

UNIVERSIDADE POSITIVO
Cristhian Waldir Comarella
Éric Vinícius Ferreira
Rafael Knelsen Pereira da Silva

**NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO BIM DE GUIAS NACIONAIS E
INTERNACIONAIS – ESTUDO DE CASO**

Curitiba
2016

Cristhian Waldir Comarella
Éric Vinícius Ferreira
Rafael Knelsen Pereira da Silva

**NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO BIM DE GUIAS NACIONAIS E
INTERNACIONAIS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão apresentado
ao curso de Engenharia Civil da
Universidade Positivo como parte dos
requisitos para graduação.
Orientador: Prof. Alexandre Baioni
Trento

Curitiba
2016

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que nos apoiaram durante o desenvolvimento deste trabalho, principalmente aos nossos pais e namoradas por toda a paciência e sugestões dadas. Agradecemos também a Deus, pois sem ele nada é possível, aos nossos amigos pelo apoio e para nosso orientador, Prof. Alexandre Trento, pela oportunidade de estudar o tema e a atenção oferecida no decorrer deste ano.

RESUMO

Para um pleno aproveitamento dos benefícios do BIM, foi criada uma estrutura conceitual que norteia o desenvolvimento de um projeto e a evolução da quantidade de informações inseridas em elementos virtuais de construção, conceito este chamado de Níveis de Desenvolvimento (ND). Nesse contexto, países como Finlândia, Singapura, Estados Unidos e Brasil, desenvolveram nos últimos anos guias e cadernos com normas e requisitos que incluem esta estrutura. Especificamente no Brasil, o estado de Santa Catarina foi pioneiro no lançamento de seu Caderno de Apresentação de Projetos BIM no ano de 2014. Acompanhando esta tendência, a Secretaria de Infraestrutura e Logística do estado do Paraná (SEIL-PR) está desenvolvendo o seu próprio caderno BIM o que motivou a realização do presente trabalho que apresenta como objetivo geral a comparação de guias BIM nacionais e internacionais e seus respectivos níveis de desenvolvimento nos países citados. Simultaneamente, seguindo os níveis de desenvolvimento propostos por Santa Catarina, realizou-se o *input* de informações em um modelo de construção BIM proporcionando, a partir desta atividade empírica, gerar subsídios para o desenvolvimento do guia BIM paranaense. O presente estudo se caracteriza por sua natureza exploratória, pois se volta à visão geral do problema pesquisado, possibilitando o desenvolvimento de análises posteriores. Dada a complexidade do tema, assim como a diversidade das variáveis interpretadas, optou-se pelo estudo de caso, visando ao aprofundamento dos assuntos abordados e sua aproximação com a realidade. O trabalho se estruturou metodologicamente na definição dos guias para realização das análises, a inserção de informações no modelo BIM e posteriormente foram realizadas comparações entre as exigências de cada guia. Foram expostas as dificuldades encontradas durante o processo de adaptação do modelo, bem como, apresentadas as comparações dos níveis de desenvolvimento, tornando possível sugerir subsídios que poderão auxiliar na elaboração de um guia BIM no estado do Paraná.

Palavras-chave: BIM. Níveis de Desenvolvimento. Guias BIM.

ABSTRACT

For a full utilization of BIM benefits, it was created a conceptual framework that guides the development of a project and the evolution of informations inserted in virtual elements of construction, a concept called Level of Development (LOD). In this context, some countries like Finland, Singapore, United States of America and Brazil have developed in recent years guidelines and books with standards and requirements including this structure. Specifically in Brazil, Santa Catarina state was the precursor of releasing its BIM Projects Presentation Book in 2014. Following this trend the Secretary of Paraná infrastructure and logistics (SEIL-PR) are developing their own BIM book, the reason that motivated this study that aimed to compare national and international BIM guides and their respective LOD in those countries. Simultaneously, following the LOD proposed by Santa Catarina it was performed the input of information in a BIM building model, providing from this empirical activity, to generate support for the development of a BIM guide in Paraná state. The present study is characterized by its exploratory nature, as if back to the overview of the researched problem, enabling the development of further analysis. Given the complexity of the subject as well as the diversity of the interpreted variables, it was opted for the case study, seeking for deepening of the issues addressed and its approach to reality. The study is methodologically structured in defining the guidelines to perform the analysis, the inclusion of information in the BIM model and then made comparisons between the requirements of each guide, requirements for some specific construction elements and their general aspects. After the detailed analysis of the guides have been executed, it were exposed the difficulties encountered during model adaptation process and presented comparisons of LOD, making possible to suggest subsidies that can help to develop a BIM guide in Paraná state.

Keywords: BIM; Levels of Development; BIM Guides.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O BIM e o ciclo de vida da edificação. _____	20
Figura 2 - Dimensões BIM. _____	22
Figura 3 - Processo convencional. _____	24
Figura 4 - Processo BIM+IPD _____	24
Figura 5 - Curva de Macleamy _____	25
Figura 6 - Troca de informações _____	27
Figura 7 - Exemplo de Interface de troca de informações IFD. _____	29
Figura 8 - Tabela parcial da classificação Unifomat que mostra a classificação de uma porta externa _____	32
Figura 9 - Parte da tabela MasterFormat que mostra a classificação de uma porta exterior. _____	33
Figura 10 - Classificação de Janela em Alumínio _____	35
Figura 11 - Classificação OmniClass no Revit _____	36
Figura 12 - Proposta de classificação nacional x OmniClass _____	37
Figura 13 - Enquadramento dos sistemas de classificação por etapa de projeto ____	38
Figura 14 - Atlas do desenvolvimento BIM _____	45
Figura 15 – Caderno de Apresentação de Projetos BIM de Santa Catarina _____	46
Figura 16 – <i>National BIM Standard Version 3</i> _____	47
Figura 17 – <i>Singapore BIM Guide Version 2</i> _____	47
Figura 18 – <i>Common BIM Requirement</i> _____	48
Figura 19 – Building Information Model (BIM) Standards Manual _____	48
Figura 20 - Planilha de apoio para preenchimento de ND. _____	51
Figura 21 - Tela do <i>Revit</i> mostrando o processo de trabalho para uma porta. ____	52
Figura 22 - Campos preenchidos no Revit _____	52

Figura 23 - Tabela do <i>Revit</i> onde constam os requisitos ND-400 para paredes. ___	53
Figura 24 - Tabela do <i>Revit</i> onde constam os requisitos ND-400 para portas. ____	53
Figura 25 - Requisitos de ND para itens arquitetônicos genéricos e complementares do modelo. _____	58
Figura 26 - Tabela inicial do documento LOD 2015 Element Attributes Tables. ___	63
Figura 27 - Tabela de atributos de uma porta externa _____	64
Figura 28 - Elementos BIM de arquitetura, apêndice A do Singapore BIM guide ___	66
Figura 29 - Parte da tabela Architecture Model Content Requirements _____	68
Figura 30 - Requisitos para modelagem MEP do COBIM _____	70
Figura 31 - Quadro de requisitos estruturais para Projeto Geral. _____	71
Figura 32 - Quadro de requisitos de ND do guia da DASNY. _____	72
Figura 33 - Parte das tabelas de classificações SINAPI e DEINFRA _____	75
Figura 34 – Similaridade entre os requisitos de SC e NY. _____	90
Figura 35 – Paredes, núcleo e camadas. _____	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de tabelas da OmniClass. _____	34
Quadro 2 - ND (especificações e usos do BIM) _____	40
Quadro 3 - Resumo dos guias nacionais e internacionais escolhidos _____	49
Quadro 4 - Parte dos requisitos de uma parede do guia de Santa Catarina _____	54
Quadro 5 - Correlação entre ND e etapas de projeto _____	56
Quadro 6 - Critérios de Níveis de Desenvolvimento pelo AIA. _____	60

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, engenharia e construção

AIA – *American Institute of Architects* (Instituto Americano de Arquitetos)

BCA – *Building and Construction Authority* (Autoridade de Construções e Edificações)

BIM – *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção)

BIM PxP – *BIM Project Execution Planning* (Plano de Execução de Projetos BIM)

BIMXP – *BIM Project Execution Planning* (Plano de Execução de Projetos BIM)

BSI – *British Standards Institution* (Instituto Britânico de Padronização)

CAD – *Computer Aided Design*

CEF – Caixa Econômica Federal

COBIM – *Common BIM Requirement*

CSC – *Construction Specifications Canada*

CSI – *Construction Specification Institute*

DASNY – *Dormitory Authority State of New York* (Autoridade dos Dormitórios do Estado de Nova Iorque)

DEINFRA – Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina

EPIC – *Electronic Product Information Cooperation*

EUA – Estados Unidos da América

FIC – *Facility Information Council* (Conselho Facilitador de Informações)

FIN – Finlândia

GUID – *Global Unique Identifier* (Identificador Global Único)

IAI – *Industry Alliance for Interoperability* (Aliança das Indústrias para a Interoperabilidade)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDM – *Information Delivery Manual*

IFC – *Industry Foundation Classes*

IFD – *International Framework for Dictionaries*

IPD – *Integrated Project Delivery*

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para a Padronização)

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

MEA – *Model Element Author* (Autor do Elemento do Modelo)

MEP – *Mechanical, electrical and plumbing*

NBIMS – *National BIM Standard*

ND – Nível de Desenvolvimento

NIBS – *National Institute of Building Sciences* (Instituto Nacional da Ciência das Edificações)

NY – Nova Iorque

PVC – Policloreto de vinila

RVT – Revit

SC – Santa Catarina

SEIL – Secretaria de Infraestrutura e Logística

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SING – Singapura

SPG – Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina

TI – Tecnologia da Informação

XML – *Extensible Markup Language*

SUMÁRIO

1	Introdução _____	13
1.1	OBJETIVOS _____	16
2	Fundamentação teórica _____	17
2.1	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL _____	17
2.2	CAD - COMPUTER AIDED DESIGN _____	18
2.3	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) _____	18
2.3.1	Dimensões de um modelo BIM _____	21
2.3.2	Colaboração _____	22
2.3.3	Parametricidade _____	25
2.3.4	Interoperabilidade _____	26
2.3.5	IFC - Industry Foundation Classes _____	28
2.3.6	IFD – <i>International Framework for Dictionaries</i> _____	28
2.3.7	IDM – <i>Information Delivery Manual</i> _____	30
2.3.8	Sistemas de classificação da informação _____	30
2.4	NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO (ND) _____	38
2.5	GUIAS BIM _____	41
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS _____	44
3.1	ESCOLHA DOS GUIAS _____	45
3.2	ANÁLISE DETALHADA DOS GUIAS _____	49
3.3	CARACTERÍSTICAS DO MODELO _____ Erro! Indicador não definido.	
3.3.1	Disciplinas de projeto _____	50
3.4	ADAPTAÇÃO DO MODELO _____ Erro! Indicador não definido.	
3.5	COMPARAÇÃO POR ELEMENTOS DOS NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO _____	53

3.6	COMPARAÇÃO GERAL DOS NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO	Erro! Indicador não definido
3.7	SUBSÍDIOS PARA A SEIL _____	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	56
4.1	ANÁLISE DETALHADA DOS GUIAS QUANTO AOS NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO _____	56
4.1.1	Caderno de Apresentação de Projetos BIM da Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina (SPG-SC) _____	56
4.1.2	<i>National BIM Standard – United States Version 3 – National Institute of Building Sciences (NIBS-EUA)</i> _____	59
4.1.3	<i>Singapore BIM Guide – Building and Construction Authority (BCA - SING)</i> _____	65
4.1.4	<i>COBIM Common BIM Requirements – Senate Properties (FIN)</i> _____	67
4.1.5	<i>DASNY BIM Manual – Dormitory Authority State of New York (DASNY-EUA)</i> _____	71
4.2	ADAPTAÇÃO DO MODELO _____	74
4.3	COMPARAÇÃO DOS GUIAS POR ELEMENTOS _____	75
4.4	ANÁLISE COMPARATIVA DOS GUIAS POR ELEMENTOS _____	89
4.5	ANÁLISE COMPARATIVA DOS GUIAS _____	95
5	CONCLUSÃO _____	97
	Referências _____	100

1 INTRODUÇÃO

A execução de uma edificação pode ser considerada, por vezes, um processo fragmentado e dependente de formas de comunicação baseadas em documentos e pranchas em papel. Erros e omissões nesses papéis resultam em custos, atrasos e até problemas judiciais para todos os envolvidos em um empreendimento. Além disso, apresenta neste processo, carência de comunicação e compartilhamento de informações entre os projetistas, proprietários e fornecedores, devido à falta de colaboração nos processos de projeto e execução. Como resultado destes problemas, observa-se comumente a baixa qualidade do produto final, no caso a edificação (EASTMAN *et al.*, 2008).

Avaliando esses aspectos, empresas e governos lançam olhares em direção a processos mais eficazes, que possibilitem antecipar eventuais problemas em edificações e suas respectivas obras ainda nas fases iniciais de projeto, onde se maximizam possíveis impactos positivos e minimizam custos de eventuais mudanças. Na medida em que as fases de projeto de um edifício avançam, o custo de mudanças de projeto e a incapacidade de domínio sobre os custos totais também aumentam (CABIZUCA *et al.*, 2010).

O *Building Information Modelling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção em tradução livre, baseia-se na produção de modelos digitais 3D paramétricos de construção, alimentados por informações (custos, especificações e outros). Embora também possa ser considerado um produto *Building Information Model* (modelo em si), destaca-se como processo para produção de informação, atribuindo função e comportamento aos elementos de uma edificação, constituindo-se uma base de dados comum e integrada, capaz de fornecer informações organizadas, envolvendo múltiplos *stakeholders* em diferentes fases do ciclo de vida de uma edificação. Este processo pressupõe interoperabilidade entre sistemas de diferentes fabricantes e capacidade de simulação (avaliação de impacto das decisões para todas as interfaces do edifício, seus custos e eficiência energética, incluindo pós-ocupação) (CTE, 2012).

Nos últimos 10 anos, nações como Estados Unidos, Reino Unido, Singapura e países nórdicos adotaram políticas que incentivaram a melhoria da qualidade e desempenho das suas construções, por meio da implementação compulsória do BIM (*BIM Mandate*). Isso se deu através da aplicação de novas formas de contratos e

licitações que obrigam os fornecedores a entregarem os projetos e informações baseados em Modelos de Informação da Construção em formatos padrão (SUZUKI, 2016).

A padronização de informações supracitada, iniciou-se por intermédio da *buildingSMART*¹ que definiu padrões para troca de informações no BIM, extensível a todas as disciplinas que envolvem o ciclo de vida de um edifício, consolidada na extensão de arquivo *Industry Foundation Classes* (IFC) (buildingSMART, 2014). O IFC permite o tráfego do conjunto de informações da construção, tornando os arquivos BIM acessíveis em diferentes softwares de arquitetura, engenharia e construção (AEC), garantindo a interoperabilidade entre diferentes sistemas e fabricantes (EASTMAN *et al.*, 2008).

Ainda, para organização dos processos da AEC, foram criados sistemas de classificação das informações do edifício. Essas classificações (codificações) se propõem a ordenar elementos, dividindo-os por classes ou agrupando-os de forma coerente, possibilitando evitar interpretações dúbias quanto à linguagem humana e computacional (MANZIONI, 2013). Dessas classificações, destacam-se a *OmniClass*, *Unifomat*, *Masterformat* e SINAPI.

Além disso, foi criada uma estrutura conceitual que permite que o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução do detalhamento das informações, podendo ser realizados de maneira coordenada por uma equipe de trabalho. Conceito chamado de *Level of Development* (LOD) traduzido para o português como Nível de Desenvolvimento² (ND). Os níveis de desenvolvimento são representados em escala progressiva que varia de 1 a 5, sendo: 100 (fase conceitual), 200 (geometria aproximada), 300 (geometria precisa), 400 (execução) e 500 (obra concluída) (MANZIONE, 2013).

Cada nível de desenvolvimento caracteriza-se por diferentes fases do processo de projeto, demandando maior detalhamento, inserção de especificações e classificações de elementos, constituindo um fluxo de entrada (*input*) para montagem do banco de dados do modelo, utilizado posteriormente para diferentes aplicações (cadernos de especificações, ordens de serviço, orçamentos, etc.),

¹ Organização sem fins lucrativos criada em 1994 com o nome de *Industry Alliance for Interoperability*. Atualmente, mantém esforços para promover o *Industry Foundation Class* (IFC).

² Nível de desenvolvimento (ND) é a tradução do conceito de *Level of development* (LOD). O presente trabalho utilizará prioritariamente nível de desenvolvimento (ND) para fins de padronização

caracterizando a saída de informações, ou seja, a continuidade deste fluxo (*output*) (MANZIONE, 2013).

Cada país tem desenvolvido individualmente, guias e cadernos com normas e requisitos para o desenvolvimento de projetos baseados em modelos BIM, os quais variam seus ND e as classificações envolvidas, cujas características são objeto do presente estudo.

Neste contexto, acompanhando a evolução internacional e buscando impulsionar a metodologia BIM na região Sul do Brasil, bem como, estudar os potenciais benefícios trazidos pela mesma, foi criada uma parceria entre os governos dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, batizada de Rede BIM Gov. Sul. Dessa parceria estão sendo desenvolvidos guias estaduais que normatizam e abordam os procedimentos que deverão ser cumpridos pelos prestadores de serviço ao Estado, bem como demais documentações pertinentes aos projetos elaborados e contratados em BIM, no âmbito do Poder Executivo (SEIL-PR, 2015).

O estado de Santa Catarina foi pioneiro neste tema e em 2014 divulgou o seu caderno BIM para realização de processos licitatórios baseados no mesmo. No Paraná encontra-se em desenvolvimento um guia específico para o Estado, sob a responsabilidade da Secretaria de Infraestrutura e Logística (SEIL-PR, 2015).

No intuito de coletar informações para embasamento de processos BIM no Paraná, no ano de 2016, esta secretaria encaminhou à academia paranaense, sugestões de temáticas relevantes para desenvolvimento de pesquisas. Uma das instituições escolhidas foi a Universidade Positivo, fator motivador para o presente tema, o qual pretende, a partir da adaptação dos elementos de um modelo de construção BIM para um nível ND-400, além de análises comparativas dos Níveis de Desenvolvimento adotados por diferentes guias BIM nacionais e internacionais, gerar subsídios para a SEIL-PR.

Além do exposto, justifica-se o presente trabalho pelo desafio e pioneirismo na produção de um modelo com elementos BIM ND-400 em ambiente acadêmico, auxiliando futuros estudos do BIMLAB UP (Laboratório BIM da Universidade Positivo) nas diferentes dimensões do BIM (*Clash Detection/* Compatibilização, 4D-Cronograma de Execução de Obras, 5D – Orçamentos, Gestão de Ativos, etc.).

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa consiste em comparar os níveis de desenvolvimento de guias BIM nacionais e internacionais.

A partir do estabelecimento do referencial teórico pertinente ao tema e do *input* de informações em um modelo de construção BIM – estudo de caso, objetiva-se especificamente, gerar subsídios para o desenvolvimento de guia BIM no estado do Paraná.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A aplicação da tecnologia da informação nos escritórios de projetos para Engenharia Civil e Arquitetura iniciou-se nos anos noventa com a introdução de programas CAD (*Computer Aided Design*), modeladores de imagem, programas de cálculo de estruturas, instalações, dentre outros (FABRICIO *et al*, 2002). Essas tecnologias de apoio aos projetos e a forma de gerenciar o fluxo de informações entre empresas, tornam-se mais eficientes com a adoção de novas tecnologias de informação (TI) e o seu avanço. A indústria da construção civil, mesmo sendo conhecida como conservadora vem buscando vantagens competitivas no mercado com a utilização de novas ferramentas, com isso o setor vem passando por mudanças significativas (MORAIS *et al*, 2006).

Para Moraes e colaboradores (2006), os principais benefícios da aplicação de tecnologias da informação são: redução de tempo e custo, melhoria da comunicação interna, eficiência e rapidez na elaboração de projetos, qualidade no processo de tomadas de decisões, entre outros. O grande desafio para maioria das empresas, mesmo sabendo de todas as suas vantagens, é de se apresentar sólidos argumentos que justifiquem os custos de investimentos em tecnologias e as poucas ações por parte do governo que fomentem o setor a investir, desenvolver e pesquisar.

Ingiride (2000), confirma a afirmação acima, apresentando, em pesquisa realizada com seis empresas no Reino Unido, a identificação dos benefícios ao se adotar uma padronização da informação, dentre eles, redução do tempo de discussões e de esforços, simplificação da implementação de projeto, facilidade do fluxo de informação entre parceiros fornecedores, melhoria na qualidade da produção da informação disponível à equipe de trabalho, aumento na velocidade de distribuição dos dados, além da possibilidade de utilização de única plataforma para transferência de informação na indústria da construção.

2.2 CAD - COMPUTER AIDED DESIGN

Um dos maiores problemas de projetos feitos no papel é o tempo necessário para gerar informações críticas como, por exemplo, detalhes estruturais, estimativas de custo e avaliar a proposta do projeto. Estes itens são avaliados quando o desenvolvimento do projeto já está em fases muito avançadas, quando normalmente tem-se maiores dificuldades de realizar modificações realmente significativas (EASTMAN *et al.*, 2008).

O *Computed Aided Design* em duas dimensões (CAD 2D) tem sido utilizado na maior parte do mundo. Esta tecnologia é a segunda geração na representação técnica de um projeto a ser construído. Sua maior evolução em relação a primeira geração, desenhos em papel, é apenas gráfica, onde o computador auxilia o usuário na confecção do desenho, conseguindo maior agilidade na criação, edição e formatação, reduzindo possíveis imprevistos como atrasos, custos e litígios judiciais entre vários participantes de um empreendimento, devido aos erros e omissões nos documentos realizados em papel (EASTMAN *et al.*, 2008).

Sistemas CAD são baseados em vetores que contêm informações para definição dos desenhos, como tipos de linha e identificação da camada e que através deles se formavam as imagens em 2D (EASTMAN *et al.*, 2008). No CAD 2D, por exemplo, duas linhas paralelas podem ser a representação gráfica de uma parede, isso somente se dá pela interpretação do usuário, pois essas linhas não carregam informações que permitam a identificação mais objetiva do elemento (MASOTTI, 2014).

2.3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O uso da TI na indústria da construção civil ainda é um grande desafio para maioria das empresas, mesmo sabendo de todas as suas vantagens (como agilizar obras, dar qualidade aos projetos e auxiliar na tomada de decisões as empresas). Ações governamentais podem também fomentar mais o setor para investir em tecnologia, desenvolvimento, pesquisa e inovação (CARDOSO, 2009).

O setor da construção já passou por uma grande revolução quando começaram a utilizar ferramentas CAD. Neste mesmo âmbito, Ferreira (2015) afirma

que o uso do BIM trará reviravoltas ainda maiores do que a era CAD, pois rompe completamente com os processos tradicionais já consolidados.

Para compreender o que é BIM, apresentam-se inicialmente as definições dos principais autores desta temática. Segundo Eastman (2008), é um dos processos mais promissores desenvolvidos na indústria relacionada à AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção Civil). Com esta tecnologia se cria um modelo virtual preciso de uma edificação, construído de maneira digital. Após completo, o modelo contém a geometria exata e os dados relevantes para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para realização da construção. Para Scheer no livro Entendo o BIM (p.7, 2015):

Modelagem da Informação da Construção ou BIM deve ser entendida como um novo paradigma de desenvolvimento de empreendimentos de construção envolvendo todas as etapas do seu ciclo de vida, 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.

Já Manzione (2013 *apud* UNDERWOOD E ISIKDAG 2010, p.36) apresenta como sua definição, um conjunto de modelos compartilhados, digitais, tridimensionais e semanticamente ricos. Estes conceitos, abordagens e metodologias hoje identificadas como BIM não são novos, já têm cerca de trinta anos e foram iniciados com um protótipo de trabalho chamado “*Building Description System*”.

O primeiro uso do termo *Building Modeling* apareceu em um artigo de Robert Aish, funcionário da fabricante de *softwares* RUCAPS. Nesse artigo, o mesmo dita todos os argumentos para o que é chamado de BIM atualmente, incluindo a tecnologia para implementá-lo, modelagem 3D, extração de desenhos automáticos, componentes paramétricos, banco de dados relacionais, faseamento temporal dos processos de construção, e outros (EASTMAN *et al.*, 2008).

O BIM é mais do que um produto, pode ser entendido como um processo de captação de informação, função e comportamento de todos os elementos que compõem um empreendimento. Sua base de informações é integrada e organizada em diferentes dimensões, podendo envolver todos os *stakeholders* do projeto em diferentes fases do ciclo de vida da edificação. (EASTMAN *et al.*, 2008).

