

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

PAOLA OLIVEIRA DE NICOLAI

**Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos da norma ABNT NBR
15.575:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho com o uso de BIM**

São Paulo
2023

PAOLA OLIVEIRA DE NICOLAI

**Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos da norma ABNT NBR
15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho com o uso de BIM**

Versão Original

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

São Paulo
2023

Nome: NICOLAI, Paola Oliveira de.

Título: Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos da norma ABNT NBR 15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho com o uso de BIM.

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof (a) Dr (a) _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof (a) Dr (a) _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof (a) Dr (a) _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

PAOLA OLIVEIRA DE NICOLAI

**Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos da norma ABNT NBR
15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho com o uso de BIM**

Versão Original

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Área de Concentração: Inovação na
Construção Civil

Orientadora: Prof^{fa}. Dr^a. Flávia Rodrigues de
Souza

São Paulo
2023

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

Nicolai, Paola Oliveira de

Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos da norma ABNT NBR 15.575.2013 Edificações Habitacionais Desempenho com o uso de BIM / P. O. Nicolai -- São Paulo, 2023.
313 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Gerenciamento da construção - modelagem 2.Norma de Desempenho 3.Normas Técnicas 4.BIM I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Flávia Rodrigues de Souza, por ter me guiado com cuidado e precisão ao longo do meu mestrado; seus ensinamentos sempre serão lembrados. Ao Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado, pelas contribuições preciosas e pertinentes em diversos momentos da pesquisa.

Aos colegas e professores do mestrado profissional Construinova, da Escola Politécnica da USP, pelo conhecimento compartilhado e pela rede de suporte fundamental para a conclusão desta jornada. Aos profissionais que participaram dos Grupos Focais, por terem doado o seu tempo para discutir e contribuir com esta dissertação.

Aos meus amigos, por todo o apoio e por imprimirem leveza aos momentos mais difíceis, em especial à Raísa Mendes, colega de mestrado, que compartilhou os desafios desta experiência comigo, e à Yukari Aibe, por ter me ajudado na condução deste trabalho.

À minha família, que sempre me encorajou a ir além e, finalmente, ao Victor Hanssen, por todo carinho, amor e paciência ao longo desses anos.

A todos vocês, minha imensa gratidão.

No fim tudo dá certo, e se não deu certo é
porque ainda não chegou ao fim.

Fernando Sabino

RESUMO

NICOLAI, Paola Oliveira de. **Proposta de diretrizes para a gestão de requisitos da norma ABNT NBR 15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho com o uso de BIM**. 2023. 313 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

O efetivo atendimento à ABNT NBR 15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho é complexo, não só pelo seu conteúdo técnico, mas também por abranger todo o ciclo de vida do edifício e diversos agentes da cadeia produtiva. Nesse sentido, ainda se observa, atualmente, pouca clareza dos coordenadores de projeto sobre quando e como gerenciar os critérios de desempenho ao longo das fases de desenvolvimento do empreendimento. A Modelagem da Informação da Construção (BIM) traz novas ferramentas e impacta significativamente o processo de projeto, possuindo grande potencial para melhorar a conformidade das construções residenciais frente à norma técnica. Por essa razão, o objetivo deste trabalho é propor aos coordenadores de projetos um processo baseado nas tecnologias BIM para o gerenciamento dos requisitos de desempenho. A Design Science Research (DSR) foi a abordagem metodológica responsável por guiar a condução deste estudo; suas etapas de desenvolvimento tiveram como suporte outros procedimentos de pesquisa, como a Survey, os Grupos de Foco e o Experimental, que possibilitaram a aplicação de procedimentos tecnológicos em um modelo de empreendimento real, disponibilizado por uma incorporadora-construtora. Como resultado, em um primeiro momento, têm-se a proposição de diretrizes para a utilização de duas soluções de tecnologia, visando à verificação dos critérios normativos em modelos BIM: extração e parametrização de dados do IFC, a partir de códigos de programação e dRofus. Posteriormente, um processo pautado em fases de projeto, abordando como e quais critérios podem ser verificados em cada momento, é estruturado. Como contribuição, esta pesquisa pretende propor uma solução, amparada por um processo de suporte tecnológico, capaz de otimizar a verificação de requisitos de desempenho pela coordenação de projetos.

Palavras-chave: NBR 15.575. Building Information Modeling (BIM). Gestão do Processo de Projeto.

ABSTRACT

NICOLAI, Paola Oliveira de. **Proposal of guidelines for managing the requirements of the ABNT NBR 15,575:2013 standard – Residential Buildings – Performance using BIM**. 2023. 313 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

The effective compliance with the Brazilian standard NBR 15.575:2013 is complex, not only due to the technical content but also because it encompasses the entire life cycle of the building and various agents of the production chain. In this sense, there is currently little clarity for project managers on when and how to manage performance requirements throughout the development phases of a project. Building Information Modelling (BIM) brings new tools and significantly impacts the design process, having great potential to improve compliance with this technical standard for residential constructions. For this reason, the objective of this work is to propose a process for project coordinators to manage performance requirements using BIM technologies. The methodological approach that guided the research was Design Science Research (DSR), whose development stages were supported by other research procedures, including survey, focus groups, and experiments where technological procedures were applied specifically to a model of a real project provided by a constructor. As a result, guidelines are proposed for the use of two technology solutions for verifying regulatory requirements in BIM models: extraction and parameterization of data from IFC using programming codes and dRofus. Then, a process based on project phases is structured, addressing how and which criteria can be verified at each stage. As a contribution, the aim is to propose a process with technological support capable of optimizing the verification of performance requirements by project coordination.

Keywords: NBR 15,575. Building Information Modelling (BIM). Project Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casos de usos do BIM no Brasil – Pesquisa CBIC	20
Figura 2 – Benefícios do atendimento à NBR 15.757 – Pesquisa CBIC	23
Figura 3 – Etapas da <i>Design Science Research</i>	29
Figura 4 – Estrutura do quadro Critério x Ferramenta	36
Figura 5 – Lógica para elaboração de diretrizes tecnológicas	36
Figura 6 – Fases da DSR e respectivas Fontes Auxiliares de Pesquisa	37
Figura 7 – Fluxo metodológico da pesquisa	38
Figura 8 – Metodologia da revisão sistemática da literatura	40
Figura 9 – Distribuição de artigos por nacionalidade.....	42
Figura 10 – Distribuição de artigos por data de publicação.....	42
Figura 11 – Desempenho ao longo do tempo	48
Figura 12 – Fluxo de interações em empreendimentos residenciais.....	49
Figura 13 – Exemplo de preenchimento do quadro.....	51
Figura 14 – Quantificação de critérios por parte na norma	52
Figura 15 – Estrutura hierárquica da entidade IfcWall.....	61
Figura 16 – Estrutura espacial da entidade IfcSpace	62
Figura 17 – Proposta para sequência de fases do processo de projeto de Fabricio (2002).....	73
Figura 18 – Proposta para sequência de fases do processo de projeto de Romano (2003).....	74
Figura 19 – Estrutura de Fases de Projeto de Souza (2016)	75
Figura 20 – Fluxo Metodológico Survey	78
Figura 21 – Perfil dos respondentes Survey	78
Figura 22 – Atuação dos respondentes.....	79
Figura 23 – Conhecimento sobre a NBR 15.575 e consideração de seus requisitos	79
Figura 24 – Usos do BIM apontados	80
Figura 25 – NBR 15.575: dificuldades e análise de riscos	81
Figura 26 – NBR 15.575: impactos dos agentes e entraves	82
Figura 27 – Agentes <i>versus</i> Grupos de Requisitos	82
Figura 28 – Ficha de Dados do Ambiente (RDS) – dRofus	90
Figura 29 – Interface módulos de Itens – dRofus.....	91
Figura 30 – Ficha de dados do Item – dRofus.....	91

Figura 31 – Estrutura do empreendimento – dRofus.....	92
Figura 32 – Fluxo geral de utilização do dRofus	93
Figura 33 – Fluxo geral de utilização dos códigos de programação.....	95
Figura 34 – Fluxo metodológico – Grupos Focais	96
Figura 35 – Primeiro nível de classificação dos critérios	100
Figura 36 – Divisão de critérios quantitativos	101
Figura 37 – Divisão de critérios qualitativos	102
Figura 38 – Terceiro nível de classificação dos critérios	103
Figura 39 – Estrutura completa de classificação dos critérios de desempenho	104
Figura 40 – Pavimento Tipo – Modelo.....	110
Figura 41 – Criação do parâmetro “Iluminação Artificial (lux)” relacionado ao ambiente	111
Figura 42 – Configuração de exportação IFC.....	112
Figura 43 – Entidades relacionadas ao parâmetro Iluminação Artificial (lux).....	113
Figura 44 – Detalhamento da construção do código	113
Figura 45 – Fluxo de atividades para a verificação de critérios pelo dRofus.....	116
Figura 46 – Parâmetro do Coeficiente de Atrito Dinâmico no Revit	118
Figura 47 – Campos parametrizados no dRofus	119
Figura 48 – Configuração da sincronização de dados entre modelo e dRofus	119
Figura 49 – Nova Classificação de Desempenho.....	125
Figura 50 – Porcentagens relacionadas ao gerenciamento de critérios da ND.....	126
Figura 51 – Comparação de propostas da literatura de fases do projeto	128
Figura 52 – Proposta inicial de estrutura de fases do processo de projeto	129
Figura 53 – Etapas de projeto do Participante C.....	131
Figura 54 – Etapas de projeto do Participante F	132
Figura 55 – Etapas de projeto do Participante A.....	133
Figura 56 – Etapas de projeto do Participante D.....	134
Figura 57 – Configuração final das fases do processo de projeto.....	135
Figura 58 – Correlação inicial entre fase de projeto e critério de desempenho.....	136
Figura 59 – Fluxo metodológico do Experimento	157
Figura 60 – Mapeamento de parâmetros dos modelos	159
Figura 61 – Configuração de atributos dRofus: primeira simulação	168
Figura 62 – Sincronização de dados entre Revit e dRofus	169
Figura 63 – Processo de modificação dos modelos.....	172

Figura 64 – Investigação de falha de programação – Critério 28	174
Figura 65 – Remodelagem dos forros – critério 28	175
Figura 66 – Resultado após novas modificações do modelo – critério 28.....	176
Figura 67 – Alteração dos dados de impressão – Critério 24.....	177
Figura 68 – Sincronização de dados entre o modelo e dRofus para o critério 24 ...	179
Figura 69 – Fluxo de atividades no gerenciamento de requisitos de desempenho .	183
Figura 70 – Lógica para a caracterização dos modelos	184
Figura 71 – Estrutura dos quadros de caracterização dos dados do modelo.....	185
Figura 72 – Estrutura dos quadros de caracterização dos elementos do modelo – IFC	185
Figura 73 – Classificação OmniClass para projetos arquitetônicos.....	195
Figura 74 – Configuração para verificação de qualidade do modelo utilizando o Navisworks	196
Figura 75 – Seleção de categorias e parâmetros no Navisworks.....	197
Figura 76 – Lista de parâmetros e valores por objeto selecionado	197
Figura 77 – Estrutura das diretrizes de parametrização	198
Figura 78 – Exemplo de manipulação de dados para elaboração de relatórios.....	209
Figura 79 – Processo para verificação de requisitos de desempenho (Códigos de Programação).....	210
Figura 80 – Possíveis problemas e respectivas causas na utilização do dRofus....	219
Figura 81 – Fluxo de atividades na parametrização do dRofus	221
Figura 82 – Seção de configuração do dRofus	222
Figura 83 – Hierarquia na configuração de campos de dados no dRofus.....	222
Figura 84 – Estrutura para a parametrização de campos de dados.....	223
Figura 85 – Itens <i>Type Filter</i> – dRofus	229
Figura 86 – Seleção dos atributos para geração de relatórios no dRofus.....	232
Figura 87 – Fluxo de atividades na fase de Concepção – dRofus	236
Figura 88 – Fluxo de atividades para verificação de critérios de desempenho por fase de projeto – dRofus	237

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais impactos da NBR 15.575 – Pesquisa CBIC	18
Quadro 2 – Etapas para a execução de checagem automática de regras.....	58
Quadro 3 – Categorias para avaliar o processo e produto BIM	65
Quadro 4 – Método e ferramentas para verificação da qualidade de dados	66
Quadro 5 – Tabelas de Classificação da OmniClass	68
Quadro 6 – Fases e Etapas do processo de projeto para serviços de Arquitetura e Urbanismo de acordo com a ABNT NBR 16.636:2017	71
Quadro 7 – Resumo das características das tecnologias de verificação automática de regras	87
Quadro 8 – Resumo das características das tecnologias de gerenciamento de dados	88
Quadro 9 – Resumo das características do dRofus	93
Quadro 10 – Estruturação das sessões do Bloco 1 – Tecnologia.....	97
Quadro 11 – Estruturação das sessões do Bloco 2 – Processo	98
Quadro 12 – Identificação dos participantes – Grupos Focais	99
Quadro 13 – Divisão dos critérios pela classificação	104
Quadro 14 – Conjunto de parâmetros do critério 13.3.1 – Parte 1 NBR 15.575:2013	109
Quadro 15 – Conjunto de parâmetros do critério 9.1.1 – Parte 3 NBR 15.575:2013	117
Quadro 16 – Capacidade de verificação de cada grupo de classificação por ferramenta	126
Quadro 17 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 1 e Parte 2	137
Quadro 18 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 3.....	138
Quadro 19 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 4 e Parte 5	138
Quadro 20 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 6.....	139
Quadro 21 – Discussão dos critérios da Parte 1 e Parte 2 da Norma de Desempenho	144

Quadro 22 – Discussão dos critérios da Parte 3 da Norma de Desempenho	145
Quadro 23 – Discussão dos critérios da Parte 4 e Parte 5 da Norma de Desempenho	146
Quadro 24 – Discussão dos critérios da Parte 6 da Norma de Desempenho	147
Quadro 25 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 1 (Requisitos Gerais) e Parte 2 (Sistema Estrutural) por fase de projeto	151
Quadro 26 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 3 (Sistema de Pisos) por fase de projeto.....	152
Quadro 27 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 4 (Sistema de Vedações) por fase de projeto	153
Quadro 28 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 5 (Sistema de Coberturas) por fase de projeto	153
Quadro 29 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 6 (Sistema Hidrossanitários) por fase de projeto	154
Quadro 30 – <i>Softwares</i> utilizados no projeto e extensão entregue por ator.....	158
Quadro 31 – Parâmetros (P) e componentes (C) correspondentes dos modelos ...	163
Quadro 32 – Parâmetros e valores correspondentes do modelo Anexo – disciplina Mecânica.....	165
Quadro 33 – Resumo do Resultado 1 – Códigos de Programação.....	167
Quadro 34 – Resumo do Resultado 1 – dRofus.....	171
Quadro 35 – Modificações realizadas no modelo por critério da norma.....	173
Quadro 36 – Parametrização do <i>plugin</i> no modelo de Arquitetura.....	178
Quadro 37 – Caracterização dos dados para Arquitetura, Paisagismo e Interiores – Códigos de Programação.....	190
Quadro 38 – Caracterização dos modelos complementares – Códigos de Programação.....	193
Quadro 39 – Geração de elementos de Arquitetura – Códigos de Programação ...	193
Quadro 40 – Geração de elementos de complementares – Códigos de Programação	194
Quadro 41 – Estrutura das diretrizes de parametrização	208
Quadro 42 – Caracterização dos dados para Arquitetura, Paisagismo e Interiores – dRofus.....	215
Quadro 43 – Caracterização adicional dos modelos complementares – dRofus	217
Quadro 44 – Geração de elementos de Arquitetura – dRofus	218

Quadro 45 – Instruções para a parametrização dos campos de dados no dRofus	227
Quadro 46 – Organização de lista de itens no dRofus	228
Quadro 47 – Parametrização de filtros para itens no dRofus	231
Quadro 48 – Parametrização de filtros para ambientes no dRofus	232
Quadro 49 – <i>Template</i> para Relatórios de Itens – dRofus	235
Quadro 50 – <i>Template</i> para Relatórios de Ambientes – dRofus	235

