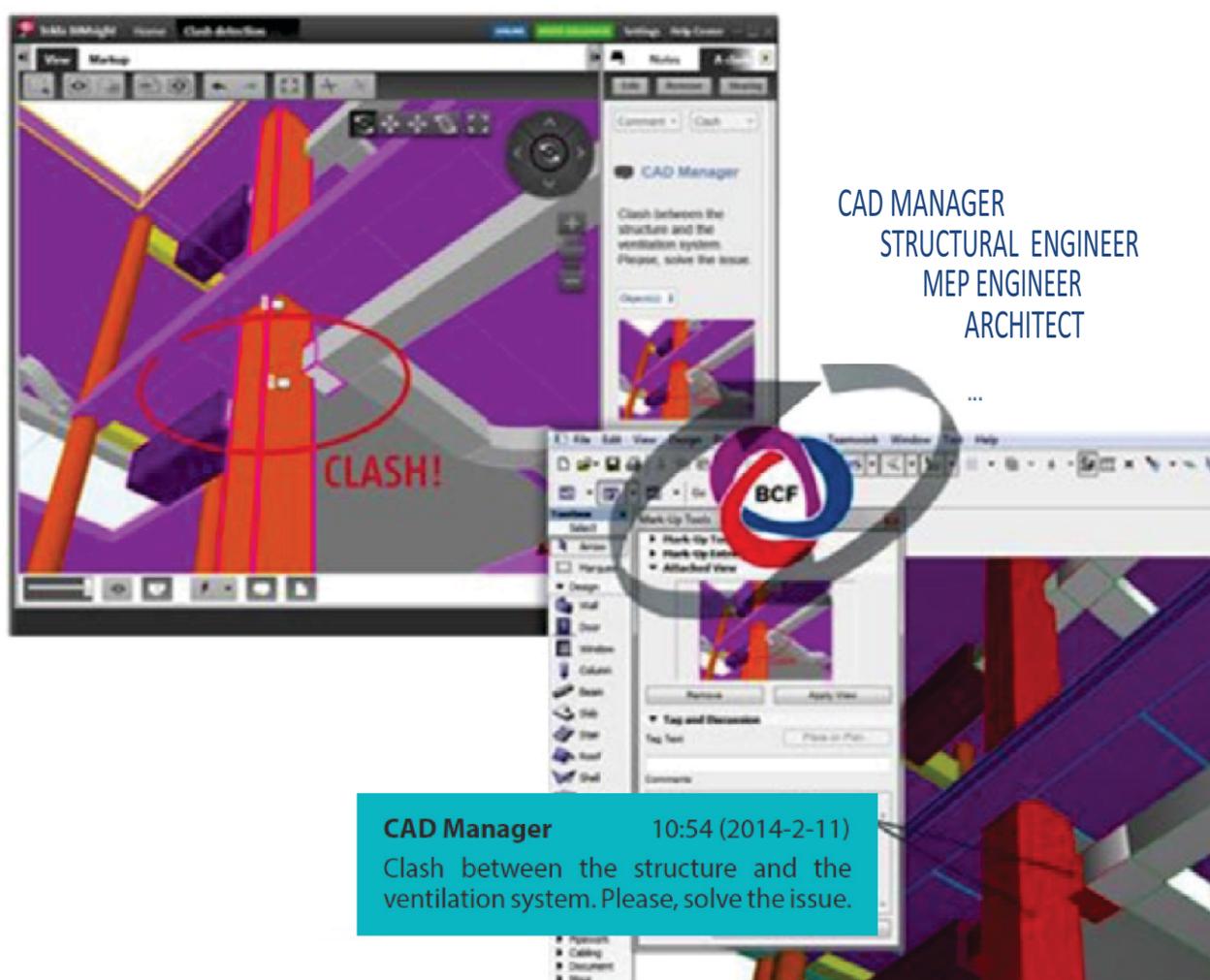


Figura 21: Logotipo do BIM Collaboration Format
Fonte: CBIC. Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras – Volume 3: Colaboração e Integração BIM (2016).

A tecnologia de comunicação BCF é utilizada durante a coordenação dos projetos, e tem por objetivo comunicar problemas, interferências, incoerências, incompatibilidades ou solicitações através do modelo.

Na verificação de projetos, em aplicativos como NAVISWORKS, SOLUBRI, TEKLA BIMsight ou entre outros, ao identificar uma incompatibi-

lidade, exporta-se um arquivo relatório que registra a coordenada do problema no modelo com imagens vinculadas de modo dinâmico, além de permitir que o coordenador de projetos acrescente comentários e recomendações para a solução da interferência, e com aplicativos de coordenação como BIMCOLLAB, REVIZTO, BIMSYNC e entre outros, o mesmo determina responsáveis, prioridades e prazos.



Imagens cedidas pela Trimble (Tekla BIMsight)

Figura 22: Ilustração demonstrando a identificação de uma interferência no software Tekla, com a gravação de um arquivo formato BCF xml, registrando o problema que foi identificado e a inclusão de anotações, realizadas pelo coordenador de projetos

Fonte: CBIC. Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras – Volume 3: Colaboração e Integração BIM (2016)

Ao receberem o relatório, os envolvidos no desenvolvimento dos projetos poderão acessar o arquivo BCF nos seus próprios softwares de modelagem de projeto por meio de um plugin instalado, onde podem reproduzir a interferên-

cia identificada, verificar os comentários e as recomendações descritas pelo coordenador dos projetos, conforme pode-se verificar o fluxo de trabalho na Figura 23.

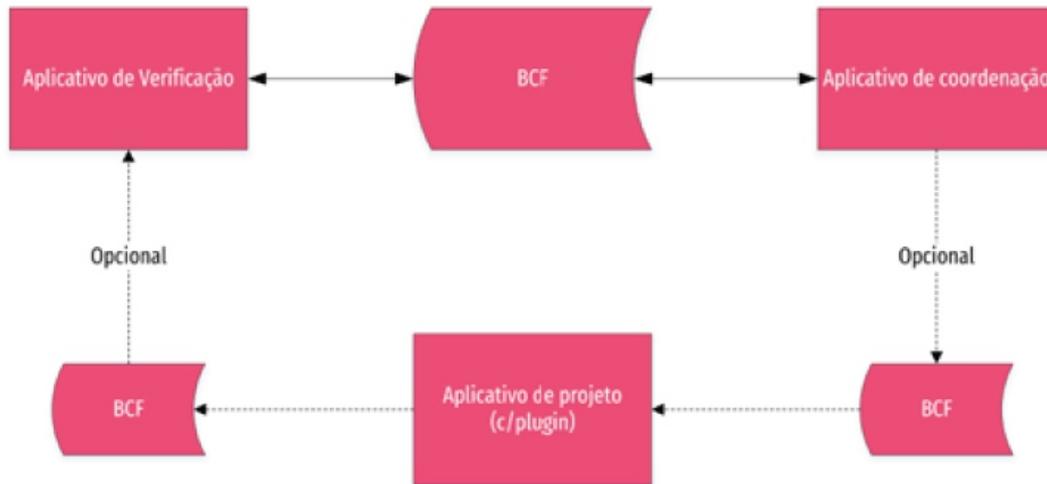


Figura 23: Fluxo de coordenação com uso de BCF
 Fonte: ABDI. Coletânea Guias BIM – Guia 1: O Processo de Projeto BIM (2017)

O formato BCF registra todo o fluxo de comunicação, permitindo a eliminação de interferências durante a compatibilização de diversas disciplinas em um projeto por meio de uma única

plataforma de comunicação, evitando que as informações e decisões sejam perdidas, garantindo assim a rastreabilidade do processo.

7.6 Conclusão

Apresentados estes métodos e premissas para que o fluxo de informação ocorra de forma qualitativa, entende-se porque é fundamental a centralização da comunicação, melhorando a produtividade das etapas e evitando incoerências.

informações a serem compartilhadas e o entendimento de processos eficientes como BCF, são decisões primárias a serem tomadas em uma implantação BIM.

O construtor deve, de fato, compreender a importância da informação e de que forma ela é passada adiante, pois estamos tratando do cerne do conceito BIM (Modelagem da Informação da Construção). A definição do método e ferramentas de comunicação, a padronização das

A aplicação prática dos processos explanados neste capítulo resultará na melhora dos processos internos, fazendo com que os envolvidos tenham maior ciência das intercorrências e estejam aptos a tomar decisões mais rápidas e assertivas, garantindo uma maior qualidade do produto final.

8 TÉCNICAS DE MODELA- GEM



8

TÉCNICAS DE MODELAGEM

8.1 Introdução

Após a contratação e correto planejamento de como o modelo será formatado, há de se falar sobre a modelagem, contendo uma metodologia e regras próprias que devem ser seguidas, a

fim de garantir um modelo dentro das normativas vigentes, e que este possa ser utilizado de forma colaborativa no ciclo de vida de uma edificação.

8.2 Evolução do Modelo

Assim como visto no item 6.1, o LOD (Level of Development), também conhecido como Nível de Desenvolvimento, é uma referência que permite aos profissionais especificarem qual a confiabilidade dos modelos nos diversos estágios do processo de projeto e construção. Isto permite que as pessoas que trabalham com os

elementos de um certo modelo, possam entender qual o propósito deste elemento no definido estágio de desenvolvimento, e quais as limitações do modelo, permitindo um avanço no desenvolvimento deste.

Fonte: <https://bimforum.agc.org/lod/>

Um ponto importante é diferenciar Nível de Desenvolvimento (ND) do nível de detalhe. O primeiro representa a confiabilidade que o modelo do elemento atingiu, ou seja, refere-se à qualidade do processo decisório inerente à evolução do projeto. Já o nível de detalhe refere-se ao volume de elementos gráficos e informações anexas que estão agregados ao elemento (Guia ABDI- O processo de projeto BIM 01-pg.26).

A seguinte Figura demonstra a evolução das informações em um elemento de fundação,

desde o LOD 100, até o LOD 400.

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400
<p>As premissas para as fundações estão incluídas em outros elementos modelados, como um pavimento arquitetônico ou um volume de massa que define a profundidade proposta para a estrutura.</p> <p>Elementos esquemáticos ainda não são distinguíveis por tipo ou material. Montagem, profundidade/espessura e localização ainda são flexíveis.</p>	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tamanho e forma aproximados dos elementos e das funções Eixos estruturais definidos no modelo e coordenados com o sistema global de coordenadas  <ul style="list-style-type: none"> São Fundações genéricas modeladas O terreno é também modelado genericamente, a partir de informações geotécnicas extraídas de um relatório geotécnico específico. 	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tamanho do conjunto e geometria dos elementos das fundações Superfícies inclinadas Dimensões externas dos componentes  <ul style="list-style-type: none"> Tamanhos das paredes da fundação são modeladas com precisão, com sapatas conforme a solução adotada A cota de apoio das fundações é modelada conforme o relatório geotécnico específico Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte deste elemento neste LOD A laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas neste nível de LOD 	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Localização dos encaixes ligações concretadas Retardadores de umidade Cavilhas Todos <i>inserts</i> ou reforços expostos Juntas de expansão Cotas de apoio são modeladas a partir de estimativas extraídas de um relatório geotécnico específico  <ul style="list-style-type: none"> Vigas-baldrame são modeladas inclusive nas interfaces com outros sistemas como reforços de bordo de lajes, juntas de concretagem e cavilhas de reforço A cota de apoio das fundações são modeladas conforme o relatório geotécnico específico, com a adição de elementos de interface como caixas vazias conforme a solução adotada Neste nível de LOD a laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte desse elemento 	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Armaduras, inclusive ganchos e sobreposições Cavilhas Chanfros Acabamentos Marcações definidas para as alvenarias Impermeabilizações

Figura 24: Exemplo de diretrizes de modelagem para o desenvolvimento de projetos
 Fonte: CBIC-Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Volume 3-pg.34

Além do LOD 400, há também o LOD 500, que contém as informações de verificação in-loco do que foi executado, o que está associado ao projeto como construído (“as built”).

A definição LOD permite que o modelo evolua de acordo com o processo em que o empreendimento está. Para exemplificar melhor, a figura seguinte representa um modelo em LOD 100:

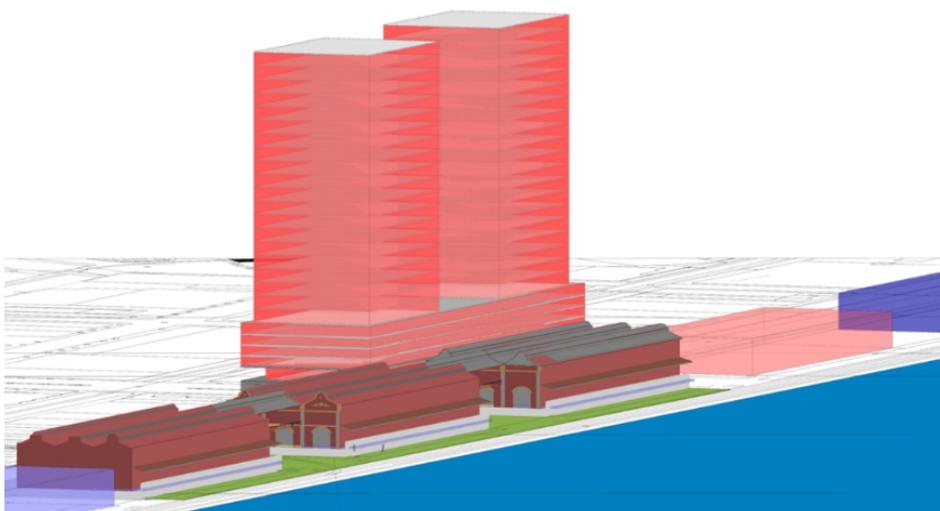
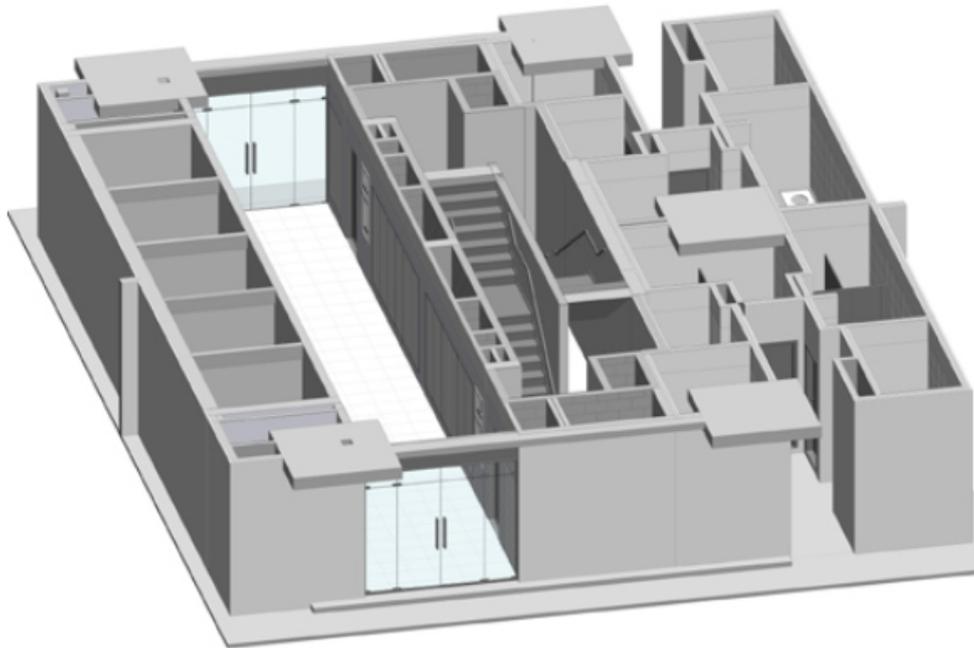