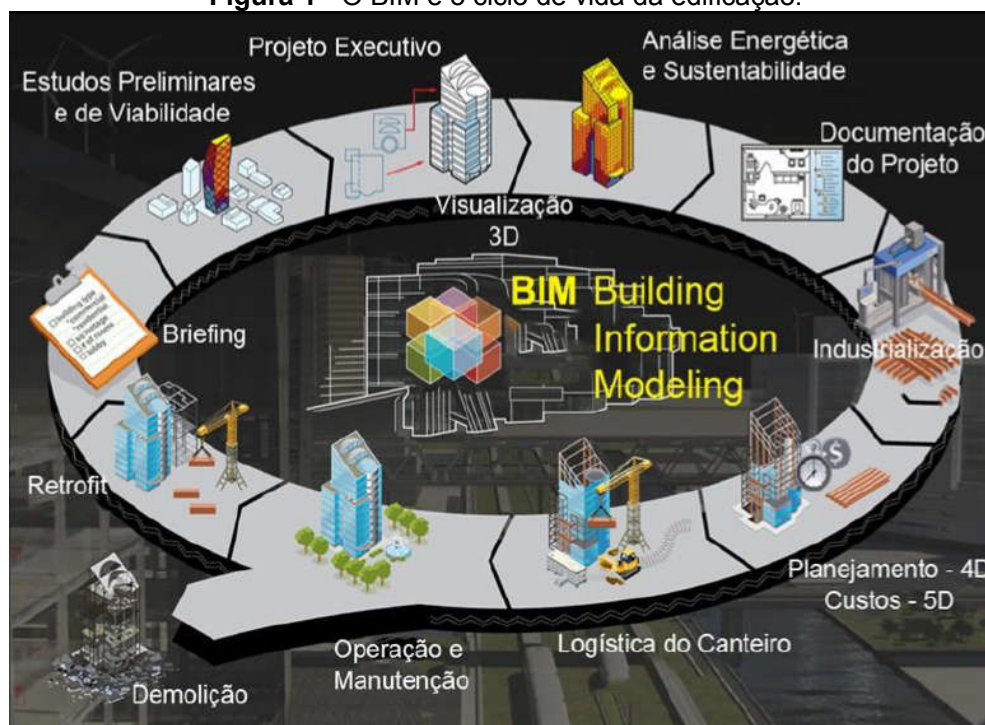
O BIM é capaz de incorporar muitas funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando uma base para novas capacidades da construção. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita processos

de projeto e construção mais integrados, o que resulta em construções de melhor qualidade, com custo e prazo de execução reduzidos (EASTMAN *et al.*, 2008).

A figura 1 mostra todas as fases do ciclo de vida de uma edificação. Eastman e colaboradores (2008) categorizaram os usos e benefícios por fase do ciclo de vida em quatro fases. (MANZIONE, 2013 *apud* EASTMAN 2008 *et al.*, p.39).

- Fase de concepção: estudos preliminares de conceitos e viabilidade do projeto.
- Fase visual: aprimoramento visual dos estágios mais recentes do projeto, geração automática de desenhos 2D em qualquer estágio, facilidade de colaboração multidisciplinar, extração automática de quantitativos durante o processo do projeto entre outras.
- Fase de execução: sincronização do planejamento da obra com os objetos do modelo, omissões antes da execução da obra ou descoberta de interferências físicas entre elementos do edifício, possibilidade de implementar melhor metodologia da construção enxuta, sincronização das fases de aquisição, projeto e construção.
- Fase de operação: melhor gerenciamento da operação dos sistemas e ativos do edifício.

Figura 1 - O BIM e o ciclo de vida da edificação.



Fonte: Autodesk adaptado MANZIONE, 2013.

A metodologia BIM deve ainda apresentar interoperabilidade entre diferentes *softwares* e permitir a simulação do modelo, o que deve impactar em todas as decisões do edifício em todas as etapas de sua vida (CTE, 2012).

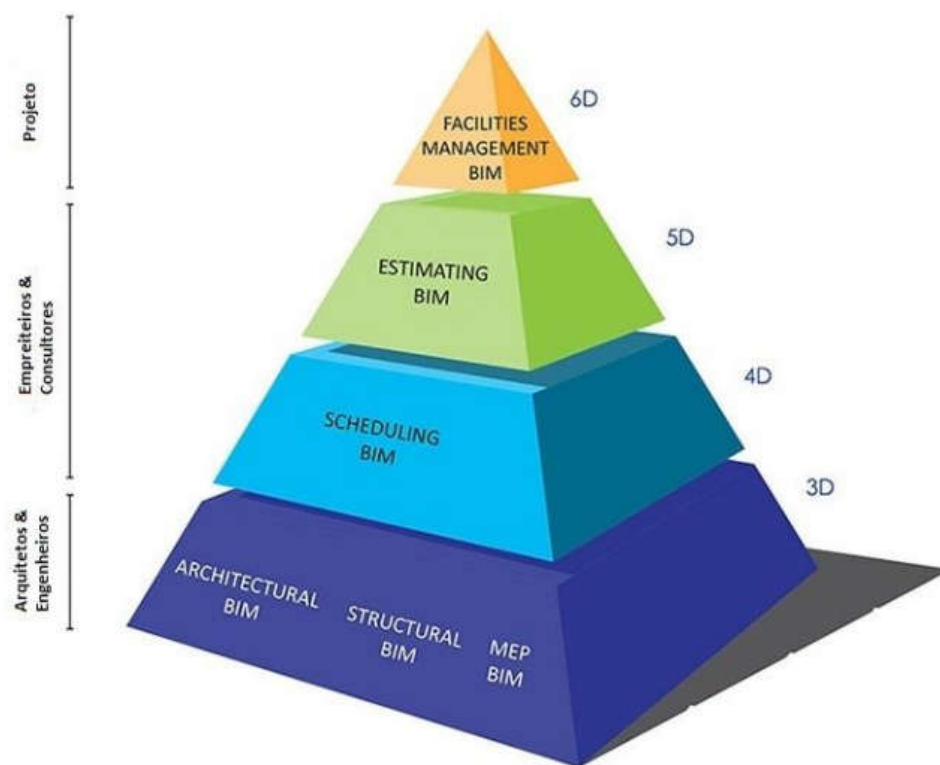
2.3.1 Dimensões de um modelo BIM

Com a crescente expansão da utilização do BIM em todo o ciclo de vida da edificação, mais informações passaram a ser agregadas aos modelos 3D, onde cada camada de informação passou a ser conhecida por uma dimensão, podendo ser 4D, 5D, 6D, até nD, conforme o contexto de utilização. Gupta (2014) classifica as principais dimensões do BIM em seis, conforme apresentado na figura 2, sendo:

- 2D Gráfico: representação gráfica planejada, plantas do empreendimento;
- 3D Modelo: acrescenta dimensão espacial à representação plana, permite visualizar os objetos em perspectiva. Nessa dimensão é possível que sejam realizadas simulações como de iluminação, carga térmica, eficiência energética, entre outros. Ainda é possível realizar através do modelo detecção de interferências e conflitos entre as várias disciplinas de um projeto de uma edificação;
- 4D Planejamento: informações referentes ao tempo são adicionadas. Permite definir quando um elemento será comprado, armazenado, preparado, instalado, utilizado, etc. Permite ainda planejar o canteiro de obras quanto à movimentação das equipes de trabalho, equipamentos e outros aspectos relacionados cronologicamente;
- 5D Orçamento: essa dimensão trata de informações de custo de cada etapa da obra, alocação de recursos e o impacto no orçamento;
- 6D Gestão: adiciona a dimensão de pós ocupação ao modelo, o que permite o usuário do empreendimento extrair informações de funcionalidade e características dos elementos para eventuais manutenções.

Para que estas dimensões apresentadas possam ser de fato alcançadas e o BIM possa ser entendido como processo, conceitos como colaboração, parametricidade e interoperabilidade são requisitos (EASTMAN *et al.*, 2008).

Figura 2 - Dimensões BIM.



Fonte: adaptado de GUPTA, 2014.

2.3.2 Colaboração

O desenvolvimento de um empreendimento está intimamente relacionado com o conhecimento dos profissionais envolvidos no projeto. A forma como eles se relacionam, interfere diretamente nas contribuições individuais para o mesmo, sendo assim, profissionais que pouco participam das atividades em equipe, tendem a apresentar soluções menos compatíveis (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

O BIM tem como uma de suas características básicas, permitir, ou até mesmo exigir, colaboração entre diferentes profissionais e suas respectivas disciplinas de projeto. Ele só pode ser considerado funcional como metodologia se houver interoperabilidade entre os sistemas para fluidez de dados e a colaboração entre os envolvidos no projeto, de onde surge e relaciona-se ao BIM o conceito de *Integrated Project Delivery* (IPD), traduzido de forma livre como Entrega de Projeto Integrada (MANZIONE, 2013).

Para Massoti (2014), entre a ideia inicial de um empreendimento e a sua efetiva realização, há um processo que transita entre a concepção, definição dos responsáveis com suas responsabilidades e riscos, contratos e a pré-definição da interatividade entre as partes envolvidas. Atualmente, os métodos tradicionais empregados para execução de um empreendimento são:

- *Design-Bid-Build* (Projeto-Oferta-Construção): o proprietário do empreendimento contrata os projetos arquitetônicos e complementares, e estes contratados fornecem as plantas e documentações que serão utilizadas para execução, pelo construtor que apresentar a melhor oferta para o critério de seleção adotado. É o principal método utilizado para licitações;
- *Design-Build* (Projeto-Construção): nesse método o proprietário contrata uma empresa que executará os projetos e a construção. A empresa é escolhida pelo seu histórico (acervo), qualificação ou pela proposta preliminar, baseada na ideia conceitual;
- *CM-at-risk* (Gestor de Construção ao risco): o proprietário contrata um profissional, que será o gestor de ambas as etapas de projeto e execução, atrelado a um orçamento máximo previamente definido.

Com a adoção do BIM, tem-se um conceito metodológico novo aplicável a esta realidade, o IPD, o qual foi desenvolvido pela *American Institute of Architects* (AIA) em 2007 e que integra pessoas, sistemas, sistemas de gestão e práticas. Permite que proprietário, arquitetos, engenheiros, construtores e fornecedores trabalhem colaborativamente desde o início do projeto, possibilitando que os riscos envolvidos sejam equilibrados de acordo com a responsabilidade de cada profissional (HARDIM 2009 *apud* MASSOTI, 2014).

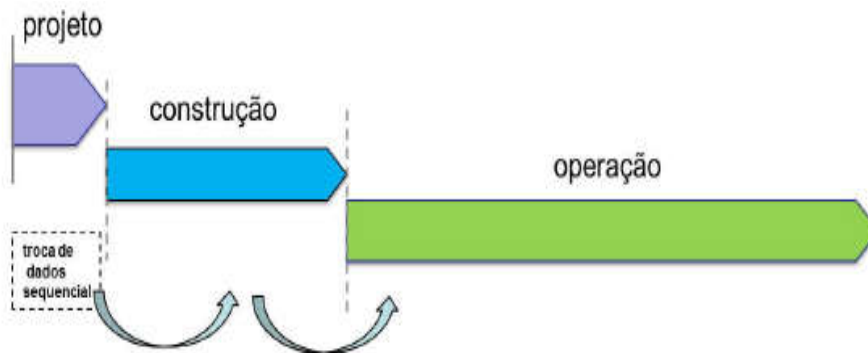
A AIA (2007) menciona ainda que, o IPD é uma abordagem de entrega de projeto, que pelas suas características possibilitam otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir desperdícios e ainda, maximizar a eficiência nas fases da edificação, tanto de projeto como de construção e/ou fabricação.

A adoção do IPD em relação aos métodos de contratação atuais justifica-se por permitir que boas ideias sejam divulgadas, por não limitar a cooperação e inovação, reduzir limitações de coordenação provenientes de imposições contratuais e por evitar a ocorrência de otimização de soluções por disciplina, em detrimento ao projeto como um todo (HOWELL 2005 *apud* MANZIONE, 2013).

Manzione (2013) cita ainda que, pela sinergia entre IPD e BIM, pode-se concluir que um é pré-requisito do outro. O BIM pode acelerar um processo de trabalho pela sua inovação tecnológica e simulação e o IPD pode se aproveitar dessas qualidades para encorajar a participação antecipadamente de todos os envolvidos na edificação, possibilitando melhores resultados finais.

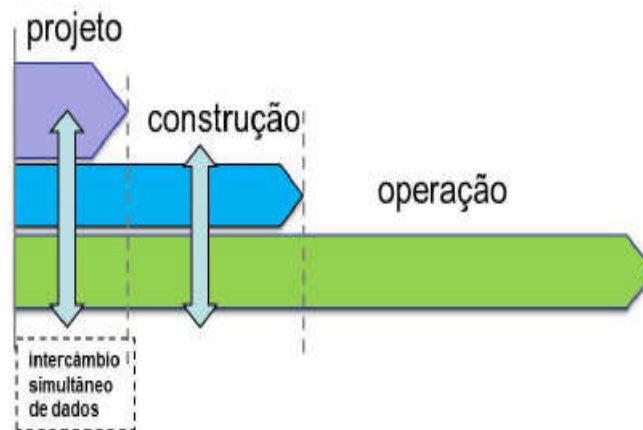
O processo convencional é rígido e sequencial, com baixas interações entre etapas. As diferenças entre o processo convencional e o processo com o IPD está ilustrado nas figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 - Processo convencional.



Fonte: SUCCAR (2008) adaptado MANZIONE, 2013.

Figura 4 - Processo BIM+IPD

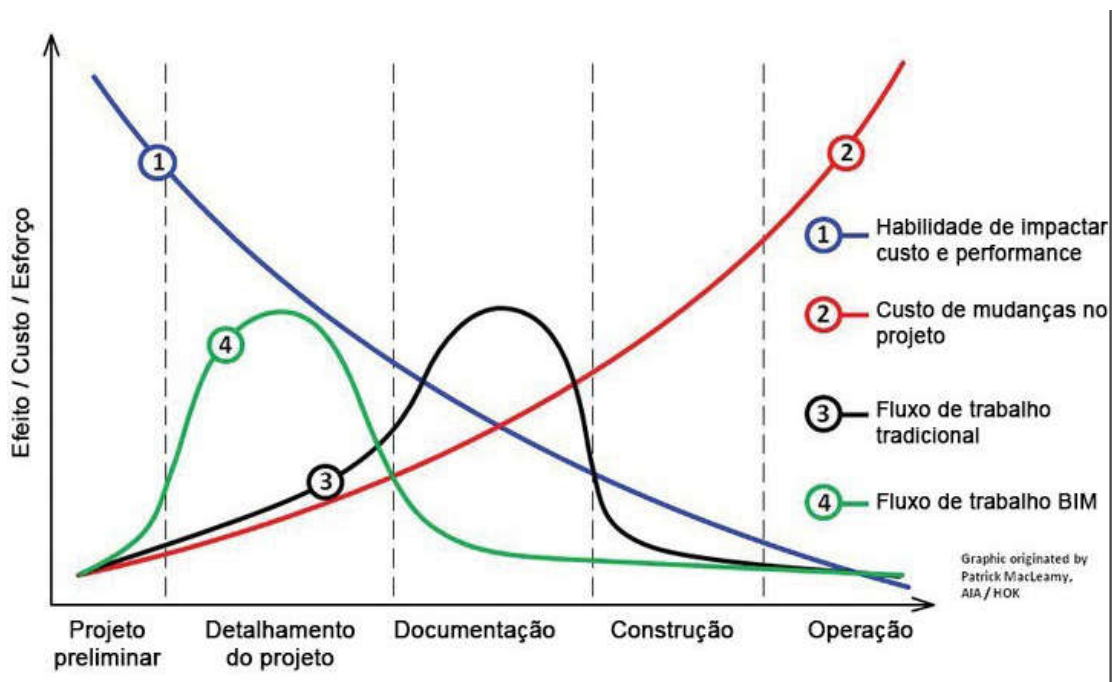


Fonte: SUCCAR (2008) adaptado MANZIONE, 2013.

Para permitir a aplicação do IPD no BIM, um Gestor deve ficar no centro do projeto, gerenciando as equipes e o modelo e servindo como uma base de informações para todos os *stakeholders* (MASSOTI, 2014).

Como consequência da maior colaboração entre profissionais permitida por processos BIM nD e seu trânsito de dados, tem-se mais controle sobre as fases iniciais de projeto, permitindo fortalecer os impactos positivos e minimizar os custos envolvidos em mudanças de projeto. Como exemplificado pela curva de Macleamy, proposto na figura 5 (CABIZUCA *et al.*, 2010).

Figura 5 - Curva de Macleamy



Fonte: MATOS, 2015

Cabizuca e colaboradores (2010, p. 2) simplificam:

É visto que o custo de mudanças de projeto aumenta na medida em que fases de projeto avançam; e que a capacidade de afetar o desempenho e o custo da edificação entra em declínio na medida em que fases subsequentes de definição do projeto avançam.

2.3.3 Parametricidade

Para Neil Calvert (2013) o modelo paramétrico é um princípio básico para o BIM. Significa que tudo no modelo está conectado. Por exemplo, alterações de

volumes, áreas, entre outros. Conseqüentemente, ocasionarão alterações de quantitativos de materiais e os custos envolvidos. Isso permite que as organizações acompanhem de perto as alterações dos projetos, evitando que algum detalhe passe despercebido.

Não mais se desenham elementos como uma parede, porta ou janela. No BIM o projetista define uma família de modelos ou classe de elementos, que é um conjunto de relações e regras que controlam os parâmetros entre os objetos. Modelos paramétricos transformam um simples desenho geométrico em um objeto que carrega informações. Parâmetros como distâncias, ângulos e regras do tipo “paralelo a”, “abaixo de”, quando alterados são atualizados automaticamente em todos os elementos análogos a estes (EASTMAN *et al.*, 2008).

Exemplificando, no contexto de um projeto arquitetônico, pode-se atualizar o parâmetro altura de determinada janela com código “J1”, alterando-se na tabela de esquadrias parametrizada o valor correspondente a este parâmetro, refletindo em uma alteração no componente janela, o qual se apresentará graficamente alterado em todas as peças gráficas deste projeto (plantas, cortes, elevações, etc.). Isto ocorre em função destas peças gráficas não serem produzidas individualmente, como ocorre em processos CAD, mas sim como vistas de um modelo de construção, ou seja, subproduto do mesmo (EASTMAN *et al.*, 2008).

2.3.4 Interoperabilidade

Para Eastman e colaboradores (2008), o projeto e a construção de uma edificação é uma atividade de equipe, como já citado anteriormente, cada atividade e cada tipo de especialidade são aportados por aplicações computacionais.

A interoperabilidade identifica a necessidade de passar dados entre aplicações, e para múltiplas aplicações contribuírem em conjunto com o trabalho a fazer. A interoperabilidade elimina a necessidade de replicar a entrada de dados que já foram gerados e facilita fluxos de trabalho e automação. Da mesma forma que arquitetura e construção são atividades colaborativas, as ferramentas que as apoiam também são (EASTMAN, 2008, p. 66).

A troca de informações deve ocorrer de forma plena e sem sobressaltos, garantindo que o significado não seja alterado. O termo que define esse requisito é

“interoperabilidade”, que pode ser entendida como um mapeamento das estruturas internas de dados das aplicações envolvidas em relação a um modelo universal (AYRES FILHO, 2009).

Segundo Eastman e colaboradores (2008), o intercâmbio de dados entre duas aplicações pode ser feito de várias formas, as principais são:

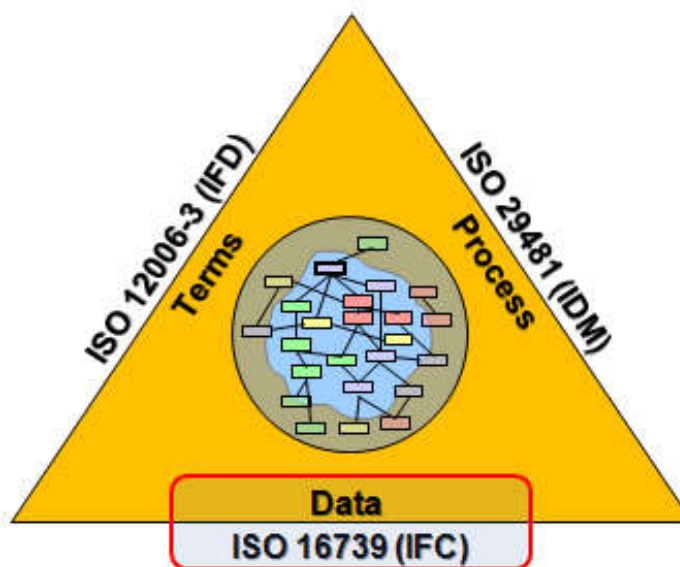
- Ligações diretas e proprietárias entre ferramentas BIM específicas;
- Formatos de arquivos de intercâmbio proprietários;
- Formatos de intercambio baseados em *XML*;
- Formatos públicos de intercambio de modelos de dados de produtos.

Os formatos públicos de intercâmbio envolvem o uso de um padrão aberto para o BIM, dentre os quais se destaca o *Industry Foundation Classes* (IFC). Estes formatos carregam propriedades de objetos, materiais, geometria e são essenciais para a interface com aplicações de análise e gerenciamento de construções.

Em 1994 foi criada a *Industry Alliance for Interoperability* (IAI), em 2005 renomeada de *buildingSMART*, que mantém esforços para promover o IFC e desenvolve padrões de trabalho BIM de maneira aberta (*open BIM*) (MANZIONI, 2013).

A tecnologia da *buildingSMART* é baseada em três conceitos de troca de informações, ilustrados pela figura 6.

Figura 6 - Troca de informações



Fonte: www.buildingsmart-tech.org, 2016.

2.3.5 IFC - Industry Foundation Classes

Como apresentado anteriormente, o BIM pressupõe interoperabilidade, ou seja, os softwares precisam trocar informações entre si. Eastman e colaboradores (2008) explicam que o IFC foi desenvolvido para criar um grande conjunto de dados consistentes para representar um modelo de dados de um edifício, com o objetivo de permitir a troca de informações entre diferentes fabricantes de software na arquitetura, engenharia e construção.

Para a *buildingSMART* (2012) o IFC é um esquema de dados que permite a troca de informações entre diferentes *softwares* para BIM, cobrindo todas as disciplinas de projeto em todo o ciclo de vida da edificação, ou seja, uma extensão de arquivo .ifc. Está registrado pela *International Organization for Standardization* (ISO) como ISO-PAS-16739 (2005) e segue os requisitos de troca (*exchange requirements*).

O IFC foi projetado em diferentes configurações e níveis de desenvolvimento, possibilitando que cada profissional utilize os dados presentes no modelo conforme sua necessidade. Isso só é possível através da definição de quais dados são requeridos em cada caso. Os padrões abertos de integração desenvolvidos para os IFC promovem a integração e intercâmbio de informações na construção, mas não se trata apenas de maneira eficiente de verificar essas implantações, é preciso utilizar de uma maneira crítica e perceber suas vantagens e desvantagens, para sugerir mudanças e/ou correções futuras (FERREIRA, 2015).

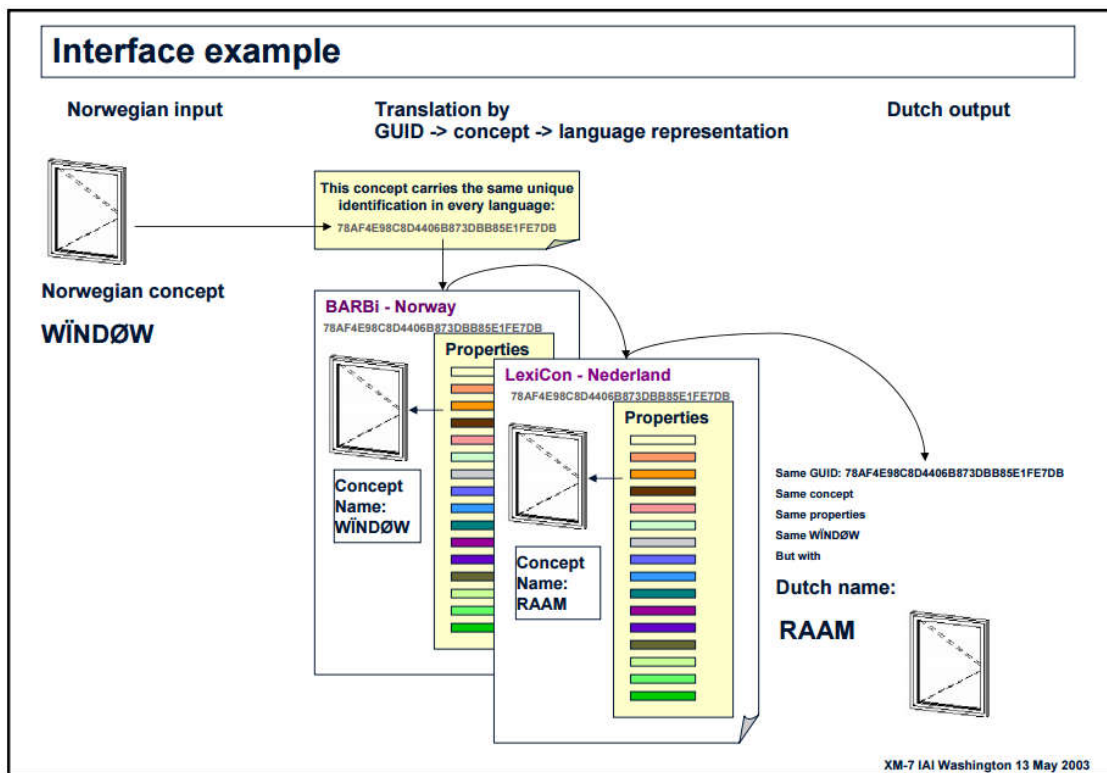
O IFC é dividido em quatro níveis básicos: *domain*, *interoperability*, *core* e *resource*. O *domain* é o nível mais específico e trata das informações descritivas do modelo; o nível de *Interoperability* permite a troca de informações dentro dos *domains*; no nível *core* são descritas informações comuns a todos os domínios; por fim, no nível mais baixo, o *resource* possui a descrição dos conceitos básicos e independentes, que são usados nos níveis superiores (AYRES FILHO, 2009).