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABCB	Australian Building Codes Board
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	American Institute of Architects
API	Application Programming Interface
BCA	Building Code of Australia
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modelling
BNH	Banco Nacional de Habitação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CIB	International Council for Research and Innovation in Building Construction
CIFE	Center for Integrated Facility Engineering
CSC	Construction Specification of Canada
CSI	Construction Specification Institute
CTE	Código Técnico das Especificações
DSR	Design Science Research
EPIC	Electronic Product Information Cooperation
HIS	Habitação de Interesse Social
ICC	Conselho Internacional de Normas
IFC	Industrial Foundation Class
IoT	Internet of Things
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	International Organization for Standardization
LoD	Level of Development
MVD	Model View Definition
NBR	Norma Brasileira
ND	Nível de Desenvolvimento
OCCS	Overall Construction Classification System
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PeBBu	Performance Based Building

SiAC	Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas e Serviços e Obras de Construção Civil
SMC	Solibri Model Checker
VU	Vida Útil
VUP	Vida Útil do Projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	QUESTÕES DA PESQUISA	21
1.2	OBJETIVO	21
1.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	22
1.4	JUSTIFICATIVA	23
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	25
2	MÉTODOS DE TRABALHO	27
2.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	27
2.2	PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	29
2.2.1	Survey	29
2.2.2	Grupos Focais.....	31
2.2.3	Experimentos	33
2.3	ESTRUTURAÇÃO E CONDUÇÃO DA PESQUISA.....	34
3	REFERENCIAL TEÓRICO	39
3.1	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	39
3.1.1	Metodologia	39
3.1.2	Análises e considerações	41
3.2	REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	44
3.2.1	O desempenho na Construção Civil	44
3.2.2	Histórico do desempenho no Brasil	45
3.2.3	Norma de Desempenho – ABNT NBR 15.575:2013	46
3.2.3.1	Norma de Desempenho – Mapeamento de influências.....	50
3.3	BIM – <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	55
3.3.1	O suporte tecnológico do BIM no atendimento de requisitos	57
3.3.2	Checagem automática de regras	58
3.3.3	IFC – <i>Industrial Foundation Class</i>	60
3.3.4	As informações dos modelos BIM	63
3.3.5	Sistema de Classificação de Objetos	66
3.4	O PROCESSO DE PROJETO	68
3.4.1	Conceituação geral	68
3.4.2	O processo de projeto e o BIM	69
3.4.3	As fases do processo de projeto	70

4	PESQUISA DE CAMPO E DESENVOLVIMENTO	77
4.1	SURVEY – CONFIRMAÇÃO DO PROBLEMA	77
4.1.1	Dados coletados.....	78
4.1.2	Discussão dos resultados.....	83
4.2	MAPEAMENTO DE TECNOLOGIAS PARA VERIFICAÇÃO DE REQUISITOS.....	85
4.2.1	Ferramentas comerciais para a verificação e gerenciamento de dados	85
4.2.2	dRofus.....	89
4.2.3	Extração de informações do IFC via códigos de programação	94
4.3	GRUPOS FOCAIS	95
4.3.1	Sessão 1: Classificação dos critérios da Norma de Desempenho	99
4.3.2	Sessão 1: Análise da interação entre os especialistas do Grupo Focal	105
4.3.3	Sessão 2: Verificação de critérios de desempenho por meio do IFC	107
4.3.4	Sessão 2: Análise da interação entre os especialistas do Grupo Focal	114
4.3.5	Sessão 3: Verificação de critérios de desempenho por meio do dRofus	116
4.3.6	Sessão 3: Análise da interação entre os especialistas do Grupo Focal	120
4.3.7	Produtos do Bloco 1 dos Grupos Focais – Tecnologia	124
4.3.8	Sessão 4: As fases do processo de projeto	128
4.3.9	Sessão 4: Análise de interação entre os especialistas do Grupo Focal	129
4.3.10	Sessões 5 e 6: Quando gerenciar os requisitos de desempenho	135
4.3.11	Sessão 5: Análise de interação entre os especialistas do Grupo Focal	139
4.3.12	Sessão 6: Análise de interação entre os especialistas do Grupo Focal	142

4.3.13	Produtos do Bloco 2 dos Grupos Focais – Processo de projeto	147
4.4	APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS EM UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO DE SÃO PAULO	156
4.4.1	Caracterização dos modelos	157
4.4.2	Primeira simulação – códigos de programação	166
4.4.3	Primeira simulação – dRofus	168
4.4.4	Modificação do modelo	171
4.4.5	Segunda simulação – códigos de programação	174
4.4.6	Segunda simulação – dRofus	177
5	RESULTADOS	183
5.1	PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE DESEMPENHO – CÓDIGOS DE PROGRAMAÇÃO	186
5.1.1	Caracterização dos modelos por fase de projeto e disciplina	186
5.1.2	Verificação de qualidade do modelo	195
5.1.3	Diretrizes de parametrização dos códigos de programação	197
5.1.4	Relatórios	209
5.1.5	Fase de execução	210
5.2	PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE DESEMPENHO – DROFUS	211
5.2.1	Caracterização dos modelos por fase de projeto e disciplina	211
5.2.2	Verificação de qualidade do modelo	218
5.2.3	Diretrizes de parametrização do dRofus	220
5.2.3.1	Configuração dos campos nas fichas de dados: itens, ambientes e projeto	221
5.2.3.2	Configuração das listas de itens	228
5.2.3.3	Configuração dos filtros	228
5.2.4	Relatórios	232
5.2.5	Fase de execução	236
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	238
	REFERÊNCIAS	246
	ANEXO A – Classificação dos critérios da Norma de Desempenho	252
	ANEXO B – Códigos de Programação em Python	302

1 INTRODUÇÃO

Dentre as áreas de conhecimento da gestão do processo de projeto, o atendimento aos requisitos dos usuários é um dos aspectos mais críticos de todo o desenvolvimento do empreendimento. Kamara, Anumba e Evbuomwan (2000) afirmam que as exigências do cliente são a principal fonte de informações para os projetos da construção civil e, segundo Miron e Formoso (2003), o seu gerenciamento é entendido como o levantamento e análise das necessidades e expectativas desses agentes. Tais exigências podem ser específicas do projeto, mas ganham destaque aquelas provenientes de códigos regulatórios e normas que se propõem a atender às necessidades dos usuários e agregar qualidade à construção.

Desde 2013, os projetos residenciais brasileiros, obrigatoriamente, devem cumprir os requisitos de desempenho estabelecidos pela ABNT NBR 15.575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, transformando o modo como essas construções estão sendo projetadas e produzidas (OKAMOTO, 2015). Dividida em seis partes, a norma apresenta parâmetros relacionados à segurança, à habitabilidade e à sustentabilidade, com foco no comportamento em uso da edificação. Além disso, o documento faz referência a outros 255 regulamentos técnicos, tornando-se, de acordo com Andrade e Silva e Arantes (2017), um dos principais códigos voltados para construções habitacionais no Brasil.

Por abranger todo o ciclo de vida do edifício, a norma atinge não somente coordenadores e projetistas, mas também construtores e fornecedores. Cada interveniente da construção, segundo a NBR 15.575, possui uma incumbência técnica clara, formando uma cadeia de responsabilidades para o atendimento final às exigências dos usuários. Dessa forma, pode-se inferir que o atendimento à Norma de Desempenho é bastante complexo.

Para Otero (2018), até a publicação da NBR 15.575, as empresas, de maneira geral, não desenvolviam seus produtos norteados pelo desempenho, no entanto, mesmo após sua divulgação, ainda persistem diversas dificuldades. De acordo com uma pesquisa realizada pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016), os respondentes relataram que a norma gerou impactos principalmente na introdução de novas informações de projeto, com destaque para a necessidade de maior detalhamento dos sistemas que compõem o empreendimento (Quadro 1).

Impactos	% de participantes que citaram o impacto		
	Construtores	Fabricantes	Projetistas
Novas Informações em projeto	91%	Não aplicável	86%
Melhoria na informação ao usuário/Alterações no Manual de uso e operação	90%	59%	não aplicável
Aquisição de materiais com comprovação de desempenho	87%	Não aplicável	0%
Mudança de elementos construtivos específicos (portas, esquadrias, lajes, revestimentos, etc.)	83%	Não aplicável	69%
Maior detalhamento de projetos	82%	Não aplicável	60%
Necessidade de atender às normas técnicas anteriormente desconhecidas	78%	29%	66%
Necessidade de guarda de registros ao longo do processo de projeto para posterior comprovação do desempenho	74%	Não aplicável	51%
Especificação por características de desempenho	70%	Não aplicável	71%
Redefinição de responsabilidades entre os agentes da cadeia produtiva (projetista, construtor, incorporador, fabricante)	68%	59%	77%
Realização de ensaios de validação de elementos e/ou componentes construtivos	67%	Não aplicável	Não aplicável
Alteração dos processos de execução e/ou inspeção dos serviços	67%	Não aplicável	Não aplicável
Alteração/criação de ferramentas de controles no sistema de gestão da qualidade	57%	29%	31%
Realização de ensaios nas obras em determinados subsistemas e elementos construtivos	57%	29%	Não aplicável
Mudanças nas contratações de serviço (maior detalhamento e inclusão de cláusulas contratuais específicas)	56%	53%	40%
Alterações dos materiais de acabamento	55%	Não aplicável	54%
Contratações de consultorias específicas	54%	18%	51%
Indicação de VUP nos projetos	51%	Não aplicável	60%
Realização de medições ao final da obra para comprovação do desempenho	48%	Não aplicável	Não aplicável
Realização de simulações de desempenho na fase de projeto	41%	Não aplicável	29%
Mudança de produto	40%	18%	Não aplicável

Quadro 1 – Principais impactos da NBR 15.575 – Pesquisa CBIC
Fonte: Adaptado de CBIC (2016)

Além de um entendimento técnico mínimo, a Norma de Desempenho também exige que esses profissionais saibam como e quando solicitar as informações necessárias aos projetistas, diante da abrangência de informações e agentes envolvidos pela norma técnica. Contudo, estudos realizados por Okamoto (2015) indicam que há pouca clareza, por parte da coordenação de projetos, sobre as análises da NBR 15.575 requeridas ao longo do desenvolvimento do empreendimento. A autora reforça que tal norma impactou o processo de projeto e, assim, defende que o modo como se planeja e se projeta empreendimentos residenciais precisa mudar.

Em 2021, uma nova versão da norma foi lançada trazendo atualizações principalmente relacionadas com o desempenho térmico e acústico das edificações. Entre as alterações feitas por meio de emendas ao texto anterior, destacam-se a menção a novas normas de referência, além de revisões relacionadas aos métodos de cálculo e avaliação do desempenho (CBIC, 2021). Para o desempenho lumínico e outras categorias da norma, as recomendações feitas em 2013 ainda estão válidas (MITSID, 2022).

Nos últimos anos, a busca por melhores práticas de trabalho na construção civil vem apontando em direção à aplicação dos conceitos da Modelagem da Informação da Construção (BIM) como metodologia para o desenvolvimento de projetos. Eastman et al. (2009) relatam que a geração de projetos paramétricos oriundos do BIM trouxe ferramentas que possibilitam a avaliação do projeto a partir da configuração de seus objetos, suas relações e seus atributos.

No entanto, de acordo com Bloch, Katz e Sacks (2018), quando se trata de gestão de requisitos, o levantamento e a busca por características desejadas em um modelo ainda são realizados de forma manual, consumindo recursos e tempo da equipe, além de serem mais suscetíveis a erros. De fato, embora o BIM não possa ser considerado algo novo, cujo uso é crescente no Brasil, há indícios de que a ferramenta é pouco explorada em relação às tecnologias de validação de dados em modelos, como pode ser observado na Figura 1.

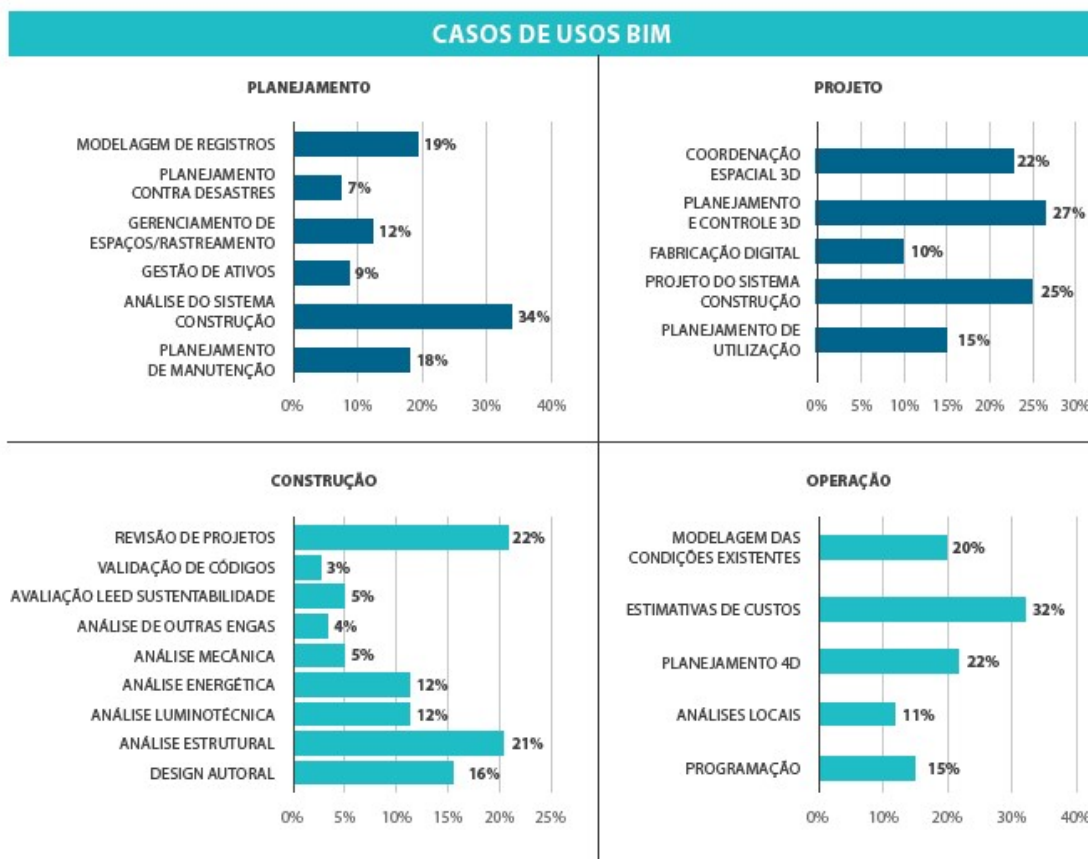


Figura 1 – Casos de usos do BIM no Brasil – Pesquisa CBIC
Fonte: Suzuki (2018)

Como a imagem acima sugere, ainda existe uma falta de domínio tecnológico quanto à verificação de informações no modelo por parte dos profissionais do setor da construção civil do país, já que apenas 3% dos respondentes relataram o uso da validação de códigos de construção em suas atividades.

Além de utilizar tecnologias, o gerenciamento da informação é um ponto chave. Sob a ótica de Andrade e Ruschel (2011), adotar um *software* de avaliação de projeto exige um intercâmbio ininterrupto de dados entre ele e o modelo. Nesse contexto, ainda segundo os autores, a consolidação do gerenciamento de dados ao longo do ciclo de vida de uma construção passa por conhecer como e quando trocar informações, além de quais informações precisam ser transmitidas.

Quando o foco é criar sinergia entre o gerenciamento de requisitos de desempenho e o BIM, os coordenadores podem se apropriar de tecnologias que os auxiliem na automatização da checagem desses dados no modelo, com o cuidado de exigí-las no momento adequado. Assim, a delimitação de um fluxo de trabalho que

guie quando e como o atendimento à NBR 15.575 pode ser feito, além de quais informações são necessárias, a partir da Modelagem da Informação da Construção, é a proposta de estudo deste trabalho.

1.1 QUESTÕES DA PESQUISA

Conforme contextualizado anteriormente, as dificuldades no gerenciamento de requisitos de desempenho, aliadas ao baixo domínio tecnológico ainda presentes no setor da construção civil, são aspectos que dificultam a adoção de metodologias que podem otimizar processos de verificação relacionados ao atendimento da Norma de Desempenho. Por essa razão, a principal questão da pesquisa, responsável pelo direcionamento de seu desenvolvimento, foi:

- Como apoiar a coordenação de projetos na avaliação dos requisitos da Norma de Desempenho, a partir das tecnologias BIM?