Figura 25: Exemplo de massa composto por elementos de LOD 200 e LOD 100
 Fonte: Guia ABDI-O processo de projeto BIM 01-pg.29

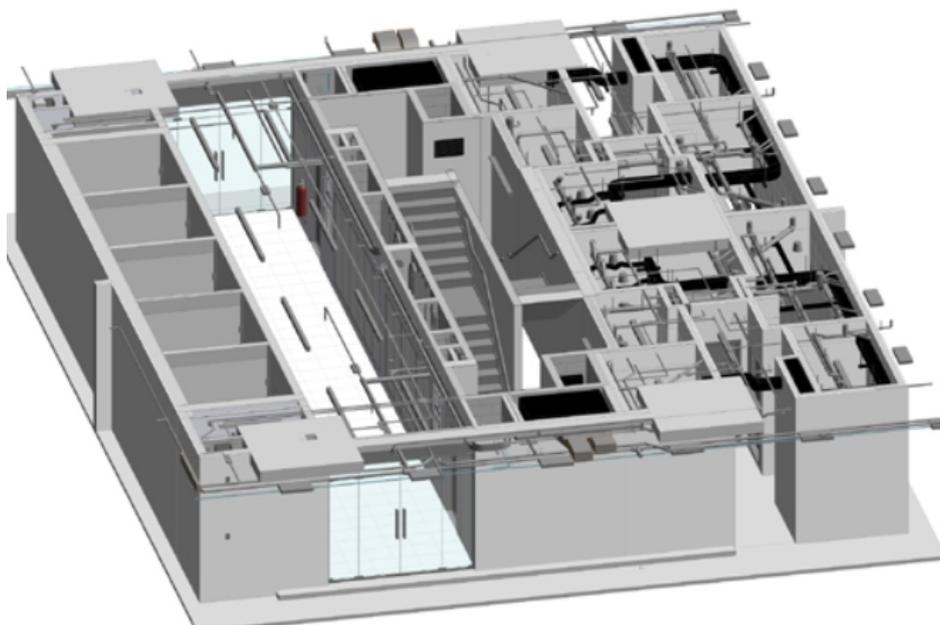
A seguir, um exemplo de estudo preliminar composto por elementos de LOD 200:



*Figura 26: Exemplo de estudo preliminar composto majoritariamente por elementos LOD 200
Fonte: Guia ABDI-O processo de projeto BIM 01-pg.30*

A partir das validações e tomadas de decisões a partir dos modelos elaborados, mais informações vão sendo inseridas neste, onde se obtêm o LOD 300 e 350, onde, diferindo os dois últimos, é que o LOD 300 é a mudança de um elemento de LOD 200 (genérico), para um elemen-

to de LOD 300 (específico), permitindo extração de quantitativos mais precisos para precificação. O elemento de LOD 350 é o mesmo anterior, porém, mais restringido devido à compatibilização com os outros sistemas do modelo.



*Figura 27: Exemplo de estudo preliminar composto majoritariamente por elementos LOD 300 ou 350
Fonte: Guia ABDI-O processo de projeto BIM 01-pg.30*

Desenvolvendo ainda mais os elementos de LOD 350, há o LOD 400, necessário para fabricação de componentes, produção e detalhes de montagem mais específicos. Por fim, os elementos de LOD 500 correspondem ao que foi execu-

tado em campo, contendo dimensões, formas, localizações, e muitas outras informações não projetuais, como manuais, notas fiscais, termos de garantia, etc.

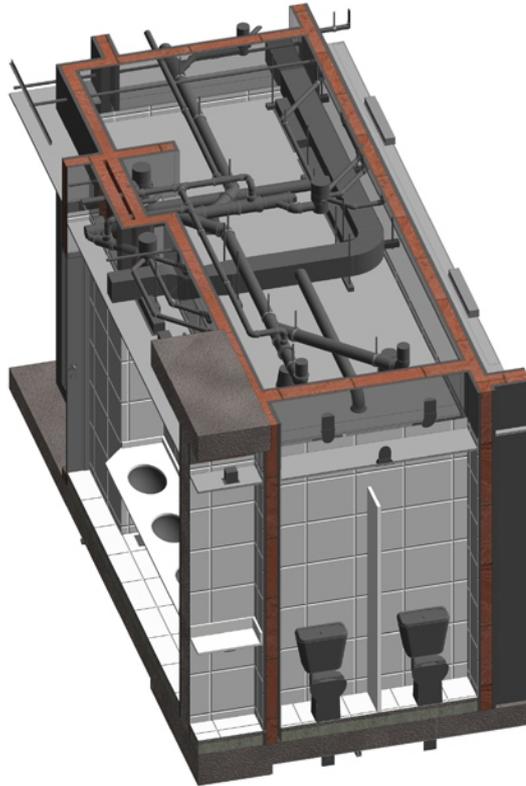


Figura 28: Conjunto de elementos LOD 400
Fonte: Guia ABDI-O processo de projeto BIM 01-pg.31

8.3 Tratamento do Modelo

Tendo em vista que a concepção de um projeto envolve vários profissionais e softwares distintos, há a necessidade de uma verificação aprofundada e precisa de cada modelo, para posterior integração destes no modelo federado, que veremos adiante. A verificação dos componentes é um controle de qualidade dos modelos

com o objetivo de consistência das informações ali contidas. Alguns softwares específicos, como o SMC (Solibri Model Checker), permitem esta checagem, melhorando a qualidade do modelo e detectando possíveis problemas. O usuário responsável pela verificação pode e deverá usar regras comuns, como:

- ✓ *Existência de objetos genéricos;*
- ✓ *Existência de objetos duplicados;*
- ✓ *Ocorrência de objetos muito pequenos que deveriam ser apagados;*
- ✓ *Ocorrência de objetos sobrepostos;*

- ✓ Verificação se todos os componentes estão respeitando o LOD estabelecido;
- ✓ Verificação se todos os componentes têm indicação de conformidades normativas.
(GUIA 1-ABDI)

Além disso, o usuário pode definir regras pertinentes ao modelo específico em análise, como

no exemplo a seguir, para projeto hidrossanitário:

- ✓ Verificação de conformidade de diâmetros a montante e a jusante em tubulações;
- ✓ Verificações de diâmetros mínimos de tubos conforme normas específicas;
- ✓ Distanciamento mínimo ou máximo entre dois componentes específicos;
- ✓ Comprimentos máximos de coletores;
- ✓ Existência de componentes de inspeção em ramais;
- ✓ Tubulação de água fria em cota superior à da tubulação de esgoto;
- ✓ Sifão térmico na tubulação de água quente;
- ✓ Existência de tubos de respiro.

(CAROLINA TAKAGAKI)

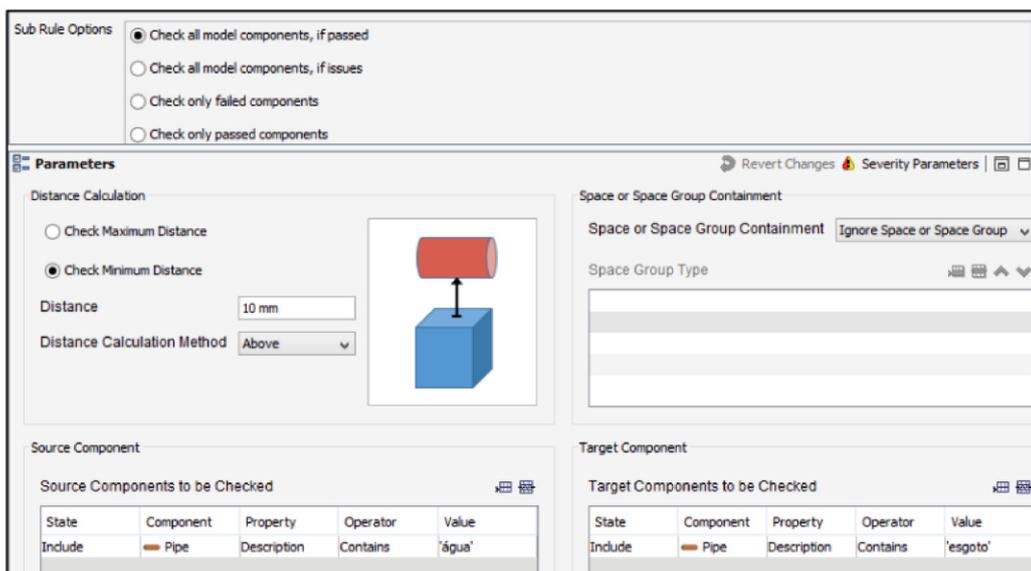


Figura 29: Exemplo de configuração de regra de verificação para que a tubulação de água esteja em cota superior a da tubulação de esgoto
Fonte: Carolina Takagaki

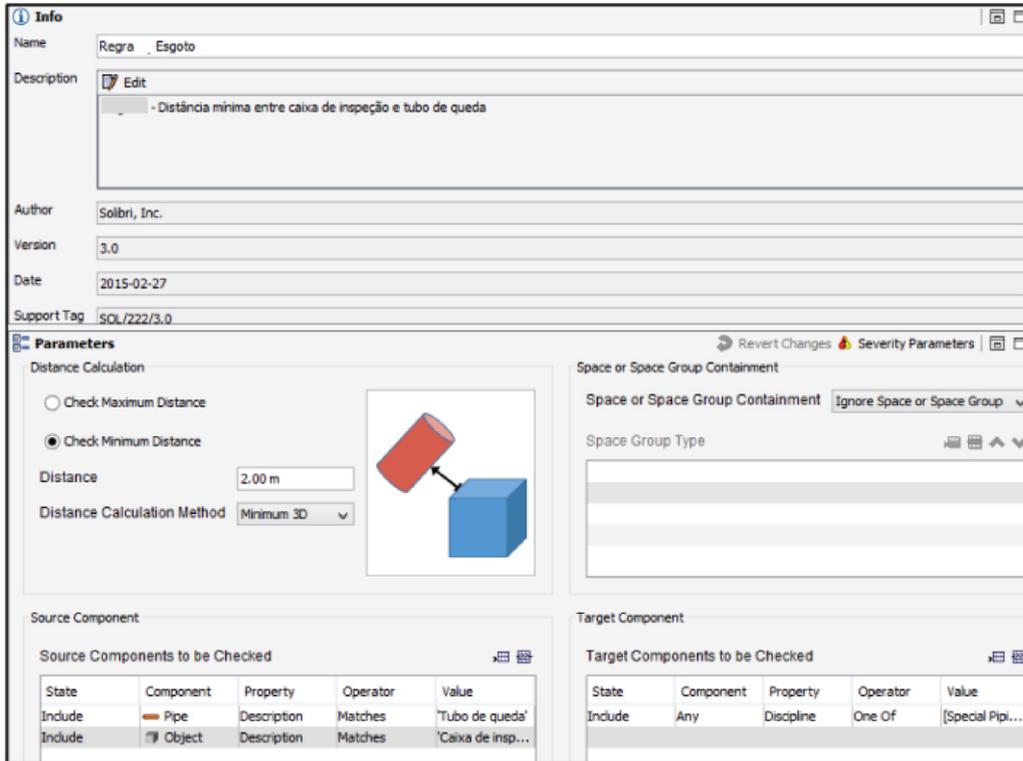


Figura 30: Exemplo de configuração de regra de verificação de distância entre tubos e caixa de inspeção
 Fonte: Carolina Takagaki

8.4 Unicidade de Modelos / Modelo Federado

Há um tempo, a ideia por trás do BIM era trabalhar em um modelo único, contendo todos os elementos e informações do edifício. Com o tempo, percebeu-se que a grande quantidade de informações, principalmente em grandes empreendimentos, inviabilizou esta forma de trabalho. Fonte: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/evolucao-do-bim-modelo-virtual/> Como solução, a ideia do BIM evoluiu para modelos de diferentes disciplinas que se conversam entre si, criando o que se chama de "Modelo BIM". Na prática, desenvolve-se o mo-

delo-base, que pode ser o arquitetônico, e partindo deste, são desenvolvidos os modelos das especialidades. Através da interoperabilidade, o modelo central, ou modelo federado, é formado por vários arquivos compatíveis entre si através do padrão OpenBIM, no formato IFC. Esta estrutura permite que vários responsáveis técnicos de diferentes empresas e localidades possam trabalhar no mesmo modelo. Desta forma, cada arquivo só poderá ser alterado pelo responsável, porém, poderá ser visualizado por todos os envolvidos.

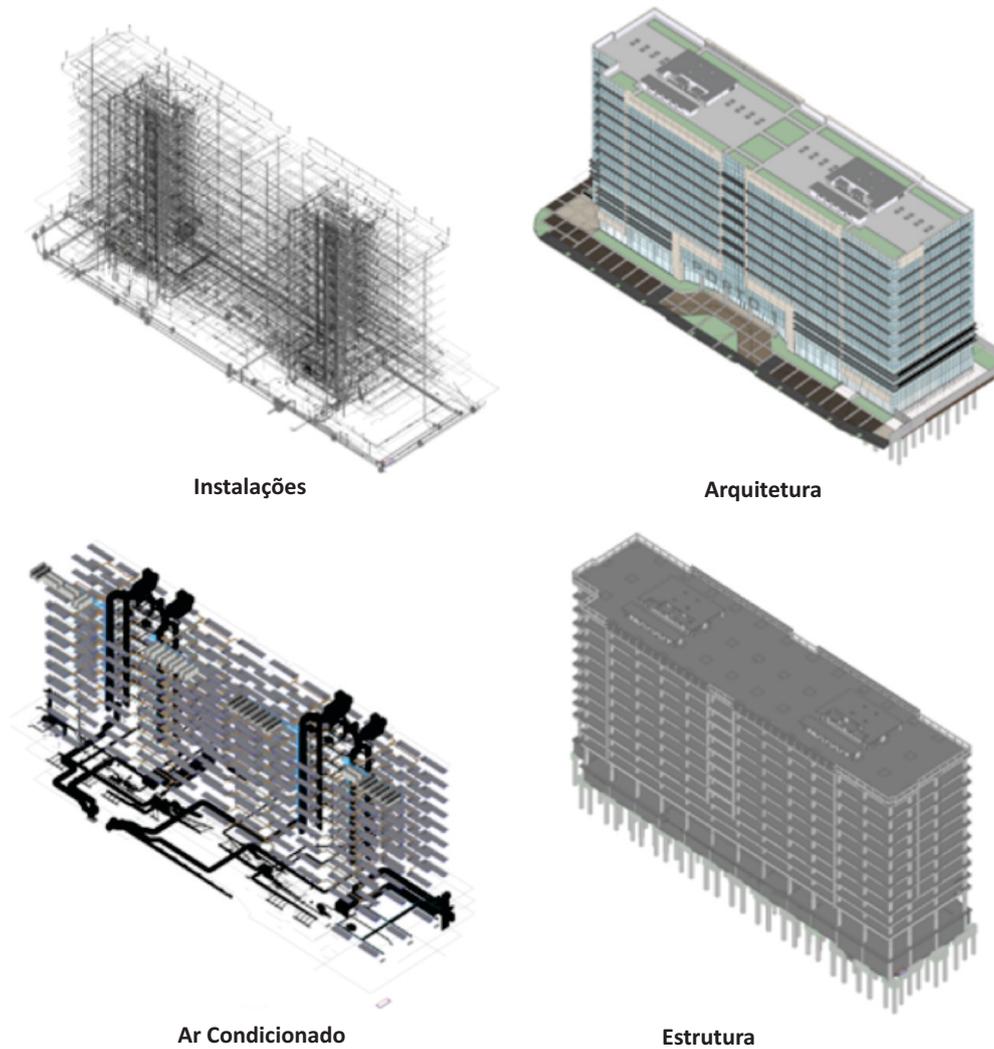


Figura 31: Ideia de modelo federado composto por vários arquivos
 Fonte: Guia ABDI-PT1

Deve-se diferenciar o modelo autoral do modelo de coordenação de cada especialidade. O primeiro refere-se ao modelo completo da disciplina, contendo todas as informações para documentação e detalhamento do projeto, não necessárias para as verificações de interferências entre as disciplinas. Já o modelo de coordenação, geralmente fornecido em IFC, serve basicamente para todas as verificações no modelo federado. Vale ressaltar que, conforme visto no item 4, nem sempre o modelo autoral é entregue ao cliente, exceto que haja acordo entre as partes. O grande objetivo da federação de

modelos é permitir uma coordenação precisa e com maior comunicação entre todos os responsáveis. A integração de arquivos permite que todos vejam a evolução dos modelos, prevenindo possíveis conflitos entre eles, e realizando uma compatibilização quase que em tempo real. Para isto, é necessário o estabelecimento de regras entre os envolvidos, como datas e horários pré-definidos (semanalmente, por exemplo), para sincronismo dos arquivos, e também, a adoção de uma infraestrutura de rede adequada. Fonte: Guia ABDI-PT1.