2.3.6 IFD – *International Framework for Dictionaries*

O *International Framework for Dictionaries* (IFD) padronizado pela ISO-12006-3, por sua vez, é um mecanismo que permite a criação de dicionários em várias línguas ou ontologias sendo um suplemento do IFC. Através de um banco de dados

terminológicos são armazenados conceitos e termos semanticamente descritos, identificados por um número, dessa forma, garante que diferentes *softwares* relacionem o mesmo objeto de acordo com sua linguagem nativa (BOSZCZOWSKI, 2015). Esse identificador único é conhecido como *Global Unique Identifier* (GUID). A figura 7 mostra de que forma o IFD auxilia no fluxo de dados. O objeto, no caso uma janela, está indexado a um identificador que traduz o *input* em norueguês para um *output* em holandês.

Figura 7 - Exemplo de Interface de troca de informações IFD.



Fonte: PAUL JANSEN, 2013.

A *buildingSMART* (2011) define o IFD, de forma simplificada, como um modelo simplificado sob a ótica dos implementadores e também flexível, o que resulta em diversas implementações. O IFD não é um mecanismo alternativo ao IFC, e sim, uma complementação (BJORKHAUG E BELL, 2007).

De acordo com Pissara (2010), enquanto o IFC descreve os objetos, a forma como os dados devem ser trocados e armazenados, o IFD descreve o que são os objetos, quais são suas propriedades e suas informações. O IFD disponibiliza as

informações necessárias, os dicionários, através de uma linguagem de programação que são entendidas pelas ferramentas BIM e que permitem a comunicação entre esses *softwares*.

2.3.7 IDM – *Information Delivery Manual*

Ainda para especificação de quais informações deverão ser transmitidas durante cada fase de desenvolvimento do projeto, foi desenvolvido pela *buildingSMART* o *Information Delivery Manual* (IDM), normatizado ISO-29481-1 (2012). É uma metodologia para capturar e especificar os processos de negócios durante o ciclo de vida de um produto (MANZIONE, 2013).

Segundo Carvalho (2012, p.44) “o IDM representa o manual do usuário e especifica certos tipos de informações que são necessárias para o funcionamento dos processos da construção”.

A *buildingSMART* desenvolveu o IDM com o objetivo de descrever e apresentar a informação requerida para um projeto de AEC. O IDM facilita a relação entre as ferramentas e o desenvolvimento do projeto através de processos de criação (*workflows*), explicitando a forma com que a informação deve ser integrada no modelo (PISSARRA, 2010).

2.3.8 Sistemas de classificação da informação

Os sistemas de classificação da informação foram criados para auxiliar os processos da AEC e do BIM, em que todos os objetos são vinculados, facilitando a interoperabilidade. Esses sistemas se propõem a ordenar de forma hierárquica um objeto de estudo, podendo ser dividido por classes e/ou especialização, isso evita que o interlocutor tenha interpretações dúbias, visto que esses objetos são agrupados de forma coerente e de fácil entendimento (AMORIM, 2011).

Para Bailey *apud* Amorim (1994), para um universo em estudo, a classificação é o processo e/ou resultado da representação criteriosa ordenada dos elementos. Essas classificações devem traduzir as complexidades do setor construtivo estabelecendo uma linguagem única, através de um modelo bem estruturado de operação e que permita facilitar e padronizar a interoperabilidade.

As padronizações de nomenclaturas atuam como base para organização e gerenciamento das informações, facilitando a interoperabilidade e a gestão de projetos entre *softwares* BIM. Sendo assim, para a utilização da extensão **ifc*, as classificações atuam como interlocutores entre a extensão em relação à designação dos componentes construtivos (AMORIM, 2011).

Existem diversos sistemas de classificações nacionais e internacionais, onde cada um adota critérios diferentes e, em alguns casos, se propõem a classificar apenas aspectos específicos de um projeto. Internacionalmente, destacam-se o *Uniformat*, *Masterformat*, *EPIC* e *OmniClass* (MANZIONE, 2013).

O *Uniformat* é uma norma canadense ASTM-E1557-09 (2005) mantida e publicada pelo CSI (*Construction Specification Institute*) e CSC (*Construction Specifications Canada*). É um método de organização de informações de construção com base em elementos funcionais, ou partes de uma instalação. Não levam em conta os materiais e métodos utilizados para sua realização. Estes elementos são muitas vezes referidos como sistemas ou montagens (MANZIONE, 2013).

Conforme CSI (2016), o *Uniformat* é visto frequentemente em especificações de desempenho e descrições de projetos Preliminares (PP). É utilizado como um formato para apresentar estimativas de custos durante a fase de desenho esquemático, isto se dá pela capacidade do *Uniformat* dividir uma instalação em sistemas e montagens que executam uma função predominante, sem definir as soluções técnicas que serão utilizadas, permitindo dessa forma avaliar e comparar diferentes soluções.

A abordagem de organização de dados do *Uniformat* é ainda, importante para o desenvolvimento de modelos BIM por *software*, pois permite que sejam colocados objetos antes de definir as suas propriedades. A versão da tabela *Uniformat* é base para a Tabela 21 – Elementos da *OmniClass* da classificação *OmniClass*.

Manzione (2013), identifica o sistema *Uniformat* como organizado em três níveis, sendo nível 1 os maiores grupos de elementos do edifício; nível 2 detalhamento dos maiores grupos em menores e; nível 3 como cada um dos elementos individuais do edifício. A figura 8 mostra parte da tabela *Uniformat* onde é possível verificar a classificação de uma janela externa. Nesse exemplo a janela pode ser classificada como B2020, pois B no nível 1 indica envoltórias, B20 no nível 2 relaciona fechamento externo e finalmente, B2020 no nível 3 refere-se às portas externas.

Figura 8 - Tabela parcial da classificação Unifomat que mostra a classificação de uma porta externa

Nível 1	Nível 2	Nível 3	
Maiores grupos de elementos	Grupos de elementos	Elementos individuais	
A INFRAESTRUTURA	A10 Fundações	A1010 Fundações comuns	
		A1020 Fundações especiais	
		A1030 Lajes inclinadas	
	A20 Construção do subsolo	A2010 Escavação de subsolo	
		A2020 Paredes cortina de subsolo	
B ENVOLTÓRIA	B10 Superestrutura	B1010 Construção do piso	
		B1020 Construção da cobertura	
	B20 Fechamento externo	B2010 Paredes externas	
		B2020 Janelas externas	
		B2030 Portas externas	
	B30 Cobertura	B3010 Acabamentos da cobertura	
		B3020 Aberturas da cobertura	
	C INTERIORES	C10 Construções internas	C1010 Vedações
			C1020 Portas internas
C1030 Acessórios			
C20 Escadas		C2010 Construção da escada	
		C2020 Acabamentos da escada	
C30 Acabamentos internos		C3010 Acabamentos de paredes	
		C3020 Acabamento de pisos	
		C3030 Acabamento de forros	

Fonte: MANZIONE, 2013.

Outro sistema de classificação comumente utilizado é o *Masterformat*. É a principal das terminologias e codificações utilizada para especificações de projeto de edifícios comerciais na América do Norte, organiza dados sobre requisitos de construção, produtos e atividades, colaborando para a facilitação da comunicação entre AEC, cumprimento dos requisitos de construção, cronogramas e orçamentação (AMORIM, 2011).

Manzione (2013), diz que o *Masterformat* foi desenvolvido pela CSI e CSC em 1963, sendo um dos sistemas precursores de classificação de informação e constitui

a base da tabela 22 da *OmniClass*, “Resultado do Trabalho”. A figura 9 mostra parte da tabela *MasterFormat* versão de 2004.

Figura 9 - Parte da tabela *MasterFormat* que mostra a classificação de uma porta exterior.

MasterFormat 2004 Edition - Numbers and Titles		
1		
2	Date: October 2005	
3	For more information on <i>MasterFormat</i> , visit www.csinet.org/masterformat .	
4	Copyright 2004, 2005 CSI & CSC, all rights reserved	
5	2004 Edition <i>MasterFormat</i> - Complete Listing	
6	04 SECTION	04 TITLE
1227	06 46 91	Splicing of Wooden Components
1228	06 48 00	Wood Frames
1229	06 48 13	Exterior Wood Door Frames
1230	06 48 16	Interior Wood Door Frames
1231	06 48 19	Ornamental Wood Frames
1232	06 48 23	Stick-Built Wood Windows
1233	06 48 26	Wood-Veneer Frames
1234	06 49 00	Wood Screens and Exterior Wood Shutters
1235	06 49 13	Wood Screens
1236	06 49 16	Exterior Wood Blinds
1237	06 49 19	Exterior Wood Shutters

Fonte: adaptado de CSI, 2015.

Para o mesmo exemplo da porta externa, na classificação *MasterFormat* terá o código 06.48.13.

Já a EPIC (*Electronic Product Information Cooperation*) foca em produtos, sendo um padrão para troca de informações entre banco de dados, divulgado em 1999 e tem como base a norma ISO 12006 2 (2001), encontrando-se na segunda versão. Esse sistema é a base das tabelas 23 (Produtos), 41 (Materiais) e 49 (Propriedades) da *OmniClass* (MANZIONE, 2013).

OmniClass: essa classificação tem o propósito de ser uma base unificada para todo o ciclo de vida de uma edificação e busca meios de organizar, classificar e recuperar as informações em aplicativos baseados em banco de dados relacionais. É considerada uma classificação multifacetada, pois utiliza informações e conceitos de sistemas como o *MasterFormat* (resultados do trabalho), *Uniformat* (sistemas e componentes de um edifício) e *EPIC* (produtos) (MANZIONE, 2013).

Segundo Amorim (2011) essa classificação mescla elementos e componentes a sistemas e conjuntos que formam uma base de dados, incluindo organização de bibliotecas de materiais e produtos, até a organização sobre o projeto.

A base do sistema é a norma ISO-12006-3 (2007), traduzida para o português, ABNT-NBR-ISO-12006-2 (2010).

Manzione (2013) cita orçamentação, controle de custos, colaboração, especificação, controle do desenvolvimento do empreendimento e rastreabilidade, como vantagens que essa classificação proporciona nos processos de trabalho.

A *OmniClass* é formada por 15 tabelas hierárquicas, onde cada qual representa um aspecto diferente da informação da construção (como: material, elemento construtivo, atividade de construção, etc). Essas tabelas estão indicadas no quadro 1:

Quadro 1 - Lista de tabelas da OmniClass.

SÉRIE	TABELA	DESCRIÇÃO
10	11 - Entidades de construção pela função	Partes significativas e bem definidas do ambiente construído compostas por espaços e elementos inter-relacionados e caracterizados pela sua função (residências familiares, tribunais, hotéis, centros de eventos)
	12 - Entidades de construção pela forma	Partes significativas e bem definidas do ambiente construído compostas por espaços e elementos inter-relacionados e caracterizados pela sua função (edifícios de baixo, médio e alto porte, pontes em laje vigada, de tirantes, suspensas).
	13 - Espaços pela função	Unidades básicas do ambiente construído delimitadas por fronteiras físicas ou abstratas e caracterizadas pela sua função ou principal utilidade (cozinha, poço de elevadores, escritórios, calçadas).
	14 - Espaços pela forma	Unidades básicas do ambiente construído delimitadas por fronteiras físicas ou abstratas e caracterizadas pela sua forma física (cozinha, poço de elevadores, escritórios, calçadas).
20	21 - Elemento	Um elemento construtivo é, segundo a ISSO 12006-2, uma parte de uma entidade de construção que, por si só ou em combinação com outras partes, cumpre uma função predominante na entidade de construção da qual faz parte (pavimentos estruturais, paredes exteriores, escadas, coberturas, peças de mobiliário, sistemas de AVAC)
	22 - Resultados do trabalho	Resultado final alcançado na fase de produção, por alteração subsequente ou por processos de manutenção ou de demolição e identificado por um ou mais do que seguintes aspectos: - o setor de atividade envolvido; - os recursos utilizados; - a parte da entidade de construção resultante; - os trabalhos temporários, preparatórios ou de acabamento resultantes (betão betonado <i>in situ</i> , alvenaria de pedra, revestimento cerâmico)
	23 - Produtos	Componentes ou uniões de vários componentes destinados a serem incorporados permanentemente numa entidade de construção (betão, tijolos, portas, janelas metálicas, tintas vernizes)
30	31 - Fases	Fases do ciclo de vida dos projetos de construção (fase de concepção, concurso, construção)
	32 - Serviços	Atividades, processos e procedimentos proporcionados pelos participantes no processo de projeto e de construção e que se relacionam com todas as funções no ciclo de vida de uma entidade de construção (orçamentação, inspeção, reparação, levantamento topográfico)

	33 - Disciplinas	Áreas de atividades e especialidades dos participantes que executam os processos e os procedimentos ocorrentes no ciclo de vida de uma entidade de construção (arquitetura, engenharia mecânica, contratação geral)
	34 – Funções organizacionais	Os cargos técnicos ocupados pelos participantes, individuais ou não, que executam os processos e os procedimentos ocorrentes no ciclo de vida de uma entidade de construção (chefe executivo, engenheiro, empreiteiro, operador).
	35 - Ferramentas e equipamentos	Recurso utilizado no desenvolvimento do projeto e da construção e que não se tornam uma parte permanente do mesmo, incluindo sistemas informáticos, veículos, andaimes e outros recursos necessários à execução dos processos e procedimentos relacionados o ciclo de vida de uma entidade de construção (grua-torre, martelos, retroescavadeiras, vedações).
	36 - Informações	Dados referenciados e utilizados durante o processo de criação e manutenção do ambiente construído (peças desenhadas, especificações, catálogos, relatórios, regulamentos)
40	41 - Materiais	Substâncias básicas utilizadas na construção ou no fabrico de produtos e outros itens utilizados na construção. Estas substâncias podem ser matérias-primas ou compostos refinados, independentemente da sua forma (rochas, solos, madeira, vidro, plástico)
	49 - Propriedades	Características das entidades de construção. As definições das propriedades não têm qualquer significado real fora de contexto, necessitam de fazer referência a uma ou mais entidades de construção. (cor, diâmetro, resistência ao fogo, resistência mecânica)

Fonte: Adaptada de HENRIQUES, 2013.

Devido à *OmniClass* fornecer classificações sob diferentes pontos de vista, uma janela de alumínio, por exemplo, pode ser classificada como produto de construção (tabela 23 da *OmniClass*), pelos materiais constituintes e pelas suas características, conforme figura 10.

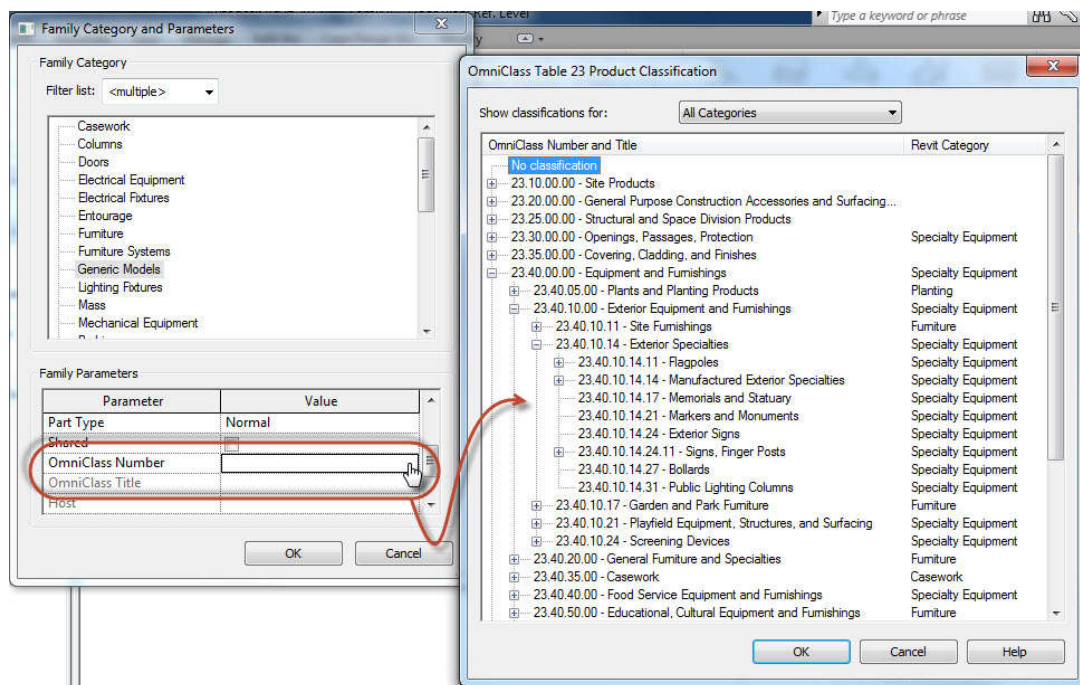
Figura 10 - Classificação de Janela em Alumínio

Janela em alumínio			
Assembly Code	B2020110		
Descrição	Janela em alumínio		
Produto de construção	23-17 13 13 15		
Descrição	Janela metálica de guilhotina		
Materiais e características			
Designação		Classificação	
Material	Alumínio	41-10 20 13 (Alumínio)	
Tipo de Revestimento	Anodizado	23-15 21 17 13 (Revestimento anodizado)	
Material	Vidro	43-30 10 27 11 11 (Vidro)	
Tipo de Vidro	Vidro Isolante	23-17 15 11 29 (Vidro isolante)	
Designação	Valor	Unidade	Classificação
Propriedades			
Isolamento Sonoro	34	dB	49-81 81 35 (Isolamento sonoro)
Dimensões			
Altura	1.18	m	49-71 19 21 (Altura)
Largura	1.14	m	49-71 19 15 (Largura)
Quantidades			
Unidades	100		

Fonte: HENRIQUES, 2013.

A figura 11, mostra a classificação *OmniClass* diretamente no *software Revit* da Autodesk.

Figura 11 - Classificação OmniClass no Revit



Fonte: STAFFORD, 2012.

No Brasil, existem algumas classificações com funções semelhantes, dentre as quais se destaca o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), o qual é mantido, atualizado e aperfeiçoado em conjunto pela Caixa Econômica Federal (CEF) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Responsabilizam-se pela realização de pesquisas mensais que divulgam custos e índices da construção civil a nível nacional. O sistema calcula custos para projetos, equipamentos, saneamento básico, emprego e renda urbana e rural. Mensalmente, a rede de coleta do IBGE avalia em todas as capitais brasileiras os preços de materiais e equipamentos de construção, além dos salários das categorias profissionais em estabelecimentos comerciais, industriais e sindicatos da construção civil. A CEF é responsável pela manutenção da base técnica de engenharia, base cadastral de coleta e métodos de produção (AMORIM, 2011).

Desde 2009 a ABNT está à frente da Comissão de Estudo Especial 134, que tem como objetivo principal, definir um padrão nacional e sistema de classificação de componentes da construção civil. O desenvolvimento da norma está sendo realizado de acordo com as peculiaridades brasileiras. Estão sendo realizadas padronizações de conteúdos e terminologias, porém permitindo a inclusão de facetas pertinentes a cada etapa do processo de construção. Outra ação foi a de incluir e integrar a indústria de materiais e componentes com projetistas, nessa estrutura de classificação, visando à criação de objetos parametrizados para uma posterior biblioteca BIM (AMORIM, 2011).

A ABNT continua com o desenvolvimento da norma que foi dividida em sete partes, porém, já apresentou para consulta pública as partes ABNT NBR ISO 12006-2:2010, ABNT NBR 15965-1:2011, ABNT NBR 15965-2:2012 e ABNT NBR 15965-3:2014. Amorim (2011) cita que se espera com a implantação da norma técnica regulando a tecnologia BIM, a possibilidade de integrar as codificações com as especificações do SINAPI, envolvendo cerca de 7200 componentes da construção.

Espera-se que a proposta nacional de classificação seja relacionada com a *OmniClass*, conforme figura 12.

Figura 12 - Proposta de classificação nacional x OmniClass

Proposta Nacional x OMNICLASS					
0	Característica dos Objetos		Materiais Propriedades	M P	T41 T49
1	Processos		Fases	F	T31
			Serviços	S	T32
			Disciplinas	D	T33
2	Recursos		Funções	O	T34
			Equipamentos	Q	T35
			Componentes	C	T23
3	Resultados		Elementos	E	T21
			Resultados	R	T22
4	Unidades da Construção e		Unidades	U	T11,12
			Espaços	A	T13,14
5	Informação da Construção		Informação	I	T36

OMNICLASS

Fonte: SILVA, 2013.

As informações pretendidas variam conforme a fase de projeto e, respectivamente, ao nível de desenvolvimento pretendido. A figura 13 exemplifica como os sistemas de classificação são enquadrados por fase de projeto (FERREIRA, 2015).

Figura 13 - Enquadramento dos sistemas de classificação por etapa de projeto

Phases	Pre-project Planning	Preliminary Design	Design	Bidding	Procurement	Construction	Operations
Processes	Conceptual Cost Planning	Detailed Design Costing, Product Selection	Detailed Cost Estimate	Price Discovery	Purchasing, Change mgmt.	Asset Management	
Information Standards	UniFormat		MasterFormat				UniFormat
	OmniClass						
	Industry Foundation Classes						

Fonte: FERREIRA, 2015 adaptado de SABOL, 2008.

2.4 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO (ND)

Reconhecida internacionalmente por *Level of Development (LOD)* os níveis de desenvolvimento fornecem uma estrutura conceitual para nortear coordenadamente o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução de seu detalhamento de informações. Cada etapa do projeto é definida sucintamente, permitindo que diferentes membros da equipe de trabalho entendam o nível de desenvolvimento que precisam trabalhar e a hierarquia de decisões (MANZIONE, 2013).

Para Ferreira (2015) é usual confundir-se nível de desenvolvimento com nível de detalhe, porém há diferenças que não podem ser ignoradas, pois são conceitos importantes da metodologia BIM. Nível de detalhe é a representação gráfica (visual) incluída, ou a ser incluída, no elemento do modelo. Já nível de desenvolvimento representa o grau de informações que os elementos apresentam e serão usados pelos *stakeholders* envolvidos na construção.

Manzione (2013) cita ainda que o conceito foi desenvolvido pela AIA e, em 2008 publicado em um documento conhecido como *BIM Protocol Exhibit (2008)*, que aborda questões de responsabilidades por cada elemento do modelo em cada ND,

usos autorizados para o modelo, responsabilidade pelo gerenciamento do modelo e propriedade do modelo.

Os níveis de desenvolvimento são representados em uma escala de 100 a 500, em graduações de 100 unidades, prevendo a possibilidade de criação de níveis intermediários. Os níveis atuais são: 100 (fase conceitual), 200 (geometria aproximada), 300 (geometria precisa), 400 (execução/fabricação) e 500 (obra concluída) (MANZIONE, 2013).

Segundo a *AIA Document E202*, no ND-100 o elemento pode ser representado de forma genérica com um símbolo, as informações do modelo podem ser oriundas de outros elementos que constem no mesmo modelo. No ND-200 o modelo passa a ser ligeiramente mais desenvolvido, sendo representado graficamente como um sistema genérico, objeto ou conjunto. Para esse nível de desenvolvimento, especificações de quantidades, tamanho, forma, orientação e localização não são aprofundadas. Para o ND-300 elementos são representados como objetos, sistemas específicos ou conjunto no que diz respeito a quantidades, tamanho, forma, localização e orientação. ND-350 é representado da mesma forma que o nível anterior, porém acrescida a interface com outros sistemas do modelo. No ND-400, o elemento é representado graficamente da mesma forma que o nível anterior, acrescido de detalhes de fabricação, montagem, instalação e informação. Finalmente, no ND-500, todos os elementos passam a ser representados na forma como efetivamente foi realizada a construção, levando em consideração até os menores detalhes, esse nível de desenvolvimento é considerado o “as built” da construção (FERREIRA, 2015). Há variação na categorização dos níveis de desenvolvimento em diferentes documentos.

