FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Giovana Martin Giozet Oliveira

Classificação da informação da construção em BIM: panorama
e normalização

São Paulo

2020

GIOVANA MARTIN GIOZET OLIVEIRA

Classificação da informação da construção em BIM: panorama e normalização

**Exemplar revisado e alterado em relação à versão original, sob
responsabilidade do autor e anuência do orientador.**

O original se encontra disponível na sede do programa
São Paulo, junho de 2020.

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Ciências

Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura

Orientador: Prof. Dr Marcelo Eduardo Giacaglia

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) -
Código de Financiamento 001

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Oliveira, Giovana
CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO EM BIM:
PANORAMA E NORMALIZAÇÃO / Giovana Oliveira; orientador
Marcelo Giacaglia. - São Paulo, 2020.
139 p.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de
concentração: Tecnologia da Arquitetura.

1. Classificação da Informação da Construção. 2. Modelagem
da Informação da Construção. 3. Integração Na Construção. I.
Giacaglia, Marcelo, orient. II. Título.

Nome: Oliveira, Giovana Martin Giozet

Título: Classificação da informação da construção em BIM: panorama e normalização

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Ciências

Aprovada em: 26 de maio de 2020.

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Educação é uma descoberta progressiva de nossa própria ignorância.”

(VOLTAIRE)

RESUMO

OLIVEIRA, Giovana Martin Giozet. **Classificação da informação da construção em BIM: panorama e normalização**. 2020. 139 p. Dissertação. (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Sistemas de Classificação da Informação da Construção têm sido desenvolvidos para estabelecer a terminologia e categorizar o conjunto de informações do setor construtivo, o que é necessário para a gestão dessa informação nos processos de produção e operação do ambiente construído. Esse desenvolvimento tem tido foco nos processos que compreendem a modelagem da informação da construção, em diferentes países. No Brasil, em concordância com normas internacionais, foram publicadas as ABNT NBR ISO 12006 – Construção de edificação – Organização de informação da construção, e parte da ABNT NBR 15965 – Sistema de Classificação da Informação da Construção. Essas normalizações contribuem para o amadurecimento nacional de processos de construção com uso de BIM (*Building Information Modeling*). Este trabalho pretende apresentar o tema dos Sistemas de Classificação da Informação da Construção, e exemplificar as funcionalidades desses associados à BIM. Para isso, apresenta-se revisão bibliográfica sobre esse tema, e realiza-se estudos de casos em escritórios de projetos especializados em BIM. Esses estudos corroboram informações encontradas na literatura sobre as funcionalidades desse tipo de classificação da informação no processo de produção do ambiente construído, com uso de modelagem de informação da construção. Os resultados obtidos possibilitam uma visão abrangente do tema da classificação da informação da construção, sua normalização, e sua aplicação em processos de produção do ambiente construído com uso de BIM.

Palavras-Chave: Classificação da informação da construção. BIM. Integração na construção.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Giovana Martin Giozet. **Construction information classification in BIM: panorama and standardization**. 2020. 139 p. Dissertação. (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Construction information classification systems have been developed to categorize and establish the terminology for information in the construction sector, which is necessary to manage this information in constructing and operating processes of the built environment. These developments have been focusing in processes that comprehend building information modeling, in different countries. In Brazil, in accordance with international standards, the ABNT NBR ISO 12006-2 – Building Construction – Organization of information about construction works, and part of the ABNT NBR 15965 – Construction Information Classification System, were published. These standards contribute to the development of national construction processes with the use of BIM (Building Information Modeling). This dissertation is intended to present the subject of Construction Information Classification Systems, and it's uses within BIM. Therefore, it presents a literature review, and performs case studies in specialized building information modeling offices. The results of the case studies corroborate the literature information found, about the functionalities of this type of information classification, in the built environment production process, with use of building information modeling. The obtained results enable an overall view of the subject of construction information classification, it's standardization and use in the production of the built environment with BIM.

Key words: Construction Information Classification. BIM. Integration in construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do processo de desenvolvimento do trabalho.....	29
Figura 2 - Estrutura geral do Modelo RATAS de produto da edificação.....	46
Figura 3 - Padrões para interoperabilidade	53
Figura 4 - Níveis de maturidade BIM.....	55
Figura 5 - Guias e normas disponibilizados ao mercado entre os anos de 2007 e 2017	56
Figura 6 - Escopo da ISO 19650-2.....	59
Figura 7 - Representação esquemática do intercâmbio de dados para integração entre modelo, cronograma, orçamento e ERP.....	67
Figura 8 - Relações de subconjunto e de associação	70
Figura 9 - Classificação enumerativa (hierárquica).	71
Figura 10 - Esquema ilustrativo da classificação facetada	71
Figura 11 - Exemplo das terminologias de sistemas de classificação em recorte da Tabela de Materiais da Construção	74
Figura 12 - Esquema geral de classes e seu relacionamento conforme ISO 12006-2.....	82
Figura 13 - Relações "Hierarquia de classificação" e "Hierarquia de composição"	83
Figura 14 - Relação entre tabelas da ISO 12006-2 e ABNT NBR 15965.....	88
Figura 15 - Estrutura de códigos para tabelas da ABNT NBR 15965	89
Figura 16 - Representação do relacionamento entre SINAPI e tabela 3R da NBR 15965....	95
Figura 17 - Representação do relacionamento entre tabelas da NBR 15965 e SINAPI	96
Figura 18 - Sistema de classificação Unifomat no software Revit	98
Figura 19 - Código para extração de pacotes de trabalho a partir de modelos BIM	99
Figura 20 - Modelo BIM de Avenida, com atribuição de códigos da tabela 3E - Elementos, no nível 2	100
Figura 21 - Modelo BIM de Avenida, com atribuição de códigos da tabela 3E – Elementos, no nível 3.	101
Figura 22 - Conflito no nível 3, entre "Infraestrutura de distribuição e fornecimento de água" e "Infraestrutura de esgoto sanitário"	102
Figura 23 - Uso da classificação 2C – Componentes, da ABNT 15965, em instalações de combate a incêndio, em modelo BIM.	118
Figura 24 - Uso da classificação 3R – Resultados, da ABNT NBR 15965, em elementos de fundação, em modelo BIM.	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas do processo de produção na construção	37
Quadro 2 - Agentes do processo de produção da construção.....	40
Quadro 3 - Níveis de modelagem em BIM	50
Quadro 4 - Propósitos e objetivos de usos BIM	63
Quadro 5 -Sistemas de Identificação e Sistemas de Classificação (hierárquica).....	72
Quadro 6 - Comparação entre sistemas de classificação da informação da construção.....	79
Quadro 7 - Comparação do conteúdo de CICS e ISO 12006-2	90
Quadro 8 - Desenvolvimento dos estudos de casos	106
Quadro 9 – Protocolo de entrevista	109
Quadro 10 - Respostas Escritório A	111
Quadro 11 - Respostas Escritório B	115
Quadro 12 - Respostas Escritório C.....	119

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
BCF	<i>Building Collaboration Format</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BSA	<i>Building Smart Alliance</i>
CDE	<i>Common Data Environment</i>
CIB	<i>Conseil International du Bâtiment</i>
CICS	<i>Construction Information Classification Systems</i>
COBle	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>
EC	Estudo de caso
ICIS	<i>International Construction Information Society</i>
IDM	<i>Information Delivery Manual</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFD	<i>International Framework for Dictionaries</i>
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
IT	<i>Information Technology</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MVD	<i>Model View Definition</i>
NBIMS	<i>National BIM Standard</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NBS	<i>National British Standard</i>
OCCS	<i>OmniClass Construction Classification System</i>
PEB	Plano de execução BIM
PIM	<i>Project Information Modeling</i>
RIBA	<i>Royal Institute of British Architects</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	ENQUADRAMENTO GERAL E JUSTIFICATIVA	23
1.2	PROBLEMA DA PESQUISA	24
1.3	OBJETIVO PRINCIPAL	24
1.4	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	24
1.5	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	24
1.6	VALIDADE DO TRABALHO	25
1.7	ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO	26
2	MÉTODO	29
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTUDOS DE CASOS	31
3	ASPECTOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO	35
3.1	ETAPAS E AGENTES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS	36
3.2	INTEGRAÇÃO NO PROCESSO DA CONSTRUÇÃO	40
4	BIM - MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	43
4.1	MODELAGEM BASEADA EM OBJETOS	44
4.1.1	Abstração em modelos de produto para a construção	45
4.2	CONCEITO DE NÍVEIS DE MODELAGEM EM BIM	48
4.3	INTEROPERABILIDADE	50
4.4	NÍVEIS DE MATURIDADE NA ADOÇÃO DE BIM	54
4.5	PROCESSO DE PRODUÇÃO COM BIM	55
4.6	ASPECTOS DO CONTEXTO NACIONAL	60
4.7	USOS DO BIM	62
4.7.1	Usos de BIM no auxílio à integração no processo construtivo	64

5	SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	69
5.1	CONCEITOS GERAIS SOBRE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO	69
5.2	A CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	72
5.2.1	Histórico e exemplos.....	74
5.2.2	Critérios para comparação de sistemas	77
5.3	A NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL PARA CICS.....	80
5.3.1	ISO 12006	80
5.3.1.1	ISO 12006-2 - Estrutura para classificação da informação	81
5.3.1.2	ISO 12006-3 - Estrutura para informação orientada a objeto.....	83
5.3.2	Relação entre padrão IFD (ISO 12006-3), CICS e padrão IFC.....	84
5.3.3	ABNT NBR 15965	86
6	O USO DAS CLASSES DE CLASSIFICAÇÃO EM BIM	91
6.1	PUBLICAÇÕES SOBRE O USO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO EM PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO COM BIM	93
6.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	103
7	ESTUDOS DE CASOS	105
7.1	Caracterização dos escritórios entrevistados	106
7.1.1	Escritório de Engenharia A.....	106
7.1.2	Escritório de Projetos B.....	107
7.1.3	Escritório de Projetos C	107
7.2	COMPONENTES DA PESQUISA E PROTOCOLO DE ENTREVISTA	108
7.3	RESULTADOS	111
7.3.1	Escritório de Engenharia A.....	111
7.3.2	Escritório de Projetos B.....	115
7.3.3	Escritório de Projetos C	119
7.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	122

7.4.1	Considerações finais.....	124
8	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	125
	REFERÊNCIAS.....	127
	APÊNDICE A	137
	APÊNDICE B	139

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO GERAL E JUSTIFICATIVA

A indústria da construção, como qualquer setor produtivo, necessita realizar esforços para lidar com a complexidade de seus processos, que compreendem grande quantidade de documentos e pessoas, a fim de evitar problemas e perdas. Esses esforços incluem alterações em estruturas organizacionais, processos e tecnologias. A Modelagem da Informação da Construção, ou BIM (do inglês, *Building Information Modeling*) é uma abordagem para o projeto, construção e gerenciamento de instalações, considerada um dos mais promissores desenvolvimentos nessa indústria (EASTMAN *et al*, 2014).

O amadurecimento da adoção de BIM passa pela consolidação de documentos, guias, normas e protocolos, devido à necessidade de integração e padronização na produção de dados (GONÇALVES, 2018). Portanto, uma importante frente de desenvolvimento relacionado à BIM é a da normalização. A atividade de normalização, de maneira geral, nasce da necessidade de dar resposta a problemas de natureza técnico-industrial (INSTITUTO PORTUGUÊS DE QUALIDADE, 2019). No Brasil está em desenvolvimento uma norma relativa à Classificação da Informação da Construção, com foco em BIM, a ABNT NBR 15965.

No entanto, a pesquisa Sondagem da Construção, do FGV IBRE, aponta que menos de 15% de empresas do setor, no Brasil, reportam uso de BIM (CASTELO; MARCELLINI; VIANA, 2018). No âmbito da importância do BIM e da consolidação de padronizações para o desenvolvimento do setor, bem como da novidade da normalização em questão, em desenvolvimento no país, esta pesquisa se insere e se justifica.

Este trabalho, de caráter bibliográfico e exploratório, pretende apresentar o tema dos Sistemas de Classificação da Informação da Construção, do BIM, e da interface ou associação desses, nos processos de produção de empreendimentos. O termo Sistemas de Classificação da Informação da Construção, será abreviado neste trabalho pelo acrônimo CICS (*Construction Information Classification Systems*), termo usado por Nunes (2016, p. 8).

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

O problema da pesquisa é a funcionalidade da classificação da informação da construção em processos construtivos que fazem uso da modelagem de informação da construção (BIM).

1.3 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal do trabalho é investigar e apresentar funcionalidades do uso de sistemas de classificação da informação da construção em processos de produção de empreendimentos que utilizam modelagem da informação da construção.

1.4 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Orientados ao cumprimento do objetivo principal, os seguintes objetivos secundários foram estabelecidos:

- Investigar e apresentar definições e informações consideradas mais relevantes, para fins deste trabalho, sobre a modelagem de informação da construção e sobre os sistemas de classificação de informação da construção;
- Investigar a interface entre sistemas de classificação da informação e outros padrões de informação utilizados em BIM, e a utilização e funcionalidades dos CICS em processos construtivos, com foco nos que fazem uso de BIM;
- Investigar o uso de CICS em escritórios de modelagem de informação da construção, sob a lente do processo projetual, buscando compreender como estes CICS atendem os requisitos de informação estabelecidos pelos contratantes desses projetos.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho se insere, num panorama mais amplo, no âmbito dos esforços e pesquisas que visam maior integração no processo construtivo, entre projeto e construção. Levando-se em conta que essa integração possui as perspectivas contratual, organizacional e tecnológica, delimitadas por Nan e Tatum (1992),

considera-se que esse trabalho se insere sob a perspectiva tecnológica, portanto, não aborda aspectos contratuais, e aborda aspectos organizacionais de forma tangencial.

Esta pesquisa se limita a levantar e apresentar informações sobre a modelagem de informação da construção, sobre sistemas de classificação da informação da construção, e sobre a associação desses. Investiga-se funcionalidades dos sistemas de classificação associados à BIM, sob a lente do processo de projeto (modelagem), como suporte à padronização de informações no processo construtivo.

A realização de estudos de casos, em escritórios de projetos, está alinhada ao objetivo principal da pesquisa, qual seja: delinear um panorama do tema, sob a lente do processo projetual com BIM. Estes estudos não compreendem, devido a necessidade de delimitação do escopo do mestrado, fases subsequentes do processo de produção, que implicariam entrevistas nas construtoras e/ou incorporadoras, mas somente requisitos de informação feitos por estes contratantes de projetos, aos escritórios entrevistados.

1.6 VALIDADE DO TRABALHO

Para Gil (2010), qualquer questão não resolvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio de conhecimento, pode ser um problema de pesquisa. Para Marconi e Lakatos (2000), antes de um problema ser considerado adequado, ele deve ser analisado quanto à cinco aspectos, que foram abaixo relacionados, seguidos de uma explanação de como se entende que esses são atendidos nessa pesquisa.

a) Viabilidade - se pode ser resolvido por meio da pesquisa pretendida:

A pesquisa possui caráter exploratório, consistindo de etapas de revisão bibliográfica e pesquisa de campo, para as quais não se prevê qualquer empecilho, portanto viável.

b) Relevância - se é capaz de trazer novas contribuições para o conhecimento:

É relevante levantar o estágio cognitivo de aplicação dos conhecimentos tema desse trabalho (sistemas de classificação da informação da construção em BIM), em situações novas e concretas (OLIVEIRA, 1997), a fim de demonstrar ou ilustrar esse uso, devido à importância técnico-industrial da normalização em

desenvolvimento no Brasil e da modelagem de informação da construção para o setor, e devido à importância de discussão e difusão desses conhecimentos.

c) Novidade: se é condizente com o atual estágio de conhecimento da área;

A relevância, apontada acima, está relacionada à novidade, pois trata-se de um tipo de sistematização de informações, em processo de normalização no Brasil, sobre o qual há pouco conhecimento por parte de profissionais da área, mas possibilidade de ampla aplicação e impactos no setor construtivo. Portanto, é condizente com o atual estágio de conhecimento da área.

d) Exequibilidade: se pode levar a uma conclusão válida;

Os resultados obtidos possuem potencial para indicar uma tendência nos processos de produção que compreendem BIM e CICS, mas não são representativos sob aspectos quantitativos (característica própria do método utilizado).

e) Oportunidade: se atende a interesses particulares e gerais.

Entende-se que esse trabalho atende interesses particulares de profissionais do setor, por trazer esclarecimentos sobre práticas e padrões a serem adotados, e atende a interesses gerais, pois apresenta informações que podem auxiliar no aperfeiçoamento do processo de produção de empreendimentos no setor da construção, que compreende o processo de projeto.

1.7 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

O presente capítulo apresenta o enquadramento da pesquisa, sua justificativa, objetivos e método, e estrutura do trabalho.

O capítulo dois apresenta uma discussão metodológica sobre a definição do método e procedimentos adotados nessa pesquisa, e descreve os mesmos.

Os capítulos três, quatro, cinco e seis apresentam os quatro eixos da pesquisa bibliográfica realizada para consecução dos objetivos desse trabalho. O capítulo 3 apresenta aspectos do processo de produção na construção, suas contingências e algumas frentes de desenvolvimento para melhores resultados no setor, com vistas a contextualizar o tema dessa pesquisa.

O capítulo quatro apresenta levantamento bibliográfico realizado sobre BIM, e conceitos relativos a este paradigma, considerados necessários para os fins desse trabalho.

O capítulo cinco apresenta o conjunto de informações considerado mais pertinente sobre Sistemas de Classificação da Informação da Construção - contexto histórico, características, diferentes sistemas, e a normalização para esses sistemas.

No capítulo seis apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a interface entre a classificação da informação da construção e a modelagem da informação da construção, conforme importantes organizações e autores dedicados a pesquisa desses temas.

O capítulo sete apresenta as estratégias para coleta de informações e os resultados obtidos com a realização dos estudos de casos, bem como a análise dos mesmos.

O capítulo oito encerra a dissertação com as conclusões da pesquisa e sugestões para futuras pesquisas.

2 MÉTODO

O método e procedimentos adotados para a realização desta pesquisa não nasceram com a definição do tema da mesma, mas foram estabelecidos progressivamente, com auxílio das definições de Quivy e Campenhoudt (1995) para condução da pesquisa acadêmica. Esses autores recomendam que a pesquisa seja realizada em sete etapas, conforme diagrama ilustrado na Figura 1. Além das etapas, essa figura sintetiza as constatações e/ou definições, relativas a cada uma, para este trabalho.

Figura 1 – Diagrama do processo de desenvolvimento do trabalho

Fonte: a autora, baseado em Quivy & Campenhoudt (1995).

Conforme recomendação dos autores, realizou-se, num primeiro momento, a etapa exploratória. Quivy e Campenhoudt (1995) descrevem da seguinte forma esse trabalho exploratório.

Este se compõe de duas partes, que podem ser realizadas paralelamente: a leitura, como vimos acima, e a coleta de informações

através de entrevistas, documentos, observações... Três tipos de interlocutores são interessantes para desenvolver essas técnicas: especialistas científicos sobre o tema em estudo, informantes privilegiados e pessoas diretamente envolvidas. Ao final desta etapa, o pesquisador poderá ser levado a reformular sua questão inicial de modo que ela leve em conta o trabalho exploratório.

Nesse sentido, a fim de explorar o tema para melhor definição da problemática do trabalho, realizou-se entrevistas informais (não estruturadas) com pessoas diretamente envolvidas: pesquisadores do tema BIM, membros da CEE 134 (Comissão de Estudos Especial de Modelagem de Informação da Construção, responsável pelas normalizações relacionadas a BIM, em desenvolvimento), arquitetos e engenheiros proprietários de escritórios com portfólio em BIM, ao longo de 2018. Foi possível fazer algumas observações iniciais:

- Alguns escritórios de arquitetura com os quais se teve contato, que projetam exclusivamente com ferramentas (softwares) BIM, não trocam informação em BIM com outros escritórios ou contratantes, praticam o chamado “*lonely BIM*”, devido à falta de difusão desse processo no Brasil.
- Há desconhecimento sobre a demanda e uso de sistemas de classificação de informações da construção. por parte de profissionais de projeto. Há também desconhecimento da normalização nacional em desenvolvimento, devido à novidade das normalizações e padronizações de dados relacionadas a BIM, em desenvolvimento no país.

No início do desenvolvimento da pesquisa havia intenção de se levantar informações sobre o uso dos sistemas de classificação no processo de trabalho com BIM, em empresas/escritórios de projetos que utilizam BIM, por meio de realização de *survey*. No entanto, em face das informações exploratórias levantadas, constatou-se necessário buscar informações em escritórios especializados, cujo nicho de prestação de serviços foca as soluções digitais para projetos, com ênfase em modelagem de informação da construção, e não propriamente o desenvolvimento de projetos, como o projeto arquitetônico.

Esse levantamento inicial de informações auxiliou no entendimento de que essa pesquisa possui caráter e objetivos exploratórios. Portanto, observa-se as definições

de Gil (2002) para esse tipo de pesquisa. Conforme o autor, pesquisas exploratórias tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com algum problema, visando torná-lo mais explícito ou construir hipóteses, e são compostas geralmente de: levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o problema estudado e análise de exemplos que “estimulem a compreensão”.

Por fim, o método de estudos de casos, descrito por Yin (1989), foi estabelecido como o método principal para consecução dos objetivos desta pesquisa. Esse método foi considerado adequado para atender as recomendações de Quivy & Campenhoudt (1995), uma vez que auxilia a coleta de dados e sua análise.

O método de estudos de casos de Yin (1989), auxilia também na consecução das etapas “entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com um problema” e “análise de exemplos que estimulam a compreensão”, recomendadas por Gil (2002) para a pesquisa exploratória. A pesquisa, portanto, se divide nas etapas de levantamento bibliográfico, e realização de estudos de casos.

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nessa etapa, realiza-se levantamento bibliográfico sobre aspectos do processo de produção de empreendimentos no setor da construção civil, etapas e atividades que o compõem. Sobre este processo também são levantadas e apresentadas algumas discussões, provenientes de pesquisas contemporâneas, sobre problemáticas do setor, sobretudo a da fragmentação, e sobre soluções relacionadas a melhorias nos processos, com suporte da tecnologia.

É realizado levantamento bibliográfico sobre BIM, sobre sistemas de classificação da informação da construção, e sobre a interface desses conceitos.

2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTUDOS DE CASOS

A segunda etapa da pesquisa consiste na realização dos Estudos de Casos, com escritórios especializados em soluções digitais de projetos, com ênfase em BIM, orientados à inovação e descritos no Capítulo 7. Esses estudos tem vistas a explorar

o uso de sistemas de classificação no processo de produção da construção, sobretudo no processo de modelagem.

Yin (1989) descreve quatro aplicações para o Método do Estudos de Caso, que são consideradas aderentes às características e necessidades desta pesquisa:

- a) Explicar ligações causais em intervenções na vida real, que são muito complexas para serem abordadas pelos '*surveys*' ou pelas estratégias experimentais;
- b) Descrever o contexto da vida real no qual a intervenção ocorreu;
- c) Avaliar, ainda que de forma descritiva, uma intervenção realizada; e
- d) Explorar situações onde as intervenções avaliadas não possuam resultados claros e específicos.