8.5 Banco de Dados BIM

Um dos grandes objetivos do BIM é a interoperabilidade e comunicação entre diversos agentes, assim como a validação de um modelo de forma que este possa passar por todo o ciclo de um empreendimento, mantendo a integridade de suas informações. Como o mercado da construção é muito amplo, tem-se a necessidade de uma classificação de informações, visto que não há uma padronização destas. Podemos ver divergências de informações entre diferentes fabricantes, regiões ou subdivisões de um país. As informações dos modelos muitas vezes passam por milhares de participantes, por diversas soluções de comunicação e softwares de projeto e gerenciamento, o que pode gerar desencontros de informação.

Visto isto, foram desenvolvidos sistemas de estruturação de informação, como o UNIFORMAT, MASTERFORMAT, UNICLASS e UNSPSC. A norma internacional.

ISO 12006-2 traz o padrão OMNICLASS, adotado no Brasil pela NBR 15965/2017. O OmniClass consiste em 15 tabelas, permitindo a classificação de elementos conforme diferentes informações sobre a construção, e também

conforme o ciclo de vida do edifício. Este tipo de classificação é compatível com normas de sistemas de classificação internacionais, e também é um padrão aberto e extensível. Cada uma das 15 tabelas do OmniClass possui um aspecto diferente de informações da construção, e podem ser usadas de forma individual, para classificar somente um tipo de informação, ou podem ser combinadas, para classificar assuntos mais complexos.

O intuito da classificação é ser progressiva, para permitir a combinação entre diversas classes. Inicialmente, os objetos são apenas volumes, classificados quase que de forma genérica. Conforme o LOD vai avançando com o decorrer do tempo, estes elementos genéricos devem ser definidos constantemente até a entrega da obra, visando atender as necessidades no ciclo de vida da construção. Esta múltipla forma de relacionamento entre classes chama-se classificação facetada.

Para esclarecer um pouco mais, na próxima figura, temos um esquema geral das classes e seu relacionamento:

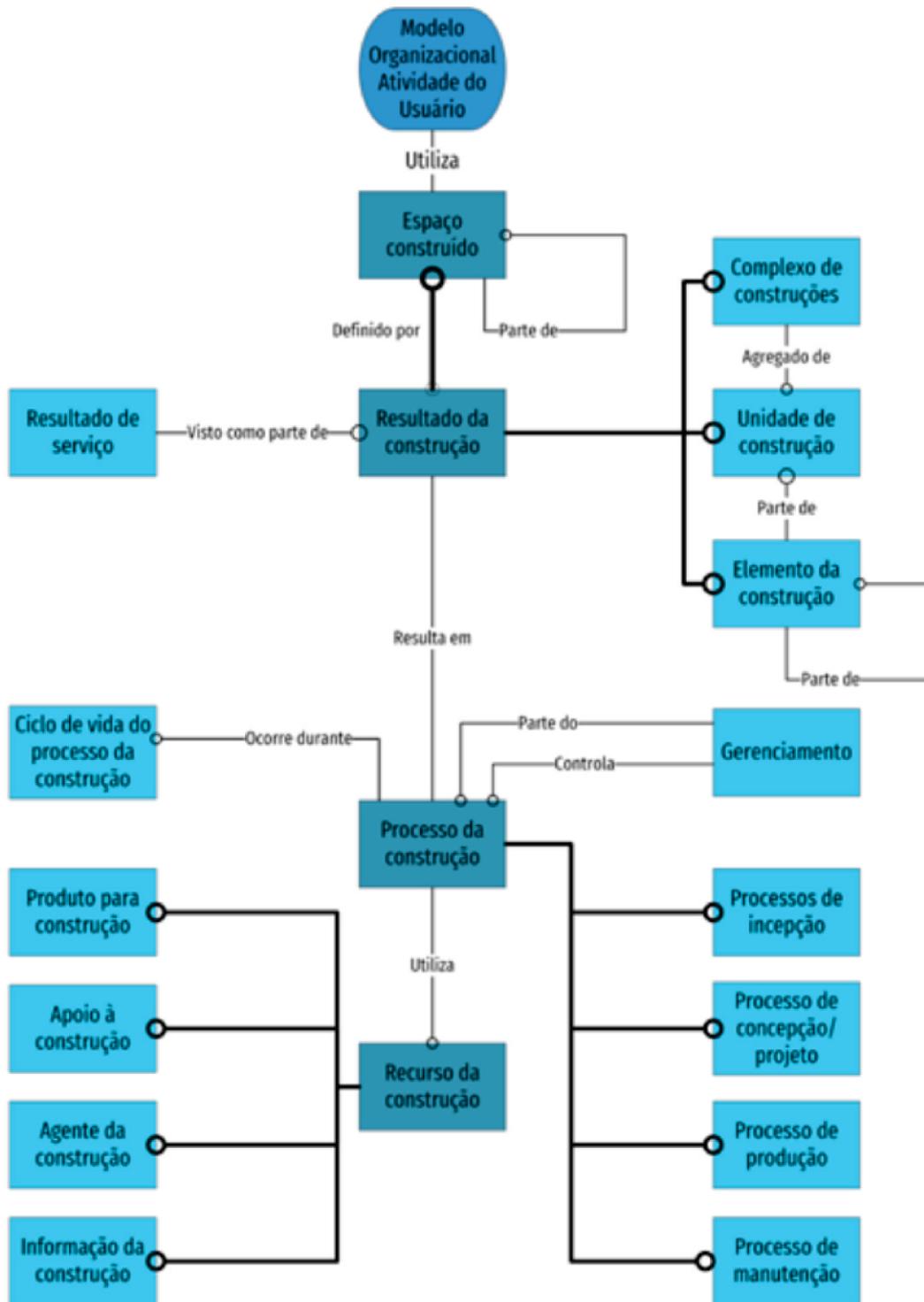


Figura 32: Esquema geral das classes e seu relacionamento
 Fonte: Guia ABDI-PT2

Aplicando o relacionamento entre classes a uma janela, por exemplo, temos a seguinte definição:

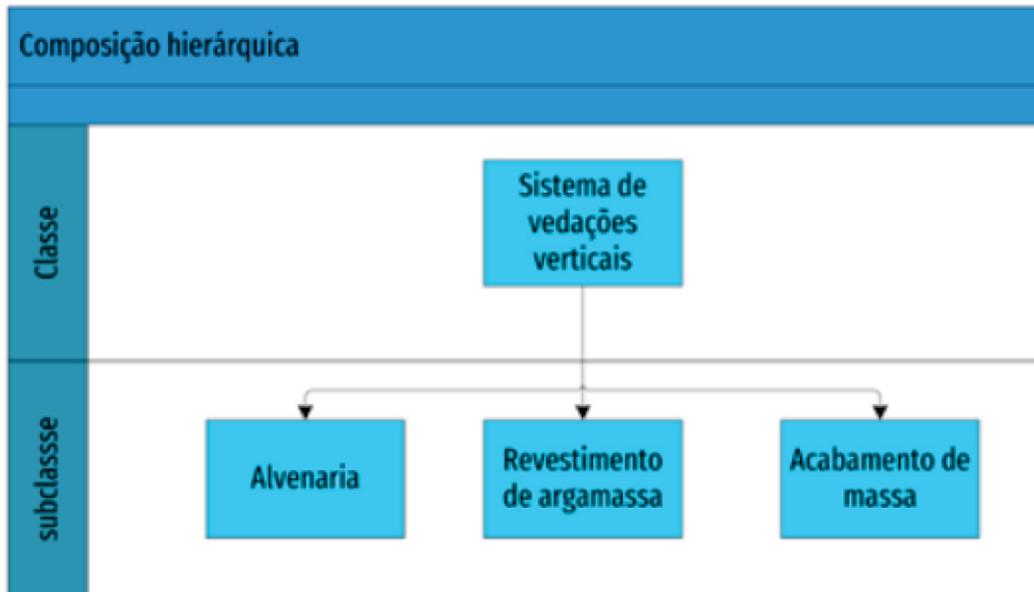


Figura 33: Exemplo de classificação
Fonte: Guia ABDI-PT2

Aplicando a classificação a uma janela, podemos entender que este elemento fará parte do sistema de fechamentos de um edifício, bem como do sistema de fachadas. O conceito pode parecer complicado de se aplicar na prática, po-

rém, ao adotar o uso de bibliotecas de elementos associados ao sistema de classificação, os relacionamentos entre elementos ocorrem quase que de modo automático.

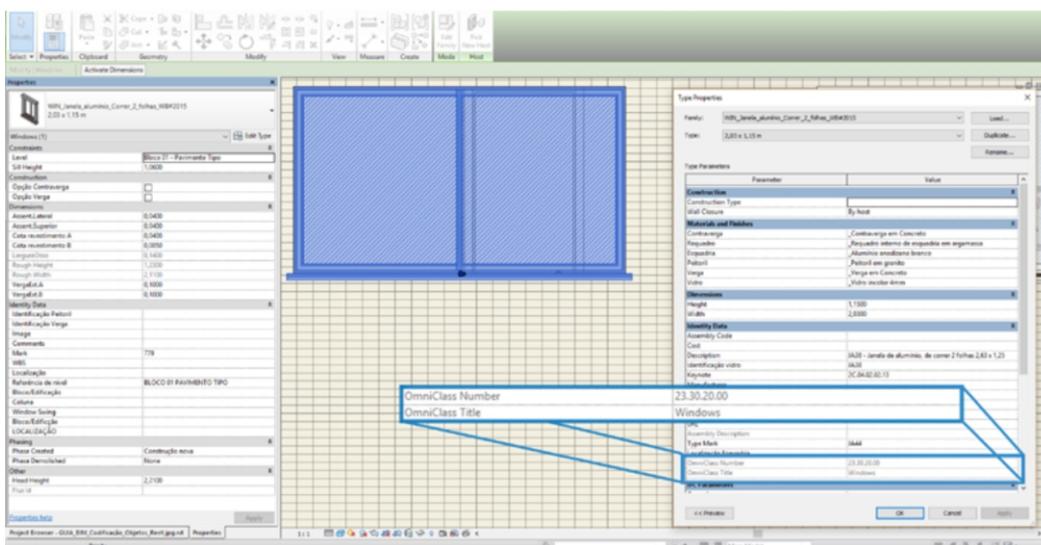


Figura 34: Elemento classificado no software de projeto
Fonte: Guia ABDI-PT2

Outra funcionalidade permitida graças à classificação é a conexão com bancos de dados através do padrão IFC, para elaboração de orça-

mentos, cronogramas, e realização de manutenções, desde que os elementos estejam corretamente classificados.

8.6 Conclusão

A utilização de uma classificação de informações torna os modelos mais complexos e com um volume de conteúdo maior, porém, permite um grande ganho de consistência das informações ali obtidas. Ao aplicar os conceitos trazidos neste capítulo, todos os participantes de

um projeto se beneficiarão de um modelo confiável, trabalhável, e que permite compatibilização e correções de forma muito mais eficiente, bem como o avanço deste modelo para o ciclo de obra, e pós-entrega dos empreendimentos.

9 ORIENTAÇÕES DE ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS

9

ORIENTAÇÕES E ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS

9.1 Formatação de Divisão dos Modelos

Assim como visto no item 8.4, os modelos de cada especialidade serão unidos em um modelo central, ou modelo federado, permitindo diversos tipos de análise, como a verificação de conflitos (clash detection), ou o tratamento do modelo, como visto no item 8.3. Para permitir o trabalho colaborativo, deve-se dividir o modelo central, tendo em vista a abundância de informações contidas neste.

Em edificações pequenas, a critério do BIM Manager, pode-se trabalhar com somente um modelo, contendo todos os elementos e informações. Ao passo que o tamanho e complexidade do projeto vão crescendo, há a necessidade de dividir o modelo. Primeiramente, este será dividido em modelos de autoria, conforme cada especialidade ou disciplina. Deve ser realizada uma organização para evitar duplicidade de informações. Por exemplo, um chuveiro poderá ser modelado tanto na arquitetura quanto pela hidráulica, o que pode gerar conflitos.

Dependendo do porte e complexidade do empreendimento, recomenda-se também separar este modelo em partes (setores, torres, grupos de pavimentos, tipo, embasamento), ou

seja, os modelos de cada disciplina serão subdivididos. Dependendo da capacidade de processamento e armazenamento de dados dos envolvidos, também pode ser adotada a divisão do modelo por disciplinas. Desta forma, será facilitada a análise, processamento e armazenamento de dados, principalmente quando forem utilizados servidores em nuvem. Os coordenadores do projeto deverão definir as regras para divisão dos arquivos. Mesmo tendo esta subdivisão em partes, estas deverão ser integradas em um modelo central, onde o projeto poderá ser visualizado de forma global.

Também, a depender do caso, é possível a adoção de “Worksets”, sendo uma forma de trabalho onde vários profissionais trabalham em um mesmo modelo. Neste, são definidas características a conjuntos de elementos de cada disciplina, e estes conjuntos são atribuídos temporariamente a cada responsável. Desta forma, evitam-se os conflitos entre trabalhos de diferentes profissionais.