O guia de Santa Catarina, Secretaria de Estado do Planejamento (2015), relaciona as etapas de projeto aos níveis de desenvolvimento da seguinte forma:

- ND 100 – Definição do produto – Estudo Preliminar (EP);
- ND 200 – Definição do produto – Anteprojeto (AP);
- ND 300 – Definição do produto – Projeto Legal (PL);
- ND 350 – Identificação e solução de interfaces – Projeto Básico (PB);
- ND 400 – Projeto de detalhamento de especialidades – Projeto Executivo (PE)
- ND 500 – Pós-entrega da obra – Obra concluída (*As Built*).

Manzione (2013) relaciona no quadro 2, os ND em virtude de alguns usos do BIM, como planejamento, custos, sustentabilidade e outros, segundo as diretrizes definidas pela AIA.

Quadro 2 - ND (especificações e usos do BIM)

Níveis de Desenvolvimento (especificações e usos do BIM)					
Níveis	100	200	300	400	500
Conteúdo do modelo	Conceitual	Geometria aproximada	Geometria precisa	Execução-fabricação	As-built
Projeto e coordenação	Estudos de massa, volumes, zonas, modelados em 3 dimensões ou representados por outros dados	Os elementos são modelados de forma genérica e aproximadas de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	Os elementos são modelados de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	Os elementos são modelados com o objetivo de montagem, de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientações e localização contendo o detalhamento completo de fabricação e montagem. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	Os elementos são modelados conforme construídos com informações precisas e exatas das dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo
Usos recomendados					
Planejamento	Duração global da obra; Macro-planejamento; Fases e maiores elementos.	Escala de tempo, apresentação ordenada dos elementos principais.	Apresentação ordenada pelo tempo das atividades principais e de conjuntos detalhadas	Fabricação e detalhes de montagem, incluindo meios e métodos de construção (gruas, elevadores, escoramentos, etc)	
Estimativa de Custos	Custos estimados; Ex. R\$/m ² de área de construção, R\$/quarto de hotel.	Custo estimado baseado em dimensões de elementos genéricos como paredes, lajes, etc.	Custos baseados em dimensões precisas e especificações completas e detalhadas	Preços confirmados em propostas de fornecedores	Custos realizados
Cumprimento de programa de necessidades	Áreas brutas dos diversos setores	Requisitos específicos de cada um dos ambientes	Casos específicos, instalações e conexões.		
Materiais sustentáveis	Estratégias para atendimento dos requisitos LEED	Quantidades aproximadas de materiais organizados pelas categorias LEED	Quantidades precisas de materiais com a porcentagem de materiais reciclados	Seleção dos fornecedores específicos	Documentação das compras e especificações

Análises e simulações de iluminação; uso de energia, fluxos de ar.	Estratégias e critérios de desempenho baseado em áreas e volumes	Projeto conceitual baseado na geometria aproximada e em predefinições de sistemas	Simulação aproximada baseada em sistemas projetados	Simulação precisa baseada nas especificações do fabricante e em detalhes dos componentes dos sistemas	Comissionamento e registro dos resultados obtidos
Outros usos que podem ser desenvolvidos					
Circulação, rotas de fuga, acessibilidade					
Atendimento de requisitos de normas					

Fonte: adaptado de MANZIONE (2013).

Há variações e adaptações no conteúdo dos níveis de desenvolvimento para diferentes documentos e guias BIM internacionais, sendo estes ajustados à realidade local.

2.5 GUIAS BIM

Com a atual globalização, em nível internacional países apostam no BIM como uma estratégia de crescimento da indústria AEC, diminuição de custos de obras públicas ou como aliado à redução de emissões de carbono (Reino Unido). Alguns deles impõem a metodologia como obrigatória em obras públicas (*BIM Mandate*), através de mudanças em legislação ou aplicação de diretrizes. Destacam-se pelo nível de maturidade que o BIM atingiu na esfera pública países nórdicos, Reino Unido, Estados Unidos e Singapura. Estes já apresentam diversas normas em fases avançadas de desenvolvimento ou utilização (FERREIRA, 2015).

Visando abordar os procedimentos adotados pelos órgãos regulamentadores, os quais deverão ser adotados pelos prestadores de serviço na apresentação de projetos com o BIM, países e estados criaram guias (encontrados também com o nome de manuais e cadernos).

Pioneiro em território nacional foi elaborado em 2014 o **Caderno de apresentação de projetos BIM** da *Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina*. Para o Comitê, a razão da publicação do caderno foi a de dirimir pontos críticos, que vêm a dificultar análise e interpretação de informações em suas obras pelo método aplicado até então. Principalmente pelas omissões de

informações nos projetos, apresentação de sistemas e elementos próprios de cada escritório, falta de itens apresentados nos projetos, falta de referências na nomeação de arquivos, cotas e escalas alteradas, erros de impressão, entre outros. Portanto, busca organização e agilidade nos processos de comunicação, arquivamento de projetos em BIM e documentos gerados/vinculados.

Nos Estados Unidos o *National Institute of Building Sciences* (NIBS), instituto autorizado pelo congresso nacional a trabalhar como uma interface entre o governo e o setor privado da construção civil, iniciou a partir do *Facility Information Council* (FIC) em 2005 a desenvolver o *National BIM Standard*, com o objetivo de possibilitar interoperabilidade em BIM. No ano de 2015 o NBIMS apresentou sua terceira versão. Para o NIBS (2015), o *NBIMS Version 3* foi um documento criado de forma consensual por representantes de toda a AEC americana, que tem como foco prover regras que facilitem a gestão do ciclo de vida da construção, através de um ambiente suportado pela tecnologia digital. O documento procura prescrever elementos e mecanismos para a criação, intercambio e gestão da construção através do BIM, incluindo padrões de tecnologia, sistemas de classificação, especificações de conformidade, normas para o intercâmbio de informações, práticas de fluxos de trabalho para a modelagem de dados, gestão, comunicação, execução de projetos e sua entrega a ainda, especificações de contratos.

Em Singapura a *Building and Construction Authority* (BCA), agência do Ministério de Desenvolvimento Nacional que promove a excelência da qualidade na construção, desenvolveu em 2013 o **Singapore BIM Guide Version 2**, guia que tem como objetivo, delinear todas as diretrizes para processos e para profissionais envolvidos com o BIM. Segundo a agência o usuário pode ainda, usar o guia para identificar de forma clara papéis e responsabilidades de todos os membros de projeto BIM (BCA, 2013).

Conforme citado anteriormente por Ferreira (2015), todos os países nórdicos já possuem alto desenvolvimento de utilização de ferramentas BIM e consequentemente elaboraram manuais que norteiam projetos executados na metodologia.

Na Finlândia, foi elaborado em 2012 pela estatal *Senate Properties* (agência responsável pela gestão de bens e propriedades do estado), o **Common BIM Requirement – COBIM**. Segundo a estatal o manual foi criado pela rápida ascensão

de uso da modelagem da informação da construção no país e visa apoiar os processos de projeto e construção de todo o ciclo de vida da edificação, além de definir precisamente etapas de modelagem e a forma como modelar (níveis de desenvolvimento e detalhamento) (COBIM, 2012).

No Reino Unido o *British Standards Institution* (BSI), empresa secular que atua na área disseminação do hábito da excelência organizacional a nível mundial, elaborou em 2007 uma série de documentos que compõe o **BIM Standards**. Dentre esses documentos está o PAS 1192-2:2013, norma que define as especificações para a gestão das informações do processo BIM.

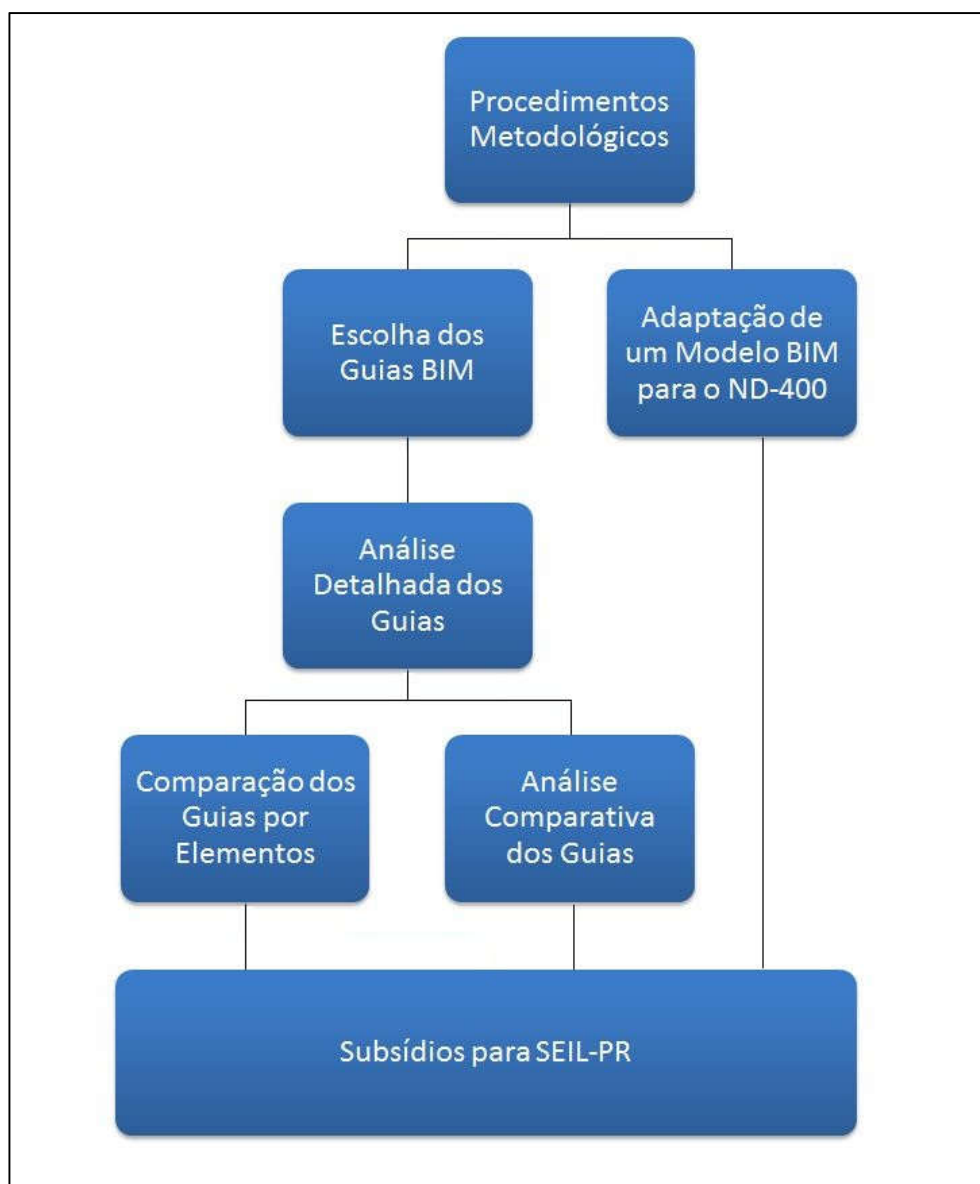
Por iniciativa do governo em reduzir a emissão de gás carbono e reduzir 20% custo de projetos de construção foram definidos três níveis para implantação do BIM, tendo como compromisso de nesse ano (2016) alcançar nível 2 para todos os projetos públicos (BSI, 2007).

Existem ainda guias estaduais que regulamentam projetos em BIM. Em Nova Iorque, por exemplo, a *Dormitory Authority State of New York* (DASNY), agência responsável por fomentar a construção de edifícios públicos do estado de Nova Iorque, através da sua divisão de construção, elaborou em 2013 o **Building Information Model (BIM) Standards Manual**. Trata-se de um manual que descreve requisitos, processos e procedimentos para a apresentação de projetos BIM de forma a eximir discrepâncias entre os projetos entregues e os efetivamente contratados (DASNY, 2013).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo aborda os procedimentos adotados para se atingir os objetivos abordados na pesquisa. A figura 14 mostra de forma hierárquica o desenvolvimento das etapas que foram realizadas durante a pesquisa.

Figura 14 - Desenvolvimento dos procedimentos metodológicos



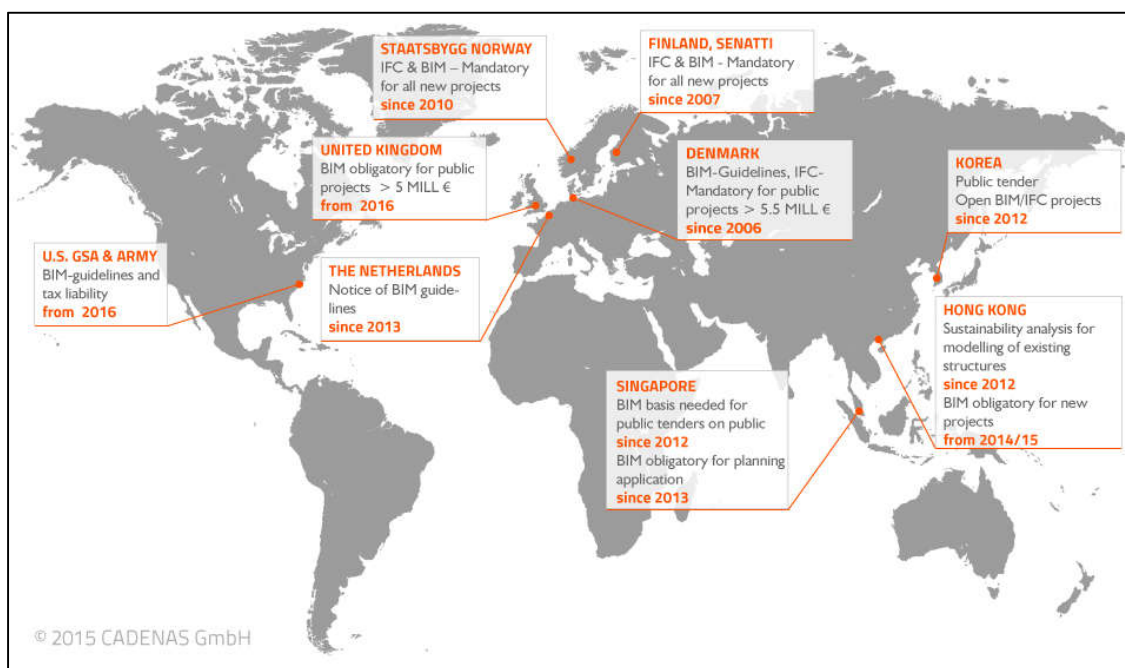
Fonte: Os autores (2016).

3.1 ESCOLHA DOS GUIAS

Devido à variedade de guias BIM apresentados internacionalmente, foi necessário escolher os mais relevantes para a execução de análises comparativas.

Alguns países encontram-se em um alto nível de maturidade no desenvolvimento da metodologia BIM, dentre os quais os mais citados são os países nórdicos da Finlândia, Noruega e Dinamarca, Singapura, Estados Unidos e Reino Unido, conforme indica a figura 15.

Figura 15 - Atlas do desenvolvimento BIM



Fonte: CADENAS, 2015.

O principal guia escolhido para compor o trabalho foi o Caderno de apresentação de projetos BIM da *Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina*, elaborado em 2014 e apresentado na figura 16. A escolha se deu pelo pioneirismo do guia no território nacional e pela parceria do estado de Santa Catarina com o do Paraná pela Rede Gov. BIM Sul, sendo o caderno base importante para o desenvolvimento do guia do estado do Paraná.

Figura 16 – Caderno de Apresentação de Projetos BIM de Santa Catarina



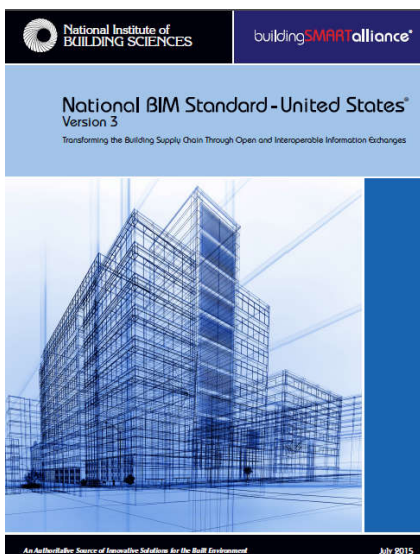
Fonte: Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, 2014.

O guia normatiza e descreve os procedimentos para o desenvolvimento de projetos BIM e é um anexo obrigatório em editais de licitação de projetos no estado.

Em âmbito internacional existem diversos guias de diversas organizações que auxiliam no desenvolvimento e apresentação de projetos BIM. Dentre os internacionais, foram escolhidos os que possuem grande relevância e maturidade devido à quantidade de projetos executados, tempo de utilização do manual, imposição de utilização do BIM pelo governo, dentre outros. A seguir citam-se os guias escolhidos:

a) **Estados Unidos:** A escolha do guia *National BIM Standard Version 3* (2015) se mostra relevante por estar em sua terceira versão em desenvolvimento desde 2005. Isso o torna um dos primeiros documentos para apresentação de projetos BIM no mundo. Além disso, o desenvolvimento do documento procurou incorporar padrões da indústria americana e internacionais, como padrões ISO, tornando o guia aplicável em todo o mundo (NIBS, 2015).

Figura 17 – National BIM Standard Version 3



Fonte: *National Institute of Building Sciences*, 2015.

b) **Singapura:** A BCA implantou em 2008 o sistema de aprovação de projetos BIM mais rápido do mundo, que atualmente se propõe a aprovar em apenas 10 dias. Além disso, o governo impõe metas pesadas de utilização do BIM, como a de em 2015 obter 80% de todos os projetos realizados nesse processo. Nesse contexto, a importância da escolha do **Singapore BIM Guide Version 2 (2013)** se justifica devido a sua eficácia.

Figura 18 – Singapore BIM Guide Version 2



Fonte: *Building and Construction Authority*, 2013.

c) **Finlândia:** A escolha do **Common BIM Requirement – COBIM** foi importante pela relevância global dos países nórdicos no que diz respeito à utilização do BIM. A estatal finlandesa *Senate Properties*, obriga o uso do BIM em seus projetos desde 2007, pelo longo período de utilização, possuem alto nível de maturidade da metodologia.

Figura 19 – Common BIM Requirement



Fonte: *Senate Properties*, 2012.

d) **Nova Iorque:** A agência DASNY já ultrapassou o portfólio de 750 projetos de construção, e mais de 6 bilhões de dólares gastos. O guia **Building Information Model (BIM) Standards Manual (2013)** foi escolhido devido ao *know-how* do órgão governamental e pela clareza que o guia trata os níveis de desenvolvimento.

Figura 20 – Building Information Model (BIM) Standards Manual



Fonte: *Dormitory Authority State of New York*, 2013.

Apesar de no Reino Unido existir um forte incentivo governamental na adoção de BIM nos projetos públicos e o guia ser relevante para o presente estudo, os documentos que compõe **BIM Standards** não estão disponíveis de forma aberta para comunidade o que inviabiliza utiliza-los na pesquisa.

O quadro 3 resume os guias nacionais e internacionais escolhidos para a execução da análise e comparação dos níveis de desenvolvimento.

Quadro 3 - Resumo dos guias nacionais e internacionais escolhidos

GUIA	RESPONSÁVEL	PAÍS	ANO	Nomenclatura adotada
Caderno de apresentação de projetos BIM	Secretaria de Estado do Planejamento - SC	Brasil	2014	SC
National BIM Standard V3	National Institute of Building Sciences	EUA	2015	EUA
Singapore BIM Guide V2	Building and Construction Authority (BCA)	Singapura	2013	SING
Common BIM Requirement COBIM	Sanate Properties	Finlândia	2012	FIN
BIM Standards Manual	Dormitory Authority State of New York (DASNY)	EUA	2013	NY

Fonte: Os autores, 2016.

3.2 ANÁLISE DETALHADA DOS GUIAS

Para atender ao objetivo geral do presente trabalho, a primeira etapa foi a de analisar detalhadamente os guias escolhidos quanto à forma como cada um deles aborda os níveis de desenvolvimento no que diz respeito a: características, conceitos de cada ND, diferenciação de nível de detalhe e nível de desenvolvimento, aplicação ou não de níveis intermediários, divisão dos níveis, como interpretar e utilizar os seus requisitos, entre outros.

3.3 ADAPTAÇÃO DO MODELO

Para a entrega de subsídios para a SEIL-PR, objetivo específico do presente trabalho, foi escolhido um modelo BIM previamente modelado, que durante a inserção dos requisitos para cumprimento do ND-400 do Caderno de Projetos BIM de Santa Catarina, permitiu o levantamento das dificuldades encontradas.

3.3.1 Disciplinas de projeto

O edifício utilizado já foi previamente modelado para utilização no estudo de caso do trabalho de conclusão de curso “**APLICAÇÃO DO BIM NO PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL - Estudo de Caso - Habitação Coletiva em Araucária – PR**” (GANZ *et al.*, 2014). Porém, para este modelo não foram realizadas considerações de níveis de desenvolvimento (ND). Portanto, os elementos inseridos são genéricos, de diferentes bibliotecas de famílias ou modelados pelos autores.

Foram fornecidos os arquivos *.rvt* (arquivo nativo do *software Autodesk Revit*), com as seguintes disciplinas de projeto:

- Arquitetônico;
- Estrutural;
- Hidráulico (esgoto, água fria, águas pluviais);
- Elétrico.

O passo seguinte foi de adaptar o modelo fornecido conforme exigências do Caderno de Apresentações de Projetos em BIM do Estado de Santa Catarina (2014), em um nível de desenvolvimento ND-400 para os principais objetos que compõem as disciplinas de projeto arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico. Essa escolha se deu devido aos níveis possuírem exigências acumulativas, portanto o ND-400 possui todos os requisitos dos anteriores e, além disso, os elementos presentes no modelo, estavam em níveis diversos. O ND-500 não foi incluso na adaptação, por se tratar da etapa de *As-built* da edificação.

Para realizar essa adaptação foi necessário primeiramente identificar todos os elementos presentes no modelo através da criação de planilhas dentro do próprio *software* utilizado.

Em seguida foi criada uma planilha de apoio, onde foram listados todos os elementos constantes no modelo e também inseridos e preenchidos todos os seus requisitos para o nível de desenvolvimento 400 do guia de SC. A figura 21 a seguir representa parte desta tabela, com as informações relativas a uma das portas do modelo.

Figura 21 - Planilha de apoio para preenchimento de ND.

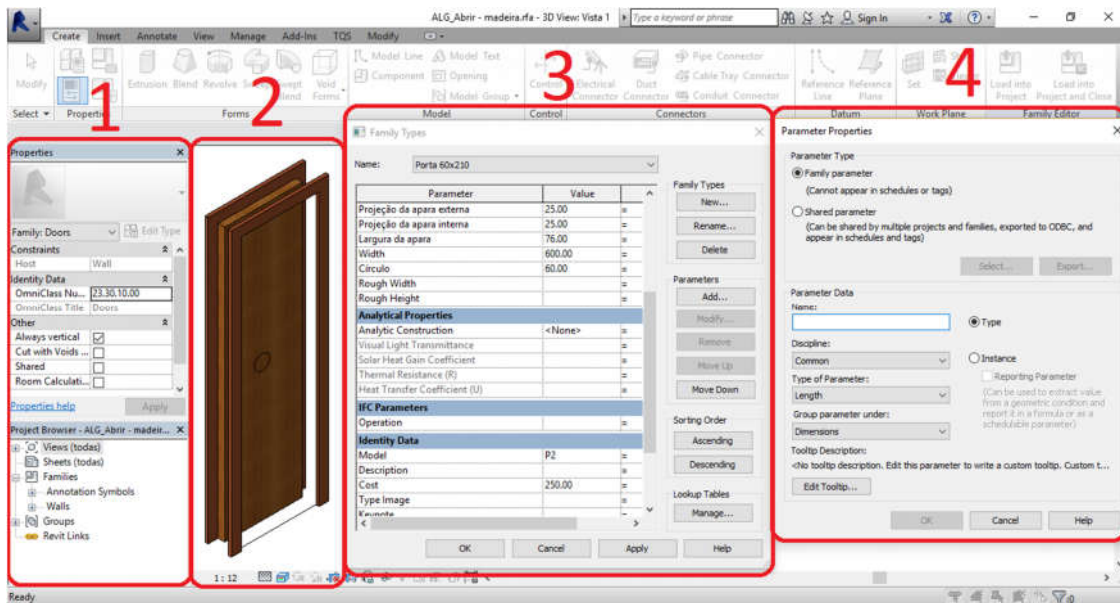
Nome do Elemento	ALG_Abrir - madeira: Porta 60x210
Tipo e dimensões da folha (dimensão da alvenaria e dimensão de acesso)	Porta de abrir Lisa 60x210 cm Parede 20cm
Nível do pavimento	1
Material da folha	Madeira
Tipo e dimensões dos batentes	Batente em PVC Wood 11,0 cm
Material dos batentes	PVC
Tipo e dimensões das guarnições	Guarnição em PVC Wood 6,0 cm
Acabamento da folha	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz
Acabamento dos batentes	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz
Acabamento das guarnições	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz
Fabricante	Pormade
Classificação DEINFRA	42704
Classificação SINAPI	5020
Classificação OmniClass	23-17 11 15 27
Classificação Unifomat	C102001
Representação de solução	Instalado pronto in loco
Resistência acústica	26 dB
Resistência ao fogo	NE
Custo por unidade	R\$ 520.50
Fase construtiva	Aprovação Prefeitura

Fonte: Os autores (2016).