Para Yin (1989), o método de estudos de casos é adequado para responder a questões do tipo "como" e "porque", explicativas, e que tratam de relações operacionais que ocorrem ao longo do tempo, mais do que frequências ou incidências. Esse método é preferível no estudo de eventos contemporâneos, em situações onde comportamentos não podem ser manipulados pelo pesquisador, e nas quais é possível lidar com uma variedade de evidências - documentos, entrevistas e observações (YIN, 1989).

Os resultados desses estudos não são representativos sob aspectos quantitativos, o que é uma característica intrínseca do método de Estudos de Casos, que é realizado em geral com poucos ou eventualmente um único objeto de estudo. Deve-se levar em conta também que, devido a características de especialização dos agentes consultados, os resultados obtidos não podem ser extrapolados para um universo mais amplo de casos.

As informações, levantadas na revisão bibliográfica e junto às empresas e profissionais, podem vir a ser esclarecedoras aos diversos agentes do processo BIM de produção de edificações – proprietários, projetistas, especificadores, planejadores, orçamentistas, gestores e coordenadores BIM.

No Capítulo 7 descreve-se mais detalhadamente os cinco componentes do método de estudos de casos, conforme Yin (1989), elabora-se a estratégia para

realização dos mesmos neste trabalho e descreve-se as características dos escritórios abordados.

3 ASPECTOS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO

A construção é o produto final do processo de produção da indústria da construção civil. Cardoso (1996) descreve esse processo de produção como um conjunto de etapas, organizadas de forma coerente no tempo, visando à execução de uma obra. Nessa definição, são consideradas desde as etapas de idealização do produto, ou seja, definição dos objetivos e parâmetros do empreendimento, até a operação e manutenção do edifício.

Segundo Forbes e Ahmed (2011), o processo de produção da construção possui especificidades, se comparado à produção das demais indústrias:

- Os produtos da construção civil são executados a partir de uma demanda individual, enquanto a produção das outras indústrias segue uma padronização com a repetição dos produtos;
- A locação do canteiro de obras é variável e está sujeita às alterações de clima, enquanto nas demais indústrias a produção acontece em um ambiente fechado e controlado;
- O tempo de produção de um empreendimento é geralmente maior em relação às demais indústrias;
- Com o fim da produção na construção, a equipe é desfeita, na maioria dos casos, e os participantes são dispensados dos compromissos com a produção; enquanto o vínculo dos agentes nas demais indústrias é de longo prazo.

Essas condicionantes dos processos na construção civil trazem dificuldades relacionadas a prazos e qualidade para a entrega de seus produtos (empreendimentos). A característica fragmentária do setor, para a qual contribui a não continuidade na formação de equipes, é discutida em muitas publicações e usualmente associada à reincidência de problemas do setor.

Para Martins (2009), a construção civil se caracteriza por possuir enorme variedade de sistemas e componentes construtivos, disponíveis nas fases de projeto e seguintes, de forma que uma exigência de desempenho de um produto de construção pode ser associada a um número significativo de soluções, característica que pode dificultar a coordenação entre intervenientes. Essa dificuldade é corroborada pelas formas de contratação tradicionais que separam fases de projeto e execução. É

problema recorrente, no processo de produção das construções, a reintrodução da informação em diferentes sistemas, em média sete vezes (MARTINS, 2009).

3.1 ETAPAS E AGENTES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

Diferentes publicações voltadas à construção civil descrevem o processo de produção do empreendimento, suas etapas, atividades, produtos e agentes. Oliveira (2019) fez um levantamento de publicações de instituições e autores, sobre as etapas do processo de produção do empreendimento, construindo a partir desse, o Quadro 1. É importante observar que, além das variações na sequência de etapas descritas pelos diferentes autores, outras diferenças nessa sequência são possíveis conforme escala e complexidade do empreendimento, prazos e outras condicionantes.

Quadro 1 - Etapas do processo de produção na construção

Processo de produção com uma sequência definida de etapas										Processo prod. sem uma sequência def. de etapas											
	ISO 12006-2 (2001)	CSI (2005)	Melhado (2005)	AIA – IPD (2007)	AIA – Tradicional (2007)	Building SMART (IDM) (2010)	Lean Construction (2011)	OmniClasses (2012)	NBR 15965 (2014)	RIBA (2013)	Sinduscon (2016)										
Planejamento	Início /Aquisição	Idealização do Projeto	Definições preliminares	Conceituação	Pré-projeto	Requisitos	Definição de Projeto	Início	Concepção	Definição estratégica	Concepção do Produto										
	Viabilidade		Programa de necessidades		Determinação das necessidades/valores	Conceituação	Definição de entrega de projetos	Preparação e definição das informações de projeto													
	Esboço da proposta/preparação do programa								Levantamento de dados	Esboço da viabilidade (propostas)		Projeto Esquemático									
		Estudo de viabilidade (escolha da solução)																			
Projeto	Projeto esquemático/estimativa de custo	Projeto esquemático	Estudo Preliminar	Projeto esquemático	Projeto esquemático	Esboço do projeto conceitual	Projeto Lean	Definição de critérios	Projeto	Projeto conceitual	Definição do produto										
			Anteprojeto							Desenvolvimento do projeto	Identificação e solução das interfaces										
			Projeto Legal			Projeto conceitual															
	Projeto detalhado/definição do custo	Desenvolvimento do projeto	Projeto básico	Projeto detalhado	Desenvolvimento do projeto	Projeto e aquisição	Projeto conceitual	Projeto	Projeto	Desenvolvimento do projeto	Identificação e solução das interfaces										
			Projeto executivo				Projeto do processo														
	Informação de produção/quantitativos	Documentação para execução	Projeto para produção	Projeto para produção/Planejamento execução	Projeto para produção	Informações de produção	Fornecimento de materiais e componentes	Coordenação	Documentação para execução	Projeto técnico	Detalhamento das especialidades										
Licitação												Licitação	(após o projeto básico nas obras públicas e após o projeto executivo nas obras particulares)	Gestão dos critérios de aprovação	Licitação/Aprovação pelos órgãos reguladores	Informações de produção	Fornecimento de materiais e componentes	Coordenação	Documentação para execução	Projeto técnico	Detalhamento das especialidades
	Execução	Licitação	Licitação	(após o projeto básico nas obras públicas e após o projeto executivo nas obras particulares)	Gestão dos critérios de aprovação	Licitação/Aprovação pelos órgãos reguladores	Informações de produção	Fornecimento de materiais e componentes	Coordenação	Documentação para execução	Projeto técnico										
Preparação para construção												Execução	Planejamento para a execução	Contratações/aquisições finais	Execução	Execução e entrega	Projeto esquemático	Compras e contratações	(licitação pode variar conforme o tipo de contratação)	(licitação pode variar conforme o tipo de contratação)	
																	Detalhamento do projeto de engenharia				
Finalização	Execução	Uso e Manutenção	Execução	Execução	Fechamento	Fechamento	Montagem Lean	Execução	Execução	Execução	Pós entrega do projeto										
	Finalização		Entrega	Fechamento			Instalação					Entrega	Finalização e entrega	Pós entrega da obra							
							Operação e manutenção														
	Retroalimentação	Demolição/Descarte				Descarte	Alteração e desativação	Encerramento	Fechamento da edificação/ instalação												

Fonte: OLIVEIRA (2019), adaptado de CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE, 2005 (CSI); MELHADO, 2005; OMNICLASS CONSTRUCTION CLASSIFICATION SYSTEM, 2012; ROYAL BRITISH INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2013; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014; SINDUSCON-MG, 2016.

Em relação aos agentes que participam do processo de produção da construção, esses também variam de acordo com as características de cada empreendimento. Algumas das mesmas referências usadas no Quadro 1, trazem informações em relação aos agentes, que são sintetizadas no Quadro 2, elaborado com base em levantamento realizado por Oliveira (2019).

Apesar das variações indicadas nas referências, todas consideram os seguintes agentes em comum: cliente ou empreendedor; profissionais de projeto; e profissionais de execução. As publicações são atualizadas periodicamente, a fim de se adaptar às mudanças nos processos de produção do setor. O relatório do RIBA (*Royal Institute of British Architects*) incluiu em sua última versão o BIM e o trabalho integrado e colaborativo, alterando com isso algumas terminologias sobre as etapas de desenvolvimento do projeto (OLIVEIRA, 2019).

Quadro 2 - Agentes do processo de produção da construção

Ahmed e Forbes	RIBA – Royal Institute of British Architects	CSI – Construction Specification Institute	Melhado (2005)	CMAA – Construction Management Association of America	AIA – American Institute of Architects
Cliente	Cliente	Equipe de projeto (arquitetos, engenheiros, etc)	Projetistas	Cliente	Equipe de trabalho principal (envolvimento em todo o processo)
Projetistas	Consultores do cliente		Empreendedor	Projetistas	
Construtores	Líder da produção do empreendimento (projeto e execução)	Equipe de execução (construtor, gestor, subcontratados, etc.)	Construtor	Consultores	
Mão de obra					
Fornecedores	Líder de Projeto		Usuário	Construtor	
Instituições financeiras	Arquiteto	Equipe do cliente (cliente, gestores, usuário final, etc.)	Gestor do empreendimento	Gestor da construção	Equipe de trabalho de suporte (possuem papel complementar)
Advogados	Engenheiro (sistemas prediais)				
Seguradoras	Engenheiro (civil e estruturas)				
Órgãos de regulação	Consultor de orçamento	Equipe de fornecedores (todos os distribuidores dos materiais e componentes)	Coordenador do Projeto		
Serviços Públicos	Líder de Execução				
Profissionais de segurança e controle de qualidade da obra	Administrador dos contratos				
Consultores	Consultor de segurança do trabalho				
	Especialistas de diferentes disciplinas				

Fonte: a autora, baseado em Oliveira (2019).

3.2 INTEGRAÇÃO NO PROCESSO DA CONSTRUÇÃO

O aperfeiçoamento da produção na construção civil é um tema presente em diversas pesquisas do setor (OLIVEIRA, 2019). Em resposta às características apontadas em seção anterior, sobretudo a de fragmentação, busca-se estratégias para alavancar a produtividade e qualidade no mesmo. Esse aprimoramento de processos é com frequência apontado sob o viés dos conceitos de industrialização.

O CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*) e o relatório produzido pela ONU (Organização das Nações Unidas), apontam características da industrialização que tem maior potencial de contribuir para o aprimoramento da construção, quais sejam: o processo contínuo de produção; a

padronização de produtos; a mecanização do trabalho, o aprimoramento contínuo do processo, o alto nível de organização do trabalho e a integração das diferentes etapas do processo de produção (OLIVEIRA, 2019).

Fabício (2013) aborda o tema da industrialização a partir do viés do método de produção, utilizando o termo “industrialização flexível”, definida pelo autor como o uso integrado de técnicas gerenciais e tecnologias digitais de projeto e produção para aumento da produtividade, qualidade e sustentabilidade, considerando o ciclo de vida (projeto, construção, uso, manutenção e desmonte). O autor identifica duas abordagens para a industrialização flexível da construção: tecnológica e organizacional.

A abordagem tecnológica é determinada pelo desenvolvimento de novas ferramentas e procedimentos de produção. A organizacional não está relacionada à transformação completa da técnica e do uso de materiais construtivos e máquinas, mas sim na gestão do processo produtivo e novas práticas, que utilizam tecnologia da informação e produção enxuta.

A abordagem organizacional destaca que o setor da construção civil busca a industrialização com foco nas alterações processuais, com base na produção mais completa e eficiente do projeto, de maneira integrada com a execução. As abordagens podem ser usadas isolada ou concomitantemente (FABRÍCIO, 2013).

Relatórios do Governo Britânico, elaborados para caracterizar o setor da construção civil, apontaram a fragmentação no mesmo como um de seus principais problemas e a integração passou a ser uma meta para melhorar sua qualidade e produtividade (MURRAY; LANGFORD, 2003). A fragmentação ocorre nas dimensões vertical (entre fases do empreendimento: planejamento, projeto e construção), e horizontal (entre especialistas em uma mesma etapa: arquitetos, engenheiros estruturais, de instalações, etc., na etapa de projetos) (HOWARD *et al*, 1989).

Nam e Tatum (1992) identificaram o aumento no interesse em integrar informações geradas no desenvolvimento do empreendimento, pelas diferentes disciplinas. Para esses autores, processos de trabalho na construção civil devem aliar tecnologias à gestão das informações de projeto e execução, e apontam que essa integração entre projeto e construção é a melhor oportunidade para aperfeiçoar os processos na construção civil. Esses autores dividem a integração a partir de três

perspectivas:

- Contratual: elaboração de definições contratuais para alcançar os objetivos estabelecidos para o empreendimento e/ou desenvolvimento do projeto;
- Organizacional: integração entre as disciplinas e respectivos participantes do processo, buscando-se manter fluxo de colaboração, do projeto à execução;
- Tecnológica: abordagem para o processamento da informação e coordenação dos dados e informações de projeto e execução.

A TI (Tecnologia da Informação) corresponde a toda a tecnologia relacionada com software, hardware e telecomunicação, que gera processos informativos e comunicativos, sendo os processos construtivos um exemplo de uso da mesma (NUNES, 2016).

Para Björk (1995) a característica fragmentária do setor construtivo faz com que as aplicações de TI acabem sendo usadas para atividades individuais, o que chama de “ilhas de automação”. No mesmo sentido, Eastman *et al* (2014) afirmam que projetos e construção de edificações são atividades de equipe, mas cada especialidade é suportada e melhorada por suas próprias aplicações computacionais.

O progressivo uso de ferramentas informáticas que melhor representam o ambiente construído, associado à necessidade de reunir informação no ciclo de vida da construção, é o mote do processo BIM (NUNES, 2016).

Zhong (1998)¹ *apud* Goh e Chu (2002) fala de três abordagens para maior integração na construção: o *computer aided design* (CAD), ou projeto assistido por computador, que seria o principal vetor da informação de projetos na indústria da construção; a classificação da informação da construção – sistemas normalizados para trocas de informação relativas a projetos, custos, contratos, materiais, etc. e por fim, o uso de modelos semânticos (ou seja, um segmento ou desenvolvimento específico do *computer aided design*), que permite troca inteligente de informações, ou seja, a modelagem de informação da construção.

¹ Zhong, Q. (1998) **Building process modelling using product modeling methodology and its application to scheduling**, unpublished PhD thesis, National University of Singapore.

4 BIM - MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

O acrônimo BIM, da língua inglesa *Building Information Modeling*, é traduzido no Brasil como modelagem da informação da construção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

A primeira norma BIM norte-americana publicada foi o *United States National Building Information Modeling Standard*, o NBIMS, em 2007, pela *buildingSMART alliance* (bSa), em parceria com o *American Institute of Architects* (AIA) e o *Construction Specifications Institute* (CSI), com autorização do NIBS (*National Institute of Building Sciences*). A bSa faz parte, como conselho, do NIBS, e é encarregada de promover a normalização de BIM nos Estados Unidos (GASPAR, 2019).

O NBIMS adota um esquema de três níveis de definição para BIM: produto, ferramenta e processo (AYRES E SCHEER, 2009). O entendimento de BIM como produto, ou *Building Information Model* (modelo de informação da construção) é definido no NBIMS como (NIBS, 2007, p. 21, tradução nossa)

Um BIM é uma representação das características físicas e funcionais de uma instalação. Sendo assim, serve como recurso compartilhado de conhecimentos, para acesso de informações sobre a mesma, sendo uma base confiável para decisões durante seu ciclo de vida, a partir de sua inepção.

Como ferramenta, trata-se das aplicações, chamadas BIM *authoring tools*, que interpretam o modelo da edificação e agregam informações e representações a ele (AYRES E SCHEER, 2009).

Por fim, trata-se do processo colaborativo formado por atividades desenvolvidas durante o ciclo de vida da edificação, por diferentes disciplinas e profissionais (AYRES E SCHEER, 2009), descrito como (NIBS, 2007, p. 150, tradução nossa)

Modelagem de informação da construção é o ato de criar um modelo eletrônico de uma instalação, com propósitos de visualização, de realização de análises de engenharia e de conflitos, checagem de normas, análises de custos, projeto 'as-built', orçamentos, dentre outros propósitos.

Kale e Arditi (2005) explicam que BIM consiste na integração de informações geométricas, ou características espaciais de um objeto digital ou modelado da construção (forma, posição e dimensões), com dados não geométricos (custo, material, peso, resistência, entre outras) por meio do estabelecimento de relacionamentos associativos e paramétricos. Eastman *et al.* (2014), adotam que BIM é “uma tecnologia de modelagem e conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos da construção”. Succar (2009, pg. 357, tradução nossa) apresenta a definição

Modelagem de Informação da Construção é um conjunto interativo de políticas, processos e tecnologias, que geram uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto de uma edificação num formato digital, ao longo do ciclo de vida desta edificação.

Não se pretende aqui cobrir todo o conjunto de definições relativas a BIM, mas apresentar definições adequadas e suficientes aos objetivos definidos nesse trabalho. Para fins dessa pesquisa, entende-se BIM como a associação de informações, relativas a etapas e processos da construção civil, à modelagem de edificações. Em outras palavras, esse entendimento alinha-se à compreensão do termo “modelagem de informação da construção” e do acrônimo BIM (GASPAR, 2019)

...a partir do eixo Tecnologia-Processos, dando origem a definições que expandem o uso do termo e do acrônimo para além dos domínios estritamente computacionais e tecnológicos relacionados ao setor da construção civil, levando-os até os limites dos processos de gestão de negócios e da indústria da inovação.

Nesse trabalho, optou-se por usar o acrônimo BIM e o termo “modelagem de informação da construção” (*building information modeling*) alternadamente e com o mesmo propósito. De forma distinta, usa-se o termo “modelo de informação da construção” (*building information model*) em algumas situações, conforme as definições aqui apresentadas.

4.1 MODELAGEM BASEADA EM OBJETOS

Conforme Eastman *et al* (2014), no final dos anos 1960 foi desenvolvida a habilidade de se representar um conjunto de formas poliédricas com o propósito de

visualização: a modelagem de geometria 3D foi um amplo objetivo de pesquisas, com muitos usos potenciais, como filmes, projetos e jogos. Paralelamente a esses desenvolvimentos na modelagem de geometrias, foram realizados esforços em projetos de produtos mecânicos, aeroespaciais, de construção e elétricos, para os quais os primeiros conceitos de modelagem de produtos, análise e simulação integradas foram desenvolvidos (EASTMAN *et al*, 2014).

A modelagem paramétrica baseada em objetos foi desenvolvida originalmente nos anos 1980, e não representa objetos com geometrias e propriedades fixas, mas os define por parâmetros e regras que determinam a geometria, e algumas propriedades e características não geométricas. Objetos são definidos usando parâmetros envolvendo distâncias, ângulos e regras como “vinculado a”, “paralelo a” e “distante de” (EASTMAN *et al*, 2014).

As atuais ferramentas de modelagem da informação da construção desenvolveram-se a partir das capacidades da modelagem paramétrica baseada em objetos, inicialmente pensadas para projetos de sistemas mecânicos. Essas são modeladores paramétricos baseados em objetos, com um conjunto predefinido de famílias de objetos (exemplos dessas famílias de objetos, incorporadas nas ferramentas BIM, são parede, coluna, porta, janela, telhado, etc.) (EASTMAN *et al*, 2014).

4.1.1 Abstração em modelos de produto para a construção

Van Nederveen e Tolman (1992) destacam que um aspecto importante na pesquisa em integração de informações na construção é o das diferentes visões possíveis sobre a mesma (conforme especialidades), e que progressos foram realizados com iniciativas para o desenvolvimento de “modelos de produto” para a construção. Essas iniciativas enfocaram, entre outros aspectos, conceitos de decomposição (relações parte de) e especialização (relações tipo de) (VAN NEDERVEEN; TOLMAN, 1992).

O projeto RATAS, por exemplo, desenvolvido nos anos 1987 e 1988, foi descrito por Björk e Penttillä (1989) como o maior esforço para o desenvolvimento da computação para a construção na Finlândia, até aquele momento, concebido visando um cenário em que toda indústria da construção estivesse usando a tecnologia da

informação em larga escala na virada do século. O esforço central do projeto foi o desenvolvimento do modelo de produto da edificação, esforços periféricos foram o estudo de bases de dados em geral, padrões de trocas de dados e mudanças nas práticas de projetos e documentação (BJÖRK; PENTILLÄ, 1989).

Para Björk e Pentillä (1989), os principais desenvolvimentos neste projeto foram o uso de conceitos centrados em objetos e hierarquia de abstração, que é a ferramenta que auxilia projetistas a lidar com a subdivisão da edificação em sistemas e partes. Além desses aspectos, afirmam que o projeto também contemplou a necessidade de que, para descrever o edifício como produto, era necessário estabelecer dois tipos de relação, “parte de” e “conectado à”. A Figura 2 ilustra a estrutura geral do modelo de produto da edificação RATAS.

Figura 2 - Estrutura geral do Modelo RATAS de produto da edificação

Fonte: Björk e Pentillä (1989).

Para Björk e Penttillä (1989), um modelo de informação da construção representa características de uma edificação de interesse para os processos de construção e gerenciamento de *facilities*. Os autores afirmam que, além de sua estrutura e das relações de especialização, o modelo de um edifício consiste de classes relacionadas por composição, do edifício como um todo aos seus sistemas técnicos, dos maiores elementos aos menores componentes. Eastman (1999)² (*apud* EKHOLM; HÄGGSTRÖM, 2011) também afirma que, dentre as informações necessárias para esse modelo, estão a estrutura e a composição de uma edificação.

Ao apresentarem conceitos da teoria de sistemas, para conceituar a necessidade de abstração na criação de modelos, Jørgensen e Skauge (2008) afirmam que uma base fundamental para modelagem de sistemas são os mecanismos de composição e classificação (SMITH, 1977a³; SMITH, 1977b⁴; ROSCH, 1978⁵; SOWA, 1984⁶ *apud* JØRGENSEN; SKAUGE, 2008).

A composição seria o desenvolvimento de uma hierarquia de sistemas determinada pela relação parte-todo, a classificação é o desenvolvimento de hierarquias de classes, denominadas taxonomias, e podem ser identificadas por duas operações complementares: generalização e especialização (JØRGENSEN; SKAUGE, 2008). Para dar suporte a identificação de objetos, é conveniente ter todos os tipos de objetos disponíveis organizados em taxonomias, a partir das quais estes podem ser selecionados (JØRGENSEN; SKAUGE, 2008).

Em relação à modelagem de construções, esses mecanismos de abstração são usados muito frequentemente. O mecanismo de composição possibilita que componentes dos edifícios possam ser divididos em subcomponentes, bem como determinado conjunto de componentes pode ser agrupado em um conjunto maior. Conforme

² EASTMAN, Charles M. **Building product models: computer environments, supporting design and construction**. CRC press, 1999.

³ SMITH, John Miles; SMITH, Diane CP. Database abstractions: aggregation. **Communications of the ACM**, v. 20, n. 6, p. 405-413, 1977.

⁴ SMITH, John Miles; SMITH, Diane CP. Database abstractions: aggregation and generalization. **ACM Transactions on Database Systems (TODS)**, v. 2, n. 2, p. 105-133, 1977.

⁵ ROSCH, E. H. Color categorization. **Cognition & Categorization. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum**, 1978.