Tal questionamento pode ser desmembrado nas seguintes questões secundárias:

- Quais são as principais ferramentas de verificação de dados disponíveis no mercado?
- Como as tecnologias alinhadas ao BIM podem ser capazes de automatizar a auditoria de projetos que visam atender aos requisitos de desempenho, tornando os processos mais inteligentes?
- Quais requisitos da Norma de Desempenho podem ser gerenciados por determinadas tecnologias de verificação de dados?
- Em qual momento do processo de projeto cada requisito da Norma de Desempenho pode ser verificado?
- Quais são os pontos de dificuldade da coordenação de projetos na adoção de tecnologias de verificação de dados de modelos?

1.2 OBJETIVO

O objetivo desta dissertação é propor um processo de gestão de requisitos de desempenho para os coordenadores de projeto, acompanhado por um conjunto de

diretrizes para verificação desses requisitos em ferramentas compatíveis com o BIM, com o intuito de aprimorar o atendimento à ABNT NBR 15.575.

Como suporte a esse propósito, este trabalho também pretende:

- a) realizar um diagnóstico sobre o conhecimento e a percepção de controle dos requisitos de desempenho por profissionais de projeto do setor da construção civil, além dos usos do BIM nesse contexto;
- b) mapear ferramentas de gerenciamento e checagem de requisitos existentes, identificando limitações e potencialidades;
- c) explorar alternativas para análise de requisitos de desempenho a partir de formatos abertos;
- d) identificar as características necessárias aos modelos de informação para gerenciamento de requisitos de desempenho;
- e) discutir o processo de projeto sob a luz do BIM, identificando quais critérios podem ser verificados em cada fase de projeto e a forma de identificação.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

É importante considerar, primeiramente, que a pesquisa é delimitada pela coordenação de projetos residenciais do setor privado da região de São Paulo. Tal fato se deve à abrangência do levantamento de campo, caracterizada pela representatividade da amostra da Survey e pelo perfil dos participantes dos Grupos Focais. Outro ponto a ser destacado refere-se à parametrização das tecnologias propostas e subsequente verificação dos critérios de desempenho, testadas somente em um modelo de empreendimento residencial. Por esse motivo, as diretrizes precisam ser utilizadas e analisadas em outros modelos, tendo em vista a identificação de possíveis ajustes e aperfeiçoamento da solução proposta.

Ademais, o modelo sofreu intervenção direta da pesquisadora em uma etapa específica de testes, para que as informações necessárias estivessem presentes no arquivo. Dessa forma, os resultados obtidos se limitam a esta pesquisa e não podem ser generalizados. Além disso, visto que o desenvolvimento do trabalho foi realizado quando a ABNT NBR 15.575:2013 ainda estava vigente, essa versão será mantida como objeto de estudo, com as devidas observações sobre a atualização de 2021.

1.4 JUSTIFICATIVA

As empresas do setor da construção civil vêm sofrendo consideráveis pressões financeiras diante do cenário de forte recessão econômica que caracterizou o Brasil nos últimos anos. O crescimento de exigências relacionadas a custos e prazos, aliado ao aumento da complexidade dos empreendimentos, tem imposto constantes desafios ao segmento. Assim, destaca-se a necessidade da discussão em torno de produtividade e qualidade, não somente no nível da produção, mas também em relação aos processos de projeto.

De acordo com a Figura 2, a importância do atendimento à Norma de Desempenho se justifica por inúmeras razões, como pode ser visto nos resultados da pesquisa realizada pela CBIC (2016) com diversos profissionais do setor da construção civil. Além da própria qualidade da construção, citam-se as questões ligadas à esfera jurídica, obrigatórias perante o Código de Defesa do Consumidor, e questões ligadas à esfera financeira, com a concessão de financiamentos, por exemplo.

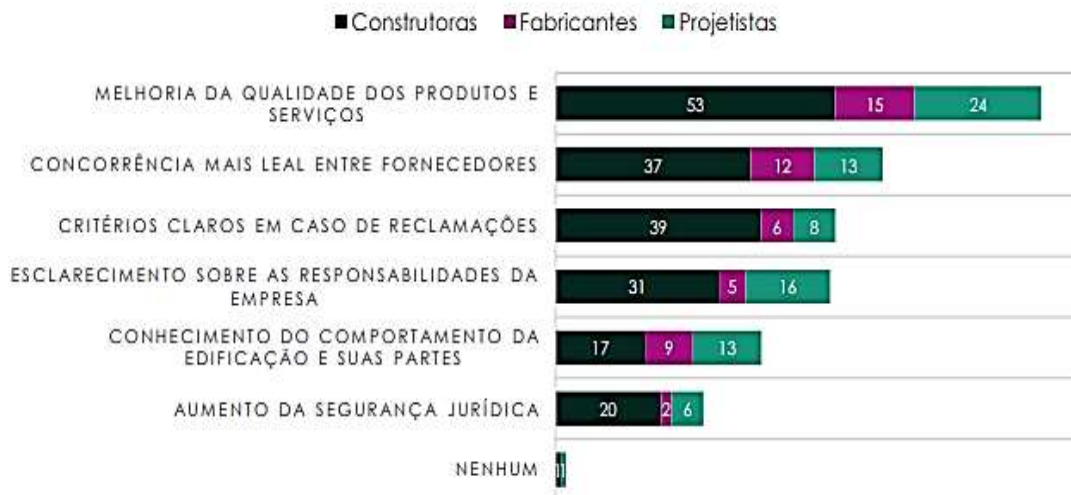


Figura 2 – Benefícios do atendimento à NBR 15.757 – Pesquisa CBIC
Fonte: CBIC (2016)

Logo, quando se observa especificamente a fase de projeto, os coordenadores, representando os interesses do cliente no desenvolvimento dos empreendimentos, precisam ir além das atividades de compatibilização. Esses profissionais devem garantir que todas as disciplinas estejam convergindo suas soluções para o

cumprimento da norma em comento, buscando formas de automatizar a auditoria de projetos, respaldados ou não por uma consultoria externa.

Da mesma forma que a NBR 15.575 impacta significativamente nas atividades para o desenvolvimento de um empreendimento, envolver a modelagem da informação também exige mudanças nas práticas do processo de projeto, baseadas principalmente nos conceitos de integração e colaboração. O BIM fomenta a comunicação e a troca de informações entre as diversas partes envolvidas em um empreendimento, substituindo o desenvolvimento sequencial do projeto pela elaboração colaborativa de um modelo (ANDRADE; RUSCHEL, 2011).

Preidel, Daum e Borrmann (2017) afirmam que as vantagens da utilização do BIM vão além da representação dos dados, já que também asseguram um ganho de eficiência ao trabalhar com informações disponibilizadas pelos modelos, portanto, o processo de decisão baseia-se, cada vez mais, em representações digitais da construção. Ademais, as bases tecnológicas do *Building Information Modeling* possibilitam melhor qualidade de informações, criando uma verdadeira conexão entre requisitos e modelos (EASTMAN et al., 2014).

As vantagens do uso do BIM para o gerenciamento de requisitos de desempenho visando à coordenação de projetos também podem ser avaliadas pela automatização que algumas ferramentas de suporte podem trazer para a verificação de projetos. Nesse sentido, Ilal e Günaydin (2017) reforçam que análises incorretas de projetos no que se refere à conformidade de determinadas características afetam negativamente o desempenho de edifícios e podem levar a erros com alto custo de correção.

Isto posto, a Modelagem da Informação da Construção se caracteriza como uma abordagem de grande potencial para auxiliar o atendimento à ABNT NBR 15.575. Na literatura, pesquisas voltadas à integração dessa norma ao BIM foram realizadas, mas o campo tecnológico e metodológico a ser explorado ainda é vasto.

Além disso, os trabalhos que se propõem a discutir a Norma de Desempenho sob a perspectiva do processo de projeto abrem espaço para o debate sobre quais benefícios o BIM pode agregar. Diante da importância e complexidade do tema, a problemática descrita anteriormente está longe de ser completamente resolvida, fato este que serve de justificativa para o presente estudo.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está dividida em seis capítulos: Introdução, Metodologia, Fundamentação Teórica, Pesquisa de Campo e Desenvolvimento, Discussão e Conclusão.

O Capítulo 1, intitulado Introdução, apresenta a contextualização do tema relacionado ao gerenciamento de requisitos de desempenho e a problemática geral existente. Em seguida, discorre sobre a questão de pesquisa que motivou o desenvolvimento do trabalho, os objetivos a serem atingidos e sua delimitação. A relevância deste estudo, justificada no capítulo, está pautada em dados que realçam o impacto da NBR 15.575 no processo de projeto e as vantagens da utilização do BIM para o seu atendimento.

O Capítulo 2 versa sobre a metodologia da pesquisa, trazendo, inicialmente, uma breve revisão teórica sobre a abordagem metodológica responsável por guiar seu desenvolvimento, a *Design Science Research* (DSR), e os procedimentos adotados em cada etapa da DSR. Uma vez caracterizadas as fontes de pesquisa, o capítulo é finalizado com a explanação das etapas do trabalho e a ilustração do fluxo de atividades percorridas.

O Capítulo 3, por sua vez, refere-se à fundamentação teórica estudada e aborda os principais temas que oferecem suporte para o desenvolvimento desta dissertação. Apresenta-se, portanto, uma revisão sistemática da literatura e do referencial teórico sobre Requisitos de Desempenho, Modelagem da Informação da Construção e o Processo de Projeto.

Na seção Requisitos de Desempenho encontram-se os principais conceitos de desempenho e sua aplicação na construção civil brasileira, além de questões concernentes à ABNT NBR 15.575:2013. A seção da Modelagem da Informação da Construção discute os tópicos de caracterização do BIM e aspectos tecnológicos relacionados, como a verificação de regras, *Industry Foundation Class* (IFC) e qualidade da modelagem. A última seção da fundamentação teórica tem como objetivo debater conceitos relativos ao processo de projeto, incluindo uma análise sobre as suas fases, a gestão de suas atividades e o impacto do BIM no processo.

O Capítulo 4 descreve a pesquisa de campo realizada e apresenta o desenvolvimento dos artefatos propostos para atingir o objetivo do trabalho. Assim,

preliminarmente, a Survey e a relação de seus resultados na confirmação do problema da pesquisa ganham destaque. Na sequência, tem-se o mapeamento de ferramentas para verificação de dados de projeto, a apresentação e o detalhamento das tecnologias escolhidas para avançar no desenvolvimento dos artefatos, e o necessário aprofundamento em cada fase de construção da proposta, intercalado com a respectiva discussão nos Grupos Focais, até chegar aos produtos gerados a partir da análise de interação de cada reunião. O capítulo ainda detalha a aplicação das tecnologias escolhidas em um Experimento, conforme parametrização proposta, em um modelo de um empreendimento imobiliário real, fornecido por uma empresa do setor da construção civil.

Por fim, o Capítulo 5 disserta sobre as diretrizes para o gerenciamento de requisitos de desempenho e o Capítulo 6 narra as conclusões alcançadas e o fechamento do trabalho.

2 MÉTODOS DE TRABALHO

Uma vez que a esta pesquisa intenciona propor soluções que possam ser aplicadas na prática, no que se refere à sua natureza, é possível caracterizá-la como “Aplicada”, em contrapartida das pesquisas do tipo ‘Básica’, em que não há, necessariamente, essa proposta. Ademais, quanto ao seu objetivo, este trabalho possui características exploratórias, pois busca novas percepções e ideias para uma temática que ainda necessita de investigações. Tal fato se contrapõe a pesquisas “Descritivas”, cujo propósito é apresentar novas perspectivas para um objeto bem conhecido, ou das “Explicativas”, que intencionam explicar o motivo de determinado fenômeno. Com relação à abordagem, este estudo, além de contar com características qualitativas, também apresenta características quantitativas por trazer análises de uma amostra numérica, obtida a partir da aplicação de Survey.

Como mencionado anteriormente, este trabalho se propõe a criar um artefato prescritivo que busca a solução de um problema prático, trazendo inovação para o setor da construção civil. Dessa maneira, a *Design Science Research* (DSR) é a abordagem metodológica escolhida como guia, embora a aplicação do artefato seja limitada. Os produtos apresentados podem ser continuamente testados e aprimorados pelos profissionais que os adotarem.

Como fonte auxiliar, a fundamentação teórica apresentada é primordial para a construção dos conceitos do trabalho. Em termos de métodos de pesquisa, a Survey, os Grupos Focais e os Experimentos foram adotados para o levantamento de dados e demais estruturas. A seção 2.1 contempla uma breve revisão bibliográfica sobre a DSR, a seção 2.2 discorre sobre a conceituação de cada procedimento de pesquisa auxiliar e a seção 2.3, por sua vez, descreve todas as etapas percorridas no trabalho, suas conexões e respectivos produtos.

2.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Segundo Lacerda et al. (2013), a *Design Science Research* corresponde à estruturação e validação de sistemas inexistentes, isto é, propõe produtos que melhorem determinadas condições da realidade, passíveis de serem generalizados para uma classe de problemas. Esse fato permite que as soluções encontradas não

sejam particulares a contextos pontuais, mas consigam compartilhar características com outras situações.

Da mesma forma, Bax (2013) afirma que a DSR é uma abordagem capaz de guiar a estruturação do conhecimento, em que a conscientização de um problema e a sua resolução passam pela criação e validação de um artefato. O objetivo é contribuir para o conhecimento prático das diversas áreas da informação, por meio da proposição de soluções para conflitos existentes.

Na literatura, há algumas diferenças sobre os tipos de artefatos que podem ser produzidos na DSR. Nesse sentido, Weber (2018) cita os principais produtos identificados em sua análise bibliográfica: constructos (objeto conceitual para descrever um fenômeno); modelos (conjunto de constructos e suas relações); método (conjunto de ações para alcançar um resultado); instâncias (sistema para programar um constructo ou modelo) ou até mesmo teorias (que podem ser aplicadas a um produto genérico).

Outro ponto de variação são as etapas a serem seguidas ao longo da *Design Science Research*. A proposta apresentada a seguir foi extraída de Lacerda et al. (2013), pois representa a visão de outros quatro trabalhos que convergem para o mesmo caminho (Figura 3).

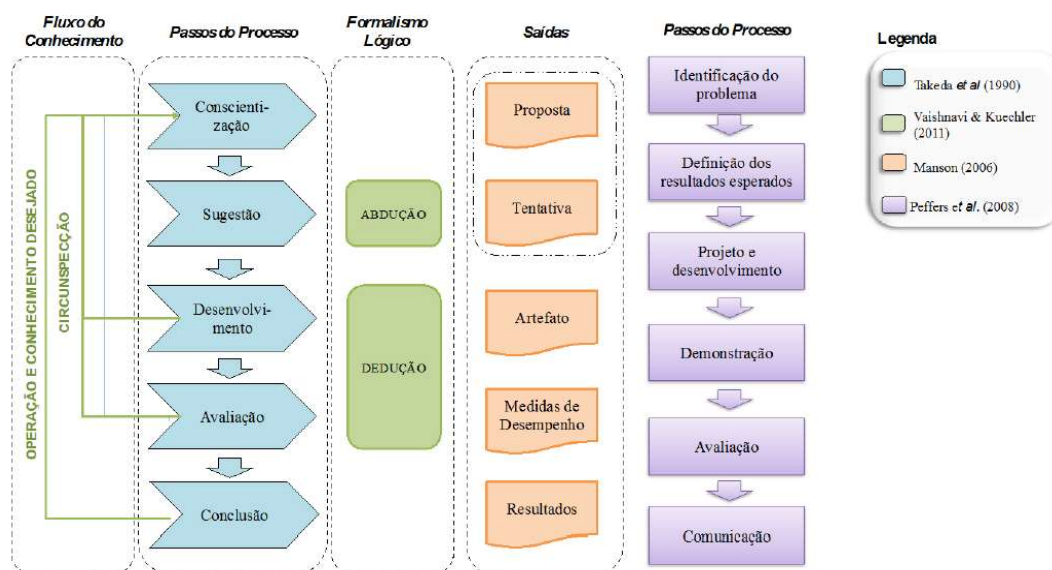


Figura 3 – Etapas da *Design Science Research*
Fonte: Lacerda et al. (2013)

O processo tem início a partir da identificação de um problema, sendo imprescindível a conscientização sobre as suas consequências para a respectiva

organização, estruturando quais seriam os objetivos a serem alcançados para que o problema seja considerado resolvido. Essa etapa é conhecida como “Conscientização”.