Após o término do preenchimento da planilha e identificação dos campos específicos disponíveis no *software* utilizado (*Revit*), separou-se a mesma em dois subgrupos de parâmetros. O primeiro denominou-se parâmetros nativos do *software* (cor verde), ou seja, os quais já apresentavam campos próprios para preenchimento. O segundo, parâmetros a serem inseridos (cor laranja), foram os itens que não apresentavam campos prévios para preenchimento no programa. O segundo grupo foi inserido como parâmetros compartilhados, pois é funcional para vários tipos de objetos, o que facilitou a criação de todos os campos necessários. A figura 22 a seguir mostra uma tela do programa *Revit*, onde a parte identificada com o número 1 é referente às propriedades de acesso rápido do objeto selecionado, o número 2 por sua vez é o elemento propriamente dito. A parte identificada com o número 3 é referente às propriedades já existentes para o objeto dentro do *software* (parâmetros

nativos) e por fim a parte 4 mostra a tela de inserção de novos campos de parâmetros compartilhados.

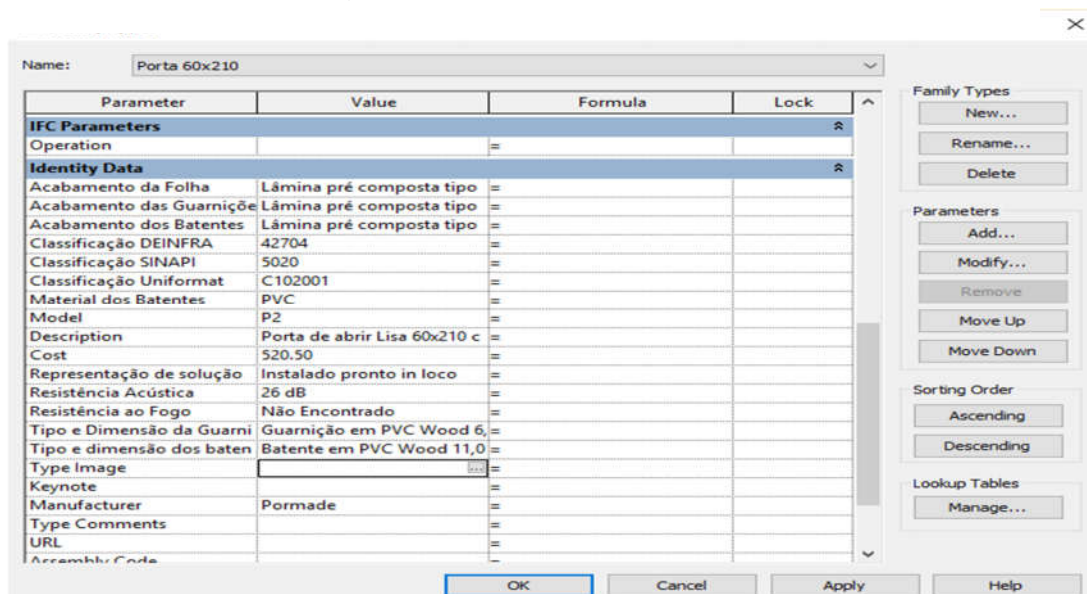
Figura 22 - Tela do Revit mostrando o processo de trabalho para uma porta.



Fonte: Os autores (2016).

Com os devidos campos (parâmetros) adicionados ao modelo, estes foram preenchidos com as informações necessárias. A figura 23 mostra as propriedades de um elemento porta dentro do programa Revit, com todos os campos criados e devidamente preenchidos.

Figura 23 - Campos preenchidos no Revit



Fonte: Os autores (2016).

O preenchimento das informações descritas acima foram realizadas para todos os elementos presentes no modelo conforme ilustrado nas figuras a seguir. Essas figuras 24 e 25 mostram tabelas extraídas diretamente do modelo, onde constam vários requisitos para o ND-400 do Caderno de Projetos BIM de Santa Catarina preenchidos para os elementos de paredes e portas, respectivamente.

Figura 24 - Tabela do Revit onde constam os requisitos ND-400 para paredes.

<Paredes do Projeto>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Family and Type	Manufacturer	Phase Created	Count	Top Offset	Width	Classificação Uniforme	Cost	Base Offset	Fire Rating
Basic Wall: Alvenaria 10cm Int-Int	GAI	aprovação prefeitura	24	0	10	C1020	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvenaria 15 Int-Int	GAI	aprovação prefeitura	188	0	15	C1020	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvenaria 20cm - Ext- E	GAI	aprovação prefeitura	4	0	20	B2010	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvenaria 20cm Int-Int	GAI	aprovação prefeitura	12	0	20	C1020	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvenaria 20cm Int-Int 2	GAI	aprovação prefeitura	4	0	20	C1020	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvnaria 15cm - BWC-	GAI	aprovação prefeitura	20	0	15	C1020	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvnaria 15cm - Ext- B	GAI	aprovação prefeitura	60	0	15	B2010	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvnaria 15cm - Ext- Ex	GAI	aprovação prefeitura	57	0	15	B2010	\$200		1,5 hora
Basic Wall: Alvnaria 15cm - Ext- Int	GAI	aprovação prefeitura	147		15	B2010	\$200		1,5 hora
Basic Wall: Alvnaria 15cm - Ext- Int	GAI	aprovação prefeitura	3	0	15	B2010	\$200	-2	1,5 hora
Basic Wall: Alvnaria 15cm - Int- BW	GAI	aprovação prefeitura	60	0	15	C1020	\$200	-2	1,5 hora

Fonte: Os autores (2016).

Figura 25 - Tabela do Revit onde constam os requisitos ND-400 para portas.

<Todas as Portas do Projeto>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Family and Type	Acabamento da Folha	Classificação DENFRA	Classificação SINAPI	Resistência Acústica	Resistência ao Fogo	Manufacturer	Count	Cost
ALG_Abrir - madeira: Porta 60x21	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz	42704	5020	26 dB	Não Encontrado	Pormade	25	\$520.5
ALG_Abrir - madeira: Porta 70x21	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz	42704	5020	26 dB		Pormade	48	\$520.5
ALG_Abrir - madeira: Porta 80x21	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz	42704	5020	26 dB		Pormade	24	\$520.5
ALG_Abrir - madeira: Porta 80x22	Lâmina pré composta tipo Curupixá com verniz	42704	5020	26 dB		Pormade	6	\$520.5

Fonte: Os autores (2016).

Durante todo esse processo citado anteriormente, foram anotadas as dificuldades encontradas que são apresentadas no item “4.2 Adaptação do modelo”.

3.4 COMPARAÇÃO DOS GUIAS POR ELEMENTOS

Buscando a comparação entre os níveis de desenvolvimento dos guias aplicados a objetos, foram escolhidos alguns elementos de cada disciplina de projeto. Para tal, foi realizado o levantamento de todos os presentes no modelo, os quais foram agrupados por similaridade. Analisando os itens e por o modelo ser

referente de um empreendimento popular, não apresentou grande variedade de objetos, a escolha então foi realizada baseando-se em quantidade de aparições dos elementos. Segue itens escolhidos para cada disciplina:

- Arquitetônico: parede interna de alvenaria, porta interna e janela externa;
- Elétrico: eletroduto, caixas de passagem 4x2”;
- Hidráulico: tubos, conexão;
- Estrutural: baldrame, fundação.

Após escolha dos itens, foram levantados os requisitos exigidos por cada guia para cada elemento. Essas exigências foram apresentadas em forma de quadros individuais para cada elemento com os campos criados de maneira a apresentar todas as informações de forma clara e objetiva, sendo que para cada guia os quadros são diferentes, visto que os requisitos divergem. O quadro 4 mostra exemplo do que foi apresentado especificamente pelo de Santa Catarina.

Quadro 4 - Parte dos requisitos de uma parede do guia de Santa Catarina

Parede					
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e espessura	x	x	x	x	x
Restrição da base	x	x	x	x	x
Deslocamento da base	x	x	x	x	x
Deslocamento do topo	x	x	x	x	x
Restrição do topo	x	x	x	x	x
Altura	x	x	x	x	x

Fonte: Os autores (2016).

Após da comparação individualizada de cada elemento, foram realizadas análises pertinentes quanto a cada um deles. As considerações são quanto à similaridade entre os guias, nível de exigências, particularidades, adoção de quadros genéricos, requisitos para disciplinas complementares, entre outros.

3.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS GUIAS

As análises detalhadas dos guias, somadas as comparações por elementos e as dificuldades encontradas durante a adaptação do modelo, embasaram a parte final do trabalho que consiste na análise comparativa dos guias de forma geral.

Essas análises finais foram quanto aos conceitos de ND adotados pelos guias, divisão dos níveis, adoção ou não de níveis intermediários, interferência ou não do plano de execução de projetos nos níveis de desenvolvimento, apresentação dos requisitos, adoção de classificações, exigências dos guias, entre outros.

3.6 SUBSÍDIOS PARA A SEIL

Após a realização da adaptação do modelo foi possível detalhar todas as dificuldades encontradas durante o processo de trabalho e conforme já citado anteriormente essas foram organizadas e apresentadas no item 4.2 “ADAPTAÇÃO DO MODELO”.

As dificuldades juntamente com todas as análises comparativas realizadas são apresentadas como cumprimento ao objetivo específico do trabalho que é de gerar subsídios para a Secretaria do Estado de Infraestrutura e Logística do Paraná, auxiliando a criação do guia estadual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DETALHADA DOS GUIAS QUANTO AOS NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO

4.1.1 Caderno de Apresentação de Projetos BIM da Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina (SPG-SC)

O Guia de Santa Catarina, por ser pioneiro e único do gênero no âmbito nacional, foi o primeiro guia a ser analisado. Para tal, foi aprofundada a análise do guia quanto ao seu tratamento dos Níveis de Desenvolvimento.

O Caderno de Apresentação de Projetos em BIM faz uma relação direta entre os ND's e as etapas/fases dos projetos. O quadro 5 mostra a correlação adotada.

Quadro 5 - Correlação entre ND e etapas de projeto

Nível de desenvolvimento	Etapas	Fases
ND 0	Levantamento de Dados (LV)	Concepção do Produto
	Programa de Necessidades (PN)	
	Estudo de Viabilidade (EV)	
ND 100	Estudo Preliminar (EP)	Definição do Produto
ND 200	Anteprojeto (AP)	Identificação e Solução de Interfaces
ND 300	Projeto Legal (PL)	
ND 350	Projeto Básico (PB)	
ND 400	Projeto Executivo (PE)	Projeto de Detalhamento de Especialidades
ND 500	Licitação da Obra	Pós-Entrega do Projeto
	Contratação da Obra	
	Obra Concluída	

Fonte: adaptado de Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (2014).

De forma mais detalhada, tem-se que:

- ND 0 - Levantam-se dados para responder as perguntas do 5W2H (Oque? Por quê? Quem? Como? Onde? Quando? Quanto?). Nesse ND é verificada a viabilidade do produto;

- ND 100 - Nesse nível podem-se incluir elementos 3D no projeto com representação genérica, que auxilia em estudos de massa. Trata-se de um estudo conceitual e serve como base para o planejamento;
- ND 200 - Os elementos passam a ser genéricos, já com definições básicas de dimensões. A partir dessa etapa inicia-se o desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico e demais elementos do empreendimento já de forma consolidada, pode-se então verificar a viabilidade técnica e econômica e criar projetos legais;
- ND 300 - Os elementos são representados graficamente como um sistema específico, objeto ou conjunto, em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação;
- ND 350 - Elementos genéricos são transformados nos elementos definitivos, com visão da construção e isso possibilita realizar a interface entre as disciplinas (compatibilização entre as disciplinas);
- ND 400 - Este nível contempla o final do projeto, com todos os seus detalhamentos, permitindo dessa forma, gerar informações para execução da obra. Ainda nessa etapa são realizadas avaliações de custos, métodos construtivos e prazos;
- ND 500 - Esta etapa consiste na geração do projeto de “*As Built*” e manuais.

Como há essa relação entre ND e etapa de projeto, deve-se entender os níveis como requisitos a serem atingidos para realizar entregas parciais de projetos. O Caderno de Apresentações define alguns requisitos específicos que deverão ser acrescentados no modelo, como parâmetros de Dados de Identidade, para posterior extração dos dados em planilhas de quantitativos e materiais. Inicialmente, há a necessidade de os elementos estarem classificados em pelo menos um sistema dos quatro citados (DEINFRA, SINAPI, *Uniformat*, *Omniclass*).

Outros requisitos específicos são apresentados em forma de quadros separados por grupos de elementos, onde apresentam as informações necessárias a serem atingidas em cada nível de desenvolvimento. A figura 26 mostra um desses quadros.

Figura 26 - Requisitos de ND para itens arquitetônicos genéricos e complementares do modelo.

Demais itens do projeto Arquitetônico e complementares					
Informações	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e dimensões	x	x	x	x	x
Função		x	x	x	x
Material			x	x	x
Fabricante			x	x	x
Classificação DEINFRA			x	x	x
Classificação SINAPI			x	x	x
Classificação Omniclass			x	x	x
Classificação Unifomat			x	x	x
Representação de solução				x	x
Resistência ao fogo					x
Custo por unidade					x
Fase construtiva	x	x	x	x	x
Observação 1: Os referidos itens, quando consumidores de energia elétrica, deverão trazer a informação de potência (W, kW, VA, kVA), corrente (mA, A) e tensão (V).					
Observação 2: Para os referidos itens, deverão ser consideradas as informações fundamentais acerca do elemento em questão. Ex.: tubulações devem trazer informações adicionais de diâmetro e classe de pressão.					
Observação 3: Se for preciso, a CONTRATADA deverá criar novos parâmetros para classificar os elementos e materiais do projeto a serem extraídos para cada Quadro.					

Fonte: Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (2014).

Essas informações serão sempre acumulativas, tornando impossível a entrega de um projeto sem atingir o ND anterior por completo.

Os quadros do caderno são cinco ao total, separados em paredes externas e internas, portas, janelas, mobiliários e demais itens do projeto Arquitetônico e complementares, conforme figura 26. Entre esses quadros existem diferenças das informações requisitadas, conforme critério da SPG-SC. O quadro “Demais itens do projeto Arquitetônico e complementares” procura funcionar como um quadro genérico, funcional para todos os itens que não se enquadrarem nos demais. Dentro desse quadro existem observações que são particularidades para os projetos complementares, para projetos elétricos, por exemplo devem-se para os itens consumidores de energia trazer informações de potência, corrente e tensão e para projetos hidráulicos devem ser adicionadas informações de diâmetro e classe de pressão.

4.1.2 *National BIM Standard – United States Version 3 – National Institute of Building Sciences (NIBS-EUA)*

O Guia NBIMS, consiste em cinco capítulos e a sua seção “2.1 *Introduction to Reference Standards*” define os documentos que são utilizados de forma integral ou parcial pela NIBS. Entre esses documentos estão as tabelas *OmniClass*, que devem ser utilizadas sempre em sua versão mais atualizada e para especificações de níveis de desenvolvimento, foco do presente trabalho, foi adotado especificamente o documento *LOD Specification*, de agosto de 2013.

O *LOD Specification* foi criado pela AIA para o *AIA G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form*. Tratam-se de tabelas divididas em níveis de desenvolvimento que definem e ilustram características de diferentes elementos de vários sistemas de construção e esses elementos, por sua vez, são organizados pela CSI *UniFormat*TM 2010.

Essas tabelas não pretendem prescrever quais níveis de desenvolvimento devem ser alcançados em cada fase de um projeto, porém, deixam evidente para o usuário as especificações necessárias durante a execução de um modelo de forma progressiva. Ou seja, funcionam como uma ferramenta de comunicação. Segundo a NIBS (2015), os principais objetivos das tabelas do *LOD Specification* são:

- Deixar claro para equipes e proprietários o que deve ser entregue dentro de um trabalho em BIM;
- Ajudar gerentes de projetos explicarem às equipes, informações e detalhes que precisam ser fornecidas durante o processo de modelagem;
- Fornecer padrões que possam ser referenciados em contratos e planos de execução em BIM.

As definições de níveis de desenvolvimento utilizadas nessa especificação são as mesmas criadas pelo AIA, com apenas duas exceções. A primeira é quanto à utilização do nível 350 criado pelo BIMForum, que é um nível intermediário, necessário para definir os elementos do modelo com um desenvolvimento suficiente para possibilitar uma coordenação detalhada entre as disciplinas de projeto. Permite, por exemplo, realizar a detecção de conflitos (*clash detection*). Outra exceção é quanto à exclusão do ND-500, pois se trata do processo de *as-built*, ou seja, é a verificação em campo do que foi executado e sua posterior representação.

Para análise comparativa, foi adotado o *LOD Specification* de outubro de 2015, pois essa versão foi atualizada com mais ilustrações gráficas facilitando a interpretação dos dados, além de separar as informações em duas partes: Parte A, com especificações geométricas e Parte B com informações não geométricas.

4.1.2.1 *LOD Specification*

Como citado pela NBIS, o *LOD Specification* trata de níveis de desenvolvimento sem uma relação direta com etapas de projeto. As definições de cada nível pela AIA e BIMForum estão expostas no quadro 6.

Quadro 6 - Critérios de Níveis de Desenvolvimento pelo AIA.

<i>LOD Specification</i>	Definição
LOD 100	O Elemento do Modelo pode ser representado graficamente com um símbolo ou outra representação genérica, mas não deve satisfazer os requisitos do LOD 200. Informações relacionadas ao Elemento do Modelo (ex. custo por metro quadrado, capacidade de BTU de ar condicionado, etc.) podem ser derivadas de outro Elemento do Modelo.
LOD 200	O Elemento do Modelo é representado graficamente como um sistema genérico, como um objeto ou uma montagem, com quantidades, tamanhos, formas, localização e orientação aproximadas. Informações não gráficas também podem ser inseridas ao Elemento do Modelo.
LOD 300	O Elemento do Modelo é representado graficamente como um sistema <i>específico</i> , objeto ou montagem com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não gráficas também podem ser inseridas ao Elemento do Modelo.
LOD 350	O Elemento do Modelo é representado graficamente como um sistema <i>específico</i> , objeto ou montagem com quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e com interface a outras disciplinas de projeto. Informações não gráficas também podem ser inseridas ao Elemento do Modelo.
LOD 400	O Elemento do Modelo é representado graficamente como um sistema específico, objeto ou montagem no que diz respeito a quantidade, tamanho, forma, localização e orientação com detalhamento, fabricação, montagem e informações de instalação. Informações não gráficas também podem ser inseridas ao Elemento do Modelo.
LOD 500	O Elemento do modelo é a representação de uma verificação em campo no que diz respeito a tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não gráficas também podem ser inseridas ao Elemento do Modelo.

Fonte: AIA (2015).

Para o documento, os termos *Specific* e *Actual* dentro das tabelas de especificações de ND dos elementos, devem ser interpretados da seguinte forma:

- *Specific* (específico(s)): as quantidades, tamanho, forma, localização e orientação do elemento devem ser levantadas da forma como ele foi modelado

(desenhado), não tendo, portanto a necessidade de acrescentar informações não modeladas;

- *Actual (real(is))*: no modelo está incluído todas as informações qualitativas dos elementos nele inseridos e deve ser representado da forma como será instalada pelo fabricante, ou dependendo do caso, montado.

Para a utilização da tabela, deve-se respeitar a ordem de precedência da classificação *UniFormat* dos elementos. Ou seja, em caso de conflitos, as expansões mais específicas tem precedência perante expansões menos específicas. Por exemplo, definições no nível C1010, prevalecem perante definições C10, que por sua vez, prevalece diante das definições Fundamentais.

Os ND's fornecem níveis progressivos que definem um elemento do conceitual para específico, porém, cinco etapas devem ser cumpridas. Portanto, os ND's devem ser considerados como requisitos mínimos, pois só pode se avançar de nível quando todos os requisitos do nível anterior forem cumpridos.

Deve ser notado que os requisitos são acumulativos, ou seja, no nível 300 devem ser contemplados todos os requisitos dos níveis 200 e 100.

Outro ponto importante definido pelo *LOD Specification* é o de que ele não prescreve quem deve ser o autor das informações necessárias para atingir um certo ND, pois considera que não existe uma única forma sequencial de modelagem e que, inevitavelmente irá variar de um projeto para outro. Tendo isso em mente, o documento segue a definição do AIA E203-2013, de *Model Element Author (MEA)*, em tradução livre Autor do Elemento do Modelo. Esse conceito diz que o MEA é um indivíduo ou entidade, que é responsável por gerir e coordenar o desenvolvimento de um elemento para o ND 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.

Comumente, arquivos em 2D são adicionados aos elementos como forma de adicionar informações suplementares. O documento do AIA deixa claro que apenas trata de modelos 3D e suas informações não gráficas associadas.

Outro ponto enfatizado pela AIA no documento é o de que não existe correspondência entre Níveis de Desenvolvimento e fases de projeto. Portanto, em uma fase de projeto, pode-se encontrar elementos em níveis variados. Diante disso, não é lógico, por exemplo, cobrar um modelo em nível de desenvolvimento 200, como requisito à conclusão da fase de desenho esquemático.

Um dos pontos mais importantes do documento utilizado pela NBIS é o de trabalhar em conjunto com um BIMXP (*BIM Project Execution Planning*), que como o nome já diz, é um plano de execução de projetos.

Segundo o NIBS (2015), para a implantação eficaz do BIM, a equipe de projeto deve ter um plano detalhado e abrangente, de tal forma que permita todas as partes envolvidas no fluxo de trabalho do projeto estar cientes de suas oportunidades e responsabilidades, sendo dessa forma, o objetivo do BIMXP. Além de definir os usos apropriados do BIM dentro do projeto e permitir o monitoramento do progresso do trabalho da equipe, garante o atingimento máximo dos benefícios da implantação do BIM. Portanto, o plano interfere diretamente nos níveis de desenvolvimento, pois traz flexibilidade de escolha à equipe de trabalho e principalmente para o gerente de projeto dos requisitos necessários para cada nível. Essa metodologia praticada pelo *LOD Specification* tem como premissa a de que cada projeto é único e dono de particularidades, e os requisitos de níveis de desenvolvimento podem não ter o mesmo grau de importância conforme cada empreendimento.

O planejamento do BIMXP inclui quatro etapas, onde se deve:

- a) Identificar os usos relevantes do BIM durante as fases de planejamento de projeto, modelagem, construção e operação.
- b) Projetar o processo de execução com a criação de um mapa de processo.
- c) Definir as entregas em BIM conforme documentos “*Information Exchanges*” específicos do NBIMS.
- d) Desenvolver a infraestrutura necessária na forma de contratos, procedimentos de comunicação, tecnologia e controles de qualidade para suportar a implantação.

A meta para padronizar esse procedimento estruturado é estimular o planejamento e a comunicação direta pela equipe do projeto, durante as fases iniciais. A orientação da NIBS é de que esse planejamento deve incluir todos os membros que possam ter um papel significativo no projeto, já pensando que cada projeto possui particularidades, não existindo uma forma única ou melhor de realizá-lo. Assim, cabe a cada equipe definir a estratégia que atenda aos seus objetivos.

Ou seja, o guia da NBIMS, adota o documento da AIA *LOD Specification*, como parâmetros para os níveis de desenvolvimento, porém, os requisitos a serem adotados serão dependentes totalmente do BIMXP, deixando livre à equipe de

projeto, definir conforme cada entrega ou etapa, o que melhor se adapta à sua realidade.

Conforme explanado, o documento *LOD Specification* de 2015 separa informações geométricas e não geométricas em duas partes, sendo que as não geométricas estão dispostas em um arquivo em formato “.xlsx” com o nome de *LOD 2015 Element Attributes Tables*. Esse arquivo mantém a mesma organização do *LOD Specification*, com os itens dispostos de forma hierárquica pela classificação *UniFormat*. A figura 27 apresenta como ocorre a organização dessas tabelas.

Os dois primeiros itens destacados em vermelho, correspondem a descrição do código *UniFormat* e as tabelas de atributos relevantes. Esta, por sua vez, funciona como um índice que remete às outras abas do documento, que são identificadas conforme informações associadas ao sistema que estiver analisando. Os outros dois itens destacados são referentes aos *Milestones*, que em português são entendidos como objetivos a serem atingidos. Esses objetivos estão separados em padrões e específicos de projetos, sendo que o primeiro está relacionado com as tradicionais fases de projeto e as específicas são definidas pelo BIMXP conforme necessidade de cada projeto.