⁶ SOWA, John F. **Conceptual structures: information processing in mind and machine**. 1983.

os autores, as taxonomias tem valor ainda maior para o setor, pois dão suporte a identificação de componentes dos modelos e a escolha de determinada solução, dentre um conjunto de soluções equivalentes (JØRGENSEN; SKAUGE, 2008).

4.2 CONCEITO DE NÍVEIS DE MODELAGEM EM BIM

O conceito de níveis de modelagem, de Scheer e Ayres Filho (2009), foi considerado pertinente para o desenvolvimento dessa pesquisa, pois possibilita contextualizar aspectos do processo BIM aqui abordados, como normalizações e protocolos referentes à gestão de informações no processo BIM (ISO 19650) e aspectos de interoperabilidade. Essa abordagem conceitual divide a modelagem de informação da construção em quatro níveis.

- **Supermodelagem:** A construção é uma atividade multidisciplinar, com muitos processos e agentes, portanto nesse nível objetiva-se identificar e analisar os processos envolvidos no ciclo de vida da edificação, as formas de cooperação e de troca de informações entre os agentes.
- **Metamodelagem:** A criação de modelos BIM se dá em um sistema composto por vários programas. A troca de informações entre os aplicativos deve acontecer sem perda de dados, o que se chama de interoperabilidade. Esse nível trata da interoperabilidade - estruturação de dados que possibilite armazenar os diferentes tipos de objetos, visando a troca dessas informações entre ferramentas.
- **Modelagem:** A modelagem da edificação é o processo de instanciação dos diferentes objetos que representam os componentes construtivos em um modelo BIM (geometria, propriedades e comportamento). O modelo armazena os elementos construtivos, suas propriedades e relações funcionais. A modelagem é responsável pela criação e manutenção do modelo BIM - a reunião dos elementos que compõe o edifício, em seu ciclo de vida.
- **Micromodelagem:** Trata da criação de componentes (objetos), suas características (geométricas e físicas), seus atributos semânticos (propriedades físicas, desempenho, etc.) e relacionamentos com outros objetos, usados para a constituição de modelos. Os principais tipos de objetos são os que representam os elementos construtivos, como pisos, paredes, portas e janelas, porém existem outros tipos de objetos, como símbolos de cotas, níveis, indicações, etc.

O termo modelagem, entendido como a atividade de instanciação dos objetos em um modelo BIM, é amplamente conhecido e utilizado, em publicações e por agentes no processo de projeto. Os outros termos não possuem uso recorrente, porém entende-se aqui que esse esquema organiza e auxilia a compreensão de aspectos importantes da modelagem de informação da construção, separando os principais eixos de definições e de trabalho. Os níveis de modelagem chamados nesse esquema de supermodelagem e metamodelagem são abordados no decorrer deste trabalho.

Pereira (Ana Paula, 2013) faz proposições sobre esse conceito de níveis de modelagem. Como um aspecto necessário ao nível de metamodelagem, aponta o uso de CICS, como uma definição complementar para a interoperabilidade. O Quadro 3 apresenta um resumo desses conceitos.

Quadro 3 - Níveis de modelagem em BIM

	FOCO	OBJETIVO	ASPECTOS DO NÍVEL
Supermodelagem	Processos	Cooperação	Normas para intercâmbio de informações (por ex. ISO 19650)
			Métodos de Comunicação
			Revisão de Interferências
Metamodelagem	Padrões	Interoperabilidade	Estrutura de dados e formato de trocas de arquivos/informações
			Sistemas de Classificação da Informação da Construção
Modelagem	Instâncias	Semântica	Criação/manutenção do modelo; reunião dos elementos que compõe o edifício
Micromodelagem	Objetos	Comportamento	Criação de componentes (objetos), suas características (geométricas); atributos semânticos (propriedades físicas, desempenho, etc.) e relacionamentos

Fonte: a autora, baseado em PEREIRA (Ana Paula, 2013).

4.3 INTEROPERABILIDADE

Para Succar (2009) o intercâmbio de informações, de arquivos entre aplicativos, ocorre quando se exportam ou importam dados que são estruturados e computáveis. Esse intercâmbio assume uma interoperabilidade adequada quando as informações permanecem sem perdas, evitando-se reentrada de dados e retrabalho (SUC-CAR, 2009).

Segundo Eastman *et al* (2014), há quatro abordagens para o intercâmbio de dados entre aplicações BIM: uso de formatos de intercâmbio baseados em XML, ligações diretas e proprietárias entre ferramentas, uso de formatos de arquivos de intercâmbio proprietários e uso de formatos públicos de intercâmbio de modelos de dados de produtos. Os formatos de intercâmbio públicos compreendem uso de um padrão aberto para o modelo de construção, dos quais o IFC (*Industry Foundation Classes*) é uma das principais opções (EASTMAN *et al*, 2014).

Em 1994, a empresa de softwares Autodesk iniciou um consórcio de indústrias

com 12 empresas americanas para o desenvolvimento de um conjunto de classes em uma linguagem de programação, surgindo assim a IAI (*Industry Alliance for Interoperability*), Aliança das Indústrias para Interoperabilidade. A IAI foi, em 1997, reconstituída como uma organização internacional sem fins lucrativos, para publicar conteúdos e desenvolvimentos relativos ao IFC (*Industry Foundation Classes*) (EASTMAN *et al*, 2014). Posteriormente, foi renomeada *buildingSMART*.

Para Maritz, Klopper e Siglé (2005), a IAI se consolidou como líder no desenvolvimento da modelagem computacional de objetos físicos (portas, janelas, paredes, etc.) de uma construção, definindo que esses devem ser representados eletronicamente por meio do IFC. O IFC consiste em um esquema de dados e um formato de trocas de arquivo para modelagem de informação da construção, baseado na tecnologia ISO-STEP, sendo hoje o padrão internacional aberto para esses arquivos, que pode ser trocado e compartilhado entre softwares usados por vários participantes em projetos de construção ou gestão de *facilities* (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Conforme Ingirige *et al* (2001), o desenvolvimento do IFC na construção foi influenciado pelo sucesso que teve a adoção do STEP em outras indústrias. Para Ekholm (2005), as vantagens da orientação a objetos são a razão para o desenvolvimento do padrão IFC, que suporta trocas de informação baseada em objetos entre diferentes sistemas de informação.

A *buildingSMART* preconiza cinco padrões metodológicos básicos para uma abordagem de projeto colaborativo e intercâmbio de dados entre tecnologias de informação, de maneira estruturada, aberta e livre, ao longo do ciclo de vida do ambiente construído (*BUILDINGSMART*, 2018):

- *Information Delivery Manual* (IDM): padrão de processos, é uma especificação detalhada da informação que os agentes devem fornecer em cada momento de um projeto;
- *Industry Foundation Classes* (IFC): padrão de dados, trata do compartilhamento de informação entre softwares, ou seja, da interoperabilidade entre softwares/especialidades;

- *BIM Collaboration Format (BCF)*: padrão de trocas/comunicação de informações - um esquema XML (*extensible markup language*) que codifica mensagens para o fluxo de informações entre diferentes ferramentas BIM;
- *International Framework for Dictionaries (IFD)*: é o mapeamento de termos - um dicionário de dados. O padrão internacional adotado atualmente é a instrução normativa ISO 12006-3, que padroniza critérios para modelos de informação, de objetos e de processos;
- *Model View Definition (MVD)*: é a definição de subconjuntos de modelos de dados IFC durante o ciclo de vida de uma construção. Representa as demandas específicas do software para definição da interface IFC que satisfaça os requisitos de troca.

Na versão 2 do NBIMS, aborda-se a questão dos padrões para a interoperabilidade em modelos de construção BIM, os quais são chamados de esquemas (NIBS, 2012). Um esquema usa um conjunto de nomes das entidades que está organizando, que podem se referir a um elemento construído, por exemplo uma parede, ou um sistema, por exemplo o fornecimento elétrico de baixa voltagem. Esses nomes devem ter significado inequívoco e definição das unidades em que são expressos, para possibilitar troca interpretável de dados (NIBS, 2012) – conforme representado na Figura 3. Para um bom fluxo de informações, são necessários (NIBS, 2012):

- a) Um formato para registro da informação, ou modelo de armazenamento digital, o IFC.
- b) Uma especificação de qual informação trocar e quando, ou modelo de processo, o IDM.
- c) Uma definição normalizada sobre o que a informação trocada realmente significa, ou uma biblioteca de terminologias, o IFD.

Figura 3 - Padrões para interoperabilidade

Fonte: NIBS (2012), tradução nossa.

Conforme o NBIMS (NIBS, 2012), para garantir que o receptor de informações receba a informação desejada, remetente e receptor devem acordar exatamente quais informações trocar. No projeto de uma edificação, por exemplo, o arquiteto pode necessitar de informação da engenharia sobre quais elementos (paredes, colunas) recebem carga e quais não. A engenharia, por sua vez, necessitaria saber a função de cada espaço para prever a carga que a estrutura deverá suportar. IDM e MVD explicitam essas demandas em formato de texto para entendimento humano, bem como para a máquina (NIBS, 2012).

A fim de se compreender a informação num processo de troca, essa eventualmente necessita ser complementada, usando-se texto, por exemplo, para o arquiteto informar o material de uma viga. O programa que recebe essa informação comunicada via texto pode não a compreender, pode haver erros na digitação, diferenças na língua ou dialeto, etc. Para resolver esse problema semântico existe o IFD, que complementa o IFC (NIBS, 2012).

O padrão IFD é hoje normalizado pela ISO 12006-3. A esse padrão associa-se a ISO 12006-2, que estabelece uma estrutura neutra para os sistemas de classificação da informação da construção. Esses padrões normalizados e a relação entre o IFD e os sistemas de classificação da informação serão melhor discutidos no capítulo 5.

4.4 NÍVEIS DE MATURIDADE NA ADOÇÃO DE BIM

Succar (2009) estabeleceu o conceito de níveis de maturidade para o uso de BIM, para designar o nível de capacitação das empresas em relação a estrutura tecnológica e organizacional, e na utilização de processos BIM. A descrição dos níveis que se segue foi feita a partir de Succar (2009) e Gonçalves (2018). A Figura 4 representa esses níveis e algumas de suas características.

- Nível 0: é um nível pré-BIM, no qual a documentação e obtenção de informações acontece com elaboração de desenhos bidimensionais e desintegrados da produção e extração de informações – quantidades, estimativas de custos e especificações não estão relacionadas ao modelo de visualização. Práticas colaborativas entre agentes não são priorizadas.
- Nível 1: empresas usam *software* para produzir modelos BIM, mas práticas colaborativas permanecem similares às do Nível 0 – mantem-se padrões de relações contratuais, alocação de riscos e comportamento organizacional.
- Nível 2: compreende o trabalho colaborativo em modelos de projeto digital, semânticos e paramétricos. Os participantes do projeto usam suas ferramentas escolhidas para produzir modelos com informações técnicas incorporadas. A colaboração acontece, sobretudo, por meio do intercâmbio dos modelos geométricos e suas informações entre os diferentes agentes, em um modelo federado.
- Nível 3: todas as informações e dados devem ser extraídas de um único modelo BIM, desenvolvido colaborativamente, compartilhado em todo o processo de projeto e entre todas as disciplinas. Entende-se que esse nível é algo ainda distante da realidade do setor da construção.

Figura 4 - Níveis de maturidade BIM

Fonte: Gonçalves (2018), adaptado de ISO 19650-1.2 (2017).

4.5 PROCESSO DE PRODUÇÃO COM BIM

Países como Estados Unidos e Inglaterra possuem um nível alto de amadurecimento em processos de produção na construção civil com uso de BIM, devido a um histórico mais longo de utilização. Por isso, lideram a publicação de guias e normas relacionadas a BIM, disponibilizadas para o setor da construção, e que servem de referência para as publicações em muitos outros países (GONÇALVES, 2018). A Figura 5 ilustra um levantamento dessas publicações.

Figura 5 - Guias e normas disponibilizados ao mercado entre os anos de 2007 e 2017

Fonte: Gonçalves (2018).

Esse levantamento, realizado com foco em alguns critérios, não apresenta a publicação das normas ISO 12.006 (Construção de edificação – Organização de informação da construção) abordadas neste trabalho, mas destaca a publicação das ISO/DIS 19650:2017, normalização internacional que oferece princípios de progresso no processo de produção do ambiente construído com utilização de BIM.

A “Estratégia Governamental para Construção”, estabelecida pelo Reino Unido, definiu um pacote de padrões e normalizações para alcançar o “BIM Nível 2”, dentre esses uma PAS (*publicly available specification*), a PAS 1192-2:2013 – *Specification for information management for the capital delivery phase of construction projects using building information modeling*. A PAS 1192-2 foca a informação gerada e acumulada a partir das atividades de projeto até a entrega do empreendimento, etapa essa chamada de PIM (*Project Information Modelling*).

Essa especificação determina, dentre outros, que modelos, documentos, informações de projetos, informações de custos, e especificações devem ser organizadas usando um sistema de classificação que auxilie na realização de alguns processos, como planejamento de custos, pois esse fornece uma terminologia comum e estrutura para que todos os documentos de projeto e informações possam ser relacionados, e seu uso é requisito para trocas de informação e para estruturação de *templates* (modelos de documento padrão) e do COBie-UK-2012 (GONÇALVES, 2018).

A PAS 1192-2 se tornou a base de desenvolvimento da ISO 19650 - normalização internacional que descreve princípios para se alcançar o estágio de maturidade descrito como “Modelagem da Informação da Construção (BIM) conforme ISO 19650”, ou BIM Nível 2 em (ISO/DIS, 2018). Essa norma apresenta recomendações para o gerenciamento de informações, para a estrutura de trabalho necessária, e diretrizes para troca, arquivamento, versionamento e organização da informação produzida, compreendendo todos os envolvidos (proprietário, cliente, gestor, equipes de projetos, equipes de obras, etc.) (GONÇALVES, 2018).

A Figura 6 ilustra o escopo abordado pela ISO 19650-2, referente a gestão de informações, bem como outras normalizações relevantes à gestão organizacional, de ativos e de projetos.

Figura 6 - Escopo da ISO 19650-2

Fonte: ISO/DIS (2018), tradução nossa.

Dentre as diretrizes apontadas pela ISO 19650-2 para o “Processo de gestão de informações durante a fase de entrega de ativos”, está o estabelecimento de padrões de informação do projeto pelo contratante (*appointing party*), que deve prever formas de estruturação e classificação da informação. Define-se na ISO 19650 que a classificação da informação nos processos deve acontecer de acordo com as diretrizes da ISO 12006-2 (apresentada posteriormente no trabalho), e que a informação de objetos deve estar de acordo com a ISO 12006-3, para dar suporte a trocas de objetos.

No documento da ISO 19650-2 consta que, devido à grande variedade de tipos de empreendimentos e tamanho/estrutura das organizações, as definições e orientações dessa norma devem ser adaptadas às características de cada situação (ISO/DIS, 2018). Essa colocação leva a consideração sobre a importância da definição, no desenvolvimento de qualquer trabalho relacionado a modelagem de informação da construção, de um documento denominado Plano de Execução BIM (CIC-PSU, 2011).

A publicação *BIM Project Execution Planning Guide*, um projeto da bSa, desenvolvido pelo *Computer Integrated Construction Research Program* da

Universidade do Estado da Pennsylvania, explica que, como não há um método único recomendável para se usar BIM em todos os empreendimentos, cada time deve desenvolver sua estratégia, e fornece um conjunto estruturado de procedimentos para auxiliar o desenvolvimento de um *BIM Project Execution Plan* – um Plano de Execução BIM (CIC-PSU, 2011).

Outra instituição britânica, a *National British Standard* (NBS), liderou o desenvolvimento do NBS BIM *Toolkit*, uma ferramenta de suporte ao desenvolvimento de empreendimentos, de forma a auxiliar o uso do BIM no nível de maturidade 2 (NBS, 2019).

O NBS BIM *Toolkit* inclui uma biblioteca de milhares de *templates*, um sistema unificado de classificação com dezenas de milhares de classificações e uma ferramenta digital de plano de trabalho, de acesso livre, que possibilita o gerenciamento de tarefas a serem realizadas em todo o processo de desenvolvimento da construção: atribuição de tarefas, prazos, entregáveis, etc. (HAMIL, 2019).

Essas normalizações e ferramenta de suporte evidenciam como o uso de sistemas de classificação de informação da construção é entendido como necessário em processos de produção da construção com BIM, em países em que conhecimentos e práticas sobre a modelagem de informação da construção estão mais consolidados.

4.6 ASPECTOS DO CONTEXTO NACIONAL

No Brasil, foi estabelecida a agenda de ações denominada Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) setorial da Construção Civil, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), com objetivo de aumentar competitividade e produtividade no setor, pelo uso de ferramentas de Tecnologia da Informação. Uma das metas estabelecidas é a difusão dos processos de trabalho que compreendem a modelagem da informação da construção (BIM) no Brasil (AMORIM e SILVA, 2011).

A utilização do BIM no Brasil tem sido predominante na etapa de projetos, e recentemente tem encontrado uso no controle e gerenciamento de obras. O amadurecimento da adoção do BIM leva à consolidação de guias, normas e

protocolos, devido à necessidade de padronização no processamento de dados (GONÇALVES, 2018).

Nesse sentido, foram publicadas a Coletânea “Guias BIM ABDI-MDIC”, em seis volumes; o Guia em dois volumes da ASBEA; o Caderno de Contratação de Projetos de Santa Catarina; e a coletânea “Implementação de BIM para Construtoras e Incorporadoras”, em seis volumes, da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (GONÇALVES, 2018).

Outra frente é o desenvolvimento de normalizações para padronização das informações e desenvolvimento de processos. Nesse sentido, foi criada em 2009 a ABNT/CEE-134 (Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção), incumbida de desenvolver normas técnicas sobre BIM (CATELANI e SANTOS, 2016):

Um dos produtos do trabalho dessa comissão foi a tradução da norma ISO 12006-2, que resultou na publicação da ABNT NBR ISO 12006-2:2010 - Construção de Edificação - Organização de informação da construção. Após essa publicação, tendo como referências a ISO 12006-2 e o sistema de classificação OmniClass, iniciou-se o desenvolvimento do sistema brasileiro, a ABNT NBR 15965 – Sistema de classificação da informação da construção (CATELANI E SANTOS, 2016). A ISO 12006-2:2010, o sistema OmniClass e a ABNT NBR 15965 serão abordados nas próximas seções.

Além dessas iniciativas, em maio de 2018 o Governo Federal lançou a Estratégia BIM BR, por meio do decreto nº 9.377, a fim de promover um ambiente adequado ao investimento e difusão do BIM no País (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, 2018). Foram criados seis grupos de apoio técnico ao Comitê Estratégico de Implementação do BIM, CE-BIM, formados por representantes do governo e especialistas da cadeia da construção civil, com os focos: Regulamentação/Normalização; Plataforma BIM; Capacitação; Infraestrutura Tecnológica; Compras Governamentais e Comunicação. (GONÇALVES, 2018).

4.7 USOS DO BIM

O guia *The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses* (KREIDER; MES-SNER, 2013) é uma das publicações que relaciona usos ou aplicações do BIM, baseada nos propósitos desse uso para o empreendimento, a fim de oferecer uma terminologia comum para os mesmos, entre os diferentes agentes no mercado.

Esse documento traz a definição de “uso BIM” como sendo um “método de aplicar o BIM durante o ciclo de vida de uma edificação para se alcançar um ou mais objetivos específicos”. Definiu-se cinco categorias primárias e suas subcategorias, apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Propósitos e objetivos de usos BIM

Propósito de Uso BIM		Objetivos de Uso BIM	Sinônimos
01	Juntar	Coletar ou organizar informação da construção	Administrar, coletar, gerir, adquirir
	01 Capturar	Representar ou preservar o status presente da edificação e/ou seus elementos	Coletar
	02 Quantificar	Medir/expressar a quantidade de elementos da edificação	Quantificar/extrair quantidades
	03 Monitorar	Coletar informação relativa ao desempenho de elementos ou sistemas da edificação	Observar, medir
	04 Qualificar	Caracterizar ou identificar o status de elementos da edificação	Seguir, rastrear, identificar
02	Gerar	Criar ou conceber informação sobre a edificação	Criar, conceber, modelar
	01 Prescrever	Determinar a necessidade de selecionar elementos específicos para a edificação	Programar, especificar
	02 Arranjar	Determinar a localização e disposição de elementos da edificação	Configurar, fazer o layout, locar
	03 Dimensionar	Determinar dimensão/escala de elementos da edificação	Dimensionar, calcular
03	Analisar	Examinar elementos para melhorar entendimento	Examinar, avaliar
	01 Coordenar	Garantir a compatibilidade entre elementos da edificação	Detectar, evitar
	02 Prever	Prever desempenho futuro da edificação e/ou seus elementos	Simular, prever
	03 Validar	Checar ou provar adequação de informações da construção	Checar, confirmar
04	Comunicar	Apresentar informação sobre a edificação de forma que possa ser compartilhada/trocada	Trocar
	01 Visualizar	Formar representação realística da edificação e/ou seus elementos	Revisar
	02 Transformar	Modificar informação e a traduzir para ser recebida por outro processo	Traduzir
	03 Desenhar	Representar simbolicamente a edificação e seus elementos	Esboçar, anotar, detalhar
	04 Documentar	Criar registro da informação da edificação, que possibilite especificação precisa de elementos	Especificar, submeter, catalogar, reportar
05	Realizar	Fazer ou controlar elementos físicos usando informação da edificação	Implementar, performar, executar
	01 Fabricar	Usar informação da edificação para manufaturar seus elementos	Manufaturar
	02 Montar	Usar informação da edificação para unir elementos	Pré-fabricar
	03 Controlar	Usar informação da edificação para manipular a operação de equipamentos de execução	Manipular
	04 Regular	Usar informação da edificação para informar a operação de elementos da edificação	Direcionar

Fonte: Kreider e Messner (2013), tradução nossa.

4.7.1 Usos de BIM no auxílio à integração no processo construtivo

O presente trabalho tem interesse na integração de informações no processo construtivo – sobretudo entre etapas de projeto e construção - entendendo-se essa integração como oportunidade para aperfeiçoar os processos na construção civil (NAN e TATUM, 1992). Portanto, interessa destacar os usos da modelagem de informação da construção que auxiliam na etapa de preparação para construção, sob a perspectiva de integração de informações entre projeto e execução.

Com relação ao processo de projeto com BIM, o principal instrumento que viabiliza, atualmente, a integração interdisciplinar é o modelo federado (SCHENATTO, 2015), que é a combinação de modelos das várias disciplinas envolvidas em uma plataforma pré-definida, para visualização, detecção e comunicação de incompatibilidades e proposição de alterações e soluções (análise e coordenação).

Destaca-se que o desenvolvimento de projetos por meio da modelagem de informação da construção é útil às atividades relativas ao planejamento de obras. O planejamento de uma obra consiste em definir um conjunto de atividades, indexá-las a um calendário, decompondo a obra em tarefas elementares, e em definir para cada tarefa datas de início e fim (FARIA, 2013).

Em geral são utilizados softwares de planejamento para gerenciar o cronograma da obra, que possibilitam encadeamento das atividades e do caminho crítico da execução. Simulações 4D - adição da dimensão temporal aos modelos geométricos - são um recurso possível de visualização, para auxiliar decisões de logística de canteiro e plano de execução (EASTMAN *et al.*, 2014).