Na fase seguinte, denominada “Sugestão”, desenvolvem-se alternativas de artefatos; dentre elas, uma ou mais são escolhidas para a etapa seguinte, conhecida como “Desenvolvimento”, responsável por aprofundar e criar, de fato, o artefato em si. Finalmente, a “Avaliação” é a etapa na qual ocorre a verificação do comportamento do artefato proposto, em ambiente adequado, com a avaliação de diversos critérios até a “Comunicação e Conclusão” dos resultados alcançados na pesquisa.

2.2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

2.2.1 Survey

De acordo com Pinsonneault e Kraemer (1993), a Survey é um método quantitativo, cujo propósito é caracterizar alguns aspectos da população em estudo, seja ela composta por indivíduos, grupos ou até mesmo projetos e sistemas. Visser et al. (2014) descrevem o método como um levantamento de dados de uma amostra de elementos representativos de uma população bem delineada, por meio de um questionário composto por perguntas pré-definidas e estruturadas.

A Survey pode ser considerada um método adequado quando se deseja produzir descrições quantitativas sobre “o que está acontecendo?” ou “como e por quê?” em relação a fenômenos presentes ou em um passado recente (FREITAS et al., 2000). Assim, optou-se por esse procedimento auxiliar para confirmar o problema de pesquisa identificado e realizar um diagnóstico, levantando dados sobre o conhecimento da Norma de Desempenho entre coordenadores e projetistas, além da utilização do BIM nesse contexto.

Pinsonneault e Kraemer (1993) relatam que uma Survey pode ser classificada de três maneiras, a partir do seu propósito:

- a) exploratória: tornar-se mais familiar em relação a um tópico, explorando conceitos preliminares, e entender quais conceitos devem ser medidos e a forma de medição, criando dimensões de interesse da população em questão;

este tipo de pesquisa deve ser utilizado como base para Surveys mais detalhadas;

- b) descritiva: encontrar quais são as situações, atitudes ou opiniões presentes na população – a preocupação é descrever a distribuição de fenômenos ou fazer comparações entre eles, além de constatar fatos e não testar teorias;
- c) explanatória: testar teorias e relações causais, entendendo por que elas existem.

Outra classificação possível refere-se ao tempo e ao momento de coleta de respostas. Freitas et al. (2000) citam a divisão feita por Sampieri¹ et al. (1991), na qual o método pode ter um corte:

- a) longitudinal: quando o questionário é aplicado ao longo do tempo, em determinados períodos temporais; seu foco é estudar a evolução ou alterações do fenômeno;
- b) transversal: quando o questionário é aplicado em apenas um momento, analisando o fenômeno em um período do tempo.

Um ponto de atenção desse método diz respeito à amostra, que influencia diretamente na qualidade dos resultados. O público-alvo deve estar muito bem definido para evitar distorções de análise. Segundo Pinsonneault e Kraemer (1993), o ponto mais crítico no processo de amostragem é garantir representatividade.

Freitas et al. (2000) entendem que, quando todos os indivíduos de uma população, em uma seleção aleatória, têm a mesma chance de serem escolhidos, trata-se de uma amostra probabilística. A amostra não probabilística, ao contrário, é selecionada a partir de algum critério, o que, portanto, não permite a generalização das análises obtidas.

Visser et al. (2014), por sua vez, afirmam que a amostra probabilística apresenta duas grandes vantagens em relação à amostra não probabilística: confiabilidade em sua representatividade e a possibilidade de estimar, com exatidão, a variação de um conjunto de dados com base em erros de amostragem, verificando a precisão dos resultados.

¹ SAMPIERI, R. H. et alii. *Metodología de la investigación*. México, McGraw-Hill, 1991.

Outro fato importante está relacionado ao tamanho da amostra: para que esta seja representativa, alguns aspectos devem ser considerados, como a infinidade ou não do universo, o erro admissível, o nível de confiança e a proporção da característica na população (FREITAS et al., 2000).

Após definição da amostra, a escolha do método de coleta de dados também deve ser coerente com os objetivos da pesquisa. Pinsonneault e Kraemer (1993) acreditam que o envio de questionários digitais, por exemplo, é eficiente para coletar informações concretas, mas falham se há necessidade de dados mais complexos. Por outro lado, entrevistas presenciais ou por telefone podem trazer mais qualidade aos resultados, contudo, acarretam maiores custos aos pesquisadores.

A mistura de métodos sempre é bem-vinda para aprimorar o entendimento do fenômeno. Independentemente da escolha, o tempo de resposta, a ordem e o formato das perguntas (abertas, fechadas, etc.), além dos termos de confidencialidade, por exemplo, são outros pontos que precisam ser planejados para garantir uma boa taxa de retorno.

Por fim, após a coleta, os resultados devem ter validade. A medição desse aspecto pode ser realizada por meio da análise de erros advindos da amostra, como tamanho insuficiente, e causas externas, como respostas forjadas (VISSER et al., 2014). Freitas et al. (2000) relatam que os dados coletados devem ter tratamento estatístico, considerando os tipos de variáveis para a indicação da análise matemática adequada.

2.2.2 Grupos Focais

No Grupo Focal, um grupo de indivíduos se reúne para discutir uma temática específica sob a moderação de um entrevistador, sendo de especial valor para pesquisadores avaliar e entender um tópico a partir da perspectiva dos participantes (WIBECK; DAHLGREN; OBERG, 2007).

Para Betts, Baranowski e Hoerr (1996), trata-se de um método qualitativo que oportuniza aos pesquisadores o aprofundamento do conhecimento de determinado problema, uma vez que os elementos qualificam, clareiam e constroem ideias a partir das suas respostas. Por essa razão, o método foi escolhido para auxiliar o desenvolvimento deste estudo, pois a observação da interação dos especialistas,

considerando as experiências particulares de cada um, contribui para uma avaliação prática e ativa das propostas. Os autores, no entanto, ressaltam que a generalização dos resultados torna-se difícil com a aplicação dessa metodologia e que deve haver rigor na sua condução, a fim de diminuir a subjetividade da coleta de dados.

Segundo Gondim (2002), o moderador visa facilitar a comunicação entre os entrevistados, permitindo uma conversa fluida e limitando a sua intervenção apenas para adicionar novas questões, estimular e guiar a discussão para o caminho correto. Wibeck, Dahlgren e Oberg (2007) relatam que esse indivíduo tem um papel crucial na condução correta do método, devendo achar um equilíbrio entre dominar a agenda de debate e ser totalmente passivo na discussão. Assim, é importante possuir um roteiro, mas sem perder a flexibilidade necessária ao Grupo Focal.

Gondim (2002) apresenta a classificação proposta por Fern² (2001), dividindo o método em três modalidades:

- a) exploratória: seu objetivo é gerar conteúdo, a partir de apelo teórico (desenvolvimento de modelos) ou apelo prático (criação de conhecimento e descobertas para novos usos);
- b) clínica: visa explorar comportamentos, a partir de apelo teórico (avaliação de crenças) ou apelo prático (identificação de projeções);
- c) vivenciais: objetiva avaliar os processos internos ao grupo, a partir de apelo teórico (comparação entre descobertas com opiniões dos participantes) ou apelo prático (entendimento da linguagem do grupo e como fatores externos os impactam).

O objetivo da pesquisa deve estar bem claro para a formação do Grupo Focal: quem serão os seus componentes, número, características similares ou heterogêneas, recursos, locais e modo de análise dos resultados. Wibeck, Dahlgren e Oberg (2007) afirmam que, embora grupos homogêneos sejam recomendados, pois tendem a expor mais suas ideias, já que compartilham experiências semelhantes, o espírito das sessões é encorajar a contradição entre os indivíduos.

² FERN, E. F. *Advanced focus group research* Califórnia: Thousand Oaks, 2001.

Na condução dos Grupos Focais é fundamental que, no início de cada sessão, haja clareza na introdução realizada e que os participantes demonstrem um entendimento da estrutura da conversa (WIEBECK; DAHLGREN; OBERG, 2007). Ao final, Betts, Baranowski e Hoerr (1996) pontuam que, normalmente, a primeira etapa da análise dos dados coletados é a transcrição da sessão, como forma de identificar tópicos comuns e relacionados aos objetivos, e afirmam que a escolha completa do método de análise dos resultados deve estar alinhada à estrutura conceitual da pesquisa.

2.2.3 Experimentos

Jupp (2006) define que o Experimento é um método utilizado para estabelecer inferências sobre o impacto de determinado tratamento no resultado de uma variável. Para o autor, sua aplicação normalmente envolve a formação de duas amostras distintas: o grupo experimental e o grupo de controle, expondo somente o primeiro conjunto ao tratamento proposto e controlando interferências externas para ambos.

Assim, o Experimento busca observar as mudanças ocorridas no grupo experimental em comparação ao grupo de controle, que não foi exposto às mesmas condições, analisando as variáveis 'tratamento' e 'resultado' e suas correlações. Jupp (2006) ainda discorre sobre cinco fatores-chave que precisam ser considerados na condução do método:

- **tempo:** as variáveis de interesse são mensuradas pelo menos duas vezes – no início e no final do experimento;
- **amostras:** utilizam-se, pelo menos, dois grupos distintos;
- **aleatoriedade:** os casos são alocados nos dois grupos de forma aleatória, a fim de garantir sua equivalência;
- **aplicação:** somente o grupo experimental é exposto ao tratamento;
- **resultados:** após determinado tempo, as variáveis de interesse são novamente mensuradas.

Se o resultado for significativamente divergente para ambos os grupos, a diferença pode ser relacionada ao impacto do tratamento aplicado – única condição distinta entre as amostras (JUPP, 2006). Nesse sentido, Creswell (2009) afirma que

há diferentes ameaças que podem comprometer a validade das conclusões do método, principalmente quando se trata de experimentos sociais, mas que devem ser consideradas em qualquer contexto. Tais ameaças podem ser tanto internas (procedimentos, instrumentação, etc.) quanto externas (generalizações, por exemplo).

Creswell (2009) também relata que o pesquisador deve ser capaz de confirmar ou refutar as hipóteses levantadas antes do experimento e refletir o quanto, de fato, o tratamento foi importante e por que. Embora o foco do autor esteja na descrição de fenômenos sociais, a utilização de um único caso em um experimento é válida e, segundo ele, há quatro tipos possíveis:

- **pré-experimentos:** envolve a utilização exclusiva do grupo experimental e uma intervenção do pesquisador ao longo da experiência;
- **experimentos verdadeiros:** adotam-se o grupo experimental e o grupo de controle, alocando os participantes de maneira aleatória em cada conjunto;
- **quasi-experimentos:** o pesquisador utiliza os dois grupos anteriores, mas não aloca os casos de forma aleatória em cada amostra;
- **sujeito único:** observa-se o comportamento de um único caso, ou de um grupo pequeno de participantes, ao longo do tempo, estabelecendo, portanto, um comportamento básico ao qual se aplica o tratamento.

Dessa forma, optou-se pelo método auxiliar para a aplicação das propostas de base tecnológica em um modelo de empreendimento real, como forma de observar seus comportamentos e aprimorá-los.

2.3 ESTRUTURAÇÃO E CONDUÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho teve início com a confirmação do problema a ser investigado. Assim, profissionais da construção civil pertencentes à região de São Paulo foram convidados a participar da Survey relacionada aos temas de interesse da pesquisa.

Na fase seguinte, de **Conscientização**, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com o intuito de levantar a produção científica sobre a integração dos conceitos de desempenho e o BIM. Essa etapa auxiliou no levantamento de artigos para a fundamentação teórica, que teve como objetivo apontar e aprofundar conceitos

importantes para o desenvolvimento da pesquisa. A revisão do referencial teórico contou com consultas a livros físicos e arquivos digitais, que abordavam os seguintes assuntos:

- Desempenho: conceitos; ABNT NBR 15.575 – estruturação e análise de conteúdo;
- Modelagem da Informação da Construção (BIM): conceitos, verificação de requisitos, IFC, desenvolvimento e qualidade de modelos de informação, sistemas de classificação de objetos;
- Processo de projeto: conceituação geral, desenvolvimento e gerenciamento, etapas e impactos da aplicação do BIM, propostas de faseamento do processo de projeto da literatura.

A etapa de **Sugestão e Desenvolvimento** teve início com a pesquisa de campo. As atividades desenvolvidas envolveram o mapeamento de ferramentas para o gerenciamento de requisitos e a análise de suas características técnicas. O *software* dRofus foi escolhido como solução para o planejamento e gerenciamento de dados, cuja representação no Brasil é feita por uma empresa ligada à pesquisadora, adicionando, portanto, viés profissional à escolha.

Além do dRofus, adicionou-se à proposta do estudo o uso de uma solução para a análise de características de desempenho do projeto a partir do arquivo IFC, com o auxílio de linguagem de programação em Python. Essa opção foi vislumbrada com as disciplinas cursadas no programa do mestrado e adicionada ao trabalho, tendo em vista a alternativa de trabalhar com formatos abertos.

A escolha das tecnologias principiou o desenvolvimento da proposta desta pesquisa. Com o objetivo de analisar, primeiramente, as potencialidades das tecnologias para a verificação dos requisitos de desempenho, as características dos critérios da ABNT NBR 15.575 foram estudadas de forma mais detalhada. Logo, os requisitos das seis partes da norma foram listados e classificados de acordo com as suas particularidades. O produto dessa atividade foi um quadro contendo a indicação quantitativa dos critérios passíveis de análise por cada ferramenta, considerando as características de cada solução (Figura 4).

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/ Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC

Figura 4 – Estrutura do quadro Critério x Ferramenta

A etapa seguinte objetivou a elaboração e o detalhamento de diretrizes tecnológicas para o gerenciamento dos critérios da ABNT NBR 15.575, dentro do recorte de requisitos da norma realizado anteriormente (Figura 5). Além da indicação da lógica de parametrização de cada tecnologia, identificou-se que a caracterização dos modelos de informação também era essencial para viabilizar o uso das ferramentas.

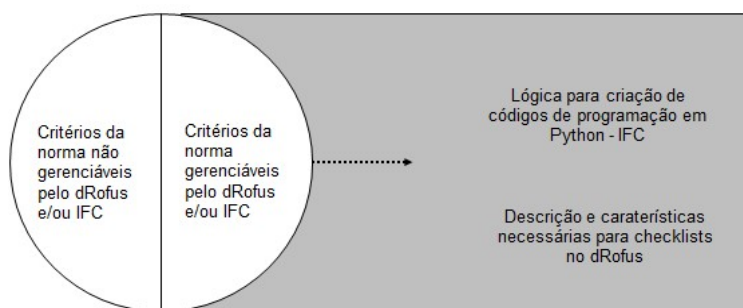


Figura 5 – Lógica para elaboração de diretrizes tecnológicas

Posteriormente à definição de diretrizes de caráter tecnológico, iniciou-se um segundo bloco de estudos relacionado à verificação dos requisitos inseridos no gerenciamento do processo de projeto, considerando as fases de desenvolvimento do empreendimento e quais critérios podem ser verificados em cada momento.

Paralelamente às atividades anteriores, foram realizadas sessões de Grupos Focais com especialistas envolvidos com a temática da coordenação de projetos e da Norma de Desempenho. Com isso, o intuito foi promover discussões que possibilitassem entender e interpretar: (a) quais são as percepções dos participantes em relação ao assunto da pesquisa; (b) a aceitação, ou não, dos artefatos propostos na prática profissional de um coordenador de projetos e possíveis limitações; (c) a

percepção sobre o uso dos artefatos nos processos e responsabilidades; (d) as possibilidades de melhorias para o conjunto de artefatos propostos.