Figura 27 - Tabela inicial do documento *LOD 2015 Element Attributes Tables*

					SD			DD			Estimating					
UniFormat Level					Date			Date			Est. 1					
1	2	3	4	Use on this project	Relevant Attribute Tables			LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes
A					SUBSTRUCTURE											
A	10				Foundations											
A	10	10			Standard Foundations											
A	10	10	,10		Wall Foundations											
A	10	10	,30		Column Foundations											
A	10	20			Special Foundations											
A	10	20	,80		Grade Beams											
A	20				Subgrade Enclosures											
A	20	10			Walls for Subgrade Enclosures											
A	40				Slabs-on-Grade											
A	40	10			Standard Slabs-on-Grade											
A	40	20			Structural Slabs-on-Grade											
B					SHELL											
B	10				Superstructure											
B	10	10			Floor Construction											

Sistemas Construtivos
Tabela de Atributos
Objetivos (Milestones)
Objetivos Específicos

Fonte: AIA (2015).

Para a utilização da tabela deve-se identificar um elemento conforme classificação *UniFormat* e pelo seu material, localizar a aba da tabela de atributos relevantes.

Essa Tabela de Atributos é separada em três partes. A primeira parte traz uma descrição de cada atributo, a segunda parte é a lista de Níveis de Desenvolvimento separados em 100, 200, 300, 350 e 400 (os atributos já trazem um preenchimento prévio que representa práticas atuais de usuários BIM proficientes) e a terceira parte é utilizada para marcar os atributos relevantes dos objetivos específicos (*Milestones*). A figura 28 traz a Tabela de Atributos de uma porta externa e as suas marcações de ND padrões.

Figura 28 - Tabela de atributos de uma porta externa

B – Ext. Doors		Part 1 - Attribute Description				Part 2 - LOD Profile					Part 3 - Example Project-Specific Miles			
Attribute	Data Type	Units	Option Examples	Commentary	100	200	300	350	400	Est. 1	Bid Pkg.	Check	Sub	
Type	Text	N/A	single, double, sliding, etc.			x	x	x	x					
Material - frame	Text	N/A	wood, metal, glass,				x	x	x					
Material - panel	Text	N/A	solid core / hollow core, wood/metal, etc.				x	x	x					
Hardware set	Text	N/A	reference to schedule				x	x	x					
Fire Rating	Text	N/A	options: [UL label - A,B,C,D,E,S]				x	x	x					
Coating - frame			options, multiple:[Purolytic (hard coat), Sputter (soft coat), Low E, Metallic, Ceramic Frit, Opaci Coat, Digital]											
Coating - panel														
Wind Load Capacity			psf											
Windbourne Debris Resistance			options:[yes, no, class]											
Thermal Resistance			R-value (h-ft ² -F/Btu)											
Air Infiltration			options:[yes, no, class]											
Shading Coefficient			options:[yes, no, class]											
Solar Heat Gain			options:[yes, no, class]											
Visible Light Transmission			options:[yes, no, class]											
Sound Transmission			options:[yes, no, class]											
Forced Entry Resistance			options:[yes, no, class]											
Bullet Resistance			options:[yes, no, class]											

Fonte: AIA (2015).

O *LOD Specification 2015* indica três formas para utilização dessas tabelas. Na primeira forma a equipe de projeto usa a lista de atributos já previamente preenchida pelo AIA, onde essas marcações representam um consenso de práticas correntes de usuários proficientes em BIM. Na segunda forma de utilização a equipe deve fazer uma relação própria entre níveis de desenvolvimento e os requisitos, e cabe a eles editar os campos do *LOD Profile* para atingir os requisitos do projeto. Na terceira forma de utilização, equipe deve criar novos objetivos específicos

(*milestones*) e definir os requisitos para cada um desses objetivos, o que traz grande flexibilidade para cada etapa.

Nesse trabalho foi escolhida a primeira forma de utilização, que apresenta a marcação prévia, sem nenhuma alteração.

4.1.3 *Singapore BIM Guide – Building and Construction Authority (BCA - SING)*

O *Singapore BIM Guide – Version 2 (2013)* é um documento que tem como foco dar clareza sobre a exigência do uso do BIM nas diferentes fases do projeto e contribuir na aplicação deste processo no dia-a-dia de trabalho dos profissionais da área. O guia é dividido em quatro capítulos:

- 1) *BIM Execution Plan*: aborda o plano que deve ser realizado no início do projeto. Tem como objetivo definir os papéis e as responsabilidades de todos os envolvidos, compreensão das metas e estratégias para implementação do BIM no projeto e fornecer uma base para medir a progressão do projeto.
- 2) *BIM Deliverables*: especifica “o quê” deve ser entregue por todos os envolvidos nas diferentes fases do projeto através da *BIM Objective and Responsibility Matrix*, (em tradução livre Matriz Objetivo Responsabilidade BIM). Este capítulo também define o que são elementos BIM e os atributos que estes podem conter.
- 3) *BIM Processes*: define “como” e quais os passos que devem ser adotados para criar e compartilhar as entregas BIM. O guia fornece um conjunto de possíveis diretrizes de modelagem e procedimentos de colaboração para orientar os membros do projeto nas diferentes fases.
- 4) *BIM Professionals*: descreve “quem” são os responsáveis pela definição, gestão e conclusão do *BIM Execution Plan*.

Dentre estes capítulos acima citados, vale trazer o *BIM Deliverables* de maneira pormenorizada, devido sua importância no presente trabalho. O guia comenta que as entregas do projeto devem ser adequadas com o que foi definido no início do projeto e depois, os principais membros do projeto serem nomeados, de modo a acomodar suas participações. Cada entrega geralmente consiste de um conjunto de elementos do modelo de BIM. Cada elemento é uma representação digital das características físicas e funcionais de um real componente de construção para ser utilizado no projeto.

Um conjunto típico de elementos BIM foi categorizado por disciplina de projeto e colocado em forma de apêndice no guia. Este apêndice serve como uma importante ferramenta para definição dos elementos que devem estar contidos nas entregas do projeto. Os elementos devem ser marcados e as informações necessárias devem ser descritas, conforme mostra a figura 29.

Outro aspecto importante que o *Singapore BIM Guide – Version 2* no capítulo *BIM Deliverables* indica, é a respeito da capacidade dos elementos BIM conterem informações.

O guia chama de atributos esta capacidade e classifica as informações em geométricas (tamanho, volume, forma, altura e orientação) e não-geométricas (dados do sistema, dados de desempenho, conformidade regulatória, especificações e custo). O guia comenta que há uma série de esforços nacionais e internacionais que tentam definir e padronizar os atributos para cada elemento BIM, de modo evitar o excesso de informações. Dito isso, há uma referência direta ao documento *LOD Specification* de agosto de 2013, o qual já foi comentado anteriormente.

De maneira similar ao guia NBIMS, para análise comparativa foi adotado o *LOD Specification* de outubro de 2015, pois essa versão se trata da versão mais atualizada do documento.

Figura 29 - Elementos BIM de arquitetura, apêndice A do Singapore BIM guide
(i) ARCHITECTURAL BIM ELEMENTS

	Element	Elements or Parameters needed by each non-Architectural discipline
Site Model	Site infrastructure within site boundary (roads, pavements, car park spaces, access and parking arrangements and surrounding land use)	
	Street fire hydrant (only indication of locations necessary)	
	Surface drainage (only indication of locations necessary)	
	External drainage & underground drainage	
	Hard landscaped areas within site boundary	
	Planter boxes including sub-soil drainage systems	
	Massing of adjacent buildings relevant to project	
Rooms / Spaces	Room spaces, corridors, other spaces, plant and equipment rooms (including designated use)	
Walls and Curtain Walls	Interior / Exterior walls / Non-structural walls / Blockwork walls (Including finishes to identify if tiled / painted / plastered)	
	Curtain wall with mullions and transoms with true profile and window glazing units including shading devices	
Doors, Windows and Louvers	Interior / Exterior doors	
	Interior / Exterior windows	
	Louvers	
Basic structure	Beams (based on location and size indicated by the Structural Engineer)	
	Columns (based on location and size indicated by the Structural Engineer)	

Fonte: *Building and Construction Authority*, 2013.

4.1.4 COBIM Common BIM Requirements – Senate Properties (FIN)

O COBIM - *Common BIM Requirements* (2012), descreve os requisitos e conceitos básicos para o uso do BIM em projetos de construção, bem como orienta cada fase do projeto. O guia está dividido em 13 partes, as quais são chamadas de séries, que compreendem desde aspectos mais generalizados até temas mais específicos, como análise energética, garantia de qualidade do projeto e uso e manutenção do empreendimento.

Dentre estas séries, quatro delas mostraram-se relevantes para o presente estudo: série 1 - *General Part*; série 3 – *Architectural Design*; série 4 - *MEP Design*; série 5 – *Structural Design*. As demais séries não abordam a questão de níveis de desenvolvimento.

A série 1 (*General Part*) aborda de maneira mais generalizada os requisitos dos processos associados com BIM. Nela são apresentadas as diferentes fases do processo de construção:

- *Needs and objectives*: durante esta fase, as necessidades e objetivos dos contratantes são avaliados com base em questionários e não envolvem necessariamente um modelo espacial;
- *Design of alternatives*: nesta fase a solução básica mais adequada é investigada pelos projetistas utilizando modelos espaciais com baixa precisão geométrica;
- *Early design*: a solução para o projeto básico que foi selecionado na fase anterior é desenvolvida. Os modelos devem permitir a visualização e a análise rápida, ilustrativa e interativa;
- *Detail design*: detalhamento da fase de concepção, onde nível de precisão para a informação gerada é significativamente aumentado. O conteúdo de informação e o nível de precisão dos modelos são definidos pelas séries 3-5 do guia.
- *Contract and tendering stage*: nesta fase serão entregues para o contratante as planilhas de quantidades, visualizações e outros documentos com o propósito de facilitar a preparação das propostas e o planejamento dos trabalhos de construção;

- *Construction*: os modelos são utilizados para organização dos processos construtivos, estudar os projetos e estruturas, planejar procedimentos de instalação e coordenar equipes de trabalho;
- *Commissioning*: são gerados documentos importantes às fases de manutenção da edificação e *as-built*.

A série 3 (*Architectural Design*) trata especificamente da disciplina arquitetônica e os seus requisitos obrigatórios em todas as fases do ciclo de vida da edificação.

Quanto aos Níveis de Desenvolvimento, essa série do guia apresenta uma tabela chamada de *Architecture Model Content Requirements*, que indica os requisitos conforme a utilização pretendida (desenho esquemático, manutenção, *as-built*, e outros).

Nessa tabela, os elementos possuem classificação própria finlandesa TALO2000. Pela figura 30 pode-se ver parte dessa tabela.

Figura 30 - Parte da tabela Architecture Model Content Requirements

Talo 2000 classification	NOA	SD	DA	DEV	BPE	DET	BID	CONS	H	MAIN
11 Site elements (Site BIM)										
111 Ground elements										
1111 Clearing elements						O1	O1	O1	O1	O1
1114 Filling on site										
1115 Embankments										
1119 Other ground elements										
113 Paved and green areas										
1131 Traffic area pavings										
1132 Parking area pavings										
1133 Leisure and play area pavings										
1134 Green areas										
1139 Other area pavings										
114 Site equipment										
1141 Building equipment						O2	O2	O2	O2	O2
1142 Leisure equipment						O2	O2	O2	O2	O2
1143 Play equipment						O2	O2	O2	O2	O2
1144 Site signage										
1149 Other site equipment										
115 Site construction										
1151 Yard sheds			O1	M1	M1	M2	M2	M2	M2	M2
1152 Yard shelters and pergolas				O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1
1153 Fences and retaining walls				O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1
1154 Site stairs, ramps and terraces				O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1
1155 Site parking facilities						O2	O2	O2		
1159 Other site constructions										

Fonte: Senate Properties, 2012.

Na figura 30, a linha superior indica as fases do processo de execução de uma edificação, a coluna da esquerda os elementos conforme classificação

TALO2000 e os campos com as siglas, O, M, 1, 2 e 3, que correspondem respectivamente a opcional, obrigatório, nível 1, nível 2 e nível 3.

Os três níveis são entendidos como níveis de conteúdo BIM e são similares aos ND's adotados em outros guias. Segundo critério do *Senate Properties* (2012), eles são definidos como:

- Nível 1: uso típico do modelo é para colaboração e comunicação entre os projetistas; posição e geometria devem estar de acordo com os requisitos; as partes da construção são nomeadas descritivamente;
- Nível 2: o típico uso do modelo é para as fases de desenho preliminar e esboço, onde são feitas análises energéticas e quantitativos de materiais para orçamentação. A posição e geometria dos elementos devem estar de acordo com os requisitos. Partes da construção e tipo são nomeadas corretamente e são modelados de uma forma que quantitativos e outras informações essenciais para estimativas de custos possam ser lidas a partir do modelo.
- Nível 3: o modelo é tipicamente utilizado para cronograma de construção e realização de compras pelo contratante. A posição e geometria dos elementos devem estar de acordo com os requisitos. Informações relevantes para realização de compras devem ser adicionadas aos objetos no modelo de tal forma que possam ser listadas.

A série 4 (*MEP design*) é direcionada à modelagem HVAC (ar condicionado), elétrica e hidráulica ou, simplesmente modelagem MEP. Nesta série, através do seu apêndice 1, são encontrados os requisitos necessários à modelagem. Estes por sua vez, são divididos em duas subáreas, projeto de desenvolvimento e projeto detalhado, conforme mostra a figura 31. O Projeto de desenvolvimento basicamente é a etapa em que os projetos MEP servem de suporte para a realização dos modelos arquitetônicos e estruturas e, portanto, não carregam um alto nível de informações. Já o projeto detalhado, por sua vez, apresenta um nível de precisão de informação muito mais apurado.

Figura 31 - Requisitos para modelagem MEP do COBIM

Component / Funktion	Design Development				Detailed Design			
	2D	BIM	Accuracy of geometry	Information content	2D	BIM	Accuracy of geometry	Information content within m networks and systems
Piping networks								
Main pipe routes DN20 - DN32 Cu18 - Cu35	x	x	Under the slab, demonstrating routing. Cannot be used for void provisions nor bill of quantities.		x	x	In place of the 2D-section drawings. Must be possible to make installation according the combined model analysis	Material DN-size, Volume flow, Pre
Main pipe routes DN40 -> Cu42 ->	x	x	Under the slab, demonstrating routing. Cannot be used for void provisions nor bill of quantities.		x	x	In place of the 2D-section drawings. Must be possible to make installation according the combined model analysis	Material, DN-size, Volume flow, Pre 2D-drawings, absolute height level line (to center of pipe)
Connecting pipes					x	x	Must be possible to make installation according the combined model analysis. Pipes of DN10-25 can intersect each others	Material, DN-size, Volume flow, Pre
Insulation						x	No requirement for separate insulation object on pipe. Pipe outer diameter has to contain insulation thickness	Type of insulation and thickness. If or another material clearly affectin information has to be in data conten in dimension line

Fonte: Senate Properties, 2013.

A primeira coluna do apêndice 1 presente no guia COBIM, traz os principais componentes (elementos) de um modelo MEP e as colunas seguintes, os seus respectivos atributos de acordo com a fase do projeto.

A série 5 (*Structural Design*) é referente à disciplina estrutural. Nessa série os requisitos são divididos em fases de projeto, onde cada fase contém informações específicas a serem atingidas durante a modelagem.

A primeira fase de projeto é chamada de projeto geral, nela os elementos são modelados com uma geometria básica e localização aproximadas.

A segunda fase é chamada de projeto de concessão, onde o modelo é desenhado para atingir um nível requerido por entidades reguladoras. Nesta fase estruturas de concreto têm localização real, além de fornecer capacidade ao projetista MEP avaliar disponibilidade de espaço para suas disciplinas de projeto e verificar compatibilidade. Geometria e localização devem ser exatas, e devem-se incluir armaduras em elementos tipo.

A terceira fase é a de projeto de execução, ela tem por objetivo fornecer documentação para montagem e execução das estruturas, ou seja, devem ser modelados os elementos de acordo com a realidade.

Cada uma dessas fases contém regras para modelagem separadas por elementos e essas regras estão representadas no guia através de quadros dispostos em seus anexos. A figura 32 demonstra parte do quadro para projeto geral.

Figura 32 - Quadro de requisitos estruturais para Projeto Geral.

General design			
Structure	Building part	x/(x)	Accuracy
Foundations	Piling	(x)	
	Footings	x	Modeled accurately in terms of basic geometry and location
	Foundation walls	x	Modeled accurately in terms of basic geometry and location
	Foundation columns	x	Modeled accurately in terms of basic geometry and location
	Base beams	x	Modeled accurately in terms of basic geometry and location
	Thermal insulation	(x)	
Substructure	Substructure slabs	x	Modeled accurately in terms of basic geometry of and location of the load-bearing portion
	Substructure canals	(x)	
	Special base floors	(x)	
	Thermal insulation	(x)	

Fonte: *Senate Properties* (2012).

4.1.5 *DASNY BIM Manual – Dormitory Authority State of New York (DASNY-EUA)*

O *DASNY BIM Manual* do estado americano de Nova Iorque adota os critérios de Níveis de Desenvolvimento de forma alinhada com o documento *AIA-Exhibit E202*, conforme descrito a seguir:

LOD 100 – O modelo inclui elementos como Massas que são usadas para estudos preliminares, tais como: Projetos Conceituais. Podem ser realizadas análises baseadas em sua localização e orientação. Podem ser obtidos quantitativos baseados nas áreas e volumes gerais.

LOD 200 – Os elementos do modelo são substituídos para componentes genéricos. Análises baseadas nos sistemas gerais podem ser realizadas e os quantitativos de elementos específicos podem ser obtidos.

LOD 300 – Os elementos genéricos são substituídos por montagens bem definidas. Nessa etapa podem ser realizadas análises baseadas em sistemas específicos como: eficiência energética, compatibilização e custos. Além disso, quantitativos de materiais podem ser obtidos. Ainda o modelo pode ser aproveitado para a geração da documentação tradicional.

LOD 400 – Nesse nível são incluídos no modelo elementos precisos em relação a tamanho, forma, localização, quantidade e orientação já com informações

detalhadas de fabricação e montagem. Pode-se conter informações não geométricas como textos, dimensões, notas, detalhes 2D e outros.

Esses níveis são acumulativos do ND 100 ao 400, assim como, os demais guias já citados. O *DASNY BIM Manual* define que seus ND's podem divergir conforme contrato firmado na contratação do projeto, nesse caso, o contrato sempre prevalece ao manual.

O DASNY define informações obrigatórias para os objetos do elemento baseado no Nível de Desenvolvimento do modelo. Essas informações estão dispostas em tabelas separadas por tipos de elementos, onde cada qual apresenta as informações requeridas e os respectivos níveis de desenvolvimento. A figura 33 mostra dentro do manual, uma dessas tabelas.

Figura 33 - Quadro de requisitos de ND do guia da DASNY.

2.9.2.2.1 Element Type: Building_Exterior					
REVIT ARCHITECTURE		LOD			
Component Type/Name	Requirements	100	200	300	400
Landscape or Entourage	Type/Dimensions	N/A	*	*	*
	Level	N/A	*	*	*
	Material	N/A		*	*
	Mark	N/A		*	*
	Phase Created	N/A			*
	Phase Demolished	N/A			*
Roof	Type/Dims.	*	*	*	*
	Base Level	*	*	*	*
	Base Offset from Level	*	*	*	*
	Room Bounding	*	*	*	*
	Slope		*	*	*
	Thickness		*	*	*

Fonte: DASNY BIM Manual (2013).

As tabelas estão separadas em tipos de elementos/componentes, estando apresentados da seguinte forma:

1. Elementos externos da construção:
 - a. Paisagem ou ambiente;
 - b. Cobertura;
 - c. Paredes ou cortina de paredes.

2. Elementos internos da construção:
 - a. Teto, luminárias ou claraboias;
 - b. Mobiliário ou equipamentos;
 - c. Portas ou janelas;
 - d. Pisos ou lajes;
 - e. Grades;
 - f. Quartos;
 - g. Áreas de circulação vertical;
 - h. Paredes.
3. Elementos de HVAC (ar condicionado):
 - a. Água fria, quente ou vapor;
 - b. Canalização ou duto flexível;
 - c. Equipamentos ou controles.
4. Elementos hidráulicos:
 - a. Ar comprimido, água fria, água quente, esgoto sanitário ou ventilação sanitária;
 - b. Aparelhos sanitários.
5. Elementos de prevenção de incêndio:
 - a. Espuma ou FM200;
 - b. Tubo vertical ou sprinkler.
6. Elementos elétricos:
 - a. Componentes de alarmes de incêndio;
 - b. Iluminação ou luminárias;
 - c. Equipamentos elétricos;
 - d. Itens de rede, segurança ou telecomunicações.
7. Elementos estruturais:
 - a. Fundações;
 - b. Pilares;
 - c. Treliças;
 - d. Framings.

Não diferentemente dos outros guias, o *DASNY BIM Manual* também requer um Plano de Execução de Projetos BIM, por eles chamado de *BIM Project Execution Plan (BIM PxP)*. Para eles, o *BIM PxP* deve definir as oportunidades e

responsabilidades dos membros do projeto, através da identificação dos membros chave à coordenação do projeto BIM, definição do método de compartilhamento das informações, determinação das coordenadas, definição das fases com cronograma do projeto e determinação dos objetivos a serem alcançados.

O *BIM PxB* não indica que o plano pode interferir nos Níveis de Desenvolvimento como acontece no guia *NBIMS*, porém, o *DASNY BIM Manual* indica que se o contrato prever alterações nos níveis, esse deve prevalecer perante as tabelas de ND, dessa forma, pode-se através do *BIM PxB* criar parâmetros contratuais que permitam essas alterações.

4.2 ADAPTAÇÃO DO MODELO

Durante a adaptação do modelo ao nível de desenvolvimento 400 do Caderno de Projetos BIM de Santa Catarina pelo processo descrito no item 3.4 “ADAPTAÇÃO DO MODELO”, foram encontradas algumas dificuldades conforme descrito abaixo:

- O *software* utilizado apresenta certa limitação para inserção das informações de forma mais simplificada. Apesar da ferramenta de parâmetros compartilhados permitir a criação de todos os campos através de um arquivo de texto, ele não carrega as informações a serem adicionadas nesses campos, portanto, planilhas já preenchidas, ou extraídas de fornecedores não podem ser adicionadas automaticamente, é necessário preencher todos os campos criados, por meio do *software*;
- As classificações nacionais (SINAPI e DEINFRA) não seguem uma ordem hierárquica, dificultando a navegação pelas mesmas e a classificação dos objetos, conforme figura 34;
- Os campos de requisitos do guia, por não serem bem detalhados, deixam dúvidas quanto ao seu preenchimento. Um exemplo é o item “Representação da solução”, que por não possuir uma descrição mais detalhada trouxe dúvida quanto ao seu preenchimento sendo necessária interpretação, que pode não ser a correta.

Figura 34 - Parte das tabelas de classificações SINAPI e DEINFRA

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CUSTO TOTAL
0092	PORTA E/OU TAMPA DE FERRO		
40678	PORTA EM FERRO QUADRICULADO PARA ABRIGO DE MEDIDORES E BOTOIJOS, DE ABRIR, COM GUARNICOES	M2	260,95
72140	PORTA DE FERRO PARA LIXEIRA, DE ABRIR, TIPO CHAPA, 70X210CM, COM GUARNICOES	UN	342,72
73933	PORTA DE FERRO DE ABRIR		
73933/001	PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO GRADE COM CHAPA, 87X210CM, COM GUARNICOES	M2	382,66
73933/002	PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO CHAPA LISA, COM GUARNICOES	M2	432,44
73933/003	PORTA DE FERRO TIPO VENEZIANA, DE ABRIR, SEM BANDEIRA SEM FERRAGENS	M2	605,00
73933/004	PORTA DE FERRO DE ABRIR TIPO BARRA CHATA, COM REQUADRO E GUARNICAO COM FLETA	M2	353,09
74073	ALÇAPÃO DE FERRO		
74073/001	ALÇAPAO EM FERRO 60X60CM, INCLUSO FERRAGENS	UN	87,79
74073/002	ALÇAPAO EM FERRO 70X70CM, INCLUSO FERRAGENS	UN	98,81
74136	PORTA DE AÇO DE ENROLAR		

SubGrupo: 9054002 - Esquadrias, Peitoris, Ferragens

Código	Serviço	Unid.	Preço Unitário
42695	Porta chapa de ferro reforçada com gradil de ferro	M2	895,87
42696	Porta de almofada de madeira c/ forra, vistas e ferragens	M2	523,46
42697	Porta corta fogo com dobradiça de mola	UN	755,71
42698	Porta de aluminio veneziana anodizado de abrir com ferragens	M2	794,10
42699	Porta de ferro chapa galvanizada frizada	M2	506,20
42700	Porta de ferro chapa lisa completa	M2	629,17
42701	Porta de grade de ferro completa	M2	407,41
42702	Porta divisoria Divilux c/ ferragens	UN	274,85
42703	Recolocacao de portas ate 1,00x2,10m	UN	74,85

Fonte: Os autores (2016).