Fonte: Guia 1-ABDI e Guia AsBEA – Boas Práticas em BIM – Fascículo II

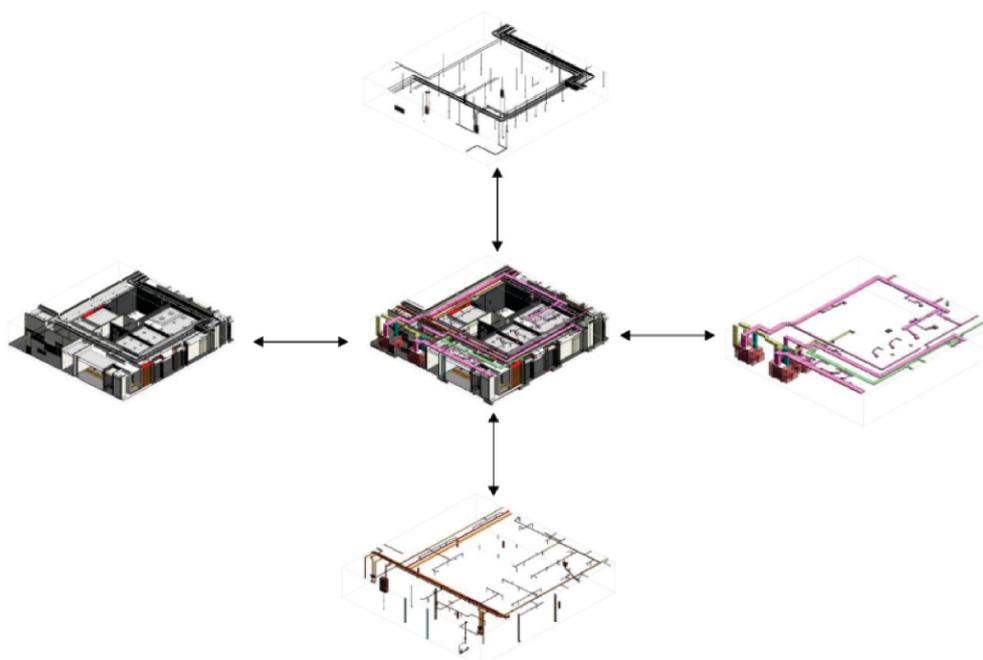


Figura 35: Divisão do modelo conforme disciplinas
 Fonte: Guia AsBEA – Boas Práticas em BIM – Fascículo II

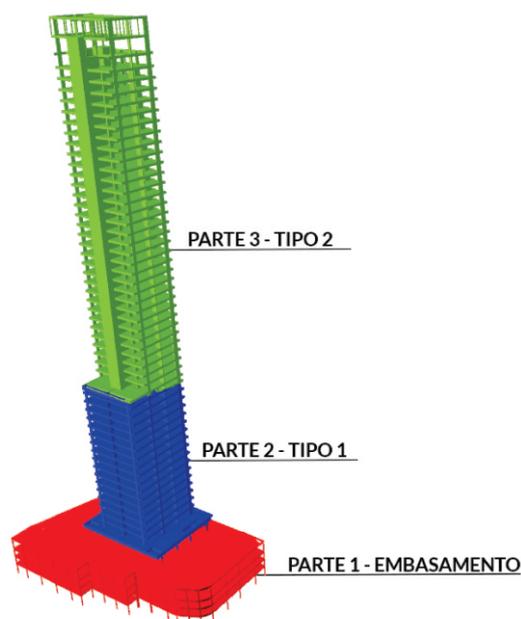


Figura 36: Divisão em sub-modelos
 Fonte: Autores (2021)

Uma vez que o escopo do projeto for definido (ver acima o que for exposto), é o momento de controlar a qualidade dos modelos recebidos pelo gerente de projeto. O que foi definido deve ser entregue conforme o planejado. Observa-se que uma falha na qualidade dos entregáveis, gera uma possível invalidação das informações

e do objetivo final do projeto.

Para o controle de qualidade do modelo, a empresa deve ter em mente que precisa capacitar os profissionais para analisar a qualidade dos entregáveis.

10

**CONTROLE
DE QUALIDADE DE
MODELOS**



10

CONTROLE DE QUALIDADE DE MODELOS

10.1 Auditoria de Informação do Modelo

A equipe de projeto deve determinar e documentar qual estratégia será elaborada para controlar a qualidade do modelo. Para tal, deve ser definido e implementado um procedimento. Com base na fundamentação do modelo tridimensional BIM, surge a necessidade da criação de informação nos objetos modelados, tais informações estão contidas em itens cha-

mados de “parâmetros”, os parâmetros carregarão essa informação para outros usos. A auditoria do modelo prevê técnicas e ferramentas que permitam checar a existência e qualidade das informações contidas neste parâmetro, é importante salientar que o contratante deve explicitar as informações pertinentes para os seus usos específicos.

10.2 Classificação de Informação

Uma vez que a informação exista no modelo, permitirá a classificação desses objetos, por exemplo: uma parede recebe automaticamente uma classificação que indica que ela é um elemento da classe parede, porém podemos ter a necessidade de classificar por outras informações, tal como código orçamentário, ou seja,

a maneira de classificar o modelo solicita a existência da informação para que isso ocorra. As informações também seguem uma classificação entre elas, podendo ser de classe descritiva, numérica, técnica, qualitativa e quantitativa. Isso dá a importância e potencial para uma padronização na criação e uso das informações.

10.3 Atendimento aos Usos BIM

Um uso BIM pode ser definido como um método de aplicação do BIM durante o ciclo de vida de um projeto/installação para atingir um ou mais objetivos específicos deste projeto. O BIM

Project Execution Planning Guide and Templates (PENN STATE, 2010) define 25 usos BIM a serem considerados nos projetos.

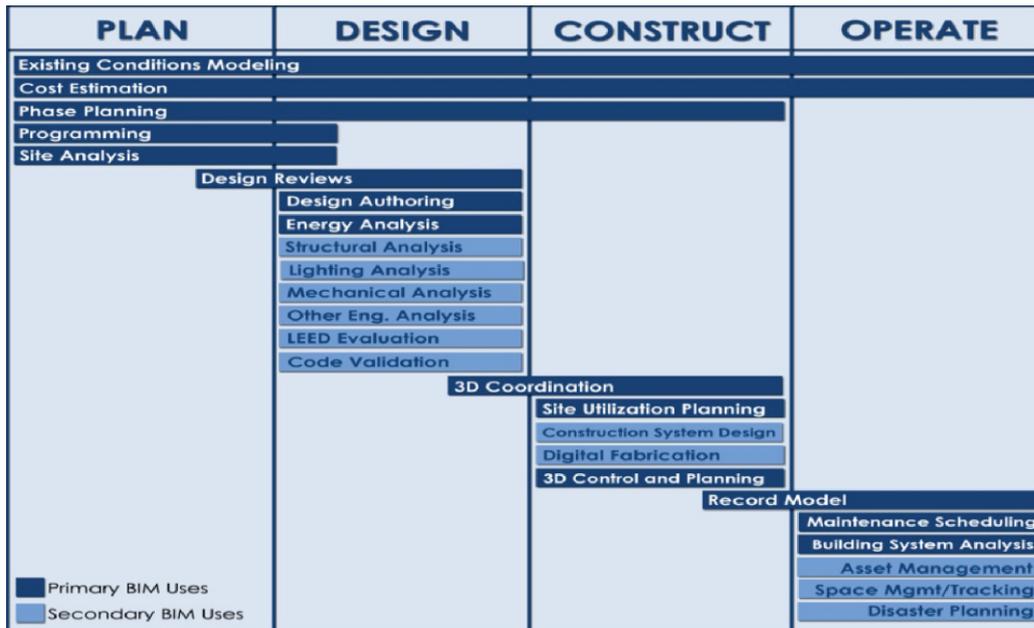


Figura 37: BIM usa ao longo de um ciclo de vida do edifício (organizado em ordem cronológica do planejamento à operação)
 Fonte: PennState

Com os usos BIM elencados, devem ser verificadas as informações mínimas para atendê-los e a finalidade desses usos indicará quais tipos de informação devem estar contidas no mode-

lo, e a auditoria do modelo indicada no item 10.1 verificará a qualidade das informações para essas finalidades.

10.4 Técnicas de Auditoria de Modelos Federados

O principal ganho do uso de modelos federados é a checagem visual e geométrica automatizada de conflitos ou incompatibilidades que possam existir com a junção de todos os modelos em um único ambiente.

A técnica e a padronização de itens essenciais para o uso do modelo federado devem estar explícitas e documentadas a todos os participantes do projeto, façam eles o uso dele ou não.

Todos os projetos com uma só linguagem, deve ser uma característica importante para validar o projeto na totalidade.

Alguns exemplos de verificações:

- Conformidade entre os padrões;
- Conformidade com o protocolo de execução BIM;
- Verificar a precisão entre modelo e a intenção final do projeto;
- Coordenação da detecção de conflitos.

Com uma organização de modelos e verificações, o desempenho de um modelo federado se torna muito mais assertivo e a metodologia BIM melhor aplicada.

10.5 Verificações Geométricas

Existem, ao entendimento da Universidade do estado da Pensilvânia (2011:31), 4 tipos diferentes de verificação que devem ser realizadas:

verificação visual, onde observamos se algum elemento está fora do seu local correto, se realmente deveria estar no modelo em questão e

se este segue as diretrizes estabelecidas previamente. Verificação de interferências: com o uso de softwares de detecção de conflitos, avaliamos se todos os modelos estão coesos e sem interferências entre si. Verificação de padrões: certifica se o modelo concorda com os padrões de elementos dados pela construtora (nome, espessura, tipo, altura etc.) e normas tanto técnicas quanto da legislação regional. Verificação de elementos: checar se algum elemento possui alguma classificação ou parâmetro preenchido erroneamente, ou vazio.

As verificações geométricas tendem a serem

facilmente analisadas visualmente, pois em sua maioria estão relacionadas a características físicas dos elementos (como altura, largura, espessura) e seu posicionamento no ambiente virtual, podendo ou não estar em choque com outro elemento. Se classificam de visuais (hard clashes) as incompatibilidades físicas, onde um elemento ocupa o mesmo espaço físico que outro. Já para as soft clashes as incompatibilidades serão “invisíveis”, como, por exemplo, distanciamento mínimo exigido por normas/legislações, altura de utilização de certo equipamento/mobiliário e áreas diferentes das dimensionadas pelos projetistas.

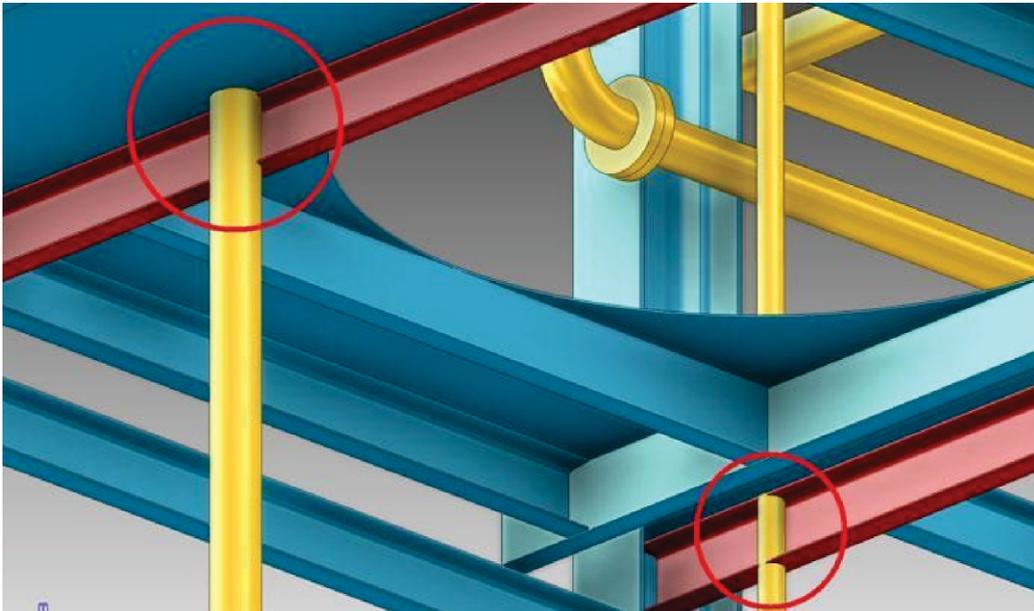


Figura 38: Exemplo de incompatibilidade geométrica (hard clash)
Fonte: Rightserve (2020)

10.6 Verificações por Regras

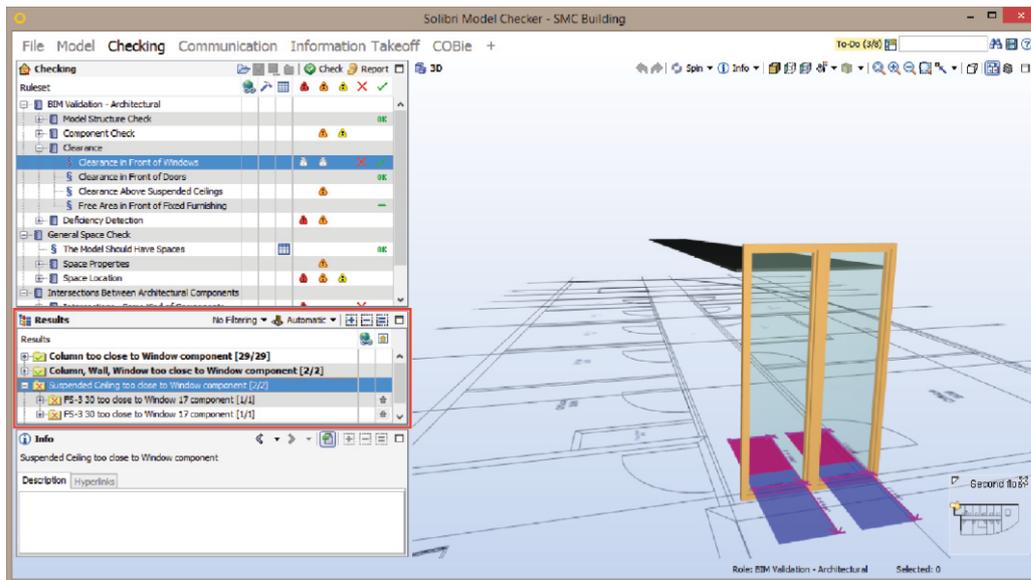
Os programas de verificação de modelos possuem várias vantagens quando comparados aos utilizados para projetos em duas dimensões. Elas permitem automatizar o processo de verificação de qualidade e incompatibilidades através da detecção de choques geométricos ou regras de verificação de informações, pré-configuradas pelo gerente de projeto (Antunes, 2013). Com o uso de regras é possível configurar os softwares para que o projeto seja avaliado com as vontades/necessidades da construtora. É possível verificar se todas as janelas pos-

suem o vão mínimo de norma para ventilação ou se todos os pisos de sacada possuem a diferença correta de nível em relação a pisos internos. Se a construtora determinar que cada apartamento deverá conter 3 suítes, é impossível verificar essa condição por interferências geométricas, pois a nomenclatura dos ambientes não é um elemento físico palpável. Outros fatores são passíveis de verificação, como direção de aberturas de portas de incêndio ou inexistência de aberturas em quartos e salas. Para condições interdisciplinares pode se ter o

espaçamento mínimo de tubulações em relação a certos locais, o que pode evitar que o projeto tenha demasiado número de análises dos órgãos legais, gastando tempo de análise.

Um exemplo em que a verificação de interfe-

rências por regras se prova útil é ilustrado na imagem abaixo. O forro de gesso está baixo o bastante para interferir na vista da janela, o que não pode ser classificado como choque geométrico/físico, pois os elementos não possuem pontos ocupando o mesmo espaço.