Na fase de **Avaliação**, o Experimento contou com a aplicação das diretrizes tecnológicas desenvolvidas na fase anterior em um modelo de empreendimento real, disponibilizado por uma incorporadora e construtora brasileira. As soluções foram utilizadas em dois momentos distintos: o primeiro, considerando as características originais do modelo; o segundo, após intervenção da pesquisadora na quantidade e na qualidade de informações do modelo. Os resultados foram avaliados e retroalimentam as propostas para o fechamento e conclusão deste estudo.

A Figura 6, apresentada a seguir, representa a correlação entre as fases da DRS, as questões-chave de cada etapa e os respectivos procedimentos auxiliares escolhidos para responder cada questão de pesquisa.

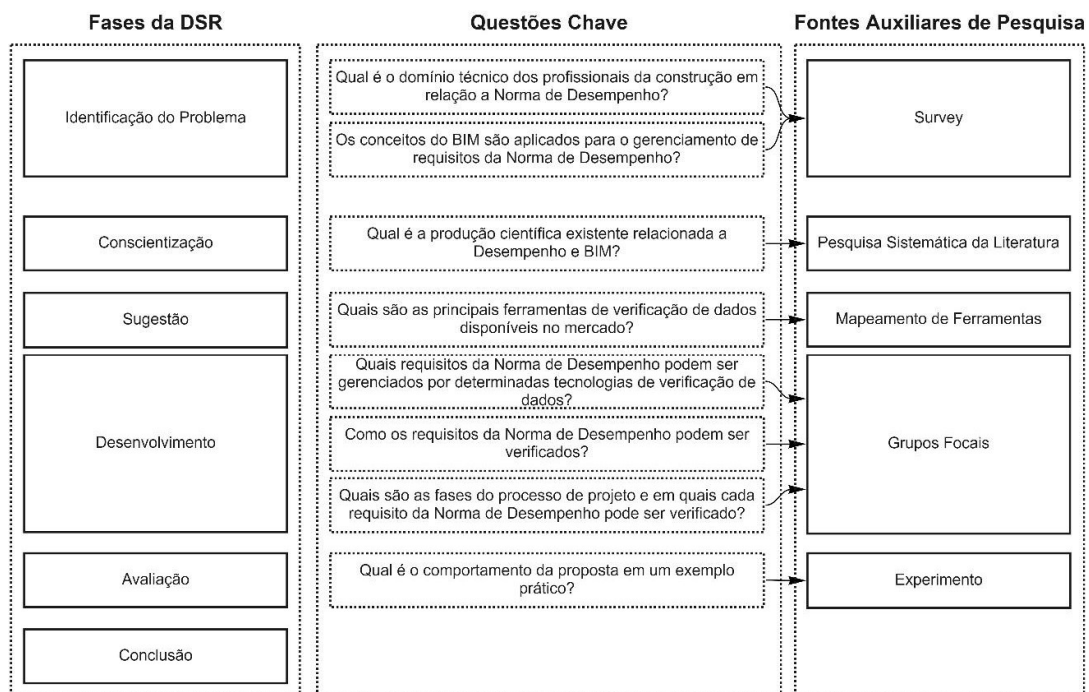


Figura 6 – Fases da DSR e respectivas Fontes Auxiliares de Pesquisa

A Figura 7 ilustra o resumo do fluxo metodológico descrito anteriormente.

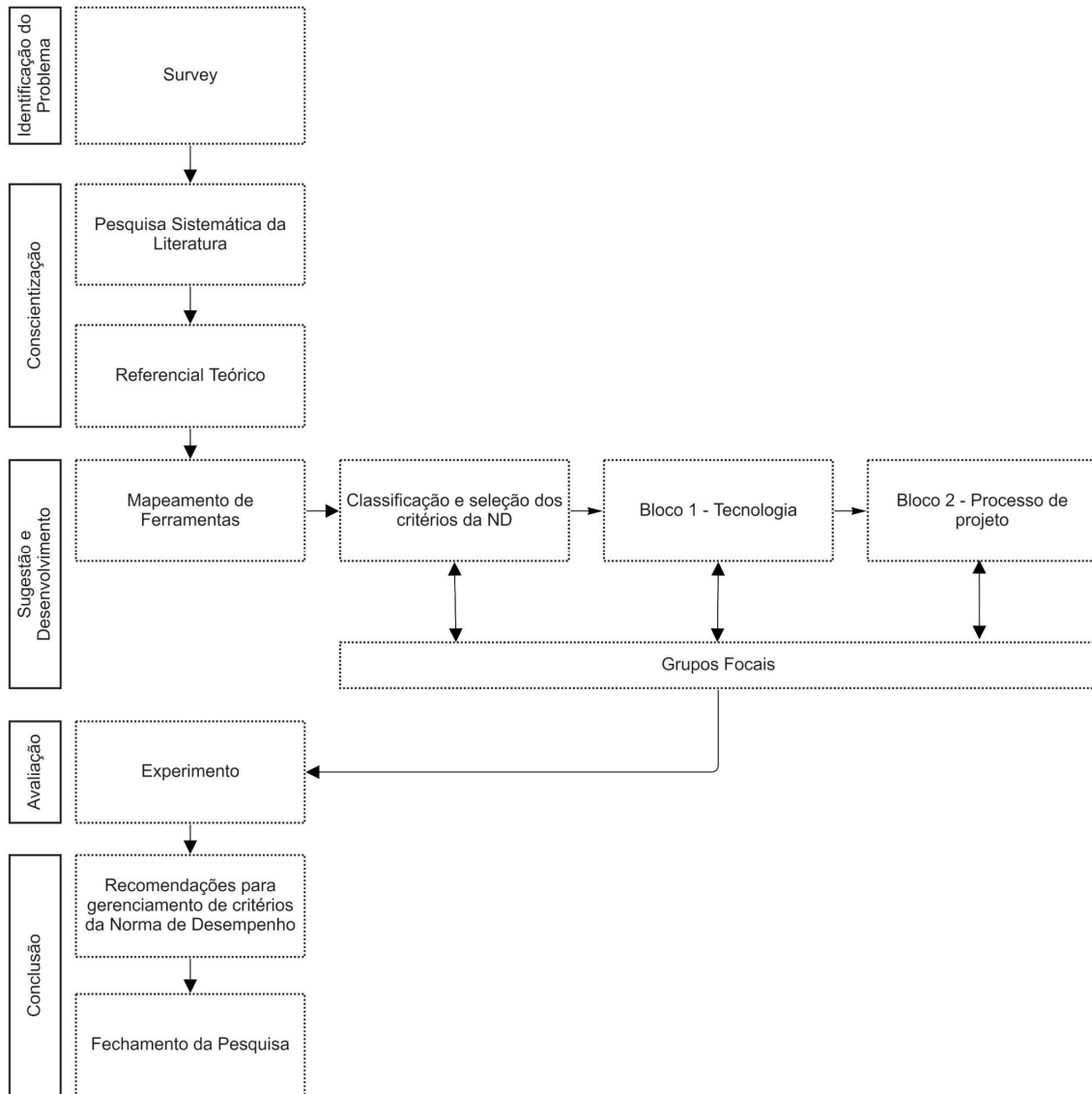


Figura 7 – Fluxo metodológico da pesquisa

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Um ponto de partida fundamental para qualquer estudo é conhecer o que já foi produzido no meio acadêmico sobre o assunto de interesse. Além de garantir a existência de novas discussões, trata-se de uma fonte bibliográfica importante para aprofundar conceitos e apresentar as perspectivas de outros autores.

O campo científico envolvendo desempenho da construção e BIM, separadamente, é vasto. Como explorar a sinergia entre essas duas áreas é o objetivo desta dissertação, portanto, uma pesquisa sistemática da literatura foi conduzida com o propósito de levantar o material já produzido e relacionado aos dois assuntos, simultaneamente. Esse material também visa auxiliar no desenvolvimento do referencial teórico.

3.1.1 Metodologia

Duas bases de dados foram utilizadas para levantamento do material produzido sobre o tema: Scopus e ScienceDirect. Somente artigos aprovados em periódicos, escritos entre 2014 e 2019, foram considerados. Nenhuma restrição de língua ou periódico foi imposta, já que identificar todas as possíveis origens dos estudos faz parte da proposta desta avaliação. O método contou com as etapas descritas a seguir, também ilustradas pela Figura 8:

- Preliminarmente, foram selecionadas as palavras-chave relacionadas a desempenho e BIM, com base em pesquisas realizadas anteriormente pela autora, nas quais termos semanticamente semelhantes foram escolhidos, formando dois grupos: o primeiro compreende “*building performance*”, “*performance requirements*”, “*requirements management*”, “*code compliance*”, “*performance standard*” e “*user requirements*”; o segundo, por sua vez, contempla os termos “*Building Information Modeling*”, “BIM” e “*BIM based tools*”.
- Selecionados os termos apropriados, estes foram combinados para extrair os artigos que os trouxessem em títulos, resumos ou palavras-chave (*TITLE-ABS-KEY*).

- Todos os resultados obtidos com essa combinação foram registrados, somando as duas bases e desconsiderando respostas duplicadas. A partir da leitura do resumo de cada um, foram selecionados os documentos responsáveis por analisar, de forma sistemática, o desempenho de edifícios com os conceitos da Modelagem da Informação da Construção, identificando os autores, nacionalidades, datas e objetivos de cada artigo.

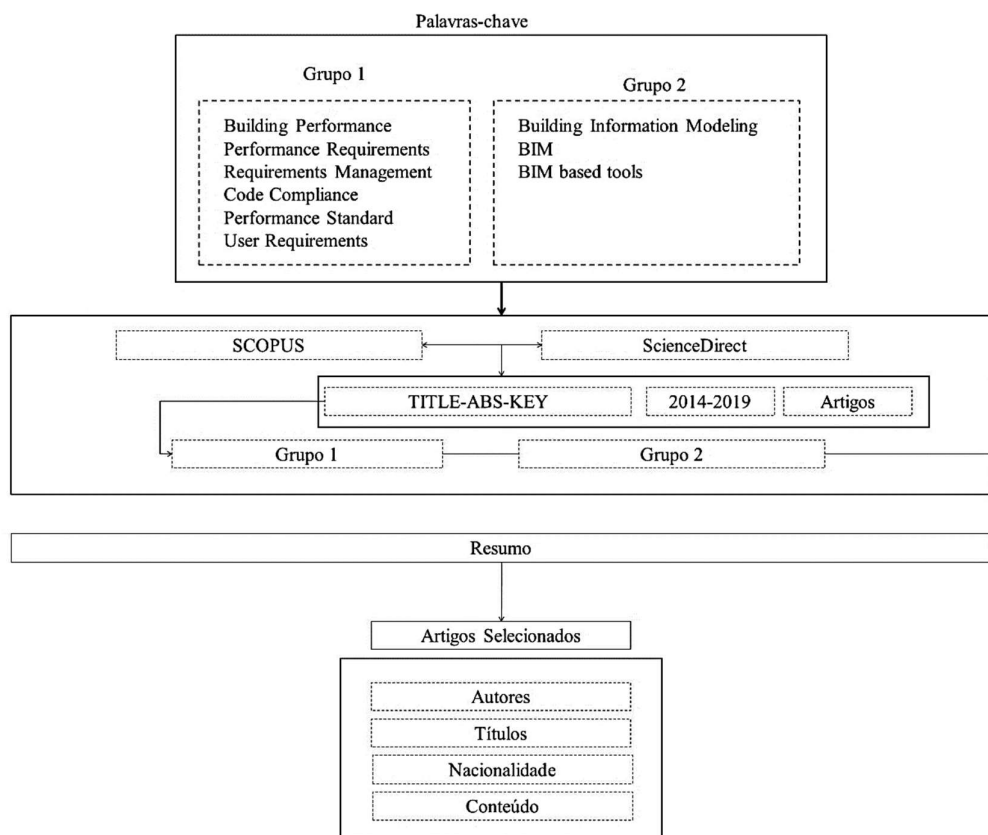


Figura 8 – Metodologia da revisão sistemática da literatura

Em seguida, realizou-se uma pesquisa na base de dados do periódico *Ambiente Construído*, com o intuito de cobrir outros possíveis artigos científicos desenvolvidos no país. Esse periódico foi escolhido por ser reconhecido como uma das principais revistas científicas nacionais na área da engenharia e que obteve o conceito B1 na sua última classificação Qualis (quadriênio 2013-2016)³. Nesse caso, as palavras-chave relacionadas ao desempenho foram direcionadas especificamente

³ Plataforma Curupira da Capes. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

para a norma brasileira, sendo elas: Norma de Desempenho e NBR 15.575. Os termos relacionados ao BIM e o recorte de tempo considerado permaneceram os mesmos.

3.1.2 Análises e considerações

Considerando a pesquisa realizada nas bases Scopus e ScienceDirect, a combinação dos termos dos dois grupos, que seguiu as restrições citadas anteriormente, resultou no total de 136 artigos. Após a leitura dos resumos e exclusão dos trabalhos que não tinham como objetivo discutir requisitos de desempenho, restaram 106 artigos.

Percebe-se que o termo “*performancebuilding*” é consideravelmente relacionado a trabalhos de viés sustentável. Dos 106 artigos, 55 (51,8%) abordam questões mais particulares nesse sentido, sendo que, dessa amostra, 25 artigos focam somente no desempenho energético de edifícios e os outros 30 documentos pretendem discutir requisitos especiais e projetos ecologicamente mais responsáveis.

Como esses trabalhos visam discutir aspectos específicos e não o desempenho de uma edificação sob a perspectiva de todos os seus sistemas, não foram considerados para futuras análises. Por outro lado, os 51 artigos restantes (48,2%) apresentaram esse objetivo.

A análise quantitativa dos últimos estudos pode ser observada nas Figuras 9 e 10, onde percebe-se que as pesquisas originárias do Reino Unido são maioria, com 10 artigos no total, seguido de China, Alemanha e Estados Unidos, somando 62,74% (vale destacar que foram separados artigos escritos por autores de mais de um país). Houve maior produção de trabalhos relacionados aos temas ora pesquisados em 2017, com 18 trabalhos no total (35,29%).

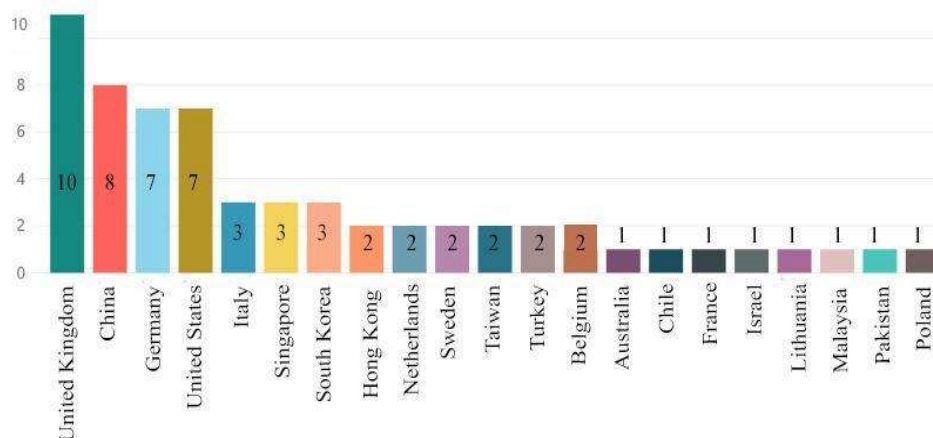


Figura 9 – Distribuição de artigos por nacionalidade

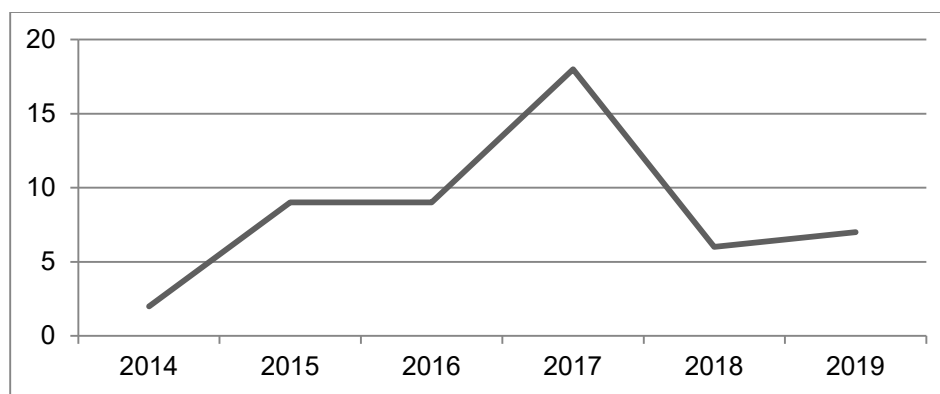


Figura 10 – Distribuição de artigos por data de publicação

O BIM é envolvido na discussão em diversos cenários e uma das principais áreas de pesquisa é o estudo de linguagens que conectam requisitos ou códigos normativos aos modelos de informação, totalizando 16 artigos. Outras tendências de discussão são:

- a) novas metodologias para otimização de projetos de viés sustentável (considerando todos os sistemas), com um total de nove artigos;
- b) adoção da modelagem da informação e ferramentas de simulação para alcançar o atendimento mais satisfatório de requisitos de desempenho, totalizando oito artigos;
- c) coleta de dados de desempenho das fases de manutenção/operação de edifícios por meio do uso ou não de sensores; tais dados, aliados a modelos de

- informações, levam a melhores decisões no desenvolvimento de novos projetos ou para a própria gestão de facilites e são abordados em sete artigos;
- d) adoção de tecnologias da informação e modelos digitais, com foco no desempenho da edificação, com sete artigos;
 - e) uso do BIM para o suporte da análise do ciclo de vida de edificações e quantificação de impactos, a fim de melhorar o processo de tomada de decisão relacionado a requisitos de desempenho, totalizando três artigos;
 - f) utilização de *Internet of Things* (IOT), ou Internet das Coisas, com apenas um artigo.