Para atividades de planejamento, é necessária a definição do escopo do projeto - todo o trabalho que deve ser cumprido para completar a entrega do produto. O escopo trata da definição e controle do que está incluso ou não no projeto, define equipamentos, serviços e dados necessários para obtenção do produto final (KERZNER, 2011). Em processos de trabalho com uso de BIM, essa extração de informações do projeto/empreendimento pode ser facilitada pelos modelos semânticos do conjunto de projetos.

A principal ferramenta para a gestão do escopo é a EAP - estrutura analítica de projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013), importante elemento na ges-

tão de projetos e obras, pois estrutura o planejamento e controle do tempo e dos custos. A partir da EAP, objetivos do projeto são relacionados a recursos disponíveis e a responsabilidades dos participantes (KERZNER, 2011).

A extração de informações de modelos BIM, para definição de EAPs e atividades de planejamento físico e financeiro, pode otimizar o tempo despendido nessas atividades, bem como a precisão das informações. Para isso é necessário que esses objetivos de uso das informações tenham sido previamente explicitados nas definições relativas às trocas de informação e formas de cooperação, o que Scheer e Ayres Filho (2009), chamam “supermodelagem”. Definições essas que são orientadas por guias, como o *BIM Project Execution Planning Guide*, e que devem ser estabelecidas para cada empreendimento por meio dos planos de execução BIM (GONÇALVES, 2018; CIC-PSU, 2011).

Considerando-se de forma mais ampla os domínios tecnológicos e processos de produção relacionados ao setor da construção, para além da modelagem computacional dos projetos, destaca-se a importância de arranjos que possibilitem a integração das informações de projetos, a bases de dados externas e etapas subsequentes dessa produção, assunto apresentado no Guia 3 da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), parte de um conjunto de Guias sobre BIM.

Esses arranjos tornam efetiva a integração de informações entre etapas de projeto e construção, possibilitando o aproveitamento das informações consideradas estratégicas para o processo, inseridas nos modelos BIM, cujos padrões adotados (como o sistema de classificação de informação) foram, teoricamente, definidos nos planos de execução BIM.

Nesse sentido, o Guia 3 descreve os formatos possíveis para integração do modelo BIM a bases de dados externas. Essa publicação enfatiza que as normas inglesas exigem a definição de um CDE, o ambiente comum de dados, mas poucos sistemas oferecem a capacidade de montar esse ambiente e possuem custo elevado. Portanto, acaba sendo predominante a conexão de informações por meio das cinco possibilidades relacionadas (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017a):

- Transferências via planilhas eletrônicas;
- Conexões com banco de dados via csv ou txt;
- Exportações de xml;

- Conexões via IFC;
- Acesso direto ao modelo via API (*Application Program Interface*) do aplicativo.

As planilhas eletrônicas tem sido o método mais comum para exportar dados específicos a serem utilizados em aplicativos externos, para atividades de planejamento e orçamento. Para conexões via planilhas, ou arquivos csv ou txt, define-se procedimentos para a conexão de dados e formatos de arquivos a serem utilizados (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017a).

A Figura 7 ilustra esquematicamente esse intercâmbio de informações: a partir do modelo, são geradas listas de quantitativos com todos os componentes do projeto, que são exportadas para planilhas organizadas conforme as diretrizes do planejamento (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017a). Essas planilhas seriam então exportadas para aplicativo de cronograma e para o sistema de orçamento, podendo ser integradas ao sistema de gerenciamento da empresa (ERP⁷).

Desse modo, mantém-se a coesão entre informações do modelo, orçamento, planejamento e controle da obra, estando toda esta informação categorizada, por meio do sistema de classificação de informação adotado, desde os modelos BIM (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017a).

⁷ *Enterprise Resource Planning*

Figura 7 - Representação esquemática do intercâmbio de dados para integração entre modelo, cronograma, orçamento e ERP.

Fonte: adaptado de AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2017a).

5 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

5.1 CONCEITOS GERAIS SOBRE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Um sistema é desenvolvido a fim de ordenar e hierarquizar um objeto de estudo, dividindo-o por classes e/ou princípios de especialização, agrupando-o de forma coerente e evitando interpretações dúbias sobre esse, por parte do interlocutor (LOPES, 2004 ⁸ *apud* AMORIM; SILVA, 2011). Sistemas de classificação são estruturas ontológicas que visam facilitar a comunicação entre atores em algum campo de trabalho (AMORIM E SILVA, 2011).

O objetivo da classificação é a distinção entre objetos de uma coleção, ou seja, organizar os conceitos e os termos de um domínio e, desse modo, fornecer os fundamentos para fazer distinções entre objetos. Para classificar uma coleção de objetos, é necessário definir a finalidade da classificação, o que é feito por meio das propriedades que determinam as classes. Esta definição deve ser expressa em um texto. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

A classificação deve ser exaustiva, ou seja, cada objeto na coleção deve ser atribuído a uma classe, e também deve ser definitiva, o que significa que cada objeto deve pertencer a somente uma classe (EKHOLM, 1996). Sem esses critérios, pode haver objetos não classificados e objetos pertencentes a mais de uma classe da mesma divisão, o que torna a classificação incorreta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010). Um nível é um conjunto de classes com o mesmo refinamento ou granularidade. Figura 8 representa as relações de subconjunto (entre classes mais estreita e mais ampla) e de associação (de objetos com sua classe) num sistema de classificação.

⁸ LOPES, R. A. Taxonomia do processo de projeto de edificações. Dissertação de mestrado. PósGraduação em Sistemas de Gestão – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, 2004

Figura 8 - Relações de subconjunto e de associação

Fonte: ABNT NBR ISO 12006-2

A ISO 22274 - *Systems to manage terminology, knowledge and content – Concept-related aspects for developing and internationalizing classification systems* (Sistemas para gerenciar terminologia de conteúdo e conhecimento – aspectos relativos aos conceitos para o desenvolvimento e internacionalização de sistemas de classificação, tradução nossa) é a normalização base para o desenvolvimento da ISO 12006-2, que por sua vez é a normalização que define a estrutura para sistemas de classificação de informação da construção internacionalmente, discutida no Capítulo 5.

De acordo com a ISO 22274 (*apud* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), as tabelas de classificação podem ser enumerativas, facetadas ou uma combinação dessas. Sistemas de classificação enumerativos objetivam listar todas as possíveis classes definidas dentro de sua área de aplicação, e são representados utilizando-se hierarquias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010). Sistemas facetados permitem a atribuição de múltiplas classificações a um objeto. Por meio de um sistema facetado, um objeto pode ser caracterizado por qualquer combinação das classes das facetadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

As Figuras 9 e 10 são ilustrações que representam esses dois tipos de sistemas de classificação: a hierárquica (ou enumerativa), que possui uma única lista hierárquica de títulos de assuntos e codificação correspondente; e a facetada, com várias tabelas paralelas (cada uma estruturada hierarquicamente), que permitem a atribuição de múltiplas classificações a um objeto.

Figura 9 - Classificação enumerativa (hierárquica).

Fonte: adaptado de Ceton (2014), tradução nossa.

Figura 10 - Esquema ilustrativo da classificação facetada

Fonte: adaptado de Ceton (2011), tradução nossa.

Sistemas de classificação de informação são diferentes daqueles de identificação, ou especificação. É possível relacionar inúmeros tipos de sistematização de informações, nas várias áreas de conhecimento, por exemplo os Sistemas de Classificação e Codificação (SCC) usados na indústria da manufatura

(PEREIRA, Ricardo, 2013). Códigos de identificação são usados para se fazer a identificação inequívoca de algo - essa correspondência entre objeto e código é útil a todas as atividades de registro e controle de itens no comércio, atividades de gestão e controle, etc. (PEREIRA, Ricardo, 2013).

A estrutura de classificação, em que há relação entre as coisas e classes de coisas, é útil para identificação de elementos e agrupamento de elementos semelhantes conforme demanda, a fim de, por exemplo, encontrar fornecedores de um tipo de produto e/ou serviço no mercado, analisar custos, controlar gastos por área ou departamento em uma empresa, etc. (PEREIRA, Ricardo, 2013). O Quadro 5 relaciona essas diferenças.

Quadro 5 -Sistemas de Identificação e Sistemas de Classificação (hierárquica)

	Código de classificação	Código de identificação
Princípio	Indica relação entre itens	Identifica inequivocamente cada item
Singularidade característica	Hierárquica	Única
Codificação	Mostra em sub-classes em que o item é membro	Cria uma correspondência entre o símbolo e o item
Função comercial	Encontrar produtos e serviços. Análise das actividades de melhoria	Acompanhamento e manutenção de registos

Fonte: PEREIRA (Ricardo, 2013).

Em uma das frentes de estudo da CEE 134, relativa a definições para Objetos BIM, está em discussão os parâmetros para inserção, em determinado campo desses objetos, de código(s) de identificação (tipo EAN, SKU, UPC, etc.) (INFORMAÇÃO VERBAL, 2019).

5.2 A CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Para Ekholm (1996) o uso de sistemas de classificação na indústria da construção é necessário para lidar com especificações, estruturação de documentos, cálculo de custos, trocas de informações, etc. Delany (2018) também menciona como

funcionalidades desses sistemas, as trocas de informações entre diversos agentes, a categorização da informação para orçamentação e outros documentos da construção, bem como para o gerenciamento de ativos, para manutenção predial e outras finalidades de gerenciamento de instalações.

A ISO TR 14177/94 – Classificação da informação na indústria da construção (*apud* TRISTÃO; FACHIM; ALARCOM, 2004, p. 161) apresenta algumas terminologias básicas destes sistemas de classificação:

- a) classes de classificação: unidade de alto nível dentro de uma classificação expressando um conceito principal;
- b) definição de classe: formulação das características essenciais de uma classe de classificação que desenha uma clara fronteira entre ela e outras classes de classificação;
- c) tabela de classificação: apresentação estruturada de itens de classificação de uma classe de classificação;
- d) itens de classificação: conceito definido unicamente dentro de uma classe de classificação;
- e) termo de classificação: designação de uma classe de classificação ou item de classificação por meio de uma expressão linguística;
- f) notação: um identificador numérico ou alfanumérico. Trata-se de um sistema de códigos expressando um arranjo de uma classificação.

A Figura 11 explicita como essa terminologia se aplica ao caso do sistema de classificação nacional em desenvolvimento, associada ao recorte de uma das tabelas da ABNT NBR 15965.

Figura 11 - Exemplo das terminologias de sistemas de classificação em recorte da Tabela de Materiais da Construção

ABNT NBR 15965-2:2012

NOTAÇÃO → **Tabela 1 – Classificação OM – Materiais da construção** → **CLASSE (cada tabela equivale a uma classe)**

ITEM (Código/Notação + Termo)

Código	Termo
OM. 10. 00.	Elementos químicos
OM. 10. 10. 00.	Elementos sólidos
OM. 10. 10. 01.	Carbono
OM. 10. 10. 03.	Silício

Fonte: a autora, baseado em Tabela 1 (ABNT NBR 15965).

5.2.1 Histórico e exemplos

Conforme Maritz, Kloppe e Siglé (2005), desde 1940 há uma fascinação com o problema intelectual de como organizar a informação da construção para seu posterior acesso e reuso em projetos, que resultou no desenvolvimento de sistemas de classificação, sistemas de especificação padronizados, sistemas de informação de produto e sistemas de informação de custos.

O primeiro sistema formal de classificação da construção teria sido o SfB (*Samarbetskommittén for Byggnadsfrågor*), desenvolvido na Suécia na metade do século XX. Tornou-se bastante utilizado em escritórios no país e um modelo na indústria da construção, para classificação, especificação, informação de produtos e informação de custos, na Europa, EUA e outros países. Em 1966, a agência do SfB no Reino Unido fez algumas alterações nesse sistema, e esse passou a ser utilizado nesses países como CI/SfB (MARITZ; KLOPPER; SIGLÉ 2005).

Com as mudanças e evoluções nos serviços de engenharia e na pré-fabricação, o SfB passou a não ser considerado mais adequado, e avanços na computação levaram países a rever suas estruturas de informação e conceitos. Trabalhos de caráter cooperativo desenvolvidos em organizações internacionais como ISO (*International Organization for Standardisation*), CIB (*Conseil International du Bâtiment*), ICIS (*International Construction Information Society*) e IAI (*International Association for Interoperability*), possibilitaram desenvolvimentos nas tabelas de classificação, conforme uma teoria contemporânea (MARITZ; KLOPPER; SIGLÉ 2005).

A classificação da construção é diferente entre países e reflete a herança construtiva de cada local. De tempos em tempos são geradas novas classificações pois os métodos construtivos mudam. Relaciona-se a seguir exemplos de Sistemas de Classificação da Construção:

- OMNICLASS: é o sistema de classificação de informação da construção desenvolvido com foco na América do Norte. Concebido para cobrir, em diferentes tipos de construção, diferentes demandas de informação, mas seu foco é oferecer uma estrutura de classificação para softwares e bases de dados eletrônicas. Incorpora os sistemas MasterFormat e UniFormat (OCCS, 2019);
- MasterFormat: Sistema para organização de informações relativas a especificações, estimativas de custos, dados de produtos e outros, na América do Norte (OCCS, 2019);
- UniFormat: Sistema para organização de informações relativas a partes físicas de edificações, chamadas sistemas ou montagens (*assemblies*), identificados não pelas soluções técnicas específicas, mas por suas funções (OCCS, 2019);
- JCCS: Sistema de classificação para informação da construção Japonês, criado a partir da ISO/PAS 12.006-2, com estrutura orientada a objeto (TERAI, 2008).
- Uniclass: desenvolvido pelo CPIC (*Construction Industry Project Information Committee*) no Reino Unido, e hoje gerenciado pela NBS (OCCS, 2019). Integra o CI/SfB Inglês com outros sistemas usados no Reino Unido, numa série de tabelas facetadas (HOWARD; ANDRESEN, 2001);
- STABU: sistema para especificação de informações para o trabalho na construção, usado por cerca de duas mil empresas na Holanda. O país possui também o CROW, sistema similar específico para a engenharia civil, a versão holandesa do SfB, e a plataforma LexiCon (HOWARD; ANDRESEN, 2001);
- 7AA: Sistema de Classificação de Elementos Dinamarquesa;
- BSAB: substituto do pioneiro SfB, o atual sistema de classificação Sueco é usado pela organização que possui todos os prédios públicos do país; sua base teórica foi desenvolvida na Universidade de Lund (HOWARD; ANDRESEN, 2001);

No contexto brasileiro, Amorim e Silva (2011) relacionam alguns exemplos de sistemas de informação da construção:

- SISMICAT: Sistema Militar de Catalogação, criado entre 1968 e 1982, com objetivo de classificar suprimentos das Forças Armadas Brasileiras. O Governo Federal adotou o sistema como padrão de classificação, mas este não atendeu o setor da Construção;
- SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, realiza pesquisas mensais que informam índices da construção civil, desde 1969. Se presta ao levantamento de custos para obras residenciais, comerciais, equipamentos comunitários, saneamento básico e emprego e renda, nos meios urbano e rural. Sob responsabilidade da Caixa Econômica Federal (CEF) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

Entende-se que esses dois sistemas, dado o período em que foram desenvolvidos e seus propósitos específicos, são bastante distintos de um sistema multifacetado, como o da ABNT NBR 15965, em desenvolvimento. Não se elabora nesse trabalho uma comparação, em termos de composição e estrutura, desses outros sistemas de informação nacionais em relação à ABNT NBR 15965. Destaca-se aqui o sistema norte-americano OmniClass, importante no contexto brasileiro, pois está sendo utilizado como referência para o desenvolvimento do sistema de classificação nacional.

É possível perceber que países escandinavos, bem como Holanda e Reino Unido, tem sido pioneiros e se destacado em desenvolvimentos, pesquisas e normalizações relacionados a TI aplicada a AECO. Para dar suporte a elaboração do sistema de classificação desenvolvido na Dinamarca, Howard (2002) entrevistou desenvolvedores e usuários desses sistemas em países como Holanda, Noruega, Suécia e Reino Unido, e verificou que esses aderiram ao esquema proposto pela ISO 12006-2, e que os desenvolvimentos nesses países estavam relacionados à modelagem de informação da construção e à linguagens de trocas de informação, como XML.

5.2.2 Critérios para comparação de sistemas

Afsari e Eastman (2016) apontam que, apesar de diversos sistemas de classificação terem sido desenvolvidos nos últimos cinquenta anos, com o mesmo propósito, há diferenças importantes entre eles. Uma mesma coleção de objetos pode ser classificada de formas diferentes em sistemas diferentes. Apesar de estudos realizados, é difícil caracterizar de forma clara as diferenças entre esses sistemas (AFSARI; EASTMAN, 2016).

A fim de distinguir essas características, Afsari e Eastman (2016) definiram quatro critérios para comparar os quatro principais sistemas de classificação do hemisfério norte - OmniClass, MasterFormat, Unifomat e Uniclass - a fim de organizar suas principais características, estudá-los e diferenciá-los:

1. **Propósito e Propriedades do Sistema de Classificação:** São aspectos fundamentais, pois o propósito define as propriedades de interesse para determinado sistema, que por sua vez define como os objetos serão dispostos em classes (EKHOLM A., 1996).
2. **Estrutura do Sistema:** A estrutura provê uma base conceitual, para orientar a indústria da construção. A ISO 12006-2 é um exemplo de estrutura de sistema de classificação. Outros exemplos são o padrão da ISO 12006-3:2007, também conhecido como *buildingSMART Data Dictionary* (BUILDINGSMART, 2016 *apud* AFSARI; EASTMAN, 2016) e DS/EN 81346 (EKHOLM; HÄGGSTRÖM, 2011).
3. **Princípios de agrupamento do Sistema:** Existem dois princípios de agrupamento de objetos, o direto (também chamado enumerativo ou hierárquico) e o combinatório ou facetado. No agrupamento direto, novos objetos não podem ser facilmente acomodados e são necessárias revisões frequentes. No agrupamento combinatório ou facetado, múltiplos atributos (facetadas) podem ser combinados. Uma faceta se comporta como um conjunto de propriedades similares, tal como função (EKHOLM A., 1996). Em uma classificação facetada, novos objetos podem ser classificados pela combinação de conceitos existentes (EKHOLM A., 1996; CANN, 1997 *apud* AFSARI; EASTMAN, 2016).

4. **Organização e Taxonomia das Tabelas:** Uma vez que o propósito da classificação define a subdivisão, as propriedades e os nós da taxonomia, propósitos diferentes resultam em taxonomias diferentes. São dois critérios de subdivisão: propriedades compositivas e propriedades funcionais. Propriedades compositivas são, por exemplo, forma geométrica e material, e propriedades funcionais são, por exemplo, resistência e isolamento (EKHOLM; HÄGGSTRÖM, 2011).

Exemplos desses sistemas multifacetados baseados na normalização internacional ISO 12006 são o Sistema UniClass, do Reino Unido, e o norte americano OmniClass.

No desenvolvimento do sistema OmniClass se fez uso de conceitos e partes do UniClass (OCCS, 2006). O sistema OmniClass, sendo multifacetado, é composto por tabelas hierárquicas, sendo algumas de suas tabelas, sistemas hierárquicos: a Tabela 21 – Elementos, equivale ao sistema UniFormat; a Tabela 22 – Resultados de trabalho corresponde ao sistema MasterFormat, (OCCS, 2019). Analisando os quatro sistemas de classificação mencionados, com base nos quatro critérios acima explicitados, Afsari e Eastman (2016) elaboraram o Quadro 6.

Quadro 6 - Comparação entre sistemas de classificação da informação da construção

Sistema de Class.	OmniClass	MasterFormat	UniFormat	Uniclass
País de Origem	América do Norte	América do Norte	América do Norte	Reino Unido
Produzido por	CSI e CSC	CSI e CSC	CSI e CSC	CPIC e NBS
Idioma	Inglês	Inglês	Inglês	Inglês
Propósito e propriedades	Organização, classificação e recuperação de informação de produtos para todos os objetos do ambiente construído, no ciclo de vida da edificação.	Uma lista completa para organizar trabalhos, resultados, requisitos, produtos e atividades da construção. Usado sobretudo em licitações e especificações.	Organiza informação da construção em função das partes físicas da edificação, conhecidos como elementos funcionais, usados sobretudo para estimativas de custos.	Para todos os aspectos do processo de projeto e construção. Organiza bibliotecas de materiais e estrutura literatura sobre produtos e informação de projeto.
Estrutura	ISO 12006-2, ISO 12006-3, MasterFormat, UniFormat, EPIC	Prática da indústria e desenvolvimento gradual	ISO 12006-2, Avaliação Profissional	ISO 12006-2, SfB, CAWS, EPIC, CESMM
Princípio de agrupamento	Facetada	Hierárquica	Hierárquica	Facetada
Organização e taxonomia	15 tabelas inter relacionadas categorizadas por nome e número. A combinação das tabelas 21 (elementos), 22 (resultados de trabalhos) e 23 (produtos) permitem classificar um produto precisamente.	Uma tabela com uma série de seis números e nomes. Nível um com cinquenta divisões (versão 2004), cada uma composta pelos níveis dois, três, até eventualmente nível quatro para áreas mais detalhadas de resultados de trabalhos.	Uma tabela com títulos alfanuméricos em cinco níveis. Nível um dividido em nove categorias, separadas por sua função especial. Nível dois as separa em partes constituintes, e os demais seguem subdividindo-as.	A divisão em facetas é baseada no alfabeto em 11 tabelas e dentre cada faceta em até seis casas decimais. Tabelas G, J, K e L podem ser usadas para classificar modelos de construção. ⁹

Fonte: Adaptado de Afsari e Eastman (2016), tradução nossa

⁹ Este quadro foi traduzido de Afsari e Eastman (2016), porém as informações relativas a organização e taxonomia do sistema Uniclass 2015 estão desatualizadas, tendo este atualmente 12 tabelas, com nomeação diferente da mencionada.

5.3 A NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL PARA CICS

Para Ekholm (2005), com a crescente internacionalização do mercado da construção e o rápido desenvolvimento de processos integrados de construção baseados em modelagem de produtos assistida por computador, há necessidade de um sistema de classificação geral. Esses processos requerem formas normalizadas de descrever a construção de artefatos e a classificação é um dos meios para isso. Para Howard (2001) tem crescido a necessidade de trocar informação de componentes do projeto com parceiros e fornecedores, nacional e internacionalmente.

As diferentes classificações na construção baseiam-se nas necessidades nacionais, mas para serem internacionalmente aplicáveis, suas tabelas devem ser fundamentadas numa estrutura conceitual neutra. Para isso foi desenvolvida a norma ISO 12006 (EKHOLM, 2005). A ISO (*International Standardization Organization*), Organização Internacional para Normalização, é a federação, a nível mundial, dos órgãos de normalização nacionais que a integram. O trabalho de produzir normas é realizado pelos comitês técnicos da ISO.

5.3.1 ISO 12006

O comitê responsável pelo desenvolvimento das ISO 12006 é o ISO / TC 59 (comitê técnico), e o Subcomitê SC 13. O trabalho do ISO / TC 59, produziu a princípio o relatório “TR 14177 - *Classification of information in the construction industry*” (Classificação da informação na indústria da construção). Baseado nesse relatório, iniciou-se o trabalho em uma estrutura para a classificação, coordenada internacionalmente pelo ICIS (*International Construction Information Society*), resultando na ISO 12006 (EKHOLM, 2005).