*Figura 39: Forro de gesso em conflito com janela (soft clash)
Fonte: Solibri (2016)*

Portanto, cabe aos analistas vincularem suas experiências práticas ao potencial dos softwares de análise, para assim criarem regras que

determinem mais soluções paramétricas no projeto, simplificando o processo na totalidade.

10.7 Tratamentos Quantitativos

Outro fator importante na qualidade dos modelos de projeto é a extração de quantitativos. Modelagens que não forem pensadas desde o início para este tópico não são confiáveis para sua extração, causando transtornos futuros. Um dos resultados destas confusões pode ser exemplificado na organização de tabelas para este fim. A exemplo de um software que utiliza de nomenclatura para organizar as suas tabelas, logo a falta de lógica ou a funcionalidade da nomenclatura trará interferências e erros de levantamento. Não necessariamente os elementos precisam ser criados com demasiado nível de detalhes visuais ou informações, basta que os elementos presentes no escopo dos Quantitativos (previamente acordados) este-

jam modelados, e devidamente identificados com o padrão acordado entre setores e fornecedores de projeto, e suas informações necessárias corretas. Estes fatores são determinantes não só durante a avaliação do modelo, mas também antes de este estar em posse da construtora. Os responsáveis pelos modelos devem seguir, além das condicionantes citadas anteriormente, regras para o envio e entrega destes arquivos, que podem ser chamados de entregáveis. O próximo capítulo abordará o padrão de entregáveis em BIM. E para fundamentar este tópico, houve a necessidade de reforçar alguns conceitos acerca de suas características para ser possível visualizar suas possibilidades.

11

PADRÃO DE
**ENTREGÁ-
VEIS**



11

PADRÃO DE ENTREGÁVEIS

Este capítulo é responsável por apresentar de maneira didática os padrões de serviços entregáveis em BIM, sejam eles subcontratados ou desenvolvidos na própria construtora. No entanto, para embasar as discussões aqui realiza-

das, foi necessário reforçar alguns conceitos como: (i) Interoperabilidade; (ii) IFC; (iii) Ciclo de Vida do BIM; (iv) Model View Definition (MVD); e (v) Técnicas de importação e exportação.

11.1 Interoperabilidade

A tecnologia da informação vem desempenhando um papel fundamental na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), que é o de desenvolver ferramentas (softwares e hardwares) capazes de dar suporte à metodologia BIM. Ou seja, sem tecnologia não há como implementar o BIM.

Há um tripé fundamental de sustentação para implementação do BIM. Este tripé é formado por pessoas, tecnologias e processos.

Já imaginou, se todos os países do globo falassem um só idioma? Concorde que seria muito interessante? Pois bem, a indústria de AEC mundial está caminhando neste sentido através do IFC (Industry Foundation Classes).

Todo desenvolvimento de projeto que usa o

BIM, requer profissionais de diferentes áreas (interdisciplinaridade), a utilização de softwares variados e de empresas de tecnologia distintas (interoperabilidade). Para solucionar esse problema, em 1997 criou-se o padrão IFC 1.0, que se trata de um arquivo de texto aberto e formatado contendo informações geométricas e não geométricas, ou seja, além de objetos tridimensionais temos também informações de dimensionamentos, de gestão de operação, de eficiência energética, etc. (KŘÁPKOVÁ ANETA, 2017, p.37).

O padrão IFC possibilitou que profissionais distintos e que utilizam softwares distintos consigam colaborar entre si, e foi a principal responsável pela expansão e a disseminação do BIM. A Figura 40 apresenta alguns softwares que dão suporte a indústria AEC.

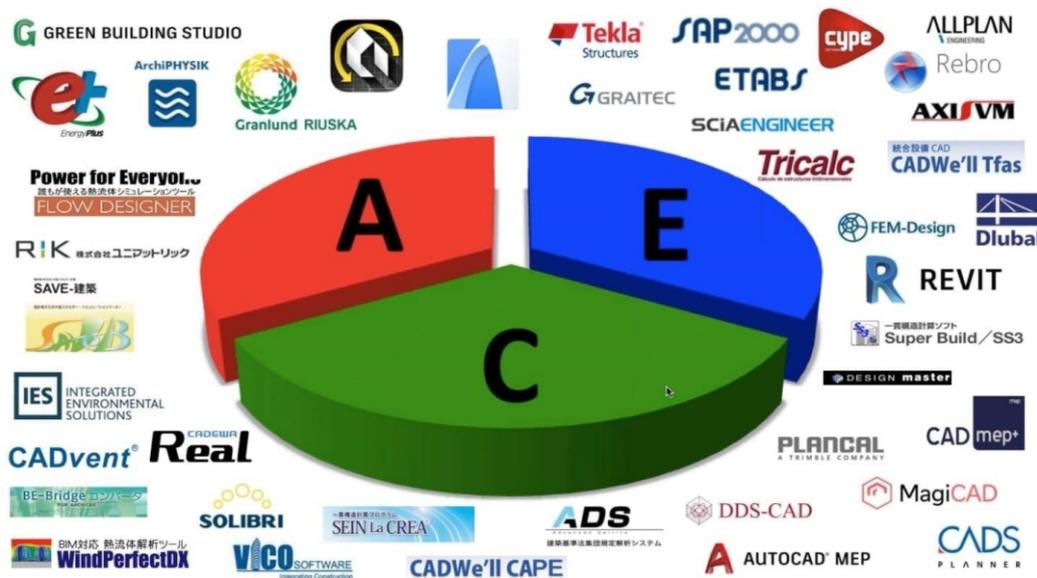


Figura 40: Softwares da indústria AEC
 Fonte: <https://architosh.com/wp-content/uploads/2017/10/30.jpg>

O software interoperável reduz a quantidade de tempo necessária para troca manual de informações, realizando-as em apenas uma tarefa. Ele também minimiza o risco de erros de transferência de dados, muitas vezes causados por métodos manuais de troca de informações. (NATIONAL, 2017, p. 24). Aerle (2015, p. 64) conclui ainda que estruturas e ferramentas de código aberto, que utilizem padrões abertos para troca de dados como IFC, podem ser usadas e reutilizadas por uma ampla gama de pro-

fissionais da indústria AEC.

A tecnologia BIM expandiu seu uso depois que as grandes empresas multinacionais de software do setor AEC estabeleceram um padrão aberto de interoperabilidade chamado OPEN BIM.

A Figura 41 apresenta o selo de interoperabilidade Open BIM:



Figura 41: Selo Open BIM
 Fonte: GRAPHISOFT (2019)

O Open BIM ou BIM aberto utiliza o padrão IFC como ferramenta principal para troca de informações. Atualmente, em todo o mundo, há uma gama de aproximadamente 55 softwares e/ou variações de 35 empresas de softwares distintas que requereram a certificação e o selo "OPEN BIM" perante a buildingSMART. Desse

total apresentado foram certificados 49 softwares ou variações de 29 empresas distintas. Isto demonstra o quão difícil é a obtenção da certificação OPEN BIM pelas empresas do setor e até o presente momento nenhum software brasileiro foi certificado.

11.2 IFC

O IFC é um padrão aberto, uma estrutura de dados e arquivos, desenvolvidos pela “Building SMART”, uma organização internacional responsável por rascunhar as normas ISO 16739-1. Seu principal objetivo é facilitar a colaboração entre as equipes de trabalho. Foi estruturado para absorver informações geométricas (3D) e também informações não geométricas como: (i) identidade e semântica (como nome, identificador único, tipo de objeto ou função, etc.); (ii) características ou atributos (como material, cor, propriedades térmicas, etc.); (iii) relacionamentos (incluindo locais, conexões, etc.); (iv) objetos (como paredes, colunas, lajes, etc.); (v) conceitos abstratos (como desempenho, custo, etc.); (vi) processos (como instalação, operações, etc.); (vii) pessoas (com proprietários, projetistas, empreiteiros, fornecedores, etc.); e (viii) outros (como componentes físicos dos edifícios, produtos manufaturados, sistemas mecânicos e/ou elétricos, bem como modelos abstratos de análise estrutural, modelos de análise de energia, detalhamento de custos, cronogramas de trabalho e muito mais). (BUILDINGSMART, 2019).

Resumidamente, o IFC é um banco de dados relacional 3D “aberto” que contém informações e relacionamentos necessários para todo o “Ciclo de Vida” de empreendimentos.

O IFC iniciou com edifícios e no momento está evoluindo para a versão 5.0 que contemplará também equipamentos de infraestrutura urbana. Nesse contexto, cabe outra provocação:

Qual software nossos colaboradores de projeto utilizam? Com quais versões de IFC trabalham? Há perda de informações?

Comentou-se até aqui sobre a importância da tecnologia, estrutura de dados, banco de dados relacional, semântica, enfim, conceitos pelos quais a maioria dos profissionais da indústria AEC brasileira possui pouca ou nenhuma familiaridade. Para tentar simplificar, ao final, essa tecnologia produzirá um arquivo que poderá ser aberto em um editor de texto qualquer conforme demonstrado na Figura 42 a seguir:

```

1 ISO-10303-21;
2 HEADER;
3 FILE_DESCRIPTION(('IFC2X_PLATFORM'),'2;1');
4 FILE_NAME('CURSO TQS','2016-09-03T17:25:49',(''),(''),'Sistemas CAD/TQS 18.17.8')
5 FILE_SCHEMA(('IFC2X3'));
6 ENDSEC;
7 DATA;
8 #1=IFCORGANIZATION($,'UNIVALI','RUA URUGUAI, 458',$,$);
9 #2=IFCAPPLICATION(#1,'2016','Sistemas CAD/TQS 18.17.8','TQS');
10 #3=IFCPERSON($,'UNIVALI','UNIVALI',$,$,$,$);
11 #4=IFCPERSONANDORGANIZATION(#3,#1,$);
12 #5=IFCOWNERHISTORY(#4,#2,$,.NOCHANGE.,,$,$,0);
13 #6=IFCPOSTALADDRESS($,$,$,('RUA URUGUAI, 458'),$, 'ITAJAI', '', '88302-901','SC')
14 #7=IFCCARTESIANPOINT((0.,0.,0.));
15 #8=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#7,$,$);
16 #9=IFCLOCALPLACEMENT($,#8);
17 #10=IFCBUILDING('3EpBJXbG$d$R_dIdy54W_0',#5,'CURSO TQS',$,$,#9,$,$,.ELEMENT.,,$,$
18 #11=IFCSIUNIT(*,.LENGTHUNIT.,.CENTI.,.METRE.);
19 #12=IFCSIUNIT(*,.AREAUNIT.,.CENTI.,.SQUARE_METRE.);

```

Figura 42: STEP physical file (SPF) - IFC
Fonte: Dados produzidos pelo autor (2020)

Este arquivo está organizado de uma forma que qualquer pessoa, conhecedora do padrão, possa ler e interpretar as informações nele descritas. Isso permite que qualquer ferramenta existente no mercado, possa fazer “uso” dessas in-

formações. Ou melhor, este fato fomenta o desenvolvimento de sistemas a fazerem “uso” das informações contidas no arquivo “*.IFC”. A palavra “uso” foi grifada porque, atualmente, “Usos do BIM” pode ser considerado um dos prin-

cipais conceitos BIM existentes.

Basicamente, Usos do BIM é o processo de aproveitamento das informações contidas nos modelos BIM para gerar novas informações, que podem ou não retroalimentar o modelo, como por exemplo: orçamento, planejamento, dimensionamento, análises diversas, etc.

Um dos mais nativos “Usos do BIM” é o trabalho colaborativo, este pode ser realizado atra-

vés do BIM Collaboration Format (BCF), que padroniza o processo computacional de colaboração entre a equipe de projeto. O BCF aos moldes do IFC é um arquivo aberto, porém fortemente baseado na XML (Extensible Markup Language).

Finalizamos essa seção com outra provocação: “No futuro, haverá Usos do BIM que não somos capazes de prever?”

11.3 Ciclo de vida da edificação

Este pode ser considerado um conceito enraizado, Campestrini et al. (2015) elucidam que BIM deve ser entendido como um novo paradigma de desenvolvimento de empreendimentos de construção, envolvendo todas as etapas do “ciclo de vida” da edificação, desde os momentos iniciais de definição e concepção, passando pelo detalhamento e planejamento, orçamentação, construção, até o uso com a manutenção

e mesmo as reformas ou demolição. É um processo baseado em modelos paramétricos da edificação visando à integração de profissionais e sistemas com interoperabilidade de dados que fomenta o trabalho colaborativo entre as diversas especialidades envolvidas em todo o processo, do início ao fim. A Figura 43 ilustra o processo do “ciclo de vida” da edificação.

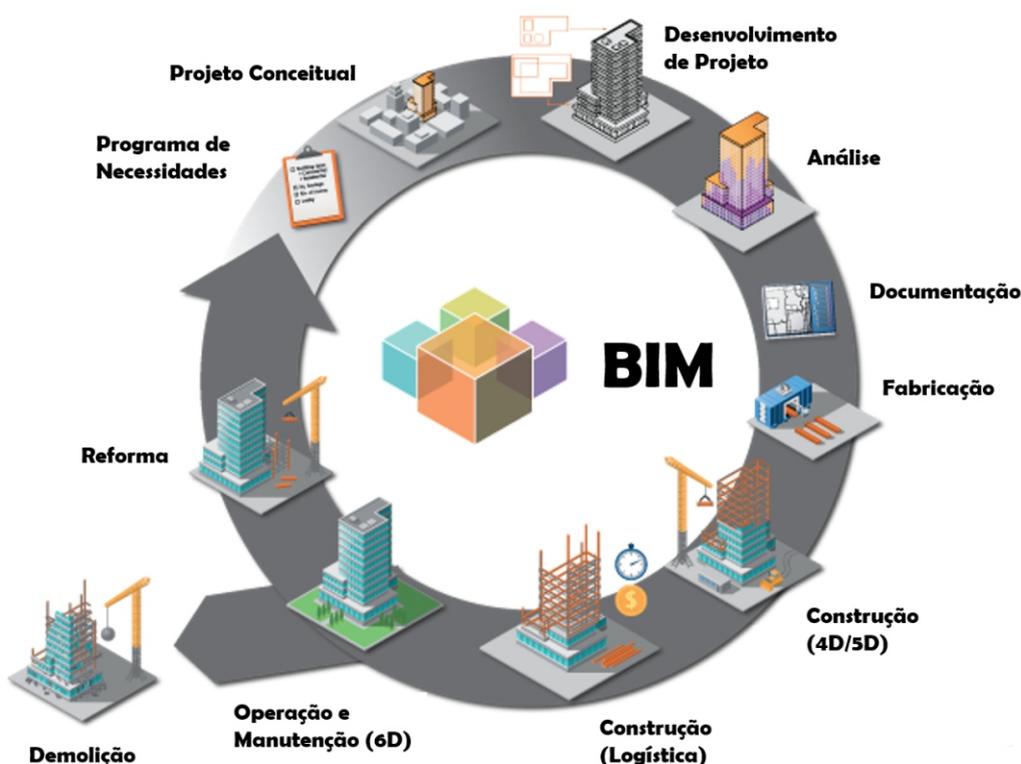


Figura 43: Ciclo de vida da edificação
 Fonte: <https://www.fab.mil.br/sis/enoticias/imagens/original/40569/TWRBIBIM.png>

Para dar sequência no conteúdo é necessário apontar algumas problemáticas:

- ✓ A tecnologia e os softwares evoluem ao longo do tempo;
- ✓ IFC evolui ao longo do tempo;
- ✓ Há perdas de informações na comunicação em IFC;
- ✓ O IFC é complexo e existem versões diferentes de IFC;
- ✓ Vários softwares BIM já existem e outros ainda serão criados;
- ✓ O ciclo de vida de uma edificação é longo;
- ✓ A grande vantagem do BIM é a automação de processos.