- Os itens resistência ao fogo e acústica requeridos pelo guia, são informações difíceis de serem levantadas e são desconhecidas até mesmo pelos seus respectivos fabricantes e fornecedores, conforme contatos realizados durante a elaboração da planilha ilustrada na figura 21;

4.3 COMPARAÇÃO DOS GUIAS POR ELEMENTOS

Foram levantados os requisitos exigidos por cada guia para cada um dos elementos escolhidos anteriormente nos procedimentos metodológicos e listados abaixo em quadros, sendo estes ajustados para cada um dos guias de forma a apresentar de forma mais clara e objetiva esses requisitos.

Na sequência estão apresentados separadamente por guia, os requisitos de cada ND e ao final as considerações pertinentes.

➤ **Caderno de Apresentação de Projetos em BIM (SC):**

a. Arquitetônico:

Parede					
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e espessura	X	X	X	X	X
Restrição da base	X	X	X	X	X
Deslocamento da base	X	X	X	X	X
Deslocamento do topo	X	X	X	X	X
Restrição do topo	X	X	X	X	X
Altura	X	X	X	X	X
Delimitador de cômodo	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material do núcleo		X	X	X	X
Material das faces			X	X	X
Fabricante					X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por m ²					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X

Portas					
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e dimensões da folha	X	X	X	X	X
Nível do pavimento	X	X	X	X	X
Material da folha			X	X	X
Tipo e dimensões dos batentes			X	X	X
Material dos batentes			X	X	X
Tipo e dimensões das guarnições			X	X	X
Acabamento da folha					X
Acabamento dos batentes					X
Acabamento das guarnições					X
Fabricante					X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Representação de solução					X

Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por unidade					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X

Janelas					
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e dimensões da folha	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material da folha			X	X	X
Tipo e dimensões da moldura			X	X	X
Fabricante			X	X	X
Marca das ferragens			X	X	X
Tipo e espessura do vidro			X	X	X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Representação de solução				X	X
Resistência acústica					X
Resistência ao fogo					X
Custo por unidade					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X

b. Elétrico

Eletroduto					
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e dimensões	X	X	X	X	X
Função		X	X	X	X
Material			X	X	X
Fabricante			X	X	X
Classificação DEINFRA			X	X	X
Classificação SINAPI			X	X	X
Classificação Omniclass			X	X	X
Classificação Unifomat			X	X	X
Representação da solução				X	X
Resistência ao fogo					X
Custo por unidade					X
Fase construtiva	X	X	X	X	X

O guia de Santa Catarina adota para todas as disciplinas complementares uma tabela de requisitos por ND genérica com algumas observações:

- Observação 1: os referidos itens, quando consumidores de energia elétrica, deverão trazer a informação de potência (W, kW, VA, kVA), corrente (mA, A) e tensão (V).
- Observação 2: para os referidos itens, deverão ser consideradas as informações fundamentais acerca do elemento em questão. Ex.: tubulações devem trazer informações de diâmetro e classe de pressão.
- Observação 3: se for preciso, a CONTRATADA, deverá criar novos parâmetros para classificar os elementos e materiais do projeto a serem extraídos para cada Quadro.

Desta forma, o item eletroduto (selecionado para análise) deve ser acrescido da informação de diâmetro da tubulação.

Para o item caixa de passagem 4x2", os requisitos são os mesmos da tabela "eletroduto" disposta acima, ou seja, não haveria alteração.

c. Hidráulico:

As informações requeridas para a disciplina de projeto hidráulico são as mesmas da tabela do item b da disciplina elétrica. Os itens tubo e conexão devem ser acrescidos das informações de diâmetro e classe de pressão.

d. Estrutural:

Os itens baldrame e fundação da disciplina estrutural se enquadram na tabela de requisitos genérica do guia de SC. Para esses itens não precisa ser adicionado nenhuma informação complementar das observações.

➤ ***National BIM Standard (NIBS-EUA) e Singapore BIM Guide Version 2 (BCA-SING):***

Conforme citado anteriormente, ambos os guias utilizam como base para suas especificações de Níveis de Desenvolvimento, o documento elaborado pela AIA, *LOD Specification*. A seguir os quadros apresentam os níveis conforme esse documento para os itens definidos anteriormente.

a. Arquitetônico:

Classificação Unifomat C1010 - Interior Wall (Masonry)		
C1010 - Parede interna de alvenaria		
ND	Requisitos	
	Geométricos	Não geométricos
ND-100	Desenho esquemático do elemento que não é distinguível por tipo ou material. Tipo, <i>layout</i> e localização são adaptáveis.	-
ND-200	Objetos genéricos da parede separados por tipo de material (ex. placa de gesso x alvenaria). Espessura total da parede aproximada, representada por um único componente. Layout, localização, altura e perfil de elevação são adaptáveis.	-Tipo de parede; -O bloco é estrutural?
ND-300	Inclui na modelagem dos elementos: - Elemento de chão com localização e geometria Informações não geométricas, associados à modelagem: -Tamanho, profundidade e material dos componentes com declividades; -Espaçamentos e elevações; -Representação de cargas; -Critérios de deflexão;	-Tipo de parede; -Espessura total; -Espessura do núcleo; -Acabamentos; -O bloco é estrutural?
ND-350	Inclui na modelagem dos elementos: - Componentes com qualquer interface com bordas de parede (superior, inferior ou lados) ou aberturas que transpassem a parede; - Qualquer região que impacte em elementos modelados de outros sistemas do modelo, tais como: contraverga de portas, vigas de fim de parede, etc.	-Tipo de parede; -Espessura total; -Espessura do núcleo; -Acabamentos; -O bloco é estrutural?; -Tipo do bloco.
ND-400	Elementos modelados devem incluir: - Contravergas; - Vigas dentro das paredes; - Número de fabricação do componente (blocos); - Reforços de armadura; - Argamassa; - Partes faltantes para completar instalações; - Conexões.	-Tipo de parede; -Espessura total; -Espessura do núcleo; -Acabamentos; -O bloco é estrutural?; -Tipo do bloco.

Classificação Unifomat C1030.10 - Interior Swinging Doors		
C1030.10 - Porta interna de abrir		
ND	Requisitos	
	Geométricos	Não geométricos
ND-100	Desenho esquemático do elemento que não é distinguível por tipo ou material; Tipo, <i>layout</i> e localização são adaptáveis.	-
ND-200	As unidades são modeladas como um componente simples monolítico; ou representado por um painel e moldura simples. O tamanho nominal unitário é fornecido.	-Tipo.

ND-300	As portas são modeladas por tipo e devem incluir: -Painéis e quadros específicos para cada porta (se aplicável); -Especificação do funcionamento; -Requisitos espaciais para a operação devem ser modelados.	-Tipo; -Material dos batentes; -Material do painel; -Ferragens; -Resistência ao fogo.
ND-350	Para construções de wood-frame e steel-frame, devem ser modeladas todas as estruturas que suportam a porta dentro da parede.	-Tipo; -Material dos batentes; -Material do painel; -Ferragens; -Resistência ao fogo.
ND-400	Estruturas e batentes reais; Tamanhos reais do painel; Todas as conexões e interfaces modeladas, incluindo maçanetas, dobradiças, etc.	-Tipo; -Material dos batentes; -Material do painel; -Ferragens; -Resistência ao fogo.

Classificação Unifomat B2020.10 - Exterior Operating Windows		
B2020.10 - Janela externa de abrir		
ND	Requisitos	
	Geométricos	Não geométricos
ND-100	Modelagem de uma massa sólida que represente o volume total; ou, elemento de parede esquemático que não seja distinguível pelo material. Dados de profundidade/espessura e localizações são alteráveis.	-
ND-200	Localização das janelas, tamanho, contagem e tipo são aproximados; As unidades são modeladas como elementos ;simples monolíticos; ou representada com uma moldura simples com vidros; O tamanho nominal unitário deve ser fornecido.	Tipo da janela (ex. vidro e alumínio, só vidro, etc).
ND-300	As unidades são modeladas baseadas em sua localização específica e tamanho nominal; São modelados elementos externos como as molduras das janelas e vidros; A forma de abertura é indicada; Requisitos não gráficos associados incluem: - Características estéticas (acabamentos, tipo de vidro); - Características de desempenho (resistencia térmica, estrutural, vento, água, som); - Funcionalidade da janela (fixo, simples, pivotante, deslizante, etc.).	Tipo da janela (ex. vidro e alumínio, só vidro, etc); Materiais; Resistência térmica.

ND-350	Contra-marcos; Representação do método de fixação estruturada da janela; Geometria embutida.	Tipo da janela (ex. vidro e alumínio, só vidro, etc); Materiais; Resistência térmica.
ND-400	Perfil dos quadros; Subcomponentes dos vidros (juntas); Componentes de fixação.	Tipo da janela (ex. vidro e alumínio, só vidro, etc); Materiais; Resistência térmica.

b. Elétrico:

Para os dois itens escolhidos (eletroduto e caixa de passagem 4x2”) o *LOD Specification* adota a mesma tabela. Essa tabela é referente a elementos associados à distribuição de energia.

Classificação Unifomat D5020.30 - Power Distribution		
D5020.30 - Distribuição de energia		
ND	Requisitos	
	Geométricos	Não geométricos
ND-100	Os diagramas ou modelos esquemáticos devem conter: -Layout conceitual ou esquemático; -Parâmetros de desempenho do projeto conforme BIMXP a serem adicionados como informações não gráficas.	-
ND-200	Layout esquemático com tamanho, forma e localização dos equipamentos aproximados: -Espaços livres necessários para acesso aos equipamentos aproximados.	-
ND-300	Modelado com tamanho, forma, espaçamento e localização específicos para os eletrodutos, caixas de passagem, quadros de distribuição, etc; Espaços livres necessários para acesso aos equipamentos reais; Folgas e espaços livres aproximados para suportes, cabides e controles sísmicos.	-
ND-350	Modelados com tamanho, forma e localização real para os eletrodutos, caixas de passagem, quadros de distribuição, etc; Modelados com tamanho, forma e localização real para suportes e controles sísmicos; Modelado com entradas de teto e piso reais.	-
ND-400	Componentes adicionais necessários para fabricação e instalação em campo.	-

c. Hidráulico:

Para os dois itens escolhidos (tubos e conexões) o *LOD Specification* adota a mesma tabela. Essa tabela é referente a elementos associados às tubulações de água para utilização residencial.

Classificação Unifomat D2010.40 - Domestic Water Piping		
D2010.40 - Tubos de água residenciais		
ND	Requisitos	
	Geométricos	Não geométricos
ND-100	Diagramas ou desenhos esquemáticos dos elementos do modelo; Diagramas de fluxo conceituais ou esquemáticos; Informações não gráficas de parâmetros de desempenho, associadas aos elementos pelo BIMXP.	-
ND-200	Layout esquemático com tamanho, forma e localização aproximados dos tubos de subida e alimentação; Requisitos dos shafts devem ser modelados; Informações não gráficas de parâmetros de desempenho, associadas aos elementos pelo BIMXP.	-Tag do componente; -Status da sua condição (novo, existente, demolição,etc); -Número do ambiente onde foi instalado; -Andar ou nível onde foi instalado.
ND-300	Modelado com tamanho, forma, espaçamento e localização específicos de tubulações, válvulas, conexões, engates, isolamentos, etc. Espaçamentos e folgas necessárias para todos os suportes, apoios, suporte sísmico, etc que forem utilizados nos desenhos dos tubos e conexões representados de forma aproximada; Espaços livres modelados com a forma real.	-Tag do componente; -Status da sua condição (novo, existente, demolição,etc); -Número do ambiente onde foi instalado; -Andar ou nível onde foi instalado; -Nome do ambiente onde foi instalado.
ND-350	Modelado como elementos de construção reais; Modelado com tamanho, forma, espaçamento e localização reais de tubulações, válvulas, conexões, engates, isolamentos, etc. Espaçamentos e folgas necessárias para todos os suportes, apoios, suporte sísmico, etc que forem utilizados nos desenhos dos tubos e conexões representados de forma real; Inserções em pisos e paredes devem ser modelados.	-Tag do componente; -Status da sua condição (novo, existente, demolição,etc); -Número do ambiente onde foi instalado; -Andar ou nível onde foi instalado; -Nome do ambiente onde foi instalado; -Nome do fabricante; -Nome do produto/linha; -Número do produto ou linha pelo fabricante (Nº catálogo).

ND-400	Adicionar ao modelo componentes que sejam necessários para fabricação e instalação em campo.	<ul style="list-style-type: none"> -Tag do componente; -Status da sua condição (novo, existente, demolição,etc); -Número do ambiente onde foi instalado; -Andar ou nível onde foi instalado; -Nome do ambiente onde foi instalado; -Nome do fabricante; -Nome do produto/linha; -Número do produto ou linha pelo fabricante (Nº catálogo).
--------	--	--

d. Estrutural:

Classificação Unifomat A1020.80 - Grade Beams		
A1020.80 - Baldrames		
ND	Requisitos	
	Geométricos	Não geométricos
ND-100	Pressupostos para fundações estão incluídas em outros elementos modelados, como piso arquitetônico ou massa volumétrica que contenha uma camada assumida com profundidade condizente; Ou, elemento esquemático que não seja distinguível por tipo ou material. Componente de profundidade/espessura é adaptável.	-
ND-200	Modelagem dos elementos deve incluir: Tamanho e forma aproximados; Grades para locação da obra são definidos no modelo;	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall];
ND-300	Elementos da fundação são modelados com tamanho e forma específicos, devendo incluir: -Tamanho e geometria total do elemento de fundação; -Superfícies inclinadas ou depressões de piso; -Dimensões externas dos membros; Informações não geométricas necessárias: - Resistência do concreto; - Resistência do aço.	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall]; -Resistência de compressão do concreto; -Resistência ao corte do aço; -Resistência à flecha do aço.
ND-350	Elementos do modelo devem incluir: - Water stops (elemento para evitar ataque de água a armadura); - Emendas, detalhe de transpasse de armadura, etc.	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall]; -Resistência de compressão do concreto; -Resistência ao corte do aço; -Resistência à flecha do aço.
ND-400	Deve-se modelar: - Detalhe de componentes pós-tensionados.	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall]; -Resistência de compressão do concreto; -Resistência ao corte do aço; -Resistência à flecha do aço.

Classificação Unifomat A1010.30 - Column Foundation		
A1010.30 - Estaca		
ND	Requisitos	
	Geométricos	Não geométricos
ND-100	Pressupostos para fundações estão incluídas em outros elementos modelados, como piso arquitetônico ou massa volumétrica que contenha uma camada assumida com profundidade condizente. Ou, elemento esquemático que não seja distinguível por tipo ou material. Componente de profundidade/espessura é adaptável.	-
ND-200	Modelagem dos elementos deve incluir: Tamanho e forma aproximados; Grades para locação da obra são definidos no modelo;	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall];
ND-300	Na modelagem dos elementos deve-se incluir: -Capacidade de suporte de carga assumido por relatório geotécnico, com modelagem do desenho geométrico da penetração; -Topo do fuste; -Tamanho do fuste.	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall]; -Resistência de compressão do concreto; -Resistência ao corte do aço; -Resistência à flecha do aço.
ND-350	Na modelagem dos elementos deve-se incluir: - Topo e fundo do bloco de transferência reais, modelado após avaliação in loco de Engenheiro; - Local de aplicação de parafusos e barras de transferência caso aplicável.	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall]; -Resistência de compressão do concreto; -Resistência ao corte do aço; -Resistência à flecha do aço.
ND-400	Na modelagem dos elementos deve-se incluir: - profundidade da deformação da terra que suporta a carga; - Penetração da fundação; - Locais de emendas; - Detalhamento de armadura incluindo emendas e ganchos; - Barras de transferência; - Espaçadores de armadura para cobertura lateral do fuste; - Espaçadores de armadura para cobertura do fundo do fuste.	-Tipo do elemento [(0) Foundation (1) Beam (2) Column (3) Slab (4) Wall]; -Resistência de compressão do concreto; -Resistência ao corte do aço; -Resistência à flecha do aço.

➤ **Common BIM Requirements (COBIM-FIN):**

a. **Arquitetônico:**

Para a disciplina de projeto arquitetônico, o guia COBIM, independentemente, do elemento adota os mesmos requisitos.

Parede / Porta / Janela	
ND	Requisitos
1	Posição e geometria aproximada
2	Posição e geometria precisa e custo
3	Posição e geometria precisas, custo e informações não geométricas conforme contrato.

b. Elétrico:

Eletroduto	
ND	Requisitos
1 - Projeto de desenvolvimento	Pode ser representado esquematicamente em 2D ou BIM; Deve apresentar os seus principais trajetos.
2 - Projeto detalhado	Pode ser representado esquematicamente em 2D ou BIM; Dimensões.

Caixa de passagem	
ND	Requisitos
1 - Projeto de desenvolvimento	-
2 - Projeto detalhado	Pode ser representado esquematicamente em 2D;

c. Hidráulico:

Tubo	
ND	Requisitos
1 - Projeto de desenvolvimento	Pode ser representado esquematicamente em 2D ou BIM; Deve ser representado o seu trajeto sob a laje; Não deve ser usado para gerar quantitativos.
2 - Projeto detalhado	Pode ser representado esquematicamente em 2D ou BIM; Deve ser modelado para permitir a sua instalação, já sendo compatível com outras disciplinas; Material, diâmetro, vazão e pressão.

Conexão	
ND	Requisitos
1 - Projeto de desenvolvimento	-

2 - Projeto detalhado	<p>Pode ser representado esquematicamente em 2D ou BIM; Deve ser modelado para permitir a sua instalação, já sendo compatível com outras disciplinas; Tubulações com diâmetro DN10-25 podem se cruzar. Material, diâmetro, vazão e pressão.</p>
-----------------------	--

d. Estrutural:

Viga baldrame	
ND	Requisitos
1 - Projeto Geral	- Modelado com precisão em termos de geometria básica e localização.
2 - Projeto de concessão	- Estruturas de suporte são modeladas com precisão em termos de geometria básica e localização de modo a que sejam evitadas colisões e que a quantidade total de estruturas possa ser reportada do modelo.
3 - Projeto de execução	<ul style="list-style-type: none"> - Vigas de fundação são modeladas com precisão em termos de geometria, ligações e objetos incorporados; - Armaduras colocadas em obra.

Fundação	
ND	Requisitos
1 - Projeto Geral	- Modelado com precisão em termos de geometria básica e localização.
2 - Projeto de concessão	<ul style="list-style-type: none"> - Estacas são modeladas para a localização apropriada e comprimento de acordo com o projeto; - Exemplos de sapatas tipo são modelados com precisão em termos de geometria e localização, armaduras e objetos incorporados; - Outras sapatas são modeladas com precisão em termos de geometria básica e localização de modo a que sejam evitadas colisões e que a quantidade total de estruturas possa ser reportada do modelo.
3 - Projeto de execução	<ul style="list-style-type: none"> - Estacas são modeladas de acordo com a realidade; - Sapatas são modeladas com precisão em termos de geometria, incluindo as ligações e objetos incorporados; - Armaduras colocadas em obra; - Elementos são modelados de acordo com o contrato de projeto.

➤ **DASNY BIM Manual:**

a. Arquitetônico:

Paredes ou Cortina de parede				
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 400
Tipo/dimensões	x	x	x	x
Restrição de base	x	x	x	x
Deslocamento da base	x	x	x	x
Restrição de topo	x	x	x	x
Deslocamento do topo	x	x	x	x
Altura	x	x	x	x
Delimitador de cômodo	x	x	x	x
Estrutural?		x	x	x
Uso estrutural		x	x	x
Material			x	x
Marca			x	x
Fase de construção				x
Fase de demolição				x

Portas ou janelas				
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 400
Tipo/dimensões	N/A	x	x	x
Nível	N/A	x	x	x
Altura do piso	N/A	x	x	x
Material	N/A		x	x
Marca	N/A		x	x
Fase de construção	N/A			x
Fase de demolição	N/A			x

b. Elétrico:

Para os dois itens da disciplina elétrica (eletroduto e caixa de passagem 4x2”) são aplicados à mesma tabela, referente aos itens de iluminação e demais componentes elétricos.

Iluminação e componentes elétricos				
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 400
Tipo/dimensões	N/A	x	x	x
Nível	N/A	x	x	x
Elevação	N/A	x	x	x
Número do interruptor	N/A		x	x
Painel	N/A		x	x
Número do circuito	N/A		x	x
Material	N/A			x
Marca	N/A		x	x
Fase de construção	N/A			x
Fase de demolição	N/A			x

c. Hidráulico:

Para os dois itens da disciplina hidráulica (tubo e conexão) são aplicados a mesma tabela, referente a elementos de água fria, quente, esgoto, etc.

Elementos de água fria/ quente/ esgoto - TUBO				
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 400
Tipo/dimensões	x	x	x	x
Nível	x	x	x	x
Deslocamento inicial		x	x	x
Deslocamento final		x	x	x
Declive		x	x	x
Sistema de classificação			x	x
Tipo do sistema			x	x
Nome do sistema			x	x
Abreviação do sistema			x	x
Material				x
Marca			x	x
Fase de construção				x
Fase de demolição				x

d. Estrutural:

Para os dois itens da disciplina Estrutural (fundações e viga baldrame) são aplicados a mesma tabela, referente a elementos de fundação.

Fundações				
Requisitos	ND 100	ND 200	ND 300	ND 400
Tipo/dimensões	x	x	x	x
Nível	x	x	x	x
Material				x
Marca			x	x
Fase de construção				x
Fase de demolição				x

4.3.1 Análise comparativa dos guias por elementos

Depois de realizado o levantamento das exigências de cada guia quanto aos níveis de desenvolvimento, são apresentadas análises comparativas dos mesmos para cada elemento selecionado.

O guia COBIM da Finlândia segue um padrão muito diferenciado de níveis em relação aos demais, inclusive com diferenciações entre as disciplinas dentro dele próprio. Devido a essas características, a comparação por elemento não há correlação. Serão apenas apresentadas ao final, considerações pertinentes ao mesmo.

Os guias NBIMS e *Singapore BIM Guide* por adotarem ambos os requisitos criados pelo AIA, estão agrupados e tratados por *LOD Specification* e/ou AIA.

4.4.1 Arquitetônico

4.4.1.1 Parede interna

Após análise dos guias SC e NY, observou-se que o guia brasileiro apresenta uma exigência de requisitos muito similar ao de Nova Iorque, com exceção das classificações e resistências acústica e ao fogo que o americano não exige. Além disso, a progressão de exigências para cada Nível de Desenvolvimento também apresenta uma similaridade, vide figura 35. A maior diferença está na inclusão de um nível intermediário no guia brasileiro (ND-350).

Os guias que têm a adoção dos requisitos criados pelo *LOD Specification* (AIA), comparativamente com os outros guias, até o ND-300, exigem apenas geometria aproximada dos elementos.

Outro aspecto é que a partir do ND-350, o AIA passa a exigir a representação de outros elementos que impactem na região modelada, como exemplo, no caso da parede, contra-verga, portas, vigas, etc. Já os guias SC e NY não preveem esse tipo de compatibilização quando analisados os elementos separadamente.

Figura 35 – Similaridade entre os requisitos de SC e NY.