O levantamento quantitativo possibilitou inferir que a conexão entre Requisitos de Desempenho e BIM já foi estabelecida no meio acadêmico, contudo, vale destacar que não se percebe, nos últimos anos, um aumento no número de trabalhos que caminham nesse sentido. A análise qualitativa, por sua vez, permitiu concluir que o estudo dessa sinergia é dominado por aspectos tecnológicos, sendo o “*code checking*” a temática predominante.

Considerando os artigos encontrados nessas duas últimas bases de dados, não foram localizados artigos que buscassem estudar o atendimento de requisitos de desempenho com o auxílio da modelagem da informação, incluindo discussões sobre o processo de projeto e seu gerenciamento.

A pesquisa efetuada na base de dados do Ambiente Construído, que levou em conta a combinação Norma de Desempenho/NBR 15.575 e BIM/*Building Information Modeling*, resultou em apenas um artigo, publicado no ano de 2017. Com o título ‘Componentes BIM de sistemas prediais hidráulicos e sanitários baseados em critérios de desempenho’, as autoras Costa e Ilha⁴ tiveram como objetivo identificar as características técnicas necessárias a serem incluídas em componentes da disciplina de hidráulica para a cobertura dos dados necessários à avaliação dos critérios da norma.

⁴ COSTA, Carolina H. A.; ILHA, Marina S. O. Componentes BIM de sistemas prediais hidráulicos e sanitários baseados em critérios de desempenho. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 157-174, 2017.

3.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

3.2.1 O desempenho na Construção Civil

É possível considerar que o conceito de desempenho de edificações já está bastante consolidado no meio acadêmico, mas embora seja relativamente simples, sua aplicação prática é complexa, pois além de envolver aspectos técnicos, abarca as exigências dos usuários, muitas vezes subjetivas (BORGES, 2008).

Kern et al. (2014) ressaltam que o desempenho está relacionado ao papel do edifício de atender às necessidades humanas, cumprindo sua função ao longo de sua vida útil. Da mesma forma, Santos (2017) afirma que esse conceito pode ser traduzido no modo como uma edificação se comporta em todo o seu ciclo de vida e a dificuldade do seu alcance reside na correta interpretação das necessidades dos usuários, transformando-as, posteriormente, em requisitos.

Os principais debates sobre desempenho na construção civil surgiram no final da década de 60. Diversas entidades começaram a desenvolver trabalhos relacionados ao tema, como o *International Council for Research and Innovation in Building Construction* (CIB), organização focada em desenvolvimento tecnológico para o setor da construção e responsável pela criação da Comissão de Trabalho W60, cujo objetivo era propor uma base conceitual sobre desempenho de edifícios que pudesse ser adotada por qualquer país, favorecendo a troca de experiências entre diversas associações (KERN et al., 2014).

A partir de então, vários países passaram a sediar encontros internacionais voltados às discussões sobre desempenho e sua aplicação prática no meio construído, e a criar grupos de pesquisas. No campo normativo, destaca-se a elaboração da ISO 6241 (1984), que auxiliou, posteriormente, o desenvolvimento de regulamentos de desempenho de países, definindo uma lista de requisitos funcionais de usuários de edifícios (BORGES, 2008).

Nos anos 90, algumas nações europeias, como Dinamarca e Holanda, começaram a avaliar os edifícios por meio de critérios de eficiência energética. Nos Estados Unidos, o Conselho Internacional de Normas (ICC) desenvolveu, em 1994, o *ICC Performance Code for Buildings and Facilities*, o único código de construção do país (SOUZA et al., 2018), já abordando conceitos de desempenho. Da mesma forma,

de acordo com o *Australian Building Codes Board* (ABCB, 1996), já se observavam movimentações na Austrália para revisar o *Building Code of Australia* (BCA) e direcioná-lo para essas questões.

Em 2000, a União Europeia criou a rede *Performance Based Building* (PeBBu), com o objetivo de estimular a implementação de construções baseadas no desempenho, sob a liderança do CIB. Segundo Borges (2008), o PeBBu foi uma iniciativa muito importante relacionada à temática, pois consolidou todos os trabalhos anteriores e foi a mais bem articulada na condução de pesquisas na área.

Na mesma época, ressalta-se também a criação, pelo Comitê Europeu de Normas, dos Eurocódigos, ou seja, um conjunto de códigos com foco em projetos estruturais. Nesse contexto, outras regulamentações em destaque que exigem requisitos de desempenho são o *Objective-based Building Code*, publicado em 2005 no Canadá, e o Código Técnico das Edificações (CTE), desenvolvido na Espanha no ano de 2006.

3.2.2 Histórico do desempenho no Brasil

De acordo com Kern et al. (2014), as questões de desempenho no Brasil estão diretamente conectadas com o setor residencial. Os autores relatam que o início do debate sobre o tema é consequência do aumento do déficit habitacional observado no país a partir da década de 80, fato este que estimulou condições precárias de moradia e ativou o mercado de Habitação de Interesse Social (HIS).

Paralelamente, impulsionados por um cenário econômico favorável, ocorreram grandes estímulos à racionalização da construção, provocando o surgimento de sistemas inovadores sem referências técnicas. A falta de domínio tecnológico e de indicadores que possibilitassem a avaliação das novas técnicas acarretou muitos prejuízos às empresas que as utilizaram (BORGES, 2008).

Dessa forma, o Banco Nacional da Habitação (BNH) solicitou ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em 1981, o desenvolvimento de estudos visando à elaboração de critérios de avaliação de novos sistemas construtivos. Para Borges (2008), esse foi um dos primeiros trabalhos do Brasil voltados para o desempenho.

Souza⁵ (2012 apud SANTOS, 2017) ressalta o pioneirismo do IPT na área, que formulou critérios mínimos de desempenho para construções térreas de HIS.

Em 1997, a Caixa Econômica Federal requereu ao IPT a revisão da pesquisa; simultaneamente, outros estudos estavam sendo desenvolvidos por entidades diversas. É relevante ressaltar que, nessa época, já se destacava o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que trouxe o gerenciamento e o controle da qualidade para a construção do país (GILLI, 2015) e que, na década seguinte, lançaria o Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas e Serviços e Obras de Construção Civil (SiAC), promovendo repercussões positivas para o consumidor final (SANTOS, 2017).

Borges (2008) relata que a necessidade de unificar essas investigações levou a Caixa Econômica Federal, apoiada por outros institutos, a financiar um projeto para a criação de normas técnicas brasileiras, tendo em vista a avaliação de sistemas inovadores em edifícios habitacionais. Grupos de estudos foram formados e, ao longo do desenvolvimento do documento, foram elaborados critérios de desempenho para todos os sistemas de uma edificação, novos ou tradicionais, o que trouxe para a discussão diversos agentes da cadeia produtiva da construção civil. A primeira versão da ABNT NBR 15.575, com publicação prevista para 2008, foi disponibilizada para consulta pública em 2007 e, após solicitações de correções, foi revisada e publicada em 2013.

3.2.3 Norma de Desempenho – ABNT NBR 15.575:2013

A ABNT NBR 15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho está dividida em seis partes que abarcam os principais sistemas que compõem um edifício, apresentando, para cada parte, requisitos qualitativos e critérios quantitativos relacionados à segurança, habitabilidade e sustentabilidade (Tabela 1). Cada critério conta com métodos de avaliação e deve alcançar um desempenho mínimo conforme os parâmetros estabelecidos, considerando que, em alguns casos, atribui-se a possibilidade de obtenção de resultados superiores. Além disso, o documento faz referência a outros 255 regulamentos técnicos, fato este que o torna um dos principais

⁵ SOUZA, J. C. S. de. **A norma de desempenho de edificações NBR 15.575**. 2012. Slides apresentados no Encontro Nacional das Indústrias de Cerâmica Vermelha, 41, 2012. Campo Grande/MS – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2012.

códigos voltados para construções habitacionais no Brasil (ANDRADE; ARANTES, 2017).

Tabela 1 – Quantificação de critérios da NBR 15.575

PARTES DA NORMA	GRUPOS DE REQUISITOS												TOTAL
	Desempenho estrutural	Segurança contra incêndio	Segurança no uso e na operação	Estanqueidade	Desempenho térmico	Desempenho acústico	Desempenho luminoso	Durabilidade e manutenibilidade	Saúde, higiene e qualidade do ar	Funcionalidade e acessibilidade	Conforto tátil e antropodinâmico	Adequação ambiental	
1 - REQUISITOS GERAIS	2	10	2	2	2	3	3	3	3	4	2	1	37
2 - SISTEMAS ESTRUTURAIS	3							2					5
3 - SISTEMAS DE PISO	4	10	4	3		2		3		2	1		29
4 - SISTEMAS DE VEDAÇÃO	8	3		3	3	2		3					22
5 - SISTEMAS DE COBERTURA	8	3	6	5	1	2		3		1			29
6 - SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS	7	3	8	4		1		5	7	4	1	3	43
TOTAL	32	29	20	17	6	10	3	19	10	11	4	4	165

De acordo com Okamoto (2015), a Norma de Desempenho se diferencia da maior parte das normas brasileiras por não apresentar um caráter prescritivo. De fato, esse regulamento preconiza níveis de desempenho que os sistemas do edifício devem possuir, independentemente dos materiais ou componentes especificados e utilizados em sua produção.

Foliente (2000) afirma que uma abordagem prescritiva descreve uma solução, enquanto uma abordagem focada no desempenho traz requisitos aceitáveis. Ainda segundo o autor, um dos principais problemas com normas prescritivas é que elas são uma barreira para a inovação, inibindo o uso de novos materiais que podem ser melhores e mais baratos, enquanto uma norma baseada no desempenho se preocupa mais com o fim do que com os meios, incentivando descobertas tecnológicas, sendo que, nesse caso, a verificação se torna um componente fundamental.

A NBR 15.575 inseriu novos conceitos que antes não eram discutidos no processo de projeto, destacando-se a Vida Útil de Projeto (VUP) e Vida Útil (VU) como importantes parâmetros de medida temporal, nos quais o desempenho da edificação é caracterizado (Figura 11).

A norma define a VUP como o período de tempo estimado no qual componentes e sistemas mantêm o desempenho esperado, considerando a periodicidade das manutenções, sendo que a VU é o real tempo alcançado nessas condições. Okamoto (2015) reforça que esses conceitos, além de se relacionarem

com escolhas técnicas adequadas, são dependentes da facilidade de realizar serviços de conservação.

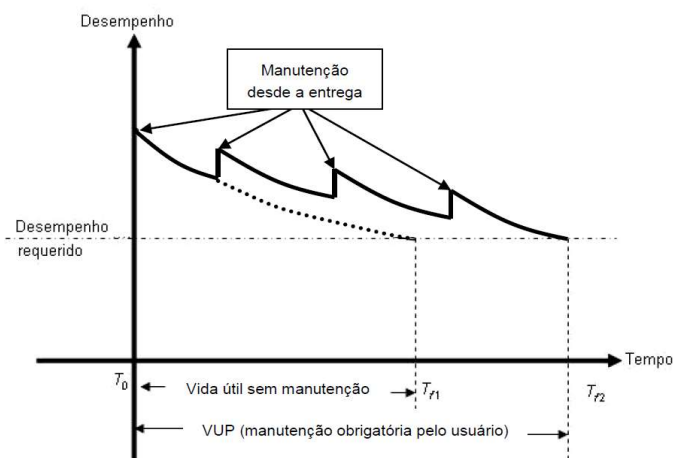


Figura 11 – Desempenho ao longo do tempo

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2013)

A VUP é também reconhecida como um marco regulador do mercado que protege o usuário da priorização do custo inicial sobre o custo global da construção, aspecto este que pode prejudicar a durabilidade do bem (ABNT, 2013). Tal conceito deve balizar todo o processo de produção do edifício e, uma vez definido, estabelece a obrigação de que todos os agentes atuem em sua direção.

Segundo a CBIC (2013), para que a VUP seja atingida, é necessário que os projetos sejam adequados e coordenados, os componentes possuam qualidade compatível, as técnicas construtivas sejam coerentes e que exista um bom uso e conservação do edifício. Embora esses atores compartilhem um objetivo comum, a Norma de Desempenho estabelece incumbências técnicas distintas e claras para cada um deles, considerando o papel que assumem no desenvolvimento de construções habitacionais, que são: incorporador, construtor, fornecedor, projetista e usuário.

Na maioria dos casos, o lançamento de empreendimentos residenciais é idealizado por um incorporador, que contrata projetistas para a concepção e o desenvolvimento de seus produtos. A incorporadora, caso não conte com atividades de produção em seu escopo, contrata uma construtora para a execução da edificação, que por sua vez fará a aquisição de materiais, componentes e sistemas. O cliente final é o usuário, que não participa diretamente do desenvolvimento do processo, mas é o

principal agente a ser atingido pelo incorporador, cujas necessidades devem ser atendidas. Essas relações são melhor ilustradas pela Figura 12.

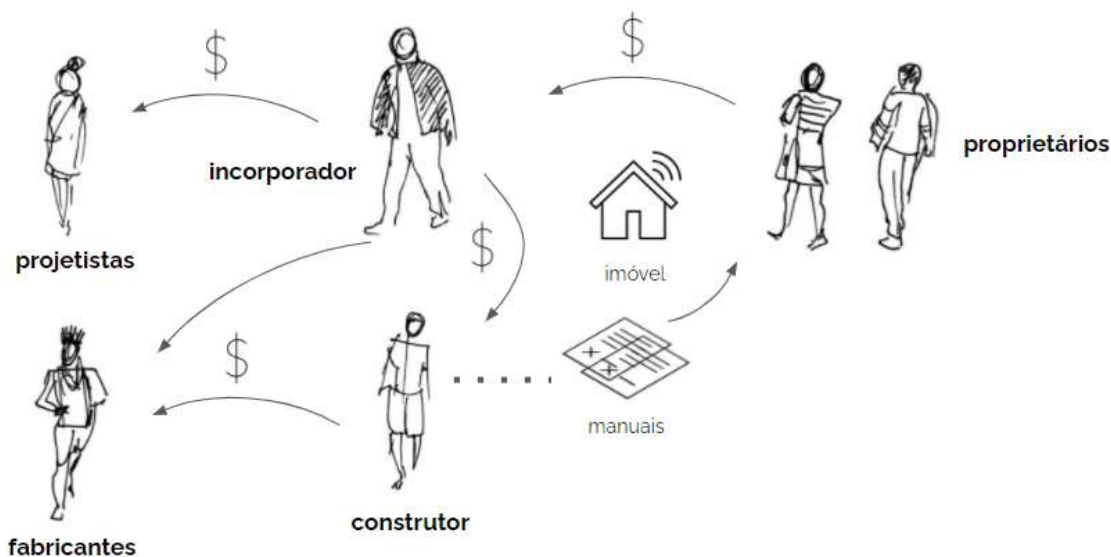


Figura 12 – Fluxo de interações em empreendimentos residenciais

Segundo a NBR 15.575, ao incorporador cabe a definição do nível de desempenho a ser alcançado e a identificação dos riscos previsíveis na fase de projeto, provendo os estudos e informações necessários no que se refere ao terreno, implantação, solo e outros aspectos ambientais. Ademais, a incorporadora deve elaborar o manual de operação, uso e manutenção, conforme norma técnica específica, que precisa conter prazos de garantia e outras condições de uso, incumbência compartilhada com o construtor, enquanto os fornecedores de materiais, componentes e sistemas possuem a responsabilidade de caracterizar o desempenho de seus produtos, fornecendo resultados comprobatórios do cumprimento de determinados requisitos, mesmo que não existam normas brasileiras específicas que os caracterizem.