Problemáticas apontadas, vamos a mais uma provocação:

Como tantos softwares existentes distintos ou que ainda serão criados, de usos variados, baseados em várias versões de IFC que necessitem de informações específicas previamente configuradas, conseguirão automatizar seus processos?

A resposta é simples, porém de complexa execução: os modelos BIM desenvolvidos em softwares de propriedade deverão ser preparados para seus específicos usos. Este esquema de preparação é chamado de Model View Definition (MVD).

11.4 Model View Definition (MVD)

O padrão IFC, foi projetado para comportar uma ampla variedade de objetos que podem ser representados de maneiras distintas. Por exemplo, uma parede pode ser representada por: (1) sólido extrudado representando toda a parede; (2) vários sólidos extrudados representando todas as camadas da parede; ou (3) superfícies de malha triangulada. Imagine agora hipoteticamente que um aplicativo de análise energética precise ler as informações dessa parede. O primeiro passo será conhecer as limita-

ções desse aplicativo que, provavelmente estará condicionado a ler um sólido extrudado (1) e/ou superfícies triangulares (3), mas dificilmente reconhecerá automaticamente um IFC com todas as camadas da parede representadas por sólidos individuais (2). Por outro lado, as equipes de orçamento e planejamento, que utilizam outros aplicativos, preferem um IFC com camadas individualizadas (2). A Figura 44 apresenta três formas diferentes de representar paredes em IFC:

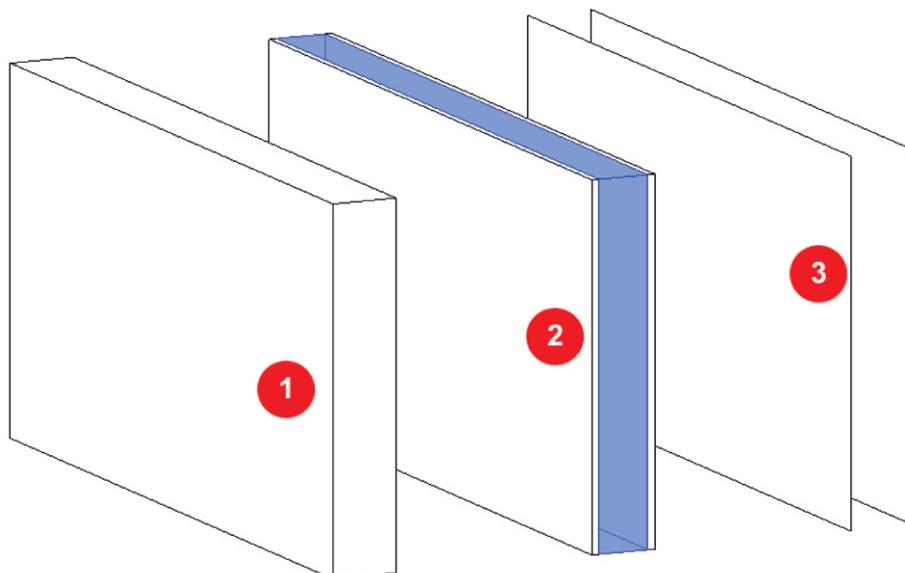


Figura 44: Três formas de representar paredes em IFC
Fonte: Dados produzidos pelo autor (2020)

É preciso conhecer as limitações dos softwares que usarão o IFC, para ser possível planejar um fluxo de troca de informações com o mínimo de perda ou o máximo de aproveitamento.

BuildingSMART (2020) define que o MVC ou "Model View Definition", é um esquema de "exportação" para IFC que possibilite a troca de informações para um uso ou fluxo de trabalho específico e afirma que a maioria dos softwares BIM possuem esta funcionalidade.

Pode-se concluir então que, para uma troca de informações eficaz, cada aplicativo que fará Uso do BIM poderá possuir um MVD específico.

Portanto, para preservar o ciclo de vida BIM, a base de dado poderá possuir mais de um arquivo IFC de um mesmo modelo, e deverá possuir os arquivos originais de propriedade dos modelos, para ser possível exportar, no futuro, IFCs

com MVDs específicos para os Usos do BIM ainda não previstos.

As contratadas deverão atender as entregas dos arquivos nativos de seus softwares, e os IFC's com seus devidos MVD's para os Usos do BIM imediatos, além de toda documentação tradicional quando necessária.

A Figura 45 apresenta uma proposta para fluxo de trabalho com abordagem direcionada aos entregáveis, relacionando equipe de projeto e modelagem (1), servidor de arquivos centralizados e federados (2), Usos do BIM (3) com seus respectivos esquemas MVD (6), a possibilidade de retroalimentação (4) dos modelos com as informações obtidas em seus respectivos usos e a área reservada na base de dados para a documentação (5). A Figura 45, demonstra que tanto a equipe de modelagem quanto seus respectivos usos contribuem para a base de dados que

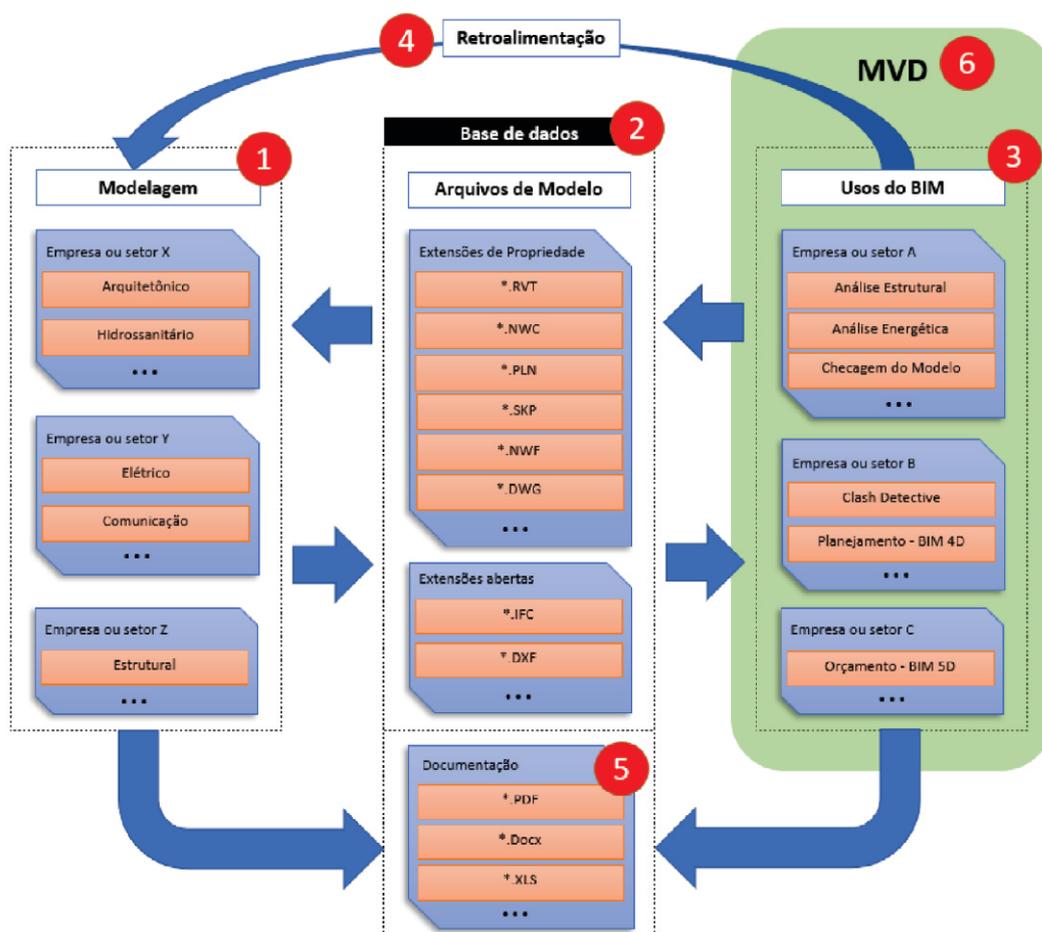


Figura 45: Fluxo de trabalho BIM
 Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2020)

deve possuir controle em nível de usuário para não permitir alterações indevidas nos arquivos. As extensões apresentadas nesta imagem são exemplares, e podem variar conforme a plataforma utilizada por cada um dos projetistas.

Há inúmeras possibilidades para gerenciamento deste fluxo de informações, porém cabe des-

taçar a importância da tecnologia de nuvem nesse processo. Pode-se utilizar desde sistemas de nuvem tradicionais como OneDrive, Google Drive e Dropbox quanto sistemas específicos para esse fim como: BIM 360, PlanGrid, Procore, Tekla Model Sharing, BIMcollab, BIM Track, BIMcloud, ProjectWise 365 e etc.

11.5 Técnicas de Importação e Exportação

As discussões e provocações realizadas até aqui nos permitem concluir que os esquemas de MVD são específicos de cada aplicativo de projeto e modelagem para cada aplicativo do respectivo uso e tipo de arquivo selecionado. Nesse sentido, torna-se inviável demonstrar os mais variados processos de importação e exportação para todos os softwares de modelagem. Logo, para fins didáticos, selecionamos os softwares Autodesk Revit e Navisworks como estudo de caso de interoperabilidade entre diferentes tipos de arquivo IFC, RVT e NWC.

No software de projeto e modelagem Autodesk Revit, praticamente todos os objetos de projeto são chamados de “família”, e essas famílias são

distribuídas em categorias, as categorias são nativas do sistema como paredes, pisos, tubulações etc., outras são famílias carregáveis como portas, janelas, conexões hidráulicas etc. Algumas categorias de famílias como: parede (exceto a empilhada); piso; fundação estrutural; viga (quadro estrutural); forro; telhado; calha; coluna e pilar são multicamadas ou multipartes passíveis de “divisão”, um tipo de explosão parcial que permite a edição individual de cada camada ou parte.

Essa ferramenta, de nome “Criar Peças”, está disponível no painel “Criar” na guia da faixa de opções “Modificar”, conforme demonstrado na Figura 46 a seguir.

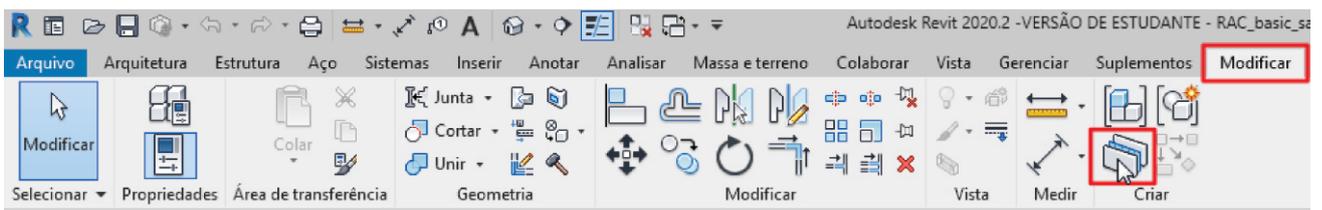


Figura 46: Ferramenta Criar peças
 Fonte: Dados produzidos pelo autor (2020)

Os elementos escolhidos para divisão em peças poderão ser manipulados individualmente ou não. É possível alternar o modo de visualização

e edição na propriedade da vista “Visibilidade de peças” conforme Figura 47:

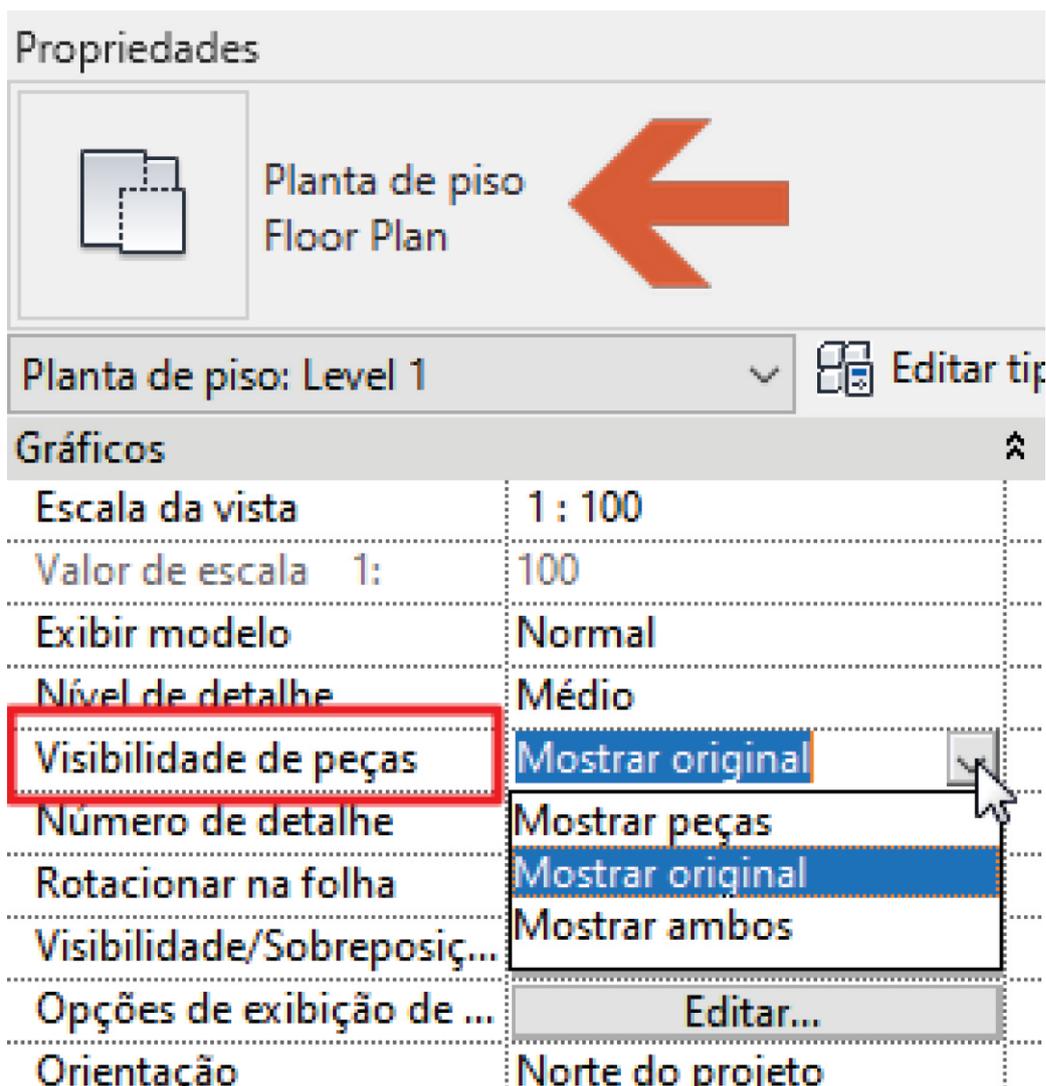


Figura 47: Visibilidade de peças
 Fonte: Dados produzidos pelo autor (2020)

Essa funcionalidade deve ser bem discutida pela equipe de projeto, pois o Revit não permite

retroagir e sua importância será apresentada nas subseções a seguir.