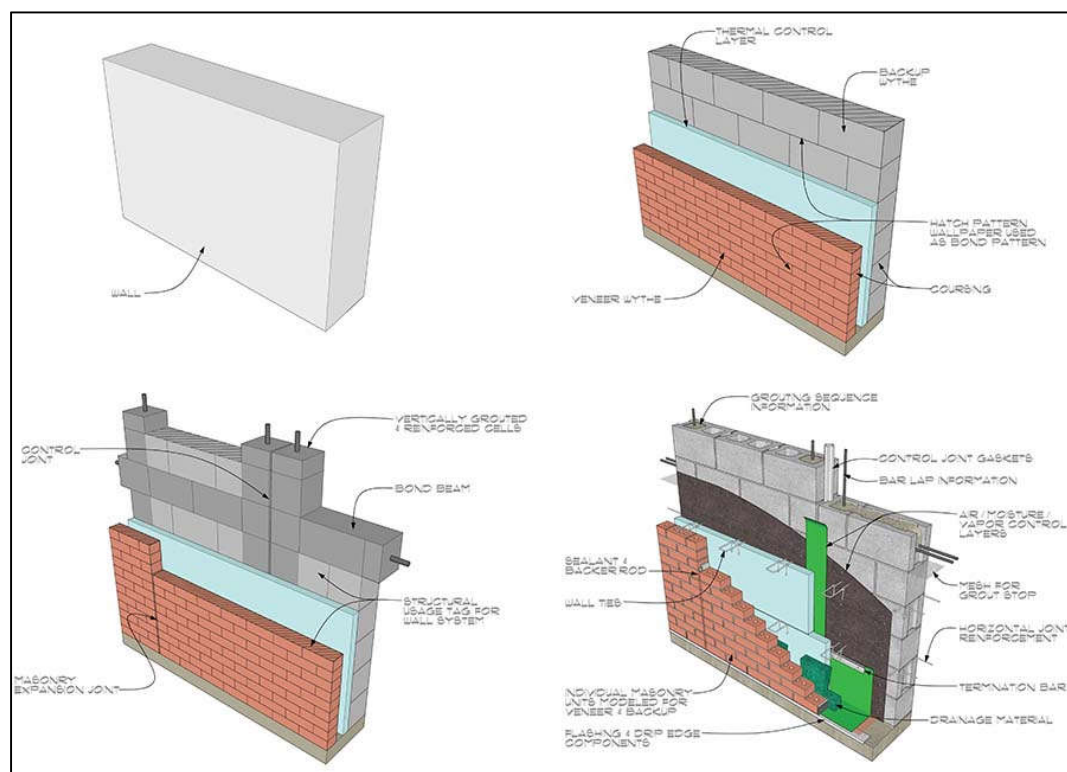
Quadro 4 - Informações em função do ND de alguns elementos de projeto.					
Paredes externas e internas					
Informações	ND 100	ND 200	ND 300	ND 350	ND 400
Tipo e espessura	x	x	x	x	x
Restrição da base	x	x	x	x	x
Deslocamento da base	x	x	x	x	x
Deslocamento do topo	x	x	x	x	x
Restrição do topo	x	x	x	x	x
Altura	x	x	x	x	x
Delimitador de cômodo	x	x	x	x	x
Função		x	x	x	x
Material do núcleo		x	x	x	x
Materiais das faces			x	x	x
Fabricante					x
Classificação DEINFRA			x	x	x
Classificação SINAPI			x	x	x
Classificação Omniclass			x	x	x
Classificação Uniformat			x	x	x
Resistência acústica					x
Resistência ao fogo					x
Custo por m ²					x
Fase construtiva	x	x	x	x	x

Walls	Type/Dimensions	*	*	*	*
	Base Constraint	*	*	*	*
	Base Offset	*	*	*	*
	Top Constraint	*	*	*	*
	Top Offset	*	*	*	*
	Height	*	*	*	*
	Room Bounding	*	*	*	*
	Structural		*	*	*
	Structural Usage		*	*	*
	Material				*
	Mark			*	*
	Phase Created				*
	Phase Demolished				*

Fonte: Os autores (2016).

Dentro do requisito de materiais há grande divergência dos guias, o de SC separa os materiais de núcleo e faces da parede, sendo exigido material de núcleo a partir do ND-200 e de face, somente a partir do ND-300. O *LOD Specification* a partir do ND-300 impõe exigências de materiais e as respectivas espessuras. Já o guia de NY, no seu quadro possui apenas um campo identificado como material a partir do ND-300, sendo assim, não diferencia núcleo e faces. A figura 36 serve como exemplo da representação do núcleo da parede e suas respectivas camadas.

Figura 36 – Paredes, núcleo e camadas.



Fonte: CSI (2015).

O guia COBIM para a disciplina Arquitetônica, conforme descrito anteriormente, possui apenas três níveis, sendo que geometria e posição precisas são exigidas apenas no segundo nível onde já passa a ser utilizado para composição de custos.

4.4.1.2 Porta interna

Diferentemente dos demais guias, o *DASNY* no ND-100 não exige nenhuma informação, ou seja, o elemento porta não é necessário nessa fase do modelo. Já os demais guias exigem algumas informações. O *SC*, apesar de genericamente, exige tipo, dimensões e a sua posição e o *AIA* exige um desenho esquemático que represente o elemento porta. O tipo de porta (abrir, correr, etc.) é exigido apenas a partir do ND-200 tanto nos guias *NY* quanto *AIA*.

Componentes integrantes da porta como, batentes, guarnições e ferragens são requisitadas de forma diferenciada em todos os guias. O guias *SC* pede essas

informações a partir do ND-300, já no AIA elas são exigidas somente no ND-400 e no *DASNY* esses componentes são ignorados.

Apenas no *LOD Specification* existe a exigência de modelagem das estruturas que suportam a porta dentro da parede, visando principalmente a adoção de soluções construtivas em *Steel frame* e *Wood frame*.

O elemento porta para o guia COBIM, segue o que foi descrito anteriormente no elemento parede.

4.4.1.3 *Janela exterior*

Seguindo o que já foi comentado para o elemento porta, o *DASNY* não requer nenhuma informação para o ND-100, o de SC requer tipo e dimensões genéricas e o AIA exige apenas uma representação esquemática.

O nível de exigências dos guias em geral cresce muito a partir do ND-300. A partir desse nível as informações são mais relevantes no que diz respeito ao detalhamento de projeto, pois apresentam dados geométricos precisos, e os respectivos materiais. O guia AIA vai mais além e já exige características de desempenho e estética (acabamentos e tipo de vidro), dados que só são requeridos pelo guia SC no ND-400 e sequer são exigidos pelo NY.

Uma característica única do AIA é para o ND-400 requerer representação de subcomponentes dos vidros (juntas).

O elemento janela para o guia COBIM segue o que foi descrito anteriormente nos elementos parede e porta.

4.4.2 Elétrico

4.4.2.1 *Eletroduto e caixa de passagem*

Todos os guias apresentam uma tabela única que incorpora os dois itens da disciplina elétrica, escolhidos para comparação do presente trabalho.

Para o guia NY não é requerida nenhuma informação para o ND-100, visto que esse nível trata-se apenas de uma representação volumétrica do modelo com pouca precisão, comparativamente, o guia do AIA pede apenas uma representação

esquemática do *layout*. Contrariando os dois guias, o de SC pede informações referentes a dimensões e tipo.

O guia de SC, por adotar uma tabela genérica, traz poucas informações relacionadas à disciplina elétrica. São requeridos dados do tipo fabricante, materiais e demais classificações, enquanto os guias NY e AIA já requerem informações verdadeiramente relacionadas com o projeto elétrico executado, por exemplo, informações como número do circuito, quadros e números de interruptores.

O AIA vai um pouco mais além e, nos níveis 350 e 400 exige informações a respeito de componentes adicionais necessários (suportes, fixadores, etc.).

Um aspecto desses elementos elétricos escolhidos dentro do guia NY é o de exigir a marca do fabricante antes de ser definido qual material será utilizado, o que é questionável, pois usualmente é definido primeiro o material e depois o fabricante.

O COBIM para essa disciplina adota apenas dois níveis, sendo que para o eletroduto, o primeiro nível exige apenas um desenho esquemático e, no segundo nível, as suas dimensões reais. Para caixa de passagem não é necessário a sua representação no primeiro nível e no segundo é representado apenas esquematicamente, podendo ser em 2D. Essa ausência de informações passa a impressão de que o guia não considera relevante a modelagem dos elementos da disciplina elétrica.

4.4.3 Hidráulico

4.4.3.1 *Tubos e conexões*

Para os elementos dessa disciplina, o guia do AIA inicialmente requer informações esquemáticas, assim como acontece para os elementos da disciplina elétrica. Os demais guias já requerem no ND-100 informações relevantes de tipo, dimensões e localização aproximada. Para o ND-200 o guia NY pede as informações de deslocamento inicial e final e suas inclinações, o que representa o seu diagrama de fluxo o que, para o AIA, já é requerido no ND-100. O guia de SC por sua vez, por usar um quadro genérico também para essa disciplina, não requer nenhuma dessas informações em nenhum dos seus ND's.

A partir do ND-300, o AIA passa a requerer as informações gráficas já específicas, enquanto os outros guias se limitam a informações de classificações

dos sistemas hidráulicos, fabricantes e materiais, tais informações só são exigidas pelo AIA nos níveis 350 a 400.

Assim como o que acontece para os elementos elétricos, o guia NY exige a informação de marca antes do material.

Para tubo o COBIM, no primeiro nível exige apenas uma representação esquemática e é limitado quanto à sua utilização para gerar quantitativos. No segundo nível são exigidas informações mais relevantes do tipo: material, diâmetro, vazão e pressão, informações essas que também são exigidas pelo guia de SC.

Para o elemento conexões, o primeiro nível não apresenta nenhum requisito e no segundo o guia, permite representações esquemáticas ou a sua modelagem de forma que auxilie a montagem do sistema, informações como material, diâmetro, vazão e pressão também são requeridas.

4.4.4 Estrutural

4.4.4.1 *Baldrame e fundações*

O guia de NY limita os requisitos para elementos de fundação em tipo, dimensão e nível e, apenas no ND-300, pede o fabricante (se aplicável) e no ND-400, o material, conforme analisado anteriormente. Essa exigência de marca antes do material é questionável. O guia de SC por sua vez, exige material e fabricante simultaneamente no nível 300.

O guia do AIA tem uma adoção diferente dos demais guias. No seu nível 100 ele permite a representação da viga baldrame e fundações inseridas em outros elementos, como pisos arquitetônicos. A sua representação real só é iniciada no ND-300 junto com informações como, resistência do concreto e do aço e resistências mecânicas. Essas informações de resistência, apesar da relevância geral para construções, em todas as fases do ciclo de vida são ignoradas pelos demais guias.

Para o guia COBIM, essa disciplina volta a ter três níveis, descritos como etapas de projeto, sendo que a primeira etapa chamada de Projeto Geral exige a modelagem do elemento com geometria e localização exatas. A segunda etapa de Projeto de concessão já inclui requisitos que permitem a verificação de incompatibilidades entre o elemento e demais projetos e a terceira etapa de Projeto

de Execução é a representação da realidade, já prevendo todas as armaduras e ligações a outros objetos incorporados possibilitando a execução efetiva em obra.

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS GUIAS

Quando analisados os conceitos adotados para cada ND pelos guias, é verificada uma similaridade entre eles, com exceção do guia finlandês. A discrepância do guia COBIM em relação aos outros guias pode ser explicada pelo ano de sua publicação, que antecede a do *LOD Specification* (AIA), que é um dos documentos pioneiros no que diz respeito ao conceito de Níveis de Desenvolvimento (ND-100 a ND-500). Apesar disso, o guia da Finlândia apresenta requisitos para cada disciplina que podem ser entendidos como Níveis de Desenvolvimento e, portanto, o torna comparável com os demais guias.

É verificado que no nível 100 os guias similares (SC, NY, SING e EUA), apresentam uma representação genérica, tornando o modelo viável para estudos de massa. Para o nível 200 esses guias já requisitam informações geométricas um pouco mais apuradas, o que permite a realização de anteprojetos. Dentro do nível 300, os elementos já têm uma representação específica em termos de quantidade, forma, tamanho, localização e orientação, porém o guia de NY, por não apresentar o nível intermediário 350, no ND-300 requer mais informações que permitam realizar análises de compatibilidade. Para o ND-350 nos guias SC, EUA e SING, são exigidas informações que permitam realizar a interface entre as disciplinas de projeto. Para o ND-400, todos esses guias requerem informações detalhadas a ponto de permitirem a fabricação dos elementos e a sua montagem.

É unânime a adoção de um plano de execução de projetos em BIM pelos guias, o que difere entre eles é quanto à interferência ou não do plano nos requisitos de Níveis de Desenvolvimento. Para os guias FIN, SING, NY e SC, o plano não interfere nos níveis, enquanto para que o guia NBIMS o BIMXP pode vir a interferir diretamente nos requisitos de modelagem, conforme critério da equipe de projeto.

Entre todos os guias estudados, o de SC faz uma relação direta entre os Níveis de Desenvolvimento e as etapas de entrega do projeto (projeto básico, legal, executivo, etc). Mesmo não tratando diretamente de ND, o guia COBIM faz essa

mesma relação. Em contrapartida, os demais guias deixam evidente que não deve ser realizado essa relação, como o documento *LOD Specification*, que deixa claro que, independentemente da fase do projeto, o modelo pode conter elementos em diferentes níveis.

Devido a essa relação com etapas de projeto, o guia de Santa Catarina possui uma abordagem impositiva quanto aos níveis de desenvolvimento, ou seja, para entrega de um projeto executivo, por exemplo, todos os elementos do projeto precisam atingir ND-400. Já o *LOD Specification*, trabalha junto com o BIMXP e deixa a verificação de quais requisitos são realmente relevantes para cada projeto à equipe de trabalho.

O guia do AIA, por ser dividido em atributos geométricos e não geométricos, além de trazer imagens explicativas e exemplos textuais, é mais prático para o seu usuário, mesmo sendo necessário localizar o elemento no documento e no arquivo .x/sx associado. Os guias SC e NY apresentam os requisitos em formas de quadros, que são simples de serem identificados, porém, a falta de exemplos e a descrição dos atributos muito simplificada deixa brecha para diferentes interpretações para quem o estiver usando.

Quanto às classificações, os guias internacionais as utilizam inicialmente, como uma forma de identificar o elemento e, posteriormente, verificar os seus requisitos para cada ND. Para o SC, as classificações entram como requisitos que precisam ser preenchidos apenas a partir do ND-300, ou seja, até esse nível não há a identificação do elemento, mesmo que seja genérica. Isso pode ocasionar problemas na extração de informações através do modelo. Além do exposto, o guia de SC adota quatro tipos de classificações e, mesmo que imponha uma ordem de prioridade entre elas, deixa sem uma padronização.

Ainda quanto às classificações, há muita variação entre os guias, porém ainda prevalecem as classificações internacionais. Apenas os guias SC e FIN adotam classificações regionais e, ainda assim, o SC as utiliza juntamente com as classificações internacionais *UniFormat* e *OmniClass*.

O guia de SC, comparativamente com os demais, exige muitas informações nos níveis iniciais. O conceito de ND-100 adotado por SC, não corresponde com as informações requeridas, pois requisitos como nível, tipo, dimensões, função, e outros não podem ser entendidos como representação genérica.

5 CONCLUSÃO

Durante o processo de adaptação do modelo foi verificado que algumas informações exigidas pelo guia de Santa Catarina são difíceis de ser encontradas, mesmo entrando em contato direto com fornecedores. Conforme descrito anteriormente na adaptação do modelo, mesmo empresas que possuem biblioteca de elementos BIM modelados não apresentam todas as informações requeridas pelo guia. Sugere-se um trabalho junto a fornecedores por parte dos órgãos públicos (compulsório ou não) para conscientização da necessidade de disponibilização das informações de seus produtos de forma aberta e simplificada para que o processo BIM seja completo e viável.

Outra consideração pertinente à adaptação do modelo é quanto à dificuldade da aplicação das classificações SINAPI e DEINFRA. Diferentemente das classificações internacionais, elas não foram criadas de uma forma hierárquica conforme processo construtivo de um empreendimento (EAP – Estrutura Analítica de Projeto). Isso leva a uma dificuldade do projetista em localizar esses códigos de forma mais intuitiva. Algo que também foi verificado é que as tabelas das classificações brasileiras apresentam discrepância quanto à composição de valores de custo, o que pode gerar conflitos na utilização desses códigos. A necessidade ainda de imputar os custos diretamente no modelo acarreta em valores diferentes oriundos das classificações (SINAPI e DEINFRA). Sugere-se que os custos sejam vinculados as classificações posteriormente, relacionando código a tabela de valores externa ao modelo.

Outro aspecto é o de que essas classificações são limitantes à inserção de elementos que não estejam previamente incluídos na sua tabela. Com isso os elementos podem ficar sem uma classificação correta, pois não há um código genérico para classificar os itens fora de padrão.

Deste modo, a adoção de um sistema de classificação da informação mais alinhada com o contexto mundial (*OmniClass*, *Unifomat*) poderia solucionar esses conflitos que foram descritos e encontrados no processo de adaptação do modelo. Essa padronização facilitaria o intercâmbio de informações e o alinhamento com equipes de projetos internacionais. Ao passo que, seria interessante adotar apenas um tipo de classificação e não quatro classificações, como exige o guia de SC, algo

que facilitaria a extração de informações através do modelo. Espera-se que a classificação ABNT BIM brasileira, que está em desenvolvimento, possa solucionar esses conflitos que foram descritos.

Com base na análise dos guias foi verificado que o documento *LOD Specification (2015)* tem como ponto positivo a clareza da exposição das informações requeridas através de seus exemplos gráficos e textuais, o que permite uma melhor interpretação quanto à exigência das informações em cada nível de desenvolvimento pelo usuário. Este documento apresenta também uma relevância em nível mundial, como foi verificado no trabalho, os guias SING e EUA o utilizam de forma direta em suas publicações. Em contrapartida, a sua estrutura segregada em dois documentos (atributos geométricos e não-geométricos) torna o levantamento das informações mais complexa em relação aos quadros apresentados nos guias NY e SC.

Portanto, para um futuro guia ser desenvolvido no país, mais especificamente no Paraná, seria interessante apresentar os requisitos em forma de quadros, assim como faz NY e SC, porém com a clareza e a exemplificação de todos esses requisitos, como faz o *LOD Specification*. Também incluir um arquivo anexo a este futuro guia, que contenha a descrição detalhada de cada item, exemplos textuais e exemplos gráficos quando for aplicável.

Outro aspecto relevante do trabalho foi observado após a análise do guia de SC. Verificou-se uma relação direta entre fases de projeto e níveis de desenvolvimento. Esta relação indica uma adequação das entregas às formas mais tradicionais de contrato, onde a maior vantagem é apenas para o contratante, o qual consegue ter um controle maior sobre o contrato. Porém, para a equipe de projeto esta relação se mostra um fator de limitação quando pensadas em possíveis particularidades do projeto, além de isso ser contraditório, no que diz respeito aos conceitos de colaboração e interoperabilidade, que são fundamentais para uma boa prática da gestão do processo BIM. Ainda é importante ressaltar, como foi citado no documento do AIA, que para realizar entregas de etapas do projeto não há necessidade direta de todos os elementos cumprirem certo nível de desenvolvimento, pois também se torna um fator limitante à colaboração.

Pensando nisso, seria interessante não atrelar níveis de desenvolvimento com etapas de projeto e, compete aos órgãos governamentais criarem formas de contrato que melhor se enquadrem no processo de trabalho BIM, sendo o IPD

aparentemente uma solução mais viável em relação aos métodos mais tradicionais de contrato.

REFERÊNCIAS

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (AIA). **Integrated Project Delivery: A Guide**. 2007.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (AIA). **LOD Specification 2015**. 2015.

AMORIM, S. L. **BIM – Uma tecnologia para o futuro imediato da construção**. In: **BIM – Building Information Modeling**, 2011, Rio de Janeiro. Proceedings. 2011.

AYRES C. F. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). **What is BIM? (Building Information Modeling)**. Disponível em: < <http://www.bsigroup.com/en-GB/Building-Information-Modelling-BIM/>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

BJORKHAUG, L.; BELL, H. **IFD in a nutshell**. 2007. Disponível em: <http://dev.ifd-library.org/index.php/ifd:IFD_in_a_Nutshell>. Acesso em: 18 Out. 2016.

BOSZCZOWSKI, F. **Aplicação do BIM 4D no planejamento de obras de estruturas metálicas – Estudo de caso**. Paraná: Universidade Positivo, 2015.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY (BCA). **Singapore BIM Guide**. 2012.

BuildingSMART. **History**. Disponível em: < <http://www.buildingsmart.org/about/about-buildingsmart/history>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

CABIZUCA, L. et al. **BIM BR: Uma proposta de modelo para desenvolvimento e teste de processos e protocolos para uso de tecnologias BIM**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela, *Anais...* Canela, 2010.

CADENAS, **Building Information Modeling**. 2015. Disponível em: < <https://www.cadenas.de/en/products/electronic-productcatalog/vertical-marketplaces/bimcatalogs.net>>. Acesso em 18 Out. 2016.

CALVERT, Neil; **10 points and the benefits of BIM**. 2013. Disponível em < <http://blog.synchroltd.com/10-points-and-the-benefits-of-bim>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo BIM: uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. Curitiba: SINDUSCON, 2015.

CARDOSO, F. **A importância da TI para a construção civil**. 2009. Disponível em: < <http://www.cimentoitambe.com.br/a-importancia-da-ti-para-a-construcao-civil/>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

CARVALHO, M. A. **Eficácia da interoperabilidade no formato IFC entre modelos de informação arquitetônico e estrutural**. Dissertação de mestrado no curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná, 2012.

CENTRO DE TECNOLOGIA EM EDIFICAÇÕES (CTE). **Vantagens do BIM no desenvolvimento de projetos e as dificuldades de implantação no Brasil**. 2012. Disponível em <<http://www.engworks-bim.com.br/Noticias-BIM/encontro-sobre-projeto-planejamento-e-gestao-de-obras-realizado-pelo-cte.html>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE (CSI). **BIM for masonry: the bricks and mortar industry enters the digital age**. 2015. Disponível em: <<http://www.construction-specifier.com/bim-for-masonry-the-bricks-and-mortar-industry-enters-the-digital-age/>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

Dormitory Authority State of New York (DASNY). **Building Information Model (BIM) Standards Manual**. 2013.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.

FABRÍCIO, M.M. **O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FERREIRA, B.M.L. **Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação**. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2015.

GUPTA, S.K. **Integration of BIM in high-rise building Construction**. 2014. Disponível em: <<http://www.masterbuilder.co.in/integration-bim-high-rise-building-construction/>>. Acesso em 18 Out. 2016.

HENRIQUES, A. **Omniclass**. 2013. Disponível em: <<https://prezi.com/yopc3p3hnhvz/omniclass/>>. Acesso em 18 Out. 2016.

INGIRIGE, B. **Awareness of information standardisation in the UK construction industry: A preliminary survey by the SIENE Network**. In: CONSTRUCTION IT AFRICA, 2000, Mpumalanga, Africa do Sul. - International Council for Building Research Studies and Documentation, 2001. n. 6.

JANSEN, P. **Harmonization IFC and IFD**. 2003. Disponível em: <[http://web.stanford.edu/group/narratives/classes/08-09/CEE215/ReferenceLibrary/Industry%20Foundation%20Classes%20\(IFC\)/IFD/IFD.pdf](http://web.stanford.edu/group/narratives/classes/08-09/CEE215/ReferenceLibrary/Industry%20Foundation%20Classes%20(IFC)/IFD/IFD.pdf)>. Acesso em 18 Out. 2016.

KEEN, P.G.W. **Information Technology And The Management Theory. The Fusion Map**. IBM Systems Journal, v.32, n.1, p17-38, 1993.

MANZIONE, L. **Sistemas de classificação da informação do edifício**. Ago, 2013b. Disponível em <<http://www.coordenar.com.br/sistemas-de-classificacao-da-informacao-do-edificio/>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

MASOTTI, L.F.C. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso da Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

MATOS, W.S. **BIM: entendendo a curva de MacLeamy e como funciona basicamente o fluxo de trabalho em BIM**. 2015. Disponível em: <<https://engenhariaetc.wordpress.com/2015/09/21/bim-entendendo-a-curva-de-macleamy-e-como-funciona-basicamente-o-fluxo-de-trabalho-em-bim/>>. Acesso em 18 Out. 2016.

MENEZES, Gilda L.B.B. de. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, p. 153-171, 21º sem., 2011.

MORAIS, R.M.M.; GUERRINI, F.M.; SERRA, S.M.B. **Aplicação de tecnologia de informação no setor da construção civil**. 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/334.pdf>. Acesso em: 18 Out. 2016.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES (NIBS). **National BIM Standard Version 3**. 2013.

PARANÁ. Secretaria de Infraestrutura e Logística (SEIL). **Grupo técnico se reúne para discutir uso do sistema BIM (2015)**. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=2656>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

PISSARRA, N.M.M. **Utilização de plataformas colaborativas para o desenvolvimento de empreendimentos de engenharia civil**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Out 2010.

ROOS, D. **Como funciona a Tecnologia da Informação**. Disponível em: <<http://tecnologia.hsw.uol.com.br/tecnologia-da-informacao.htm>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Santa Catarina:[s.n.], 2015.

SANTOS, E. T. **Tecnologia orçamentária**. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao.aspx>>. Acesso em: 18 Out. 2016.

SENATE PROPERTIES. **Common BIM Requirements 2012 (COBIM)**. 2012.

SILVA, J. Building Information Modeling: Modelagem da informação da construção. Trabalho apresentado em palestra UNIGRANRIO, Rio de Janeiro, 2013.

STAFFORD, S. **Omniclass as criteria**. 2012. Disponível em < <http://revitoped.blogspot.com.br/2012/12/omniclass-as-criteria.html>> Acesso em: 18 Out. 2016.

SUZUKI, R. **BIM e governo – oportunidade para o mercado brasileiro**.

Disponível em: < <http://www.sindusconsp.com.br/bim-e-governo-oportunidade-para-o-mercado-brasileiro/>>. Acesso em: 18 Out. 2016.