A ISO 12006 *Building Construction – Organization of Information about Construction Works* (Construção de edificação – Organização de informação da construção), possui duas partes, a ISO12006-2 *Framework for classification of information* (Estrutura para classificação da informação) e 12006-3 *Framework for object-oriented information* (Estrutura para informação orientada a objeto).

5.3.1.1 ISO 12006-2 - Estrutura para classificação da informação

Esta parte da ISO 12006 estabelece uma estrutura que orienta o desenvolvimento dos diferentes sistemas de classificação para o setor da construção. Foi publicada inicialmente em 2001, com uma revisão em 2015. Essa normalização identifica um conjunto de tabelas, títulos e seus relacionamentos lógicos, em que cada tabela representaria uma classe de forma ou função (INTERNATIONAL STANDARTZATION ORGANIZATION, 2015).

A estrutura proposta pela ISO 12006-2 é baseada no processo produtivo, ou processo de transformação do setor: parte-se do princípio que o processo da construção utiliza recursos para se obter os resultados, em geral definidos pelo(s) espaço(s) construído(s). A ISO 12006-2 define os grupos relativos à processos, aos recursos, aos resultados, e aos espaços construídos (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017). A Figura 12 esquematiza a proposta da ISO 12006-2, de classes e seus relacionamentos

Figura 12 - Esquema geral de classes e seu relacionamento conforme ISO 12006-2

Fonte: adaptado de AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2017).

Na ISO 12006-2 propõe-se uma classificação facetada que permite cobrir diversos aspectos do que se descreve. Esta Norma determina que existam tabelas hierarquizadas de cada classe, aprofundando o nível de descrição à medida que se avança em sua hierarquia. Esta estrutura de classificação permite visões diferentes da construção, por sistemas da construção, e por hierarquia de elementos, materiais ou serviços (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

A visão da construção orientada aos sistemas que a compõe, possibilita a definição de composições hierárquicas, com o cruzamento das tabelas. Portanto, há relações “tipo-de” (classificação hierárquica), e relações “parte-de” (composição hierárquica) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010). A Figura 13 ilustra essas duas situações.

Figura 13 - Relações "Hierarquia de classificação" e "Hierarquia de composição"

Fonte: ABNT NBR ISO 12006-2 (2018).

Na ISO 12006 de 2001, afirma-se que as classificações mais vastamente usadas são as relativas a “resultados de trabalhos”, sobretudo para especificações, e a de “elementos”, para análises de custos (INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION, 2001). Uma *survey* conduzida para a elaboração da versão de 2015 mostrou que as classes mais amplamente utilizadas permanecem as mesmas, e que as menos usadas seriam os “produtos da construção” e “propriedades” (INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION, 2015).

Na versão de 2015 afirma-se que diversos sistemas nacionais foram desenvolvidos desde a publicação de 2001, e essa segunda versão foi produzida levando em conta os desenvolvimentos na tecnologia da informação, sobretudo relativos à modelagem da informação da construção e tipos de contratação.

5.3.1.2 ISO 12006-3 - Estrutura para informação orientada a objeto

A ISO 12006-3 especifica um modelo de informação, por meio da linguagem de definição de dados EXPRESS (normalizada pela ISO 10303-11), a fim de possibilitar que sistemas de classificação, modelos de informação, de objetos e de processos

sejam referenciados dentro de uma estrutura comum (INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION, 2007).

Conforme publicação da OmniClass, a estrutura de classificação ISO 12006-2 foi desenvolvida baseada na classificação tradicional, porém agentes que desenvolvem padrões de dados para indústria da construção reconheceram a necessidade de uma abordagem alternativa para a classificação, orientada a objetos. Para isso foi desenvolvida uma estrutura eletrônica, normalizada pela ISO 12006-3, para rotular e gerir objetos e seus atributos (OCCS, 2019).

O conteúdo desta parte da Norma é voltado a programadores, e visa definir conceitos por meio de propriedades, agrupá-los, e definir relações entre eles. Objetos, coleções e relacionamentos são as entidades básicas desse modelo. O modelo citado na ISO 12006-3 propõe uma ponte entre o sistema de classificação proposto na ISO 12006-2, e a modelagem de objetos (INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION, 2007).

Na ISO 12006-3, preconiza-se usar as entradas das tabelas da ISO 12006-2 como pontos de definição (características) para organização de informação orientada a objeto, abordagem que descreve as características de coisas sem determinar um agrupamento de preferência ou ordem hierárquica (OCCS, 2019).

Na abordagem orientada a objeto, esse é a abstração das características ou propriedades que o descrevem. Um objeto pode ser agrupado com objetos similares, usando um sistema de classificação. A estrutura estabelecida pela ISO 12006-3 possibilita que computadores armazenem e relacionem informação orientada a objeto, enquanto as tabelas de sistemas de classificação possibilitam que pessoas tenham uma visão dessa informação (OCCS, 2019).

5.3.2 Relação entre padrão IFD (ISO 12006-3), CICS e padrão IFC

A ICIS (*International Construction Information Society*) é composta por organizações especializadas na entrega de dados para a indústria da construção ao redor do mundo. No início dos anos 1990, seus membros buscaram normalizar a classificação da informação da construção de forma a torna-la um padrão mundial, o que resultou na elaboração da ISO 12006-2 (NIBS, 2012).

No entanto, percebeu-se que a classificação em si não era suficiente para troca confiável de informação. Essa percepção trouxe o foco para os “nomes” das coisas, e a habilidade de armazenar e recuperar essas no computador sem dependência de classificação (NIBS, 2012). “Nomes” de coisas podem ser usados amplamente para dar suporte ao gerenciamento em BIM: especificações, custos, cronogramas, padrões de referências, etc. são informações que podem ser melhor integradas com um vocabulário comum, e sendo a indústria da construção algo de escala global, dicionários de terminologias da construção necessitam acomodar diferentes línguas ou diferenças de língua regionais (NIBS, 2012).

Assim, nas reuniões da ISO em 1999, organizações que desenvolvem padrões de TI para a indústria da construção (chegando ao que hoje se chama de BIM), concordaram que uma terminologia global normalizada, que possibilitasse a computadores trocar informação independentemente da língua, era necessária. Assim, foi formado o comitê para desenvolver a ISO 12006-3 (NIBS, 2012).

Após publicada a ISO 12006-3, os desenvolvedores do LexiCon (Holanda) e do BARBi (Noruega), esforços independentes no desenvolvimento de dicionários (ou bibliotecas) de terminologias, se comprometeram a combinar esforços no desenvolvimento de uma biblioteca IFD¹⁰, base de dados de terminologia única e compartilhada. Na sequência, um grupo maior de organizações aderiu a este propósito de desenvolvimento de uma biblioteca IFD, um dicionário de terminologias da construção controlado e multinacional, sob a ISO 12006-3 (NIBS, 2012).

A *buildingSMART International* (bSI) então incorporou essa biblioteca IFD como parte da organização e passou a ter propriedade intelectual sobre a biblioteca. Em 2010 a biblioteca IFD foi renomeada como *buildingSMART Data Dictionary*, alinhada aos padrões *buildingSMART Data Model* (IFC), e *buildingSMART Processes* (IDM) (NIBS, 2012).

A ISO 12006-2 (Estrutura para a classificação da informação) é o padrão associado ao IFD (NIBS, 2012), e é a estrutura de sistemas de classificação, como OmniClass e UniClass, cujos itens (termos e códigos) são usados para organizar bases de dados que armazenam, acessam e analisam informação da construção.

¹⁰ *International Framework for Dictionaries*

No entanto, o uso de sistemas de classificação possui limitações, não possui regras claras e a correspondência de nomes e números está sujeita a erros de digitação. A biblioteca IFD associada à uma classificação pode sanar essas limitações, correspondendo cada conceito a um GUID¹¹, identificador único para conceitos e termos. Ou seja, toda a informação contida no formato IFC de troca pode ser “etiquetada” com um GUID. Como a cada termo corresponde um GUID no IFD, este pode ser compreendido sem ambiguidade pelos programas. Essa correspondência permite, por exemplo, que um arquiteto especifique materiais, em determinado aplicativo, em qualquer língua suportada pelo IFD, e o receptor a receba em outra língua (NIBS, 2012).

O IFD define tipos de coisas, não indivíduos ou instancias. Registros IFD seriam tipos de portas, enquanto uma instancia porta específica seria estabelecida pelo IFC. O IFD, portanto, comporta todas as classes ou tipos de conceitos que podem ser usados para identificar indivíduos por meio do IFC ou padrão equivalente (NIBS, 2012). Esta publicação do NIBS afirma que esta instituição busca alcançar essa visão por meio de seu trabalho, em associação a outras instituições.

Trabalhos têm sido desenvolvidos sobre registros das tabelas de classificação, a fim de refinar a classificação de objetos ou conceitos da *buildingSMART*. É esperado que esses registros ajudem a definir e refinar características do IFC, registros de metadados XML, e outras formas de armazenamento, distribuição e recuperação de informação (OCCS, 2019).

5.3.3 ABNT NBR 15965

A ABNT NBR 15965 é a normalização nacional, em desenvolvimento, cujo objetivo é estabelecer a terminologia e estrutura de classificação para a tecnologia de modelagem da informação da construção em plena adoção pela indústria brasileira de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

O sistema nacional está sendo desenvolvido com base no esquema organizacional publicado na ABNT NBR ISO 12006-2, que apresenta as seis grandes classes

¹¹ *Global Unique Identifier*, ou identificador único global.

da construção (espaços, resultados, processos, recursos, propriedades/características e informações) e as relações gerais entre elas, para o ciclo de vida de um empreendimento. A estas seis grandes classes, associam-se classes menores, que correspondem as tabelas de classificação. A relação das partes, grupos e classes da normalização são as seguintes:

- I. A Parte 1 - Terminologia e classificação, foi publicada em 2011;
- II. A Parte 2, contém o grupo 0 - Características dos objetos da construção, foi publicada em 2012 e apresenta as seguintes classificações:
 - 0M – Materiais da construção
 - 0P – Propriedades da construção
- III. A Parte 3, contém o Grupo 1 - Processos da construção, foi publicada em 2013 e apresenta as seguintes classificações:
 - 1F – Fases da construção
 - 1S – Serviços da construção
 - 1D – Disciplinas da construção
- IV. Parte 4, não publicada, contém o grupo 2 - Recursos da construção, apresenta as seguintes classificações:
 - 2N – Funções da construção
 - 2Q – Equipamentos da construção
 - 2C – Produtos da construção
- V. A Parte 5, não publicada, contém o grupo 3, referente aos resultados da construção, e apresenta as seguintes classificações:
 - 3E – Elementos da construção
 - 3R – Resultados de serviços da construção
- VI. A Parte 6, não publicada, contém o grupo 4, referente às unidades e espaços da construção, e contém as tabelas:
 - 4U – Unidades da construção
 - 4A – Espaços da construção
- VII. A Parte 7, publicada em 2015, contém o Grupo 5, referente às informações da construção, e contém a tabela:
 - 5I – Informações da construção

As tabelas 4U e 4A, da Parte 6, foram desdobradas em quatro tabelas, resultando nas tabelas 4A, 4B, 4U e 4Z, e em um total de quinze e não treze tabelas

(informação verbal). A relação da Norma ABNT NBR 15965 com a ISO 12006-2 está demonstrada na Figura 14.

Figura 14 - Relação entre tabelas da ISO 12006-2 e ABNT NBR 15965

Fonte: Adaptado de AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2017).

A estrutura de códigos para cada tabela se desenvolve em até seis níveis, conforme esquema apresentado na Figura 15.

Figura 15 - Estrutura de códigos para tabelas da ABNT NBR 15965

Tabela	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
0M	00	00	00	00	00	00
0P	01	01	01	01	01	01
1F	02	02	02	02	02	02
1S	até	até	até	até	até	até
1D						
2N						
2Q						
2C						
3E						
3R						
4U						
4A						
5I						
	99	99	99	99	99	99

Fonte: ABNT NBR 15965-1

Tendo em vista as partes e tabelas que compõe a ABNT NBR 15965, construiu-se o Quadro 7, a fim de evidenciar uma comparação, em termos de tabelas, desta normalização nacional, dos dois principais sistemas de classificação multifacetados usados do hemisfério norte - o OmniClass e o UniClass, e da ISO 12006-2, orientação internacional em que todos esses sistemas se baseiam.

Quadro 7 - Comparação do conteúdo de CICS e ISO 12006-2

Classes relacionadas à	ABNT ISO 12006-2		UNICLASS		OMNICLASS		ABNT 15965	
	Classe	Seção	Classe	Tab.	Classe	Tab.	Classe	Tab.
Recursos	Informação da Construção	A.2	Formas de Informação	FI	Informação	36	Informações	5I
			Gerenciamento de Projetos	PM				
	Produtos da Construção	A.3	Produtos	Pr	Produtos	23	Componentes	2C
	Agentes da Construção	A.4	Gerenciamento de Projetos	PM	Disciplinas	33	Disciplinas	1D
					Papéis organizacionais	34	Funções	2N
	Apoio à Construção	A.5	Ferramentas e Equipamentos	TE	Ferramentas	35	Equipamentos	2Q
Processo	Gestão	A.6	Atividades ¹²	Ac	Serviços	32	Serviços	1S
	Processo Construtivo	A.7			Fases	31	Fases	1F
Resultados	Complexo da construção	A.8	Complexos	Co	Entidade construída pela função	11	Unidades da construção pela função	4U
	Unidade da Construção ou (ANBT, 2018) ou Entidades da Construção (OCCS, 2019).	A.9	Entidades	En	Entidade construída pela forma	12	Unidades da construção pela forma	4Z
	Espaços construídos	A.10	Espaços/ locais	SL	Espaços pela função	13	Espaços pela função	4A
					Espaços pela forma	14	Espaço pela forma	4B
	Elementos da construção	A.11	Elementos/ funções	EF	Elementos	21	Elementos da construção	3E
			Sistemas	Ss				
	Resultados de Trabalho	A.12	Sistemas ¹³	Ss	Resultados de Trabalho	22	Resultados da construção	3R
Propriedades	Propriedades da Construção	A.13			Materiais	41	Materiais	0M
					Propriedades	49	Propriedades	0P

Fonte: a autora, baseado em OCCS (2019), NBS (2020), ANBT NBR ISO 12006-2 e ABNT NBR 15965-1

¹² Não há correspondência direta entre o conteúdo das tabelas da UniClass 2015 e OmniClass. A OCCS (2019) afirma que as tabelas 31 - Fases e 32 - Serviços, da OmniClass, possuem correspondência “em parte” na Tabela AC – Atividades, da UniClass.

¹³ A UniClass 2015 não possui tabela correspondente a “Resultados de Trabalho”. Os itens dessa modalidade de classificação, na OmniClass, encontram correspondência parcial na tabela de Sistemas (Ss) da UniClass.

6 O USO DAS CLASSES DE CLASSIFICAÇÃO EM BIM

Para Elkhom (2005), no paradigma BIM, classificar os objetos componentes do modelo de forma padrão é um dos principais passos para organizá-lo, e contribui para a organização de documentos para a construção e uso de bases de dados e produtos em relação a esses objetos do modelo.

Nunes (2016) relaciona países (conforme diferentes autores) que têm realizado esforços para adotar estes Sistemas de Classificação de forma associada a processos de trabalho BIM, a saber: Japão (TERAI; 2008¹⁴), África do Sul (MARITZ; KLOPPER; SIGLÉ, 2005), China (SHANG *et al.* 2004¹⁵), Dinamarca (HOWARD, 2002; JØRGENSEN, 2011¹⁶), Suécia (EKHOLM; HÄGGSTRÖM, 2011; EKHOLM, 1999), Holanda e Noruega (HOWARD; ANDRESEN, 2001), Singapura (GOH; CHU, 2002), Estados Unidos (OCCS, 2016¹⁷), Reino Unido (GELDER, 2015¹⁸), França e Alemanha (KNUTT, 2015¹⁹).

Conforme Elkhom (2005), Rumbaugh *et al.* (2004)²⁰ questionaram por que se importar com classes, se os objetos são o foco da modelagem de objetos, e a resposta dos últimos foi a de que estas classes tem grande importância para a abstração: entendendo-se a coleção de instâncias de objetos como uma classe de objetos com propriedades comuns, o programador pode, por exemplo, usar códigos, definições e operações comuns para toda a coleção.

Conforme mencionado na Seção 4.1, a necessidade de abstração na criação de modelos é discutida por diversos autores (BJÖRK; PENTILLÄ, 1989; VAN NEDERVEEN; TOLMAN, 1992; EASTMAN, 1999; JØRGENSEN; SKAUGE, 2008; EKHOLM; HÄGGSTRÖM, 2011), e essa abstração compreende os conceitos de decomposição (relações parte de) e especialização (relações tipo de). Esses aspectos, necessários

¹⁴ TERAJ, Tatsuo. Development of the construction classification system in Japan (JCCS). **Tsinghua science & technology**, v. 13, p. 199-204, 2008

¹⁵ SHANG, Chunming et al. Study on the standard system of the application of information technology in China's construction industry. **Automation in construction**, v. 13, n. 5, p. 591-596, 2004.

¹⁶ JØRGENSEN, Kaj Asbjørn. Classification of Building Object Types: Misconceptions, challenges and opportunities. 2011

¹⁷ OCCS Development Committee Secretariat, 2016. OmniClass: A Strategy for Classifying the Built Environment. *About OmniClass*. Disponível em: <http://www.omniclass.org/about.asp>

¹⁸ GELDER, J. E. The design and development of a classification system for BIM. **Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations**, v. 149, p. 477-491, 2015.

¹⁹ KNUTT, E. France and Germany move forward on BIM adoption. 2015.

²⁰ RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar; BOOCH, Grady. **Unified modeling language reference manual, the**. Pearson Higher Education, 2004.

a criação de modelos de produtos da construção, são possibilitados pelos sistemas de classificação multifacetados (Seção 4.1) que preveem hierarquias de composição e classificação (Seção 5.1.1). O esquema previsto pela ISO 12006-2 possibilita a definição dessas hierarquias, conforme ilustrado na respectiva seção.

Para Ekholm (2005), a ISO 12006-2 e o IFC são os padrões principais para a construção e gerenciamento de construções e instalações. A estrutura da ISO 12006-2 foi desenvolvida para dar suporte à especificação, cálculo de custos, layers CAD (*Computer Aided Design*), sistemas PDM (*Product Data Managment*) e desenvolvimento de *briefing*. O IFC tem escopo similar, mas as necessidades de sistemas CAD²¹ e definição de objetos CAD são seu foco principal. Segundo esse autor, a integração entre IFC e ISO 12006-2 facilitaria o gerenciamento de informações baseadas em objetos, e a ideia de associar classificação e modelagem de produto já havia sido apresentada por Björk (1992)²² em seu “*Unified Approach Model*”.

No entendimento de Eastman *et al* (2014) uma vez que BIM envolve a definição de um edifício com um conjunto de objetos, que ferramentas de projeto BIM fornecem bibliotecas predefinidas de objetos paramétricos com conjunto heterogêneo de tipos de objetos, e que o modelo do edifício consistirá em centenas ou milhares desses objetos (representações geométricas 2D e 3D de produtos físicos como portas, janelas, etc.) esses precisam ser acessados e integrados usando nomenclaturas padrão, a fim de possibilitar interfaces com aplicações de estimativa de custos, análises, etc., e isso é possibilitado por sistemas de classificação. Os autores apontam que a amplitude do conteúdo de bibliotecas de elementos da construção cria desafios para que os usuários (empresas da AECO) encontrem, usem e gerenciem o mesmo, e que classificações como Masterformat, Unifomat, etc. auxiliam nesse sentido pois são ortogonais a esse conteúdo.

A maioria dos aplicativos de projeto tem os objetos de suas bibliotecas básicas previamente classificados, e o OMNICLASS é o sistema mais usado (EASTMAN *et al*, 2014). Conforme a OCCS (2019), o sistema OmniClass foi desenvolvido para uso em

²¹ CAD (*Computer Aided Design*) neste contexto é entendido pelo significado do acrônimo: projeto assistido por computador, não se referindo à softwares específicos.

²² BJÖRK, Bo-Christer et al. **Requirements and information structures for building product data models**. VTT Technical Research Centre of Finland, 1995.

meios físicos de registros, provendo estrutura compreensível para humanos e facilitando o mapeamento de itens nas tabelas e a ilustração de hierarquias, mas seu potencial depende de sua associação a tecnologias computacionais (bases de dados baseadas em objetos) ou relacionais. Nesse sentido, usa-se a tecnologia para relacionar informações e produzir relatórios, sob várias perspectivas, o que possibilita gestão melhor e mais ampla da informação, do que sistemas de armazenamento de arquivos simples (planos).

No entanto, para Ekholm e Häggström (2011) a normalização ISO 12006-2 não especifica como as classes podem ser aplicadas no modelo de informação da construção, essa não apresenta referência da relação entre classes e o modelo BIM e não há orientação se seria ou não possível introduzir uma relação compositiva entre classes, tais como Elementos e Resultados de Trabalho. Conforme esses autores, as classes Elementos e Resultados são tratados pela norma como visões separadas da mesma coleção de coisas, embora em alguns programas como os de cálculo de custos, os Resultados de Trabalho são considerados parte dos Elementos (EKHOLM; HÄGGSTRÖM, 2011).

Essas questões em aberto sobre a relação entre classes de classificação e o modelo BIM de edificações, mencionadas por Ekholm e Häggström (2011), e sobre como, de maneira geral, incorporar a classificação no processo de produção de empreendimentos com modelagem de informação da construção – quais tabelas utilizar, para quais finalidades, em quais etapas, etc. - motivam a realização de entrevistas sobre o tema com as empresas especializadas em soluções digitais para construção e BIM. Na seção seguinte, são apresentados exemplos encontrados na literatura sobre esse uso, a fim de se obter mais subsídios para realização dos estudos de casos.

6.1 PUBLICAÇÕES SOBRE O USO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO EM PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO COM BIM

A AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2017) descreve usos da classificação da informação da construção nacional (ABNT NBR 15965) em processos de produção da construção. A conexão de informações dos modelos BIM a bases de dados externas, por meio de importações e exportações de dados

entre aplicativos, é um deles. As exportações são em geral de levantamentos de quantitativos (áreas ou volumes) e listas de componentes (portas, janelas, etc). Podem ser importados para o modelo datas de execução ou instalação, números de séries de equipamentos e outros relevantes ao controle da execução, à consolidação do projeto como construído (*as-built*) e à operação da instalação (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Essa publicação recomenda que os códigos de classificação façam a conexão entre modelo e bases de dados externas, e que essa classificação esteja presente em planilhas de quantitativos, orçamentos e cronogramas, possibilitando a associação de elementos classificados a índices de custos, e a textos de um manual, como o da SINAPI, para montagem de cadernos de encargos. Essas possibilidades de associação estão representadas pelas Figuras 16 e 17. Para viabilizar essas funcionalidades, todas as bases de dados deveriam seguir a mesma classificação, o que em geral não acontece (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Figura 16 - Representação do relacionamento entre SINAPI e tabela 3R da NBR 15965

Fonte: AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2017).