11.6 Exportando um IFC do Revit

Nesta etapa, verificamos uma leve sensibilidade do Revit para escrever o arquivo IFC, portanto para exportar o IFC, sugerimos abrir o Revit com elevação ao nível de administrador, para isso basta clicar com o botão direito do mouse sobre o atalho do Revit e selecionar a opção “Executar como administrador” ou escolher uma pasta sem qualquer restrição de leitura,

ou escrita por parte do sistema operacional.

Para exportar um modelo a partir do Revit é necessário acessar o menu do aplicativo, na guia da faixa de opções “Arquivo”, “Exportar”, “IFC” que abrirá a tela representada pela Figura 48 a seguir:

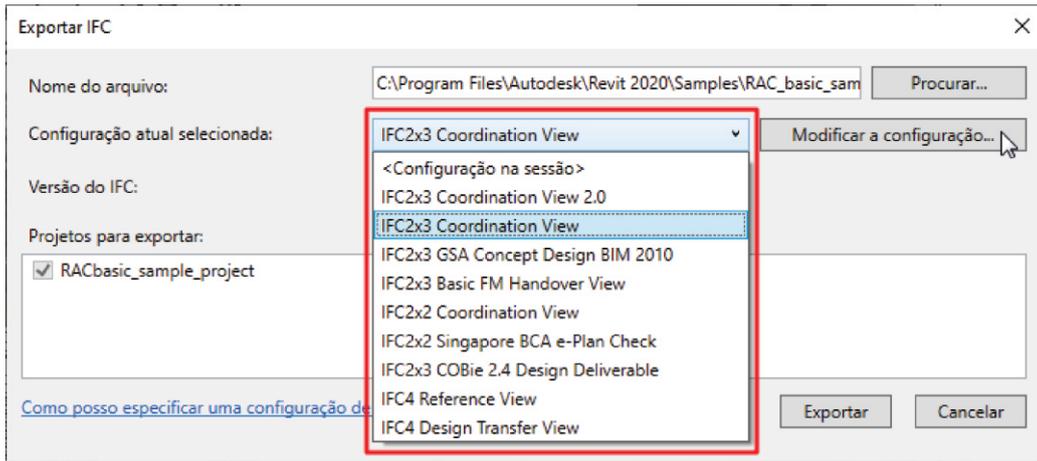


Figura 48: Ferramenta Exportar IFC
 Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2020)

A Figura 48 mostra a tela principal para exportação de modelos em Revit e basicamente possui três áreas passíveis de intervenção do usuário: o nome do arquivo IFC, a configuração de MVD e a seleção dos projetos que se deseja exportar. Das três, a principal e mais complexa é a Configuração de MVD acessada no botão “Modificar a configuração...”. É neste botão que se configura

ra o MVD, comentado na seção anterior, do IFC para seu respectivo uso e está repleto de opções, então foquemos nas principais.

A Figura 49 apresenta a aba Geral das Configurações de MVD, na qual se destaca a Versão do IFC e o Tipo de arquivo:

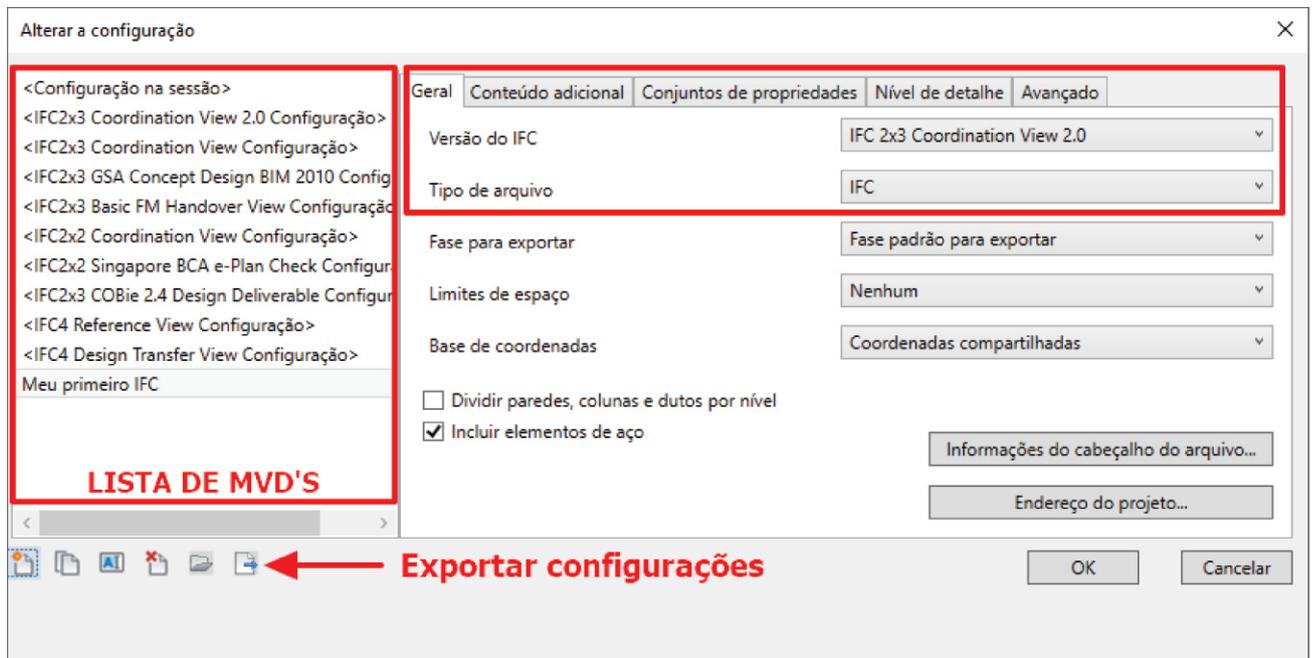


Figura 49: Aba Geral de Configurações de MVD de IFC
 Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2020)

Já a Figura 50 apresenta a aba Conjunto de propriedades, uma das principais abas, pois é a partir dela que se pode explicitamente permitir que as informações padrão do Revit, as infor-

mações das famílias, e as informações de projeto, impostas pela equipe de projeto através de parâmetros, sejam exportadas com a geometria.

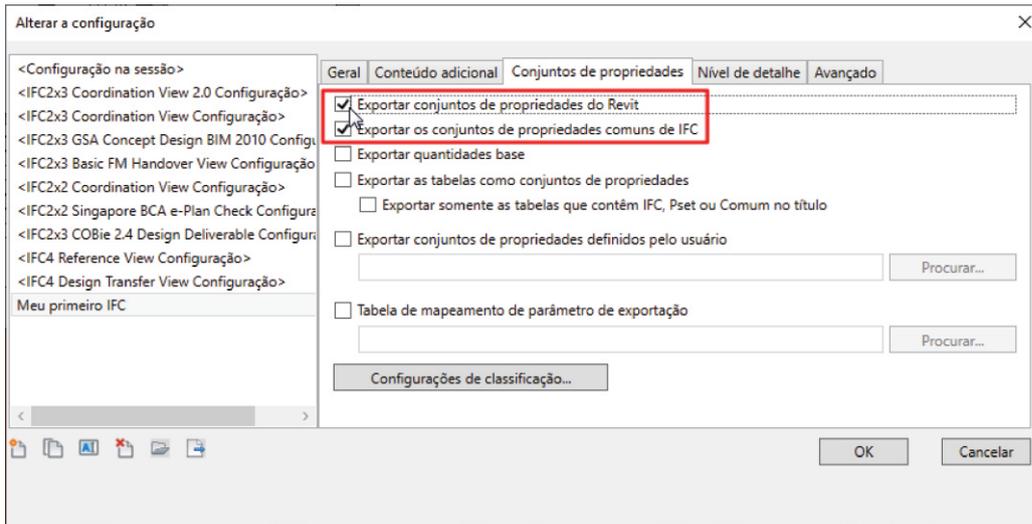


Figura 50: Aba “Conjunto de propriedades” de Configurações de MVD de IFC
 Fonte: Dados produzidos pelo autor (2020)

A Figura 51 apresenta a aba Avançado, nessa aba destacamos o que foi enfatizado no início desta seção, a possibilidade de se converter elementos multicamadas em peças individualizadas, como no caso de paredes, pisos, etc. A partir da propriedade selecionada é possível que a pintura, a cerâmica, o reboco, o chapisco,

etc., sejam apresentados como elementos individualizados passíveis de seleção e manipulação nas ferramentas que usarão o IFC. Apenas as famílias submetidas à ferramenta “Criar peças” serão exportadas de maneira individualizada.

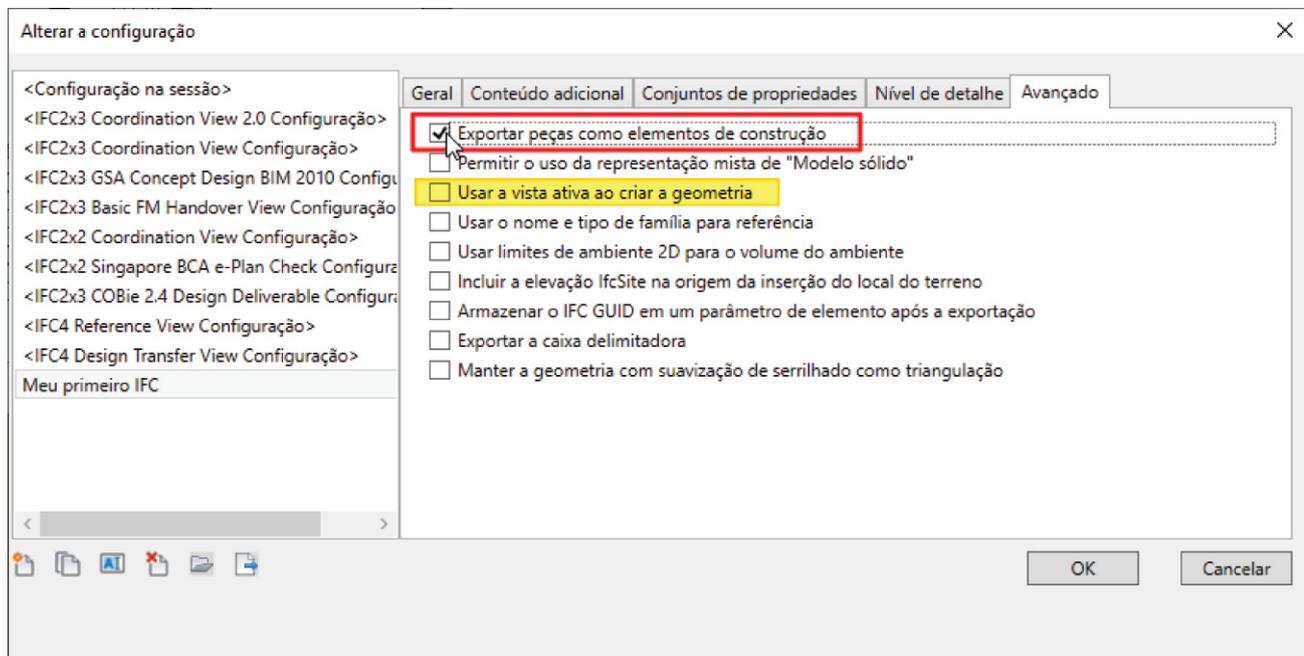


Figura 51: Aba Avançado de Configurações de MVD de IFC
 Fonte: Dados produzidos pelo autor (2020)

Outro item destacado com marca texto na Figura 51 possibilita exportar somente os itens do modelo visíveis na vista atual. Essa funcionalidade é importante para alguns usos do BIM, por

exemplo, que necessitem do IFC de apenas um pavimento, de uma parte da edificação ou de sistemas construtivos específicos.

11.7 Abrindo um RVT Diretamente do Autodesk Navisworks

Embora a ferramenta Autodesk Navisworks permita a interoperabilidade diretamente de um arquivo de propriedade do software Autodesk Revit com extensão RVT, esta é uma opção indesejada para se utilizar. A estrutura de dados do arquivo RVT, por armazenar famílias parametrizadas, torna o fluxo de interoperabilidade

muito mais lento, em relação às demais possibilidades. Apresentamos na Figura 52 o caminho e os procedimentos de configuração prévia que a ferramenta Autodesk Navisworks dispõe para interoperabilidade diretamente de vários tipos de arquivos conhecidos:

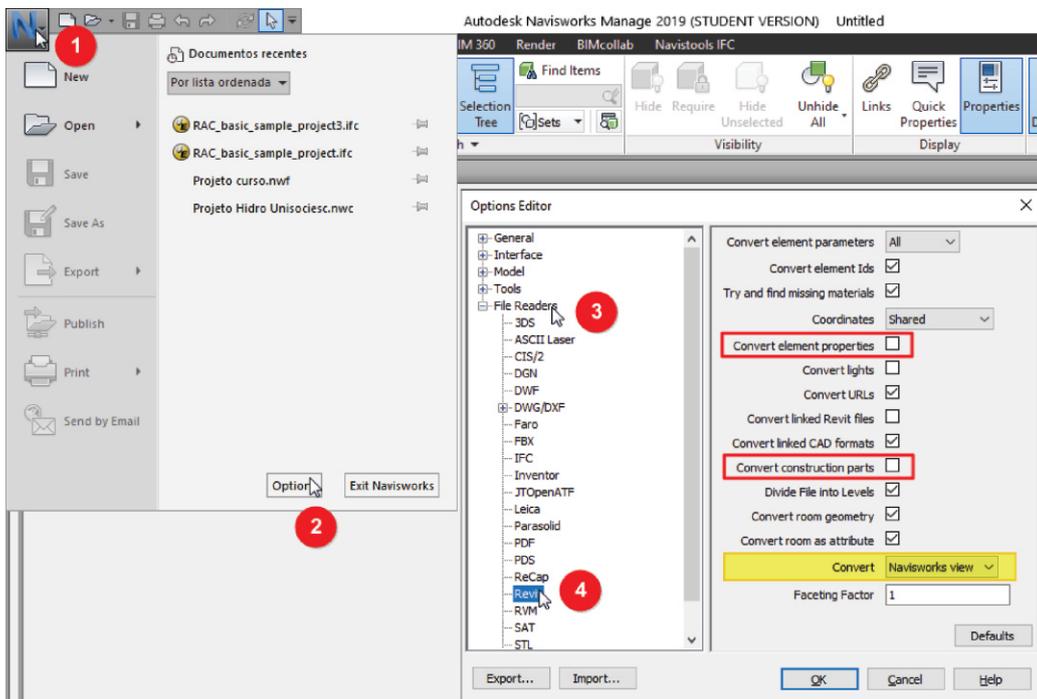


Figura 52: Opções de interoperabilidade do Autodesk Navisworks
 Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2020)

As configurações selecionadas são similares as destacadas na subseção anterior que estão

representadas nas Figuras 49 e 50.

11.8 Interoperabilidade através do arquivo NWC

Por mais de uma vez, comentamos neste capítulo acerca da extensão de tipo de arquivo e arquivo de propriedade. Pois bem, a extensão NWC (Navisworks Cache File) é a extensão de interoperabilidade do software Autodesk Navisworks, ou seja, é a extensão de domínio da empresa que o desenvolve.

for utilizado o software Autodesk Revit para modelagem e o software Autodesk Navisworks para uso do modelo, deve-se utilizar como interoperabilidade a extensão de tipo de arquivo NWC.