Cabe aos projetistas a especificação de todos os materiais, produtos e processos que atendam aos requisitos de desempenho com base em normas técnicas prescritivas e às características declaradas de fornecedores, conforme citado anteriormente, determinando a vida útil de projeto (VUP) de todos os sistemas que integram a edificação. Finalmente, os usuários também possuem responsabilidades e devem realizar as devidas manutenções, conforme manual recebido.

3.2.3.1 Norma de Desempenho – Mapeamento de influências

Com o propósito de investigar um pouco mais a cadeia de responsabilidades estabelecida pela norma, realizou-se um estudo para mapear a influência dos agentes ao longo dos requisitos definidos pela NBR 15.575.

Após análise da estrutura da norma e suas definições, elaborou-se um quadro com o propósito de identificar quais eram os agentes citados, direta e indiretamente, pelos critérios de desempenho. Foram considerados três aspectos, apresentados a seguir:

- a) análise de conteúdo da NBR 15.575: a partir das incumbências dos agentes relacionados e da interpretação de requisitos e critérios, foram identificadas as influências diretas; por exemplo, quando os critérios se relacionam com o manual de uso, operação e manutenção, considerou-se que o incorporador e o construtor estão sendo diretamente citados;
- b) leitura e análise do Guia CBIC, de 2013 – Desempenho de Edificações Habitacionais – Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013, para identificação das influências indiretas: este documento foi escolhido por apresentar discussões que vão além do texto da norma, proporcionando a identificação de relações não explícitas;
- c) não foram considerados aspectos econômicos, somente técnicos, caso contrário, a incorporadora teria impacto em todos os critérios, por exemplo.

É importante relatar que optou-se por mapear as influências dos intervenientes pelo uso de cores (verde e cinza), ao invés de criar um sistema de pontuação, opção esta que seria limitada à percepção da autora e poderia não ser condizente com a realidade.

Todas as ocorrências foram contabilizadas, caracterizando o mapeamento como um levantamento quantitativo que, embora não permita relacionar a “complexidade dos critérios” com a proporção de aparecimento de cada agente, possibilita a exploração dos grupos de requisitos com menor e maior dependência de outras atividades, conforme se observa na Figura 13.

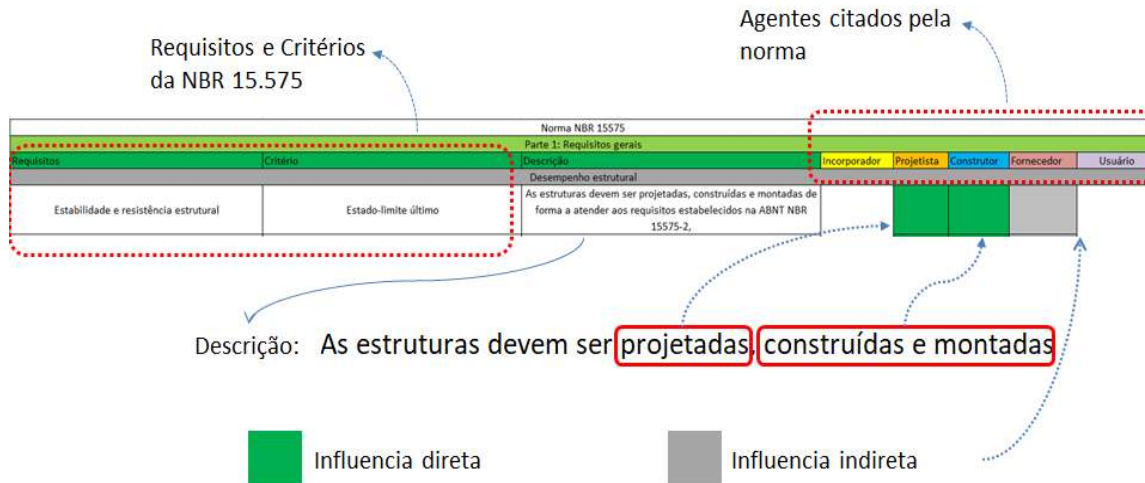


Figura 13 – Exemplo de preenchimento do quadro

Os primeiros resultados, ilustrados pela Figura 14, confirmam o projetista como principal agente para o atendimento dos requisitos de desempenho, aparecendo em 163 dos 165 critérios da norma. Contudo, observa-se que, nas seis partes da NBR 15.575, há a presença significativa de outros intervenientes, nas suas devidas proporções. Na Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais, por exemplo, a construção conta com tanta influência quanto o projeto e, na Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas, o fornecedor também possui, praticamente, o mesmo alcance.

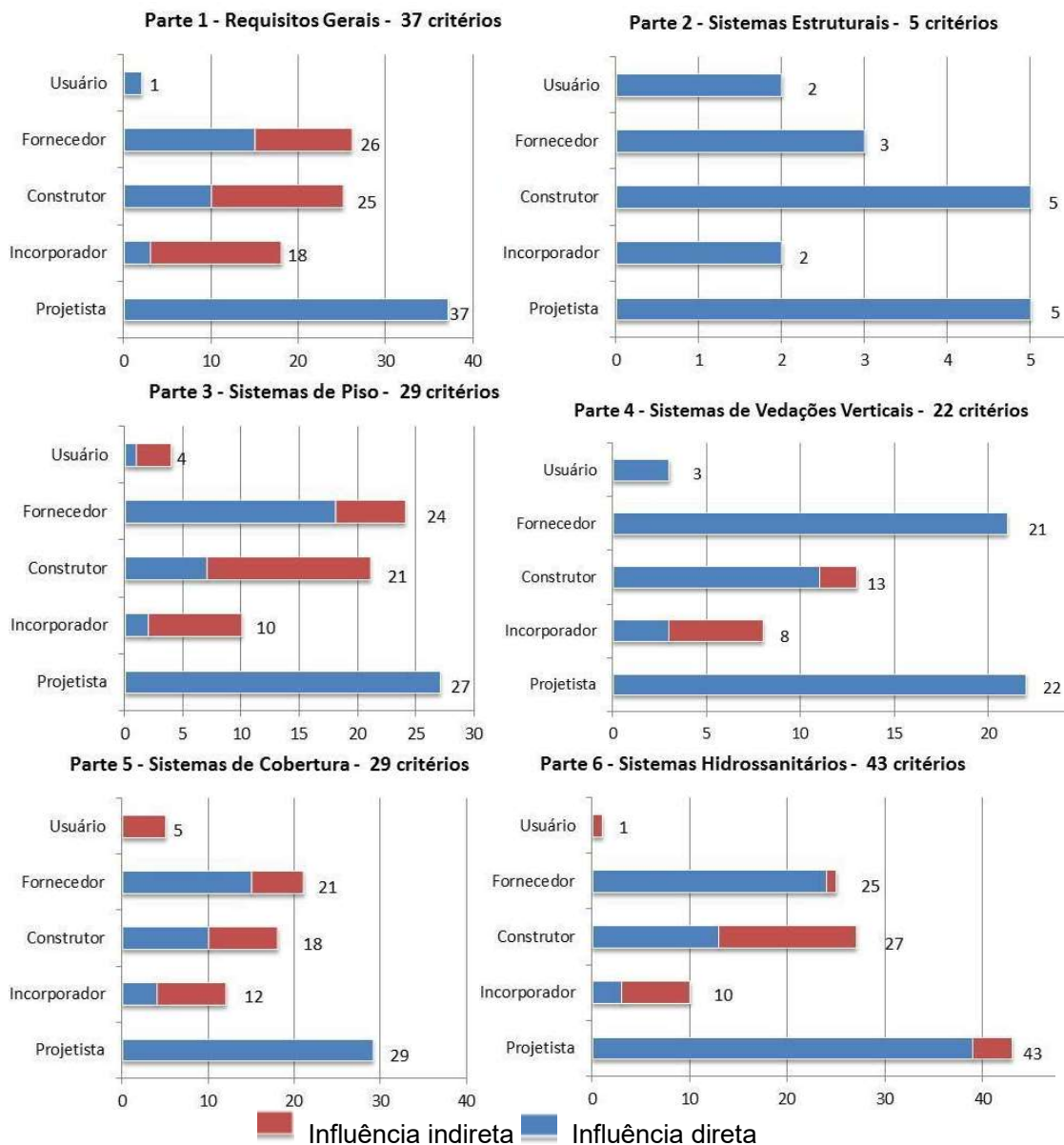


Figura 14 – Quantificação de critérios por parte na norma

Quando da análise por grupo de requisitos, desconsiderando, em um primeiro momento, a figura do projetista, destaca-se o fornecedor, que possui a segunda maior participação isolada em sete grupos de requisitos. O incorporador ganha peso no quesito de “funcionalidade e acessibilidade” e “desempenho acústico”; o construtor, no grupo “desempenho estrutural”; já o usuário tem maior participação em “durabilidade e manutenibilidade”, com onze critérios. A Tabela 2, a seguir, ilustra os resultados citados acima e ressalta os agentes com maior percentual em cada grupo de requisito.

Tabela 2 – Quantificação de critérios por grupo de requisitos

Grupo de Requisitos	Total	Incorporador		Construtor		Fornecedor		Projetista		Usuário	
Desempenho estrutural	32	3	9%	27	84%	24	75%	32	100%	0	0%
Segurança contra incêndio	29	7	24%	14	48%	24	83%	29	100%	0	0%
Segurança no uso e na operação	20	11	55%	10	50%	15	75%	20	100%	3	15%
Estanqueidade	17	6	35%	13	76%	14	82%	16	94%	3	18%
Desempenho térmico	6	3	50%	2	33%	5	83%	6	100%	0	0%
Desempenho acústico	10	9	90%	5	50%	9	90%	10	100%	0	0%
Desempenho lumínico	3	2	67%	0	0%	1	33%	3	100%	0	0%
Durabilidade e manutenibilidade	19	13	68%	12	63%	16	84%	19	100%	11	58%
Saúde, higiene e qualidade do ar	10	3	30%	2	20%	6	60%	10	100%	0	0%
Funcionalidade e acessibilidade	11	6	55%	2	18%	1	9%	11	100%	0	0%
Conforto tátil e antropodinâmico	4	0	0%	3	75%	3	75%	3	75%	0	0%
Adequação ambiental	4	1	25%	1	25%	3	75%	4	100%	0	0%

O Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (SINAENCO, 2015) afirma que a adesão à NBR 15.575 exige ações gerenciais nas diversas fases do empreendimento, apontando a necessidade de uma visão sistêmica dos processos. Segundo Souza, Kern e Tutikian (2018), a aplicação da Norma de Desempenho apresenta diversos desafios que envolvem mudanças no processo de projeto e produção, na cadeia de fornecedores e na fiscalização. Nota-se que esses desafios abrangem toda a cadeia e, portanto, entender os impactos e barreiras enfrentadas pelos agentes torna-se necessário.

Em relação aos projetistas, ressaltam-se as responsabilidades do projeto na definição das soluções técnicas mais adequadas, logo, esses profissionais são fundamentais ao atendimento da norma. Para Okamoto (2015), arquitetos e demais projetistas precisam lidar melhor com as necessidades dos clientes e propor especificações com maior construtibilidade, dispendendo maior atenção às fases de planejamento dos projetos.

Um dos principais impactos percebidos pelos projetistas é a presença de novas informações impostas à equipe e é nesse contexto que se encontram as principais barreiras a esse agente. Embora existam entraves no acesso a algumas informações, observa-se resistência e dificuldades na compreensão de normas técnicas; além disso, pode-se apontar falta de visão global do processo ou falhas em processos de gestão e coordenação (OKAMOTO, 2015).

Outro fato percebido pelos projetistas aponta para o aumento dos prazos dos trabalhos, tendo em vista a maior necessidade de pesquisas no que se refere aos regulamentos técnicos (SOUZA; KERN; TUTIKIAN, 2018).

Dentre os principais impactos originados pelo lançamento da NBR 15.575 aos incorporadores, estão a melhoria da informação ao usuário, as mudanças na

contratação e as mudanças do produto (CBIC, 2016). De fato, as decisões de concepção da edificação podem afetar a viabilidade de atendimento de alguns requisitos; também é possível elencar o aumento de custos sentido em todo o processo (CBIC, 2016), que pode significar, ao mesmo tempo, uma dificuldade, principalmente em cenários envolvendo crises econômicas, que podem acarretar a priorização de atendimento a alguns requisitos, em detrimento de outros.

Considera-se que as construtoras se veem pressionadas a aprimorar seus processos de controle e qualidade dos sistemas construtivos, o que, para muitas empresas, ainda é um desafio. Dessa forma, esses agentes precisaram criar o hábito de registrar, de forma detalhada, a produção da edificação, tendo em vista a posterior comprovação de desempenho e o início da solicitação de ensaios para validação dos sistemas (CBIC, 2016).

Segundo Gilli (2015), para a diminuição de riscos na execução, é fundamental a correta seleção dos fornecedores, tarefa esta que integra seu escopo de atuação. Por essa razão, ganha destaque o setor de suprimentos, que deve ter cuidado na seleção dos seus parceiros. Assim como para incorporadores, o aumento dos custos no processo também pode representar um ponto de dificuldade para o contexto dos construtores.

Com relação aos fornecedores, o principal impacto se traduz na necessidade de comprovar resultados técnicos de seus produtos para adequação ao setor residencial. A questão é que grande parte dos fabricantes e distribuidores ainda desconhece o comportamento dos seus itens e não consegue disponibilizar os dados necessários para que projetistas e construtores consigam prever o desempenho dos sistemas da edificação.

Outro fato que merece destaque é a falta de laboratórios para a realização de ensaios (CBIC, 2016), entrave muitas vezes utilizado como argumento pelo mercado para a demora na adequação dessa exigência (SOUZA; KERN; TUTIKIAN, 2018).

Por fim, o lançamento da Norma de Desempenho permitiu ao usuário a possibilidade de exigir produtos de maior qualidade, podendo recorrer ao Código de Defesa do Consumidor caso perceba alguma irregularidade no empreendimento residencial. Todavia, é importante que esse ator tenha consciência que também possui incumbências, devendo seguir o manual de operação, uso e manutenção

fornecidos pelas incorporadoras/construtoras. Mesmo com esse documento em mãos, os ocupantes, muitas vezes, possuem dificuldades para diagnosticar quais riscos podem ser causados por interferências nos sistemas para o desempenho da construção, sendo que os prejuízos decorrentes de descuido ou falta de manutenção são de responsabilidade do proprietário ou síndico (NASCIMENTO et al., 2017).

3.3 BIM – *BUILDING INFORMATION MODELING*

Segundo Eastman et al. (2014), a Modelagem da Construção da Informação (BIM) está alterando o modo de enxergar os edifícios, sendo um dos mais promissores desenvolvimentos para a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Para os autores, com o BIM, é possível obter um modelo virtual preciso da edificação, que contenha sua geometria exata e diversos dados relevantes para suportar a construção, a fabricação e a aquisição de insumos.

Lobos e Trebilcock (2014) defendem que o BIM se diferencia de tecnologias CAD tradicionais principalmente pelo fato de, a partir de um único modelo, conseguir gerar diferentes informações em um processo preciso e coordenado. Won e Lee (2016) relatam que, de modo geral, há uma crescente aceitação da modelagem da construção pelo setor da construção como maneira de melhorar as práticas de desenho e, conseqüentemente, a maioria das empresas já não se preocupa se vai utilizá-lo ou não, mas como vai implementá-lo de forma eficiente.