Figura 17 - Representação do relacionamento entre tabelas da NBR 15965 e SINAPI

Fonte: AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2017).

A AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (2017) também aborda o uso da classificação em etapas de planejamento e controle, e recomenda que isso seja feito com a tabela 3R – Resultados, pois essa inclui atividades preparatórias e provisórias.

Uma série de autores têm se dedicado a explorar funcionalidades e fazer recomendações sobre o uso de classificação da informação da construção em modelos BIM, com vistas a organização desses modelos e a categorização das informações para atividades subsequentes do processo de produção desses empreendimentos, como planejamento e orçamento.

Um exemplo é o de Ricotta (2016), que propõe um processo de trabalho para projetos e serviços de Arquitetura a partir do manual de escopo do SECOVI-SP, mas adiciona a esse escopo diretrizes específicas para incorporar a modelagem de informação da construção.

Para as seis fases de projeto de arquitetura deste processo (da concepção do produto à pós-entrega da obra), o autor faz recomendações sobre quais tabelas do Sistema de Classificação da Informação da Construção proposto pela ABNT NBR 15965 seriam usadas em cada fase:

- Fase A – Concepção do Produto: Sendo uma fase preliminar, não há maiores definições quanto ao projeto e sistemas construtivos, sendo útil o uso das tabelas 3E (Elementos), 4A (Espaços da Construção) e 4U (Unidades da Construção). Conforme o autor, a classificação nos estudos de massa e de análise de viabilidade da implantação é útil na extração e organização de listagens de quantidades, áreas e volumes, para auxiliar estimativas e análises financeiras;
- Fase B – Definição do Produto: Com maior volume de definições de projeto, o autor recomenda, para esta etapa, o uso das tabelas 3E (Elementos), 4A (Espaços da Construção), 4U (Unidades da Construção) e 2C (Componentes);
- Fase C – Identificação e solução de interfaces: Nessa etapa o autor faz a recomendação de uso das tabelas 2C, 3E, 4A e 4U, como no item anterior;
- Fase D – Projeto de detalhamento das especialidades: Nessa fase, com a evolução do modelo para as definições finais, é recomendado o uso das tabelas 3R (Resultados da construção), 4A (Espaços) e 4U (Unidades); e não mais a 3E (Elementos) nem a 2C para componentes industrializados.
- Fases E e F – Pós entrega do projeto e pós entrega da obra, respectivamente: Nestas etapas, o autor não discute o uso de classificação da informação.

Ricotta (2016) aponta que o uso dessa classificação nos modelos BIM deve atender a propósitos previamente estabelecidos para o desenvolvimento dos empreendimentos, com a ressalva de que estes objetivos podem apresentar grande variação.

Outro exemplo é o de Quintela (2015), que em sua dissertação de mestrado propõe elaborar uma abordagem para planejamento e orçamento de obras a partir de modelos BIM, para empresa portuguesa. O trabalho da autora explora a extração de informações classificadas do modelo, para auxiliar nas atividades mencionadas.

Quintela (2015) estuda o uso de sistemas de classificação importantes - MasterFormat, UniFormat e OmniClass em modelos BIM, para auxiliar a organização e maior integração destes aos processos de orçamento, planejamento e provisionamento da construção. O sistema OmniClass compreende os sistemas MasterFormat e UniFormat, porém a autora os usou separadamente devido ao OmniClass conter versão desatualizada destes sistemas.

Quintela (2015) percebe a necessidade de usar estes diferentes sistemas simultaneamente nos modelos, para alcançar os objetivos estabelecidos: o MasterFormat organiza materiais (por exemplo concreto, no parâmetro “*Keynote*” do Revit), mas não possibilita determinar em que sistema este se encontra - se escada, fundação, estrutura, etc. – para isso, usa o sistema UniFormat (parâmetro “*Assembly code*” do Revit), ilustrado na Figura 18. Além destes, vê a necessidade de associar o OmniClass, para outras facetas de informações.

Figura 18 - Sistema de classificação Uniformat no software Revit

Fonte: Quintela (2015).

Quintela (2015) afirma que cumprindo-se requisitos de modelagem e de atribuição de códigos com Uniformat, MasterFormat e Omniclass, é possível organizar a

adequadamente a informação extraída dos modelos BIM, em softwares como Excel e MS Project, para aquisições, planilhas de quantidades de trabalhos e materiais, de preços e de registros de encomendas. Porém, sendo processo com diferentes sistemas muito “disperso”, a autora cria um sistema de códigos específico para seus objetivos, que contempla o material, o sistema ao qual este pertence, e seu posicionamento na edificação, desenvolvido conforme as demandas muito específicas dos projetos em questão: estações de tratamento de águas residuais.

Schenatto (2015) propõe uma metodologia para organização dos modelos BIM de uma construtora, para obtenção do escopo de trabalhos da obra, a partir do qual elabora a EAP. O autor parte do princípio que pacotes de trabalho são caracterizados pelos resultados de trabalho, somado ao local específico do trabalho, por isso considerou necessária a atribuição de códigos no modelo que identificassem a localização de todos os componentes da construção e qual resultado de trabalho os criou.

Nesse processo surge a dúvida de como lidar com trabalhos relativos a estruturas temporárias, que não geram um elemento físico e não podem ser vinculados ao modelo BIM, e decide relevar estes casos, classificando somente os que geram elementos físicos. O autor testa utilizar o sistema OmniClass, mas este não atende algumas necessidades, por exemplo, não possui código para estruturas de concreto, somente para as partes que as compõe, e não possibilita algumas divisões do sistema de infraestrutura da obra, como viga baldrame e blocos. Para o objetivo de extrair o escopo de trabalho do modelo, Schenatto (2015) também elabora o próprio sistema de códigos, contendo o sistema predial a que pertence o objeto do modelo, o processo que o produz e localização exata deste resultado de trabalho na edificação.

Figura 19 - Código para extração de pacotes de trabalho a partir de modelos BIM

Fonte: Schenatto, 2015.

Schenatto (2015) desenvolveu modelos BIM dos principais conjuntos de elementos da edificação (fundações, estrutura, vedações e revestimento de paredes e

pisos, instalações hidrossanitárias, elétricas e do canteiro de obras) em um *software* BIM, uniu os modelos em outro *software* e criou no mesmo tabelas para compilar as informações. Estas foram exportadas e inseridas em planilhas Excel, tratados conforme condições lógicas definidas para as células, a fim de obter o ordenamento desejado da EAP. Esta é então utilizada em software de gestão de projetos. Outra série de operações possibilita quantificação para análise de custos (SCHENATTO, 2015).

No decorrer do desenvolvimento deste mestrado, foi desenvolvido artigo, ainda não publicado, que explorou as funcionalidades da tabela de classificação de Elementos, da ABNT NBR 15965 em um modelo BIM, com vistas a verificar se todos os componentes do modelo encontrariam correspondência na tabela, e a explorar a funcionalidade da classificação no gerenciamento destes. Utilizou-se modelo federado de uma avenida (software Solibri) contendo estrada, calçadas, praças, paisagismo, infraestrutura de água, esgoto sanitário, drenagem, distribuição de eletricidade e iluminação e sistemas de base de comunicação (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2019, no prelo). Foi possível atribuir códigos da tabela 3E, nos níveis 2 e 3, a todos os elementos do modelo, conforme Figuras 20 e 21.

Figura 20 - Modelo BIM de Avenida, com atribuição de códigos da tabela 3E - Elementos, no nível 2

Fonte: Gouvêa e Oliveira (2019, no prelo).

Figura 21 - Modelo BIM de Avenida, com atribuição de códigos da tabela 3E – Elementos, no nível 3.

Fonte: Gouvêa e Oliveira (2019, no prelo).

Além de se verificar a correspondência entre elementos do modelo e itens da classificação, foram testadas as funcionalidades da codificação para rastrear elementos do modelo (localizar elementos de acordo com os sistemas aos quais estes pertencem) conforme o nível 2 da tabela 3E, que neste modelo possui os quatro seguintes itens (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2019, no prelo):

- 3E 07 20 - Benfeitorias do canteiro de obras;
- 3E 07 30 - Infraestrutura de Líquidos e Gases;
- 3E 07 40 - Benfeitorias Elétricas;
- 3E 07 50 - Base de comunicação.

Foi possível verificar de forma clara a separação entre os objetos em cada uma dessas categorias, demonstrando ser possível, por meio dos itens da classificação, separar subgrupos, ou sistemas do projeto, sendo possível assim verificar os conceitos de hierarquia de abstração aplicados aos objetos do modelo, como ferramenta que auxilia projetistas a lidarem com a subdivisão da edificação, abordados, dentre outros autores, por Björk e Penttillä (1989).

Essas possibilidades de decomposição do modelo, úteis para o gerenciamento desse, são testadas neste artigo para a verificação de interferências entre os

sistemas, por meio da definição de regras de checagem (funcionalidade do software), em pares de sistemas. Na Figura 22 destaca-se conflito no nível 3 entre os itens “3E 07 30 10 - Infraestrutura de distribuição e fornecimento de água” e “3E 07 30 20 - Infraestrutura de esgoto sanitário”. Esta verificação dos conflitos conforme os sistemas aos quais pertencem é útil, por exemplo, para indicar verificar aqueles que possuem maior prioridade, e as frentes de trabalho (disciplinas) responsáveis pelos mesmos (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2019, no prelo).

Figura 22 - Conflito no nível 3, entre "Infraestrutura de distribuição e fornecimento de água" e "Infraestrutura de esgoto sanitário"

Fonte: Gouvêa e Oliveira (2019, no prelo).

Nessa seção, foram apresentados exemplos de publicações que buscam dar orientações sobre as funcionalidades e sobre a forma de uso, de tabelas de classificação em processos BIM (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017; RICOTTA, 2016). Também se apresentou publicações sobre processos de produção de projeto e construção que se baseiam no uso de códigos para o encadeamento de informações, caso de Quintela (2015) e Schenatto (2015), em Portugal e no Brasil, respectivamente. Esses, no entanto, não consideraram viável o uso dos sistemas de classificação disponíveis no mercado, o que demonstra dificuldades que podem ocorrer na conciliação desses sistemas em processos de trabalho, devido à aspectos da especialização de tabelas, em termos de profundidade, e de aplicação dos conjuntos de facetas necessários.

Por fim apresentou-se os resultados de um artigo que objetivou testar e demonstrar as funcionalidades de uso da classificação de Elementos da ABNT NBR 15965 associadas às de um software BIM, em determinado modelo. Esse concluiu que as funcionalidades desse uso são condizentes com afirmações de diversos autores, apresentadas na Seção 4.1 desse trabalho, sobre a importância dos mecanismos de hierarquia e de composição para modelagem de edificações.

6.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste trabalho, de natureza exploratória, busca-se apresentar um panorama do tema dos sistemas de classificação da informação da construção (CICS), aplicados a processos de produção neste setor, com uso de modelagem de informação da construção (BIM), motivado inicialmente pela publicação, em andamento, da ABNT NBR 15965.

Realizou-se levantamento bibliográfico sobre BIM e sobre os CICS, buscando-se levantar informações sobre a interface entre este paradigma de trabalho no setor construtivo e esse tipo de padronização de dados do setor, que vem sendo desenvolvido há anos e em muitos países, e que há alguns anos passou a ser normalizado internacionalmente pela ISO 12006-2, que define uma estrutura para estes sistemas e recomenda que todos esses, em quaisquer países, sejam desenvolvidos conforme a mesma. Conforme a ABNT ISO 12006-2, a existência dessa norma se deve ao fato de que “BIM e os processos modernos de compras e contratações (*procurement*) requerem a utilização de sistemas de classificação de objetos da construção”.

Por meio da revisão bibliográfica realizada, a autora deste trabalho entende que há três eixos principais para se compreender a interface, ou aplicação de CICS na modelagem de informação da construção, quais sejam:

1. A classificação da informação utilizada como um recurso para possibilitar a abstração no desenvolvimento de modelos digitais de edificação, para estabelecimento de hierarquias de composição (relação parte-todo) e de classificação (hierarquias de classes). Ou seja, trata-se do uso de classes de classificação para estabelecer definições nos modelos, com fins de gerenciamento dessas informações no próprio processo de modelagem, ou

para etapas posteriores. Este aspecto da modelagem de produtos é discutido por diversos autores desde a década de 1970 (JØRGENSEN; SKAUGE, 2008).

2. A classificação da informação como uma padronização de dados, transversal aos diversos agentes no setor da construção (suprimentos, projetos, construção, operação e manutenção) e útil para as diversas demandas possíveis de registros, recuperação e trocas de informações, em toda a cadeia, potencializadas pelas tecnologias computacionais e relacionais (bases de dados baseadas em objetos) (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017; OCCS, 2019).
3. Os sistemas de classificação da informação usados como um padrão associado ao padrão IFD (ISO 12006-3): “O IFD existe como um *web service* e tem a classificação como parte de sua definição de termos” (NIBS, 2015, pg.7, tradução nossa).

Nos processos de trabalho com BIM, os requisitos de informações e as definições relativas a todo o processo de produção variam conforme demandas, objetivos e estrutura de cada empresa e/ou empreendimento (ISO 19650; GONÇALVES, 2018). Portanto, é necessário o estabelecimento de um plano de execução BIM, para cada caso. Este plano de execução, conforme orientado por manuais e protocolos de diferentes países, é pautado sobretudo nos objetivos definidos para o empreendimento e para a modelagem de informação da construção no desenvolvimento deste, e nos requisitos de informações para este processo. Dentro deste contexto de definições, se insere o uso de um CICS nos diferentes processos de produção de empreendimentos. Esta constatação conduz a pesquisa a sua próxima etapa.

Diante deste cenário de evoluções tecnológicas e desenvolvimento de normalizações e manuais de uso para modelagem de informação da construção, no mundo e no Brasil, sobretudo a ABNT NBR 15965 – Sistema de Classificação da Informação da Construção, deseja-se verificar e apresentar nesse trabalho, se e como escritórios especializados em modelagem de informação da construção estão utilizando CICS em seus processos de trabalho.

7 ESTUDOS DE CASOS

O método de Estudos de Casos foi elencado para realização desse trabalho pois uma de suas aplicações é a possibilidade de se investigar “[...] situações nas quais a intervenção que está sendo avaliada não apresenta um conjunto simples e claro de resultados” (YIN, 1989, p. 15, tradução nossa). Esse método contempla a realização de entrevistas de “natureza aberta-fechada, onde o investigador pode solicitar aos respondentes-chave a apresentação de fatos e de suas opiniões a eles relacionados.” (BRESSAN, 2000).

Após etapa exploratória, descrita no capítulo 2, percebeu-se a necessidade de realização dos Estudos em escritórios especializados em BIM, portanto levantou-se informações de escritórios de projetos, por meio das *homepages* desses, para verificar quais atenderiam esse perfil. Encontrou-se quatro escritórios no perfil desejado, dos quais, em três foi possível realizar entrevistas. O Quadro 8 apresenta uma síntese do processo a ser desenvolvido para realização dos estudos de casos.

Quadro 8 - Desenvolvimento dos estudos de casos

O QUE?	Verificar o uso praticado de sistemas de classificação da informação da construção, no processo de produção da construção com BIM.
POR QUE?	Corroborar o objetivo do trabalho de apresentar as funcionalidades de uso de Sistemas de Classificação da Informação da Construção em processos de produção da construção que fazem uso de BIM.
QUEM?	Agentes do setor da AECO (arquitetos e engenheiros) de escritórios especializados em modelagem de informação da construção.
COMO?	Realização de entrevistas semiestruturadas com estes profissionais, seguindo protocolo de entrevista, mas possibilitando desdobramentos, explicações e informações adicionais, bem como possível levantamento de documentos junto a estes.
QUANDO?	Após realizado todo o levantamento bibliográfico que possibilita formulação do protocolo de entrevistas.
ONDE?	Pessoalmente ou por meio de videoconferência.

Fonte: a autora.

7.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ESCRITÓRIOS ENTREVISTADOS

7.1.1 Escritório de Engenharia A

Realizou-se entrevista com escritório de engenharia digital, especializado em soluções de tecnologia e tratamento de grandes quantidades de dados, que atende incorporadoras, construtoras, escritórios de arquitetura e de projetos.

O nicho principal de atuação do escritório foi definido pelo entrevistado como “gerenciamento BIM”, a tipologia construtiva predominantemente trabalhada é edificações (construção civil), em cidades da região sul e sudeste. O escritório foi formado em 2013, tendo sido constituído com foco em engenharia digital e BIM desde o início, possui atualmente cinco integrantes.

A entrevista foi realizada com engenheiro sócio proprietário do escritório, e se baseou no caso de um empreendimento imobiliário (torre residencial de vinte pavimentos). Nesse empreendimento, o escritório não foi contratado pela incorporadora, mas pela construtora, e sua participação ocorreu no ano de 2015.

Considerou-se esse exemplo relevante para exposição, pois trata-se de um caso experimental para o desenvolvimento do método atual de trabalho do escritório. A partir desse projeto, adotou-se definitivamente o uso de algumas tabelas de classificação da informação da construção para o processo de trabalho do escritório.

7.1.2 Escritório de Projetos B

A segunda empresa com a qual foi realizada entrevista é especializada em desenvolvimento e coordenação de projetos, modelagem de informação da construção, simulações virtuais para planejamento e orçamento, consultoria e treinamento em BIM, dentre outras soluções de computação gráfica. A empresa possui ampla atuação nacional, tendo também participado do desenvolvimento de empreendimento na América do Norte. Iniciou as atividades em 2011, desde o início orientada a soluções de tecnologia para desenvolvimento de projetos e modelagem de informação da construção. Possui atualmente dezessete funcionários.

O empreendimento abordado na conversa foi uma torre residencial, para a qual o escritório foi contratado por uma grande incorporadora e construtora, para desenvolvimento de modelos BIM que atendessem objetivos específicos de integração de informações desses modelos às etapas seguintes de desenvolvimento do empreendimento (desenvolvidas na construtora). O processo de desenvolvimento desses modelos segue um plano, um caderno de diretrizes BIM, também desenvolvido pelo escritório.

7.1.3 Escritório de Projetos C

O escritório C oferece serviços de projetos de arquitetura, compatibilização de projetos com uso de modelagem de informação da construção, e consultoria e implantação BIM para empresas. Também trabalha com cursos, treinamentos e palestras sobre BIM e algumas ferramentas BIM específicas. O escritório iniciou funcionamento

em 2014, possui trabalhos no estado de São Paulo, e atualmente possui cinco pessoas na equipe de trabalho.

7.2 COMPONENTES DA PESQUISA E PROTOCOLO DE ENTREVISTA

Yin (1989) recomenda definir e explicitar cinco componentes da pesquisa para realização do método de Estudos de Caso. Esses componentes foram definidos para a presente pesquisa e são apresentados no Apêndice A.

Definidos os componentes do estudo, construiu-se um instrumento - um protocolo de entrevista, explicitado no Quadro 9, contendo a caracterização do escritório, e perguntas relacionadas às três unidades de contexto estabelecidas, a saber:

- **Unidade de Contexto A - Processo de produção:** caracterização dos serviços prestados e relações de trabalho, do escopo de trabalho da empresa em questão e de outros agentes no processo de produção do empreendimento;
- **Unidade de Contexto B - Adoção do BIM:** verificação de padrões normativos ou metodológicos adotados, quais são os objetivos relacionados ao uso do BIM nesses escritórios/empresas e como esses são definidos;
- **Unidade de Contexto C - Adoção de sistema de classificação/codificação da informação da construção:** enfoque no uso do sistema (qual é utilizado e por quê), quais os objetivos de uso, quais tabelas são utilizadas, etapa do processo em que se inicia o uso da classificação.

Considera-se importante, se possível, escolher um empreendimento a ser estudado, para cada empresa, pois é importante verificar dados ou registros do processo de produção com os agentes envolvidos, o que é mais viável tendo-se definido um empreendimento específico, de forma que o interlocutor possa acessar informações e arquivos, verificar intervenientes, atividades realizadas e documentos produzidos.

Quadro 9 – Protocolo de entrevista

Empresa:	Abrangência de atuação (territorial):
Respondente:	Nicho de atuação (serviços prestados/disciplinas (arquitetura, consultoria, etc.):
Data da entrevista:	Nicho de atuação (tipologia construtiva):
Tempo de atuação:	N. de funcionários:
Empreendimento estudado:	Tempo de uso do BIM:

Unidade de Contexto A Processo de Produção	<p>Q1 - No processo de produção do empreendimento em questão, qual foi o produto (escopo de trabalho) desenvolvido pela empresa?</p> <p>Q2 - O escritório, usualmente, desenvolve/modela todo o conjunto de projetos (especialidades)? Neste empreendimento, como se deu o desenvolvimento do conjunto de projetos e modelos BIM? (desenvolveu-se projeto de arquitetura e/ou de engenharia no escritório?)</p> <p>Q3 - Quais disciplinas/ prestadores de serviço trabalharam com vocês – projetistas de outras empresas, especificadores, planejadores, orçamentistas, gerentes de obra, etc.) no empreendimento em questão? Houveram definições/orientação (contratual ou organizacional) para uma integração entre equipes/etapas de projeto e de etapas posteriores aos projetos (preparação para execução e obra)?</p>
---	--

Continua

Continuação – Quadro 9 - Protocolo de entrevista

<p>Unidade de Contexto B</p> <p>BIM</p>	<p>Q4 – O escritório adota, ou contratos com construtora ou incorporadora definem adoção de algum protocolo específico ou normalização (por ex. ISO 19650-2) como orientação para o processo de produção com uso de BIM?</p> <p>Q5 – Para o desenvolvimento deste empreendimento, foi estabelecido um plano de execução BIM (PEB)? Caso não, foram estabelecidos de alguma forma diretrizes de progresso dos projetos e objetivos de uso do BIM?</p> <p>Q6 – Foram estabelecidos os objetivos de uso do BIM para este empreendimento? Quais?</p> <p>Q7 – Foi definido uso de CICS em concordância com os objetivos de uso do BIM? Qual a relação de objetivos de uso BIM e de uso de CICS?</p>
<p>Unidade de Contexto C</p> <p>Classificação da Informação da Construção</p>	<p>Q8 – Usualmente é utilizado CICS nos processos de produção em que a empresa trabalha (produção projetos/empreendimentos)? Quais e porquê? (por ex. organização de bancos de dados, suporte à integração de informação entre etapas)</p> <p>Q9- Quem estabeleceu o uso de CICS nesse processo de produção? (exigido por contratos públicos? exigido pelo contratante? Definido como parte da abordagem de projeto do escritório?)</p> <p>Q10- Em caso de o sistema utilizado ser facetado, qual(is) tabela(s) é/são usada(s)? (conforme objetivos de uso do sistema) / Qual é objetivo de uso de cada tabela?</p> <p>Q11 – O uso das tabelas atendeu aos objetivos estabelecidos? (por exemplo, nível de especialização foi suficiente? Houve necessidade de customização?)</p> <p>Q12- A classificação é inserida em qual etapa do processo? (na modelagem de projetos, na coordenação de projetos, em etapas posteriores?) Por quê?</p> <p>Q13 – Neste empreendimento, informações dos modelos BIM foram integradas a sistemas operacionais (por exemplo ERP da construtora)? Houve uso de códigos de CICS nesse processo?</p>

Fonte: a autora.