Uma opinião controversa do autor: sempre que

A palavra controversa, se deve ao ativismo BIM presente no mercado que acredita que uma boa base de dados federada BIM, só se conse-

gue com arquivos IFC, e tudo que está fora desta condição não é validada.

Opiniões à parte, o fato é que informações se perdem ao se trabalhar com IFC, e essa condição dificulta o trabalho dos usuários do Navisworks, enquanto que a extensão de tipo de arquivo NWC leva consigo várias opções de informações e filtros que facilitam sua manipulação. O que nos remete a mais uma provocação:

Se levarmos em consideração os esquemas MVD, e que poderão haver mais de um arquivo IFC representando o mesmo modelo para usos distintos, qual o problema de se utilizar o NWC?

Nesse contexto, a Figura 53 apresenta um dos caminhos para exportar um modelo com extensão de tipo de arquivo NWC e configurar seu respectivo MVD:

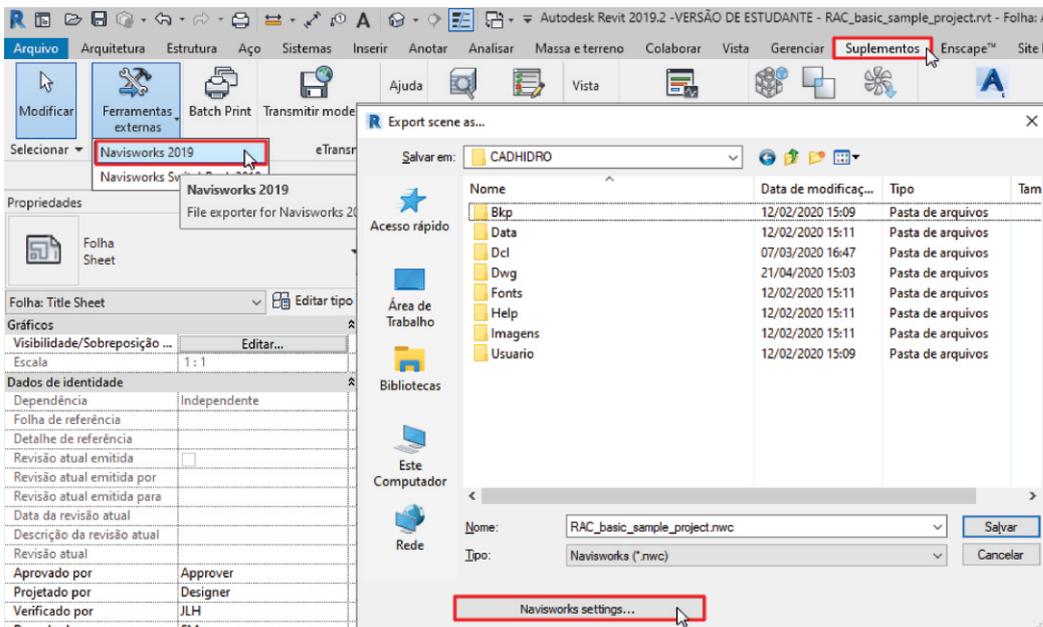


Figura 53: Caminho de interoperabilidade do NWC
 Fonte: Dados produzidos pelo autor (2020)

A Figura 54 mostra a tela de configuração do esquema MVD para se exportar um modelo NWC.

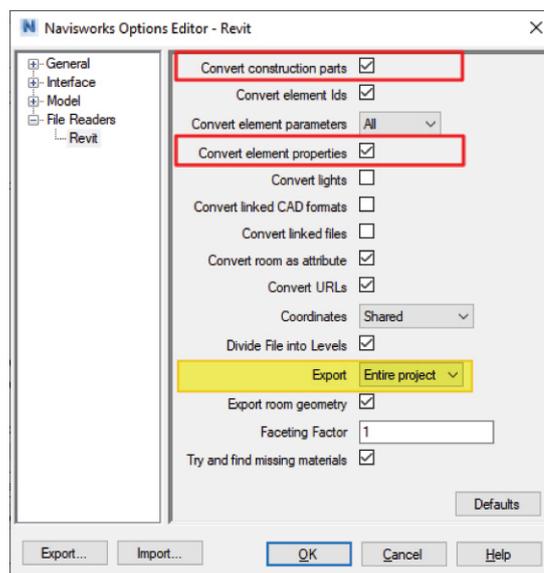


Figura 54: MVD do NWC
 Fonte: Dados produzidos pelo o autor (2020)

Para evitar redundância de informações, as configurações selecionadas são similares às destacadas na primeira subseção desta seção, representadas pelas Figuras 49 e 50.

11.9 Conclusão

A Tecnologia da Informação (TI) ocupa hoje um papel de destaque no setor AEC, e sua importância cresceu exponencialmente com o advento do BIM. Foi através de técnicas de TI que se estabeleceu o IFC que permitiu que softwares variados de todo o mundo conversem entre si, e pode ser considerado um dos principais responsáveis pela consolidação do BIM.

Por ser um formato aberto, o IFC fomenta que empresas e startups ao redor do mundo criem aplicações diversas para usos do BIM variados. O que nos permite concluir que futuramente poderão existir usos do BIM que hoje são inimagináveis. Este fato é muito interessante, porém dificulta ainda mais um cenário que já é complexo em virtude das características indivi-

Esta opção não é nativa do Revit, ela só pode ser acessada se o Navisworks estiver instalado paralelamente ao Revit ou através de um plugin chamado NavisworksExporters.

duais de cada aplicação.

A implantação do BIM é uma tarefa complexa e exige profissionais de engenharia e arquitetura com expertises em TI. Para contornar a complexidade e preservar informações durante interoperabilidade, muitos desenvolvedores de software usam plugins e add-ons para utilização dentro softwares de projeto e modelagem.

Pela impossibilidade de se prever o futuro é de extrema importância que a equipe de projeto tenha o domínio dos MVDs para os usos do BIM imediatos e forneça o arquivo-fonte dos modelos para ser possível aplicar MVDs para os usos não imediatos.

REFERÊNCIAS

- ✓ ABDI, AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC: **O Processo de Projeto BIM**. Brasília: 2016.
- ✓ ABDI, AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC: **Contratação e Elaboração de Projeto BIM na Arquitetura e Engenharia**. Brasília: 2016.
- ✓ ADDOR, M. et al. **Guia AsBEA: Boas práticas em BIM**. São Paulo, 2015. 27 p.
- ✓ AERLE, M. M. van. **IFC dataflow: an open framework for connecting BIM web services**. [s. l.], 2015. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.A2DA714E&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 19 set. 2019.
- ✓ ANTUNES, José Manuel Pimentel. **Interoperabilidade em sistemas de informação**. 2013. 136 f. Tese [mestrado em Engenharia Civil] – Escola de engenharia, Universidade do Minho, Minho, 2013. Disponível em: <https://www.ordemengenhadores.pt/fotos/editor2/interoperabilidade.pdf>
- ✓ ASBEA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM: Fascículo II**. [S.l.: s.n.]: 2015
- ✓ AUTODESK. **Revit IFC manual: Detailed instructions for handling IFC files**. [s. l.], 2018. Disponível em: <https://www.autodesk.co.uk/campaigns/interoperability/ifc-handbook> Acesso em: 19 set. 2019.
- ✓ BANCO DO BRASIL. PARANÁ. **Manual de utilização de Template Revit BB – Projetos de Arquitetura e Engenharia**, Sinop: 2014.
- ✓ BIBLUS. **Validação modelo BIM: formatos padrão, requisitos e pontos críticos**. 2019. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/validacao-modelo-bim/>.
- ✓ **BIM Project Execution Planning Guide**. Universidade do estado da Pensilvânia, jun. 2011. Disponível em: https://www.bim.psu.edu/bim_pep_guide/.
- ✓ BUILDER, Project. **O que é PMI? 2021**. Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/o-que-e-pmi/>.
- ✓ Building Smart, **O que é**, c2020, Disponível em: <https://buildingsmart.pt/o-que-e/>. Acesso em: 03 de out. de 2020.
- ✓ BUILDINGSMART Internacional. **IFC**. Kings Langley: 2019. Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/>. Acesso em: 05 set. 2019.
- ✓ BUILDINGSMART. **BuildingSMART internacional**. 2022. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/buildingsmart>.
- ✓ CAMPESTRINI, Tiago Francisco et al. **Entendendo BIM**. Curitiba: UFPR, 2015. 50 p. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br>. Acesso em: 16 maio 2018.
- ✓ CBIC, CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras –**

Volume 3: Colaboração e Integração BIM. Brasília: 2016.

✓ CBIC, CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fundamentos BIM - Parte 1:** Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Brasília: 2016.

✓ COMARELLA, Cristhian Waldir; FERREIRA, Éric Vinícius; SILVA, Rafael Knelsen Pereira da. **NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO BIM DE GUIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS – ESTUDO DE CASO.** 2019. 103 f. Universidade Positivo, Curitiba, 2016. Disponível em: https://www.infraestrutura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/20-11/niveis_de_desenvolvimento_bim_de_guias_nacionais_e_internacionais_estudo_de_caso.pdf.

✓ CONSTRUÇÕES, Maf Engenharia e. **Design-build: tudo o que você precisa saber sobre esse tipo de contrato.** s. d.. Disponível em: <https://www.mafeng.com.br/design-build-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-esse-tipo-de-contrato/>.

✓ CT197-BIM. COMISSÃO TÉCNICA DE NORMALIZAÇÃO BIM NACIONAL. **Guia de Contratação BIM.** [S.l.: s.n.]: 2017.

✓ EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM:** Um guia de modelagem para informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.

✓ ENGENHARIA, Thórus. **Análise automatizada clash detection através de regras de verificação.** 2020. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/clash-detection/#:~:text=4D%20Clash%20ou%20Workflow%20Clash,durante%20etapas%20espec%C3%ADficas%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o>.

✓ ENGENHARIA, Thórus. **IPD: o modelo de contrato que está revolucionando a construção civil.** 2019. Disponível em: <https://thorusen>

[genharia.com.br/ipd-o-modelo-de-contrato-que-esta-revolucionando-a-construcao-civil/#:~:text=O%20Integrated%20Project%20Delivery%20\(IPD,promover%20uma%20s%C3%A9rie%20de%20benef%C3%ADcios](https://thorusen.com.br/ipd-o-modelo-de-contrato-que-esta-revolucionando-a-construcao-civil/#:~:text=O%20Integrated%20Project%20Delivery%20(IPD,promover%20uma%20s%C3%A9rie%20de%20benef%C3%ADcios).

✓ FARIAS, Julio Cesar. **O QUE É UM BIM MANAGER (GERENTE BIM)?** 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-um-bim-manager/>.

✓ GONÇALVES, Lucas de Santana. **Modelo estruturante para métricas BIM.** 2020. 1 recurso online (202 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/343440>. Acesso em: 19 Jun. 2020.

✓ GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Caderno de Apresentação de Projetos em BIM.** Secretaria de Estado do Planejamento, Diretoria de Planejamento. Florianópolis:

✓ GRAPHISOFT, A Nemetschek Company. **Open BIM.** e-graphisoft. [s.d]. Disponível em: <https://graphisoft.com/solutions/archicad>. Acesso em: 09 set. 2019.

✓ **GUIA 1 – Processo de projeto BIM Dados Internacionais de Catalogação na Publicação** – CIP Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial Processo de projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, 2017. Vol. 1; 82 p.

✓ **GUIA 3 – BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção Dados Internacionais de Catalogação na Publicação** – CIP Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, 2017. Vol. 3; 22 p.

- ✓HELP, Autodesk. **Sobre os worksets**. 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Revit-Collaborate/files/GUID-86810293-6510-4F5A-8009-27B4767CA136-htm.html#:~:text=Um%20workset%20%C3%A9%20uma%20cole%C3%A7%C3%A3o,estrutural%3A%20interior%2C%20exterior%20e%20terreno.>
- ✓KŘÁPKOVÁ Aneta. **Komunikace mezi BIM softwary pomocí IFC**; Communication between BIM softwares using IFC. [s. l.], 2018. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.7CE80144&lang=pt-br&site=eds-live>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- ✓MANENTI, E. M. **Diretrizes para elaboração do plano de execução BIM para contratos de projetos de edificações**. Florianópolis, 2018. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- ✓MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 325 (Doutorado). Escola Politécnica, USP, São Paulo.
- ✓MATTOS, C. A. N. et al. **Guia 01: Processos de Projeto BIM**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, 2017. 82 p.
- ✓MATTOS, C. A. N. et al. **Guia 04: Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, 2017. 82 p.
- ✓MOREIRA, Pedro Miguel Bessa. **Integração do BIM na Gestão de Projetos de Edifícios**. Universidade de Aveiro. Portugal, 2018.
- ✓NASCIMENTO, Daniel Luiz de Mattos. **Open BIM: entenda como funciona e quais as vantagens da interoperabilidade**. 2021. Disponível em: <https://certi.org.br/blog/open-bim/#:~:text=Trata%2Dse%20de%20uma%20abordagem,ferramentas%20mais%20eficientes%20e%20Opr%C3%A1ticas.>
- ✓NATIONAL BIM Guide for Owners. **National Institute of Building Sciences**. Jan. 2017. Disponível em: <https://www.nibs.org/page/nbgo>. Acesso em: 04 set. 2019.
- ✓NOTÍCIAS INBEC, INBEC e ACCA firmam parceria que disponibiliza ferramentas gratuitas para projetos acadêmicos focados em BIM. Notícias, 16, julho e 2020. Disponível em: <https://www.inbec.com.br/blog/inbec-acca-firmam-parceria-que-disponibiliza-ferramentas-gratuitas-para-projetos-academicos-focados-bim>. Acesso em: 03 de out. de 2020.
- ✓PENNSTATE. **Identificar objetivos do projeto e usos BIM**. Disponível em: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/chapter/chapter-2/>. Acesso em: 01 set. 2021.
- ✓SECRETARIA, Administrativo. **O que é sponsor e como obter apoio em um projeto?** 2018. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/O-que-e-sponsor-e-como-obter-apoio-em-um-projeto#:~:text=Sponsor%2C%20significado%20de%20acordo%20com,respons%C3%A1vel%20pelo%20sucesso%20do%20mesmo%E2%80%9D>.
- ✓SEIL-PR. SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA E LOGÍSTICA - PARANÁ. **Caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações. [S.l.: s.n.]: 2018.**
- ✓SILVA, Cristiano Oliveira da. **Conheça os benefícios da utilização de BIM no mercado AEC**. 2021. Disponível em: <https://engenharia360.com/conheca-os-beneficios-da-utilizacao-de-bim-no-mercado-aec/#:~:text=Nesse%20per%C3%ADodo%2C%20BIM%20come%C3%A7ava%20a,gest%C3%A3o%20e%20execu%C3%A7%C3%A3o%20de%20projeto.>
- ✓SOUSA, Luciano Hamed Chaves Haidar. **O**

QUE É UM PLANO DE EXECUÇÃO BIM (BEP)?

2017. Disponível em: <https://hashtagbim.wordpress.com/2017/12/30/o-que-e-um-plano-de-execucao-bim-bep/>. Acesso em: 21 jun. 2020.

✓ WIKI, Bim. **Employer's information requirements EIR**. 2021. Disponível em: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Employer%27s_information_requirements_EIR.

✓ ZUCHER, Vitor. **O que é padrão MVC? Entenda arquitetura de softwares!** 2020. Disponível em: <https://www.lewagon.com/pt-BR/blog/o-que-e-padrao-mvc>.