7.3 RESULTADOS

7.3.1 Escritório de Engenharia A

Quadro 10 - Respostas Escritório A

<p>Unidade de Contexto A</p> <p>Processo de Produção</p>	<p>R1 – Nesse empreendimento, o escopo de trabalho do escritório foi a elaboração de modelos BIM, a coordenação 3D e a realização da extração de quantitativos, como suporte para posterior realização de estimativas de custos e orçamentos (não realizada pelo escritório).</p> <p>R2 –Nesse caso, considerado uma situação “experimental”, em que os envolvidos estavam, conforme o entrevistado, tentando entender como proceder, a construtora (contratante do escritório) contratou projetos das diferentes especialidades, a partir deles utilizou o BIM (por meio do serviço prestado por esse escritório) para fazer a coordenação, alguns em fase mais avançada de definições e outros em fase preliminar quando a coordenação começou. Essa coordenação auxiliou a arquitetura e engenharia estrutural a corrigirem e finalizarem seus projetos. Projetos de instalações, apresentados para o escritório em questão como croquis, foram modelados pelo escritório, em conjunto com os projetistas responsáveis de cada disciplina.</p> <p>R3 – O escritório trabalhou diretamente com todos os projetistas, integrando os projetos e detectando necessidades de mudanças nesses, e comunicando-as aos projetistas responsáveis (de outros escritórios).</p>
--	---

Continua

<p>Unidade de Contexto B</p> <p>BIM</p>	<p>R4 – Não se adota um padrão, pré-definido, de alguma instituição, mas estes são estudados para as definições de melhores práticas/procedimentos do escritório.</p> <p>R5 – Não se trabalhou nesse caso com o conceito de Plano de Execução BIM, ou “BIM <i>mandate</i>” – isto não foi explicitamente definido, mas os objetivos de uso estavam bem definidos para este empreendimento.</p> <p>R6 – Os objetivos de uso do BIM no empreendimento coincidem com o escopo de trabalho do escritório (resposta R1): a coordenação 3D, e a extração de quantitativos para dar suporte ao planejamento e às estimativas de custo e orçamento.</p> <p>R7 – O empreendimento em questão foi um caso experimental para o uso de CICS no processo de trabalho, diferentes sistemas foram testados, foram feitas customizações e chegou-se a uma definição do uso da classificação para atendimento a essa construtora. A partir dessa experiência, o escritório adotou a classificação da informação como um recurso para tratamento das informações, em seu processo de trabalho.</p>
---	--

Continua

Continuação - Quadro 10 - Respostas Escritório A

<p>Unidade de Contexto C</p> <p>Classificação da Informação da Construção</p>	<p>R8 – Atualmente (a partir desse empreendimento experimental com uso de CICS), adotou-se de forma definitiva o uso da classificação. O sistema adotado é o da ABNT NBR 15965. As tabelas cujo uso é mencionado não foram oficialmente publicadas, mas são disponibilizadas por alguns órgãos, neste caso foi utilizado material digital fornecido com os Guias BIM da ABDI/MDIC.</p> <p>R9 – A classificação, além da demanda para estruturação de documentos da construtora, é utilizada no processo de coordenação e checagem de conflitos realizado pelo escritório. O plano de execução BIM (PEB), usualmente chamado de “BIM <i>mandade</i>”, determina como a classificação será utilizada, tendo em vista os objetivos de uso do BIM (quais tabelas para quais usos).</p> <p>R10 –O escritório desenvolveu <i>template</i> de checagem de projetos baseado na tabela 3E (Elementos), que organiza o edifício em funções e por meio da qual se faz checagem de conflitos, e tabela 3R (Resultados da construção), com a qual se faz a extração de quantitativos com a finalidade de auxiliar estimativas de custos e orçamentos. Na extração de quantitativos, a tabela é organizada por índices, que são códigos da 3R. Conforme o respondente, as tabelas são usadas de forma paralela, são visões diferentes do modelo, um código não substitui o outro.</p>
---	--

Continua

<p style="text-align: center;">Unidade de Contexto C</p> <p style="text-align: center;">Classificação da Informação da Construção</p>	<p>R11 –Os usos mencionados tem propósito claro e grande impacto na produção e organização da informação no processo. As “árvores de estrutura de classificação” delimitam os <i>assemblies</i> construtivos, o que facilita a conexão dos modelos com o planejamento, porém esses processos são ainda pouco explorados, o escritório ainda não utiliza esses códigos como suporte ao planejamento 4D, por exemplo. Há muitas outras tabelas e usos da classificação associada a BIM, não utilizados pelo escritório, e que se acredita que demandarão muito maior maturidade nos processos BIM das empresas.</p> <p>R12- No método de trabalho atualmente definido, os projetos nascem com a classificação, pois esses foram definidos no Plano de Execução, e são, portanto, inseridos no momento da autoria do projeto (considerando-se que projeto e modelo são a mesma coisa). No início do projeto, no qual se está definindo as diferentes funções da edificação, se utiliza a tabela de elementos 3E. A partir do momento em que se começa a projetar os sistemas, nos quais se tem os materiais definidos, passa-se a utilizar a tabela 3R. O uso dos códigos acontece como numa árvore de definições, por exemplo, dentre os elementos de “estrutura”, se tem o elemento “fundação”, que é definido pelo resultado “concreto”.</p> <p>R13 – Não, pois hoje essa integração não é facilitada, não há um sistema que consiga integrar informações dos modelos BIM com o sistema de controle/ gerenciamento (por exemplo o sistema ERP de uma empresa), porém a integração acontece de forma manual, geralmente através de planilhas, de forma muitas vezes pouco consistente.</p>
---	--

Fonte: Transcrição de áudio da entrevista realizado com Escritório A

Além das questões respondidas, o entrevistado salientou que outros usos da classificação, além dos mencionados para este empreendimento, são atípicos, também mencionou a importância de considerar os sistemas legados das empresas, processos de trabalho e formas de organização e tratamento das informações, construídos nas mesmas ao longo de anos. Os sistemas de orçamento das construtoras, codificados conforme metodologia e demandas específicas dessas, são

um exemplo. Portanto é necessário que a adaptação à padrões normalizados seja gradual, tendendo a ser um processo que demanda tempo considerável.

O respondente esclareceu que bases de dados públicas (como SINAPI), ou pagas (como TCPO) são usadas para composições de custos, mas a classificação não é usada nestas composições pois faz parte de etapas anteriores, em que confere visão mais ampla dos resultados, a partir dos quais se fará a composição de custos. No caso dos empreendimentos privados, em que o escritório trabalha, não se utiliza TCPO nem SINAPI, mas base de dados da própria construtora.

7.3.2 Escritório de Projetos B

Quadro 11 - Respostas Escritório B

Unidades de Contexto A Processo de Produção	<p>R1 – O escopo do trabalho consistiu no desenvolvimento da modelagem dos projetos, a partir do projeto de arquitetura desenvolvido por outro escritório, sem uso de BIM. Esse conjunto de modelos seguiu as diretrizes de projeto da construtora contratante, desenvolvidas em outra ocasião pelo próprio escritório. Essas diretrizes compreenderam todas as definições de requisitos de entradas de dados, dentre essas, a classificação a ser utilizada.</p> <p>R2 – O escritório geralmente desenvolve a modelagem do conjunto de projetos, a partir de projetos previamente desenvolvidos de forma convencional – sem modelagem de informação da construção.</p> <p>R3 – A equipe do escritório de projetos trabalhou de forma integrada com equipes dos diferentes setores da construtora - projetos, obras, planejamento e orçamento. Houve a demanda de se trabalhar inicialmente no desenvolvimento de uma EAP (estrutura analítica de projeto) padrão da construtora, que pudesse ser usada para os diferentes tipos de empreendimentos desenvolvidos (comerciais, residências, etc.), que compreendeu intenso trabalho coletivo dos diferentes setores (projetos, orçamento, planejamento, etc.) para atender demandas de todos eles. No desenvolvimento dessa EAP, foi incorporado o uso de tabelas da classificação nacional em desenvolvimento (com autorização da comissão de desenvolvimento da norma).</p>
--	--

Continua

Unidade de Contexto B
BIM

R4 – Cadernos de diretrizes, ou planos de execução BIM são desenvolvidos em resposta a demandas e condicionantes específicas dos clientes. Não se segue a rigor um protocolo padrão para o processo BIM, mas referências de protocolos reconhecidos, como o da Penn State, são utilizados.

R5 – Foi desenvolvido um plano de diretrizes e processo de desenvolvimento dos projetos/modelos, conforme demandas de informação da construtora. Para isso, se usou como referência o conteúdo da plataforma BIM Fórum, que prevê desenvolvimento de fichas completas (parâmetros de desenvolvimento de todas as famílias de elementos) para orientação do trabalho dos projetistas/modeladores, para que a construtora pudesse receber o modelo de acordo com suas necessidades. As definições para essas fichas contemplaram, dentre outros, o uso de códigos de algumas das tabelas da classificação da informação nacional.

R6 – Os objetivos da construtora para o uso do BIM são relacionados à compatibilização, planejamento, orçamento, e por fim obra. O entrevistado esclareceu que esses objetivos são sempre uma demanda da construtora, não do escritório, e que o papel desse é atender essas demandas com soluções de modelagem de informação da construção.

R7 – Foram utilizadas partes da classificação nacional em desenvolvimento, a ABNT NBR 15956, ainda não publicada. O escritório recebeu planilhas eletrônicas dessas classificações em desenvolvimento. Foram utilizadas as tabelas 3E, 3R e 2C, para organização de informações relacionadas à planejamento e orçamento.

Continua

Continuação - Quadro 11 - Respostas Escritório B

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Unidade de Contexto C</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Classificação da Informação da Construção</p>	<p>R8 – A abordagem de modelagem que faz uso de Sistema de Classificação se deu em resposta a demandas desse cliente específico (incorporadora/construtora). A finalidade dessa abordagem é integrar a informação modelada a processos de planejamento e orçamento, com auxílio da classificação, para categorizar essa informação.</p> <p>R9 – O uso de classificação foi uma resposta do escritório aos objetivos da construtora, de integração dos modelos BIM ao processo de produção, compreendendo os setores mencionados.</p> <p>R10 – Esta abordagem de trabalho tem ocorrido somente com a classificação nacional, em desenvolvimento. Foram utilizadas as tabelas 2C – Componentes, 3E – Elementos e 3R – Resultados.</p> <p>R11 – Por não estar finalizada, a classificação não contemplava todos os códigos necessários, para as demandas definidas, portanto códigos precisaram ser criados, em níveis mais baixos (maior especialização). Essas verificações foram compartilhadas com a CEE 134 e auxiliaram no desenvolvimento da norma.</p> <p>R12 – São desenvolvidos <i>templates</i> de projeto/modelo que contém os itens das tabelas de classificação mencionadas, de forma que o projeto já nasce com essa definição de itens.</p> <p>R13 – O uso da classificação auxilia na integração de informações, dentro de uma operação (um sistema) desenvolvido. O desenvolvimento deste sistema, que possibilita a integração e é a base do processo da construtora, demandou anos e um grande trabalho de programação. A classificação de informações é uma parte do conjunto de dados que alimenta esse sistema, necessária ao processo engendrado.</p>
---	--

Fonte: Transcrição de áudio da entrevista realizado com Escritório B

A fim de ilustrar a aplicação da classificação no processo de produção do escritório, o mesmo forneceu imagens (capturas de tela), para ilustrar o uso da classificação de Componentes e de Resultados (*Assembly Code*) da ABNT NBR 15965 em modelo BIM da torre residencial abordada na conversa, respectivamente aplicadas a instalações de combate a incêndio e de fundações, conforme Figuras 23 e 24.

Figura 23 - Uso da classificação 2C – Componentes, da ABNT 15965, em instalações de combate a incêndio, em modelo BIM.

Fonte: Escritório B, 2019.

Figura 24 - Uso da classificação 3R – Resultados, da ABNT NBR 15965, em elementos de fundação, em modelo BIM.

Fonte: Escritório B, 2019.

7.3.3 Escritório de Projetos C

Quadro 12 - Respostas Escritório C

<p>Unidades de Contexto A Processo de Produção</p>	<p>R1 – O trabalho do escritório compreende, no atendimento as demandas de seus clientes, o desenvolvimento de planos de execução BIM, além do desenvolvimento do conjunto de modelos, e da compatibilização e coordenação desse conjunto de informações, de acordo com o plano desenvolvido.</p> <p>R2 – No desenvolvimento do empreendimento em questão, o escritório desenvolveu a modelagem da arquitetura, a partir do projeto desenvolvido em software CAD 2D por outro escritório (mesma situação descrita nos dois casos anteriores), e de todos os projetos de engenharia/complementares (a partir também de projetos desenvolvidos sem modelagem de informação da construção, em outros escritórios). O primeiro empreendimento para determinado cliente, funciona como um piloto para as diretrizes de modelagem (e dos requisitos de informação) que serão seguidas nos empreendimentos seguintes desse cliente.</p> <p>R3 – O escritório em questão trabalha de forma integrada com as equipes dos diferentes setores das construtoras – projeto, planejamento e orçamento (em alguns casos com participação também de equipe de obra). O escritório faz uma mediação, ou coordenação, das demandas desses setores, para a definição dos requisitos de informação dos modelos.</p>
--	--

Continua

Unidades de Contexto B BIM	<p>R4 – A equipe do escritório estudou diferentes guias e protocolos para a desenvolvimento de melhores práticas no seu processo de trabalho, no entanto, nenhum desses é seguido rigorosamente.</p> <p>R5 – Um plano de execução BIM foi desenvolvido. Esses planos sempre são definidos no processo de trabalho do escritório.</p> <p>R6 – Os objetivos de uso do BIM são, via de regra, a compatibilização do conjunto de projetos, e a extração de informações de planejamento e orçamento.</p> <p>R7 – Os objetivos do uso de classificação (nesse caso, um sistema próprio de uma construtora), nos modelos BIM, no processo de produção de empreendimentos, coincide com os objetivos de adoção da modelagem da informação nesses processos, quais sejam: auxiliar na extração da informação, organizada e coerente com os elementos e geometria da edificação, para as etapas de planejamento e orçamento que se seguem ao desenvolvimento dos projetos.</p>
---	--

Continua

Continuação - Quadro 12 - Respostas Escritório C

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Unidade de Contexto C</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Classificação da Informação da Construção</p>	<p>R8 – O escritório não tem adotado sistemas de classificação de informação, como OmniClass, ABNT NBR 15965, etc., porém a adoção do sistema nacional em desenvolvimento está prevista. São utilizados, nos modelos BIM, a estrutura de códigos dos clientes/construtoras. Por se tratar de estruturas de códigos adotadas pelas construtoras, essas não se enquadram na lógica de facetamento. Em geral, as construtoras tem uma única estrutura, ou tabela de códigos, com uma hierarquia de itens similares aos de tabelas de Elementos e Resultados.</p> <p>R9 – Os clientes desse escritório possuem demandas, as quais o escritório responde com soluções e definições para o processo BIM, dentre elas a inserção de classificação nos modelos de projetos, para auxiliar na integração e organização das informações no processo. Essas soluções e definições em geral não são explicitamente solicitadas pelos clientes, mas uma resposta do escritório às demandas.</p> <p>R10 – O escritório não tem utilizado sistemas que seguem uma lógica de facetamento, mas sistemas desenvolvidos internamente pelos clientes (construtoras), que consistem em tabelas hierárquicas, com conteúdo similar ao de tabelas de Elementos e Resultados.</p> <p>R11 – A utilização de uma estrutura de classificação, mesmo não sendo normalizada e facetada, possibilita a definição (ou isolamento) de sistemas e subsistemas nos modelos, das diferentes instalações prediais, que auxiliam na visualização e navegação do modelo, e também na verificação de interferências. Algumas empresas utilizam códigos/itens diferentes nos diferentes setores (orçamento, suprimentos, etc.), e o escritório tem orientado-as a horizontalizar essa definição de itens.</p> <p>R12 – A classificação é incorporada nos <i>templates</i> de projetos.</p> <p>R13 – Em relação à integração dessas informações do modelo à sistemas de gerenciamento das empresas, isto se faz manualmente – extrai-se a informação classificada dos modelos para planilhas, e essas são reinseridas nos sistemas.</p>
---	--

Fonte: Transcrição de áudio da entrevista realizado com Escritório C

O entrevistado aponta que seria ideal utilizar uma classificação de informações desde o modelo, até as definições de suprimentos para obra, porém isso ainda não foi viabilizado nos processos de produção das construtoras atendidas por ele. Conforme o entrevistado, informações relacionadas especificamente à etapa de uso e operação das edificações nunca foram demandadas pelos clientes do escritório.

7.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos quadros de respostas obtidos, analisando-se as informações à luz das proposições elaboradas, conforme procedimento sugerido por Yin (1989), foi possível elaborar a seguinte análise dos resultados obtidos:

Proposição 1 – Uso de CICS não ocorre nos escritórios analisados

Esta proposição não se aplica a nenhum dos escritórios avaliados. Todos utilizam algum tipo de sistema de classificação de informações no processo de trabalho, o escritório C, no entanto, não utiliza um sistema padrão disponível no mercado, mas estruturas de códigos disponibilizadas pelos clientes (construtoras).

Proposição 2 – É feito uso de algum CICS no processo de produção, incorporado na modelagem (deseja-se verificar qual e porquê).

Escritório A - O processo de trabalho atual compreende uso de CICS, foram testados diferentes sistemas, e definiu-se o uso da ABNT 15965.

Escritório B - O processo de trabalho atual compreende uso de CICS. Foi estabelecido o uso da ABNT 15965.

Escritório C - O escritório não adota um sistema disponível no mercado, como o OmniClass, e ainda não adota o sistema nacional em seu processo de trabalho, mas sua adoção está prevista. São adotadas estruturas de códigos disponibilizadas pelos contratantes (construtoras).

Analisando-se as respostas dos três entrevistados às proposições 1 e 2, foi possível verificar a divergência dessas em relação àquelas, pois todos os escritórios estão familiarizados com a classificação da informação no processo de produção da construção, possuem procedimentos bem definidos para uso dessa classificação no processo de modelagem de informação da construção, e dois deles se anteciparam à

publicação da normalização nacional em desenvolvimento para adequar o uso dessa em seus processos, em consonância com aqueles de seus contratantes, orientados a manter um alinhamento e colaborar com a padronização nacional proposta para a classificação da informação da construção.

Proposição 3: Definição de uso de CICS como uma das definições dos PEBs

Essa proposição se aplica a todos os escritórios entrevistados. A definição pormenorizada de planos de execução BIM, elaborados para cada empreendimento a ser desenvolvido, com especificação dos requisitos de informação para o processo de produção, abrangendo o sistema de classificação e respectivas tabelas a serem utilizadas, é parte do processo de trabalho dos escritórios.

Proposição 4: Utilização de CICS conforme principais finalidades apontadas na literatura.

Esta proposição se aplica plenamente aos escritórios, que utilizam a classificação da informação para extração organizada e categorizada para etapas seguintes do processo de produção, realizadas nas construtoras, sobretudo atividades de planejamento e análises de custos. Os escritórios também explicitaram fazer uso de outra funcionalidade prevista nessa proposição: o gerenciamento de informações nos modelos, devido a possibilidade de definição (ou isolamento) de sistemas e subsistemas das diferentes instalações prediais, de verificação de interferências, auxiliando, portanto, na visualização e navegação do modelo, e gerenciamento das partes componentes do empreendimento.

Proposição 5: Tabelas mais utilizadas e finalidades

A proposição de que as tabelas mais utilizadas são Elementos e Resultados de trabalho (verificadas na literatura) se confirmou em todos os escritórios. Destaca-se que:

Escritório A - Afirma utilizar tabela de Elementos, em fase inicial, para estabelecer as diferentes funções da edificação, e Resultados de trabalho, quando da definição mais detalhada dos sistemas da edificação.

Escritório B - Utiliza tabelas Elementos e Resultados de Trabalho, e também tabela Componentes.

Escritório C - Apesar de não utilizar sistema facetado, mas tabelas hierárquicas fornecidas pelas construtoras, o respondente afirma que o conteúdo dessas é similar às de Elementos e Resultados, de sistemas como OmniClass e ABNT NBR 15965.

Proposição 6: Relação de classes de classificação e modelos BIM

Todos os escritórios afirmaram que a classificação é incorporada nos *templates* de projetos, portanto, os objetos do modelo já são instanciados nesse com a classificação da informação.

7.4.1 Considerações finais

De forma geral, pode-se dizer das entrevistas realizadas que essas contrariaram uma das proposições formuladas para realização de estudos de casos, a de desconhecimento e de não adoção de um sistema de classificação da informação, o que demonstra como há demanda pela padronização de terminologias e categorização de informações nos processos construtivos em questão, para diferentes finalidades, sendo essas associadas ao uso da modelagem de informação da construção.

Entende-se que a decisão pela realização dos estudos de casos, para a finalidade almejada, com escritórios que se encaixam no perfil estabelecido, foi assertiva: os resultados se mostraram úteis aos objetivos exploratórios do trabalho, sendo possível afirmar que esses resultados indicam uma tendência sobre a forma de se estabelecer definições relativas ao uso de sistemas de classificação de informação da construção, em processos de trabalho na construção com BIM.

8 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A necessidade de uma definição de terminologias e categorização do conjunto de informações da construção, para documentação de processos e registros diversos (orçamentos, cronogramas, especificações, etc.), é há muito reconhecida. Tendo em vista a importância da modelagem de informação da construção e da normalização do sistema de classificação de informações da construção com foco em BIM, no Brasil, entendeu-se pertinente o desenvolvimento de um trabalho que abordasse esses temas.

Realizou-se pesquisa bibliográfica, a fim de apresentar informações e conceitos considerados mais pertinentes. Essa pesquisa possibilitou a realização dos procedimentos propostos por Yin (1989), para o método de Estudos de Casos. Os procedimentos indicados por esse autor compreendem a realização de um levantamento de informações em campo, de caráter não quantitativo. As informações apresentadas, oriundas tanto da revisão bibliográfica quanto dos resultados desses estudos, possibilitam uma melhor compreensão de abordagens de trabalho no setor construtivo, que buscam maior integração das informações entre etapas de projeto e construção.

Os resultados obtidos nos estudos de casos estão alinhados às afirmações de diversos autores citados, como Zhong (1998)²³ e Ekholm (2005). As entrevistas realizadas confirmaram algumas das proposições previamente estabelecidas com base na revisão bibliográfica, indicando que os conhecimentos e procedimentos adotados pelos escritórios em questão, bem como por seus clientes (construtoras e/ou incorporadoras) estão alinhados àqueles de publicações e orientações de organizações, sobre práticas recomendadas para processos de produção do ambiente construído com uso de BIM, como os planos de execução BIM, e sobre o uso da classificação de informação da construção nesse processo, como as principais finalidades de uso e tabelas utilizadas.

Esse trabalho apresenta como contribuição um panorama do tema, fundamentado em levantamento bibliográfico e realização de estudos de casos, motivado pela importância técnico-industrial de normalizações nacionais e pela

²³ Zhong, Q. (1998) **Building process modelling using product modeling methodology and its application to scheduling**, unpublished PhD thesis, National University of Singapore.

relevância da modelagem de informação da construção como possibilidade de desenvolvimentos nessa indústria (EASTMAN *et al*, 2014). Entende-se que o desenvolvimento e adoção de um sistema de classificação de informação da construção nacional é necessário aos processos construtivos estruturados com auxílio de BIM.

Considera-se como temas pertinentes para novas pesquisas:

- Pesquisa construtiva sobre o uso do sistema de classificação nacional, na modelagem de projetos e extração de informações desses para etapas de construção, a fim de avaliar a usabilidade, em termos de abrangência e profundidade, do conteúdo das tabelas da ABNT NBR 15965, no atendimento dos requisitos de informação de determinado contratante de projeto (alguma construtora, por exemplo), a fim de verificar a adequação desse conteúdo e possivelmente contribuir para o aprimoramento do mesmo.
- Realização de revisão sistemática da literatura sobre publicações que exploram o uso de classificação da informação da construção, em processos de produção de empreendimentos, possibilitando estabelecer precisamente esse conjunto de publicações e seus resultados.

REFERÊNCIAS²⁴

AFSARI, K.; EASTMAN, C. M. A comparison of construction classification systems used for classifying building product models. In: **52nd ASC Annual International Conference Proceedings**. 2016. p. 1-8. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Kereshmeh_Afsari/publication/303484920_A_Comparison_of_Construction_Classification_Systems_Used_for_Classifying_Building_Product_Models/links/5744b5cb08ae9ace8421a71c/A-Comparison-of-Construction-Classification-Systems-Used-for-Classifying-Building-Product-Models.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **GUIA 2 – Classificação da Informação no BIM**. Vol. 2. Brasília, DF. 2017.

_____. **GUIA 3 – Processo de Projeto BIM**. ABDI, 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12006-2**: Construção de edificação – Organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2010.

_____. (a). **NBR 15965-1**: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.

_____. (b). **NBR 15965-2**: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 2: Características dos objetos da construção. Rio de Janeiro, 2011.

BIMDICTIONARY. **BIModel**. Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/bimodel/1/>. Acesso em: 26. fev. 2019.

BJÖRK, B. C.; PENTTILÄ, H. A scenario for the development and implementation of a building product model standard. **Advances in Engineering Software (1978)**, v. 11, n. 4, p. 176-187, 1989. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0141119589900491>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

BJÖRK, B. C. et al. **Requirements and information structures for building product data models**. VTT Technical Research Centre of Finland, 1995. Disponível em: <<https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/2447>>. 12 jun. 2019.

BRESSAN, F. O método do estudo de caso. **Administração on line**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2000. Disponível em: <<https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:cKzjbkSByPMJ:scholar.google.com>>.

²⁴ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023).

gle.com/+BRESSAN,+F.+O+m%C3%A9todo+do+estudo+de+caso.+Administra%C3%A7%C3%A3o+on+line&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>. Acesso em: 08 ago. 2019.

GOUVÊA, L. B.; OLIVEIRA, G. M. G. **Classificação da Informação da Construção em modelos BIM: uso de tabela da ABNT NBR 15965**. 2019. No prelo.

BUILDINGSMART. Disponível em: <<https://www.buildingsmart.org/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

CARDOSO, F. **Stratégies d'entreprises et nouvelles formes de rationalisation de la production dans le bâtiment au Brésil et en France**. 1996. Tese (Doctorat en Économie et sciences sociales) École Nationale des Ponts et Chaussées. Paris: 1996.

CASTELO, A. M.; MARCELLINI, L.; VIANA, I. A construção digital parte 2. **Blog do Ibre**, 2019. Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>>. Acesso em: 14 out. 2019.

CATELANI, W. S.; SANTOS, E. T. Normas brasileiras sobre BIM. **Concreto & Construções**, São Paulo, v. 44, n. 84, p. 54-59, 2016. Disponível em: <<http://www.makebim.com/wp-content/uploads/2017/05/NORMAS-BIM-BRASIL.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

CETON, G. **OmniClass™, CSI Formats, and Their Role in BIM**. 2011. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/novacsi/may-chapter-meeting-omniclass-csi-formats-and-their-role-in-bim-joint-meeting-with-dc-chapter>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

CETON, G. **Using OmniClass™**. 2014. Disponível em: <https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/BSA/20140111_trb_ceton.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.

CIC-PSU. **Building Information Modeling Project Execution Planning Guide**. University Park: The Pennsylvania State University, 2011, 134 p. Disponível em: <[https://pdhonline.com/courses/c731/01_BIM_Project_Execution_Planning_Guide_V2.1_\(two-sided\).pdf](https://pdhonline.com/courses/c731/01_BIM_Project_Execution_Planning_Guide_V2.1_(two-sided).pdf)>. Acesso em: 12 mai. 2019.

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

EKHOLM, A. ISO 12006-2 and IFC prerequisites for coordination of standards for classification and interoperability. **Journal of Information Technology in Construction** (ITcon), v. 10, n. 19, p. 275-289, 2005. Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/10b7/8e25e3636317088ca492f8996ce25a6bef11.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

EKHOLM, A.; FRIDQVIST, S. A conceptual framework for classification of construction works. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v. 1, n. 1, p. 1-25, 1996. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.40.1021&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

EKHOLM, A.; HÄGGSTRÖM, L. Building classification for BIM—Reconsidering the framework. In: **CIB W78-W102 2011: International Conference**. CIB, 2011. Disponível em: <<https://lup.lub.lu.se/search/publication/2201252>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

FABRICIO, M. M. Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 20, n. 33, p. 228-248, 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/80930/84572>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

FARIA, J. A. Gestão de obras e segurança. **Porto, FEUP**, v. 2014, 2013.

FORBES, L. H.; AHMED, S. M. **Modern Construction Lean Project Delivery and Integrated Practices**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press – Taylor & Francis Group, 2011. 524 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=sL2wXr7dPE0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=FORBES,+L.+H.%3B+AHMED,+S.+M.+Modern+Construction+Lean+Project+Delivery+and+Integrated+Practices.+&ots=X1mKsEfIDv&sig=0cDQGIlRFDLgmAOpGrAY_IHeqJo#v=onepage&q=FORBES%20C%20L.%20H.%3B%20AHMED%20S.%20M.%20Modern%20Construction%20Lean%20Project%20Delivery%20and%20Integrated%20Practices.&f=false>. Acesso em: 11 mai. 2019.

GASPAR, J. A. M. et al. **O significado atribuído a BIM ao longo do tempo**. 2019. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/335764>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/69902301/gil-antonio-carlos-como-elaborar-projeto-de-pesquisa-5-ed-2010>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

GOH, B. H.; CHU, Y. L. Developing national standards for the classification of construction information in Singapore. In: **International Council for Research and Innovation in Building and Construction CIB W78 conference**. 2002. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.616.6261&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

GONÇALVES, G. C. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018.

Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. Disponível em:

<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21092018-144640/pt-br.php>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

HAMIL, S. An introduction to the NBS BIM Toolkit. **NBS**, 2019. Disponível em:

<<https://toolkit.thenbs.com/articles/an-introduction-to-the-toolkit>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

HOWARD, H. C; *et al*. Computer integration: reducing fragmentation in AEC industry. **Journal of computing in civil engineering**, v. 3, n. 1, p. 18-32, 1989. Disponível em:

<<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290887-3801%281989%293%3A1%2818%29>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

HOWARD, R.; ANDRESEN, J. Classification of building information—European and IT systems. In: **Proceedings of the Cib-w78 International Conference It in Construction in Africa**. CSIR. Division of Building and Construction Technology, 2001. p. 9-14. Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/083f/dec163f59a2fca8f788aee599df9995b20cd.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

HOWARD, R. A new Danish classification system to meet local needs and link to international & IT developments. In: **International Council for Research and Innovation in Building and Construction, CIB W78 Conference, Aarhus School of Architecture**. 2002. p. 12-14. Disponível em: <https://itc.scix.net/pdfs/w78-2002-6.content.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2019.

INGIRIGE, B.; AOUAD, G.; SUN, M. Awareness and usage of information standards in the UK construction industry: A survey by the SIENE network. **Proceeding CIB W78-17, South Africa, Paper ID**, v. 7, 2001.

INSTITUTO PORTUGUÊS DE QUALIDADE. IPQ.PT, 2020. Disponível em:

<http://www1.ipq.pt/pt/normalizacao/a_importancia_da_normalizacao/Pages/A-Importancia-da-Normalizacao.aspx>. Acesso em: 12 de out. 2019.

INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. **ISO 12006-2:2001**.

Building Construction – Organization about information of construction works – Part 2: Framework for classification of information. Suíça. 2001. Disponível em:

<<https://www.sis.se/api/document/preview/899471/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

____ **ISO 12006-2:2015.** Building Construction – Organization about information of construction works – Part 2: Framework for classification. Suíça. 2015. Disponível em: <<https://www.sis.se/api/document/preview/918832/>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

____ **ISO 12006-3:2007.** Building Construction – Organization about information of construction works – Part 2: Framework for object-oriented information. Suíça. 2007. Disponível em: < <https://www.sis.se/api/document/preview/908526/>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

____ **ISO/DIS 19650-1.2:2015.** Organization of information about construction works — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Switzerland. 2018. Disponível em: <<https://www.iso.org/standart/68078.html>>. Acesso em: 11.jul 2019.

JØRGENSEN, K. A.; SKAUGE, J. **Building Models and Building Modelling.** Aalborg University, 2008. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:oV6AZKidoJwJ:scholar.google.com/+J%C3%98RGENSEN,+K.+A.%3B+SKAUGE,+J.+Building+Models+and+Building+Modelling.+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>. Acesso em: 01.ago 2019.

KALE, S.; ARDITI, D. Diffusion of computer aided design technology in architectural design practice. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 131, n. 10, p. 1135-1141, 2005. Disponível em: <[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:10\(1135\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:10(1135))>. Acesso em: 02 de mar. 2019.

KERZNER, H. **Project Management:** a systems approach to planning, scheduling and controlling. 10. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=xIASDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR19&dq=KERZNER,+H.+Project+Management:+a+systems+approach+to+planning,+scheduling+and+controlling.&ots=Xb9k-MS-AQ&sig=F3fepW55eLaNi-7hMLqrVBK-y-M#v=one-page&q=KERZNER%2C%20H.%20Project%20Management%3A%20a%20systems%20approach%20to%20planning%2C%20scheduling%20and%20controlling.&f=false>>. Acesso em: 01 de mai. 2019.

KREIDER, R. G.; MESSNER, J. I. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses.** University Park: The Pennsylvania State University, 23 p. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47569091/The_uses_of_bim_-_pennstate_computer_integrated_const..pdf?1469642322=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThe_Uses_of_BIM_Classifying_and_Selectin.pdf&Expires=1593722631&Signature=aU4AB~TvToLkR5BThRIm-rpGDcK~HrT5L09mC4wAILsDGU702PJOqyBp1rU27bddh9x3O8ad6j-Nq~ky5Bq6x-Ag4DIAWaitcoGn7L0SGqJs7Xis8qC1PWHprQYpXf->

koMnu~G5YUm3L4unKVN5YCB~u7ZCu4MDW~ImBDrG909kvlqFloPDXEBe-TRhEwY2muJ01zdudzN0O5CMsNIG43XYmKM9lbtVMw8AZ1bUFoSBfZAoy-ZZkT4bkmcJ8PUx6vmITgmQ0xLbkQzPCjG4UdpvmckKBqwMY-vQ3Bp6A~7U3zw~K95CJmlNxHg9bwCvIXrfioJTV~ZUfd3LgFbUFaF5MITA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 11 de fev. 2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARITZ, T.; KLOPPER, C.; SIGLÉ, T. Developing a national standard/code of practice for the classification of construction information in South Africa. **Building and environment**, v. 40, n. 7, p. 1003-1009, 2005. **BuildingSMART**. Disponível em: <<http://buildingsmart.org>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

MARTINS, J. P. S. P.; *et al.* **Modelação do fluxo de informação no processo de construção: aplicação ao licenciamento automático de projectos**. 2009. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59123/1/000137665.pdf>>. Acesso em: 24 de set. 2018.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **BIM BR Construção Inteligente**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MURRAY, M.; LANGFORD, D. **Construction Reports 1944-1998**. Oxford: Willey-Blackwell, 2003. Disponível em: <<https://epdf.pub/construction-reports-1944-98.html>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

NAM, C. H.; TATUM, C. B. Noncontractual Methods of Integration on Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 118, n. 2, jun. 1992. Disponível em: <[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1992\)118:2\(385\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9364(1992)118:2(385))>. Acesso em: 23 abr. 2019.

Uniclass 2015. **NBS**, 2020. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/our-tools/uniclass-2015>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

The easy way to define who is doing what and when on your BIM Level 2 projects. **NBS**, 2019. Disponível em: <<https://toolkit.thenbs.com/>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

NIBS, N. I. O. B. S. (NIBS). United States national building information modeling standard Version 1. Washington, D.C., 2007. Disponível em: <https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2019.

NIBS, N. I. O. B. S. (NIBS). United States national building information modeling standard Version 2. Washington, 2012. Disponível: <<http://www.bim.org.tw/ThesisFile/20120629001/National%20BIM%20Standard-United%20States%20Version%202.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2019.

NIBS, N. I. O. B. S. (NIBS). United States national building information modeling standard Version 3. Washington, 2015. Disponível: <<https://www.nibs.org/news/224354/National-BIM-Standard-United-States-Version-3-to-Roll-out-April-15-.htm>>. Acesso em: 29 set. 2019.

NUNES, H. M. **Sistemas de Classificação de Informação da Construção – Proposta de metodologia orientada para objetos BIM**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/20165/1/Nunes_2016.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2017.

OCCS DEVELOPMENT COMMITTEE *et al.* **OmniClass - A Strategy for Classifying the Built Environment. Introduction and User's Guide**. 2006. Disponível em: <<http://docplayer.net/29050544-Omniclass-introduction-and-user-s-guide-a-strategy-for-classifying-the-built-environment-edition-1-0-release.html>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

OCCS DEVELOPMENT COMMITTEE *et al.* **OmniClass - A Strategy for Classifying the Built Environment. Introduction and User's Guide**. 2019. Disponível em: <https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/CSIRESOURCES/b00cc178-1ca0-4e36-aeae-82edcd55c99c/UploadedImages/OmniClass_files/OmniClass_Main_Intro_2019-02-22.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2019.

OLIVEIRA, A. B. F. **Processo de produção integrado: aplicabilidade na construção industrializada**. 2019. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-29072019-090623/en.php>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

OLIVEIRA, J. P. C. **NORMALIZAÇÃO BIM: Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos**. 2016. 72 p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:rW0xxc35JOIJ:scholar.google.com/+OLIVEIRA,+J.+P.+C.+NORMALIZA%C3%87%C3%83O+BIM:+Especific%C3%A7%C3%A3o+do+N%C3%ADvel+de+Desenvolvimento+e+Modela%C3%A7%C3%A3o+por+Objetivoszada.+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>. Acesso em: 02 mai. 2017.

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira, 1997.

PEREIRA, A. P. C. **A adoção do paradigma BIM em escritórios de arquitetura em Salvador – BA**. 201 f. il. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

PEREIRA, R. M. S. Sistemas de classificação na construção. Síntese comparada de métodos. 2013. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/69181/2/26978.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

QUIVY, R.; VAN CAMPENHOUDT, L. Manuel de recherche en sciences sociales. Lisboa: Gradiva–Publicações, Lda, 1995.

SANTOS, E. T. **Conceitos de Modelagem de Dados**. 2013. 39 slides.

SCHENATTO, R. T. **Building Information Modeling: classificação de informação da construção para o planejamento e controle da produção**. 2015. Trabalho final de graduação - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/138351>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

SCHEER, S.; AYRES FILHO, C. G. Abordando a BIM em níveis de modelagem. In: **I Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Carlos**. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Cervantes_Ayres_Filho/publication/269149318_Abordando_a_BIM_em_niveis_de_modelagem/links/568bac5608ae051f9afc5740/A_bordando-a-BIM-em-niveis-de-modelagem.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.

SHEER, S. et al. Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura. **VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios**. Curitiba: UFPR. 2007. Disponível em: . <https://d1wgtxts1xzle7.cloudfront.net/47189703/Artigo-30.pdf?1468335160=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImpactos_Do_Uso_Do_Sistema_CAD_Geometric.pdf&Expires=1593724468&Signature=Qyn7ZkAoRqhM0fQiFdfCslv7IbGITEV3o8bBa7atdkW~i90PWYJBI2IVX~6upbOYS3cE4sk~3YAC1BQMExnnXXLWVEfaR4GNC58KF~sJGMI7I7qPbIFpcq9EIehJMGPCkbZPd2KpMBMf1hMQG1u0Dcd4~xUMn8P4GLZvxNHZ9g2YMBx-oTajMTzE9i3zzp6aDYJ00BD71SLAHHr~lotC5imc0zw6Hq4M3HOX3MQIjq~VUMKs1WqwV08Yo9kPosSszqhRBQ79RQT3V0LTJw9K8QglaFFINizQL0sxYT0CjE03RzWQ0hFJ3HH4UTXzXclt0B8okS-O2dYbJmcA~UjbPw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 05 jun. 2015.

SILVA, J. C. B.; AMORIM, S. R. L. A Contribuição dos Sistemas de Classificação

Para a Tecnologia BIM: uma abordagem teórica. In: **ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**, v. 5, 2011. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/5260769/TIC_2011-ID34.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500152545&Signature=GQnkH2Ps86%2FG1ShKY%2FSvtgytMHg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DA_Contribuicao_dos_Sistemas_de_Classific.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2019.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

TERAI, T. Development of the construction classification system in Japan (JCCS). **Tsinghua Science and Technology**, v. 13, n. S1, p. 199-204, 2008. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6072980>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

TRISTÃO, A. M. D.; FACHIN, G. R. B.; ALARCON, O. E. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ciência da informação**, v. 33, n. 2, p. 161-171, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010019652004000200017&script=sci_arttext&lng=pt>. Acesso em: 12 abr. 2019.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. Modelling multiple views on buildings. **Automation in Construction**, v. 1, n. 3, p. 215-224, 1992. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/092658059290014B>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

YIN, R. K. Case study research: Design and methods, revised edition. **Applied Social Research Methods Series**, v. 5, 1989. Disponível em: <https://www.academia.edu/30849709/CASE_STUDY_RESEARCH_Design_and_Methods_Second_Edition?auto=download>. Acesso em: 08 ago. 2019.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-2**: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 2: Características dos objetos da construção. Rio de Janeiro, 2012.

____ (a). **NBR 15965-3**: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 3: Processos da construção. Rio de Janeiro, 2015.

____ (b). **NBR 15965-7**: Sistema de classificação da informação da construção – Parte 3: Informação da construção. Rio de Janeiro, 2016.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. 294 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

KHAN, K. S. et al. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the royal society of medicine**, v. 96, n. 3, p. 118-121, 2003.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

APÊNDICE A

COMPONENTES DA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASOS

1. QUESTÕES DA PESQUISA: Predominam questões de natureza aberta-fechada, do tipo “quem”, “qual(is)”, “como”, “por quê”, por meio das quais se procura levantar informações relativas a processos e padrões adotados pelas empresas.

2. PROPOSIÇÕES:

1- A primeira situação, que se imagina possível, é a de que uma abordagem de trabalho que associa CICS e BIM não seja adotada, mesmo em empresas/escritórios com ampla experiência em processos BIM, devido ao fato de que a normalização que dá suporte a essa abordagem no Brasil está parcialmente publicada.

2- Os escritórios estão familiarizados com o uso de Sistemas de Classificação nos processos de projeto com BIM, nesse caso, podem ser usados sistemas disponíveis no mercado como OmniClass, ou algum sistema desenvolvido pelas construtoras contratantes, etc. (o que novamente se deve ao fato do sistema nacional não estar publicado). Deseja-se verificar qual(is) sistema(s) são utilizados e por quê.

3- O uso desses CICS em processos BIM ocorre em processos estruturados, em que são definidos planos de execução BIM (PEBs), com definição explícita de objetivos de uso do BIM e de requisitos de informação (GONÇALVES, 2018). Deseja-se definir quem/como são definidos esses requisitos e objetivos, em relação sobretudo ao uso de CICS.

4- Referências consultadas indicam uso predominante de CICS para: a) suporte ao gerenciamento de informações no processo de modelagem (EKHOLM, 2005; JØRGENSEN; SKAUGE, 2008; EKHOLM; HÄGGSTRÖM, 2011); b) Associação das informações contidas nos modelos digitais de projetos a bases de dados e de produtos, utilizando-se esta informação categorizada no projeto para etapas subsequentes no processo construtivo (planejamento, orçamentação, compras, etc.) (EKHOLM, 2005; DELANY, 2018). Deseja-se verificar qual os usos apontados pelos escritórios consultados.

5- Referência consultada indica, predominantemente, uso de tabelas referentes a Elementos e Resultados (ISO 12006-2:2015). Deseja-se verificar quais as tabelas mais usadas, com quais finalidades.

6- Ekholm e Häggström (2011) afirmam que a normalização ISO 12006-2 não especifica como as classes podem ser aplicadas no modelo de informação da construção, e que essa norma não apresenta referência da relação entre classes e modelo BIM. Deseja-se verificar como se dá o uso de classes de classificação no modelo BIM, e em que etapa do processo projetual os objetos do modelo são classificados.

Continua

Continuação –Componentes da realização de Estudo(s) de Caso(s)

3. O CASO (UNIDADE DE ANÁLISE): o papel dos Sistemas de Classificação de Informação da Construção em processos de produção de empreendimentos com modelagem de informação da construção.
4. LÓGICA QUE UNE OS DADOS ÀS PROPOSIÇÕES: As proposições orientam a formulação do protocolo de entrevista, as respostas serão analisadas com base nestas proposições.
5. CRITÉRIOS PARA INTERPRETAR OS ACHADOS: Todas as informações obtidas na pesquisa de campo são analisadas de acordo com as informações levantadas na revisão bibliográfica, a partir da qual se formulou as proposições, e também com as orientações para realização de estudos de caso apontadas na literatura. Por fim, a interpretação também está sujeita, de forma mais subjetiva, a percepções e entendimentos da pesquisadora.

Fonte: a autora

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Concordo em participar, como voluntário, do estudo que tem como pesquisadora responsável a aluna de pós-graduação GIOVANA MARTIN GIOZET OLIVEIRA, mestranda na área de Tecnologia da Arquitetura do programa de pós-graduação da FAU-USP, nº USP 9943360, que pode ser contatada pelo e-mail giovanaoliveira@usp.br e pelo telefone (11) 94470 1533. Tenho ciência de que o estudo tem em vista realizar entrevistas com profissionais do setor da AEC (arquitetura, engenharia e construção), parte integrante da dissertação de mestrado, intitulada “Classificação da Informação da Construção em BIM: Panorama e Normalização”. Minha participação consistirá em conceder uma entrevista que será transcrita. Entendo que esse estudo possui finalidade de pesquisa acadêmica, que os dados obtidos não serão divulgados, a não ser com prévia autorização, e que será preservado o anonimato dos participantes, assegurando assim minha privacidade. O aluno providenciará uma cópia da transcrição da entrevista para meu conhecimento. Além disso, sei que posso abandonar minha participação na pesquisa quando quiser e que não receberei nenhum pagamento por esta participação.

Assinatura

São Paulo, ____ de _____ de 2019