Para Silva Junior (2016), a decisão de adotar o *Building Information Modeling* por parte de uma empresa envolve mudança de cultura, investimentos, treinamentos e revisão de processos, com a participação da alta direção e de toda a equipe de gerenciamento e produção. Nesse sentido, muitas vezes, profissionais acabam focando mais na implantação da “construção”, isto é, na criação e representação de modelos, em detrimento da “informação” propriamente dita.

Kubicki et al. (2019) afirmam que a gestão da informação é crítica com a adoção do BIM, pois é necessário acessar os dados relevantes no momento certo e, para isso, um processo bem estruturado, que acompanhe o desenvolvimento do projeto, deve ser implementado.

Os benefícios da modelagem da informação são consideravelmente reconhecidos em todas as fases de um empreendimento: visualização antecipada,

consistência de informações, maior precisão na estimativa de custos, melhora do trabalho colaborativo, dentre tantos outros que contribuem para a maior qualidade das construções. Sob essa perspectiva, alcançar tais benefícios envolve mudanças significativas em relação às práticas tradicionais, em que o relacionamento entre diferentes agentes e a coordenação das atividades, muitas vezes, é ineficiente.

Okamoto (2015) discorre sobre o papel dos contratos entre os agentes da construção civil na colaboração e comprometimento das partes no acompanhamento dos resultados ao longo do ciclo de vida de uma edificação. Pela discussão trazida pela autora, entende-se que os usuais acordos não estimulam o inter-relacionamento entre diferentes disciplinas ou entre projeto e produção, tornando-se fundamental a existência de novas formas de contratação que alterem esse cenário e viabilizem a colaboração.

De acordo com Silva Junior (2016), o responsável pelo projeto agora precisa passar por algumas atividades importantes com o BIM: cronograma de desenvolvimento do modelo, premissas de modelagem, níveis de desenvolvimento de cada fase e procedimentos para intercâmbio de informações entre diferentes disciplinas, além de checar a qualidade e a conformidade do modelo. Caso não haja um profissional exclusivamente dedicado à implementação da Modelagem da Informação da Construção no projeto, essas funções provavelmente serão absorvidas pelo coordenador de projetos.

Portanto, nota-se que a modelagem da informação afeta diretamente as atividades de gerenciamento e que, se utilizado de maneira adequada, preocupando-se com o fluxo e qualidade de dados de projeto, pode impactar de modo positivo no alcance das metas do empreendimento. Uma vez que a premissa é garantir, da melhor forma possível, o atendimento aos critérios de desempenho, o coordenador de projetos passa a ter maior munição para cumprir a tarefa com os processos e ferramentas BIM, que vão facilitar uma visão mais sistêmica do empreendimento, fomentar a colaboração e comunicação com diferentes agentes e melhorar a verificação de projetos com essa finalidade.

3.3.1 O suporte tecnológico do BIM no atendimento de requisitos

As ferramentas necessárias à viabilização dos usos do BIM pretendidos são definidas no planejamento das atividades estratégicas do processo de projeto. É possível, ainda, apontar mais de um uso⁶ que pode auxiliar, mesmo que indiretamente, no maior atendimento aos requisitos de desempenho, como é o caso do desenvolvimento de projetos e a coordenação 3D. Uma das grandes oportunidades que surgem nesse contexto, e que será explorada nesta pesquisa, é a checagem de conformidade do projeto, isto é, a avaliação mais precisa do cumprimento de certos critérios estabelecidos.

A avaliação das informações de projeto já é uma atividade consideravelmente realizada, mas algumas dificuldades técnicas ainda afastam o alcance de procedimentos mais automatizados e a checagem de requisitos do modelo é feita, majoritariamente, pelos usuários, exigindo uma inspeção manual muitas vezes trabalhosa e propensa a erros (PREIDEL; BORRMANN, 2016). Lee et al. (2016) relatam que a verificação manual de múltiplos requisitos em um modelo digital consome muito tempo, resultando em uma checagem incompleta e arbitrária.

A criação de sistemas automáticos para avaliar regras, principalmente relacionados a códigos construtivos, vem ganhando ampla discussão no meio acadêmico, pois representam uma solução para os problemas apontados anteriormente, uma vez que as iniciativas existentes ainda estão muito centralizadas em *softwares* pouco flexíveis aos usuários (LEE et al., 2016).

A estruturação de uma ferramenta para avaliação de regras normalmente esbarra em linguagens de programação, mas atribuir ao computador a tarefa de verificar projetos em relação a códigos regulatórios também depende de aspectos que ultrapassam a própria tecnologia responsável por esse processo.

Além da interpretação dos requisitos técnicos em um formato compreensível ao computador, destacam-se a qualidade e a forma de como esses dados foram modelados e serão exportados para viabilizar sua avaliação, sempre indo ao encontro do propósito da checagem e favorecendo a interoperabilidade (EASTMAN et al.,

⁶ Baseado nos usos do BIM da *PennState University*.

2009). Dessa forma, as primeiras etapas que envolvem a preparação da modelagem da informação são de extrema importância e podem ser igualmente desafiadoras.

3.3.2 Checagem automática de regras

De acordo com Ilal e Günaydınb (2017), a checagem automática é um campo de pesquisa que tem como objetivo promover suporte computacional para que a conformidade de projetos de edifícios em relação a códigos possa ser verificada de forma eficiente.

Eastman et al. (2009), por sua vez, entendem que um *software* realiza checagem automática de regras quando avalia um projeto a partir da configuração de seus objetos, relações ou atributos, aplicando regras ou condições que resultam em mensagens como “passou”, “falhou” ou “desconhecido”, quando informações estão faltando. Os autores propõem a divisão do processo de checagem em quatro etapas, que podem ser observadas no Quadro 2.

A primeira etapa, relacionada à estruturação de um modelo de regras passível de interpretação pelo computador, por si só, já é uma atividade complexa. Lee et al. (2016) relatam que o processo de avaliação automática de um modelo BIM exige a tradução de sentenças criadas pelo ser humano em formatos executáveis por um computador, utilizando um processo de reestruturação.

Quadro 2 – Etapas para a execução de checagem automática de regras

ETAPA	DESCRIÇÃO
(1) Interpretação da regra e posterior estruturação	Tradução de sentenças em formatos compreendidos pelo computador
(2) Preparação do modelo da construção	Definição e modelagem das informações necessárias para determinada checagem e utilização do conceito de <i>Model View Definitions</i> (MVD)
(3) Execução da verificação	Realização da checagem das regras no modelo BIM
(4) Divulgação dos resultados	Resultados da etapa anterior, com a correta transmissão de quais regras foram aplicadas para quais objetos e outros tratamentos gráficos

Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2009)

Logo, assim como os projetos precisam ser modelados, a verificação com apoio computacional exige que as regras também o sejam, embora ainda não esteja disponível uma representação padrão para tal finalidade. Ilal e Günaydinb (2017) elencam diversos pontos de dificuldade que representam limitações a essa tarefa, como conseguir traduzir toda a complexidade que uma norma técnica representa e seus variados tipos de informação; absorver atualizações do código, o que implicaria em modificar todo o modelo; e promover flexibilidade e controle ao usuário, com o objetivo de lidar com o sistema – tudo isso aliado ao fato de a própria norma, muitas vezes, depender da interpretação do leitor e apresentar contradições. Por essas razões, Malsane et al. (2015) defendem que o envolvimento de um especialista é fundamental para garantir a correta tradução das sentenças.

Além das dificuldades de lidar com a estruturação de textos normativos, os usuários se deparam com outros consideráveis entraves técnicos quando são analisadas soluções de verificação disponíveis no mercado. Atualmente, é possível encontrar *softwares* de modelagem que disponibilizam algumas funções de checagem de requisitos, mas são consideravelmente limitados perto de tudo o que é envolvido por esse processo (LUO; GONG, 2014). A ferramenta mais utilizada para inspeção de conformidade em modelos disponível no mercado é o Solibri Office, conhecido anteriormente como Solibri Model Checker (SMC), marca pertencente ao Grupo Nemetschek, que também será abordado na seção 4.2 desta dissertação.

De acordo com Preidel e Borrmann (2016), o Solibri representa umas das opções mais avançadas em termos de checagem automática, pois trabalha diretamente com o *Industrial Foundation Class* (IFC) e disponibiliza diversas regras de verificação. No entanto, ainda segundo os autores, essas regras são pouco flexíveis, permitindo uma pequena variação de parâmetros e, portanto, os processos do Solibri podem ser considerados uma caixa-preta.

Lee et al. (2016) relatam que os usuários dessa ferramenta, muitas vezes, precisam combinar configurações para cada parâmetro e, se a intenção for criar outras regras, devem conhecer programação em JAVA.

A segunda etapa relativa à preparação do modelo compreende diversos aspectos fundamentais para a obtenção de bons resultados em uma checagem automática de regras, dependendo diretamente da qualidade da modelagem e,

quando se trata do formato IFC, de uma adequada definição de um *Model View Definition* (MVD)⁷.

Lin et al. (2016) argumentam que, conforme vão surgindo novas soluções para a interoperabilidade e colaboração, a quantidade de informações contidas em um modelo BIM aumenta, dificultando a extração dos dados de interesse aos usuários. A quantidade de informações que o IFC transporta é abrangente e pode não ser interessante para diferentes tipos de aplicações, portanto, estabelecer filtros é fundamental.

A terceira etapa é a própria verificação, mas é importante que uma pré-avaliação relacionada a componentes, classificações, nomenclaturas e propriedades seja efetuada no modelo, a fim de averiguar as exigências mínimas que a checagem precisa para imprimir confiabilidade aos resultados (EASTMAN et al., 2009), o que também é um reflexo da etapa anterior. A qualidade dos modelos é tema de discussão de tópicos que estão por vir.

A última fase é a demonstração dos resultados, quando os problemas encontrados podem ser localizados por meio de coordenadas ilustradas por uma câmera, responsável por focar os elementos envolvidos, sempre relacionados às regras que os originaram e aos parâmetros que levaram a tais falhas.

3.3.3 IFC – *Industrial Foundation Class*

Se por um lado a utilização do BIM fomenta a colaboração, por outro evidencia o problema de interoperabilidade entre as diferentes plataformas de projeto e, nesse sentido, destaca-se o *Industrial Foundation Class* (IFC). Trata-se de um padrão aberto (ISO 16739-1:2018) criado pela buildingSMART (antiga *International Alliance for Interoperability*) para possibilitar a troca de informações de modelos BIM entre diversos agentes, independentemente de tecnologias autorais.

A buildingSMART (2022) define IFC como uma descrição padronizada e digital do ambiente construído que tem como objetivo ser neutro no mercado de tecnologia, promovendo o fluxo OpenBIM, ou seja, é uma biblioteca de dados que representa um empreendimento de construção, ao longo do seu ciclo de vida,

⁷ De acordo com o BIM *Dictionary*, o MVD é uma especificação que identifica as propriedades de troca de modelos de informação.

caracterizando-se como um modelo extensível e orientado a objetos (EASTMAN et al., 2014).

O IFC representa objetos, relações e propriedades que descrevem os aspectos semânticos dos objetos (VANLANDE; NICOLLE; CRUZ, 2008) e suas relações podem ser tanto entre objetos quanto entre objetos e os seus atributos.

Os objetos, as relações e as propriedades são descritas no IFC por meio de entidades, que podem ser abstratas ou não, isto é, não podem ser instanciadas ou podem ser instanciadas no modelo, respectivamente. Os dados se organizam por meio de uma estrutura hierárquica, de forma que as entidades em níveis superiores passam os seus atributos (unidades de informações) para as entidades derivadas, conforme se observa na Figura 15. A buildingSMART fornece toda a documentação técnica relacionada ao IFC para que os usuários possam consultar a lógica de construção do esquema de dados.

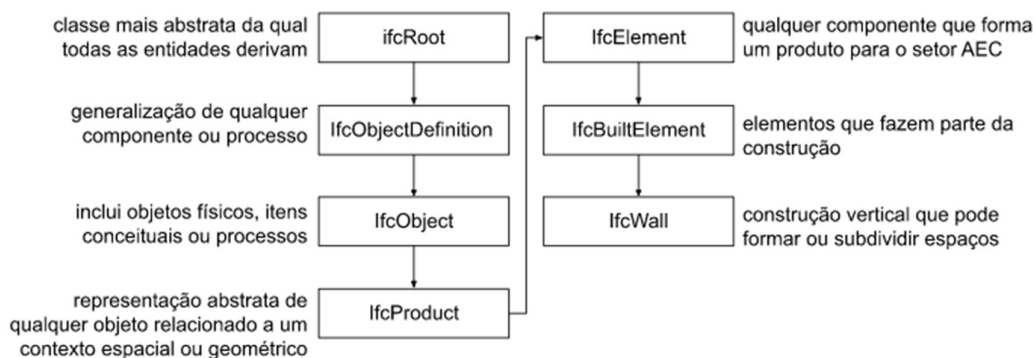


Figura 15 – Estrutura hierárquica da entidade IfcWall
Fonte: Adaptado de buildingSMART (2022)

Para melhor ilustrar o modo de interação das entidades, tem-se a análise de um exemplo relacionado aos espaços de um modelo, representados pela entidade IfcSpace. Segundo seu esquema espacial (Figura 16), a relação IfcRelAggregates, por meio dos atributos RelatedObjects e Relating Object, é a responsável por descrever a conexão dos espaços (IfcSpace) aos níveis correspondentes (IfcBuildingStorey). Por sua vez, alguns tipos de elementos (IfcProduct), como mobiliário e forros, são ligados aos respectivos espaços por meio da relação IfcRelContainedInSpatialStructure. Elementos estruturais, como paredes e lajes, estão relacionados somente ao nível correspondente.

Observa-se, portanto, que tais relações descrevem o caminho a ser percorrido para buscar os dados internos à estrutura do IFC. Analisar especificações de projeto com base nesse tipo de arquivo envolve a localização e o isolamento das entidades que trazem os dados de interesse em seus atributos.

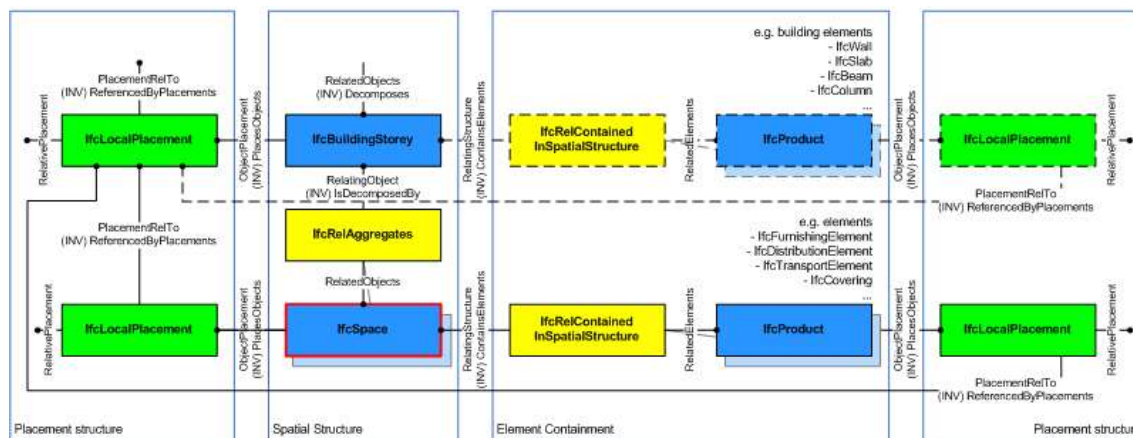


Figura 16 – Estrutura espacial da entidade IFCSpace
Fonte: buildingSMART (2022)

Embora a cobertura de objetos representados seja considerada abrangente, o modelo IFC está em constante processo de aperfeiçoamento. De acordo com Lin et al. (2015), o IFC é suportado por anos de desenvolvimento e melhorias em sua estrutura, tornando-se um padrão amplamente aceito para o gerenciamento de dados. Nesse sentido, duas entidades foram criadas visando à extensibilidade de representação do IFC: a *ProxyObjects*, que permite que novas entidades sejam criadas, e a *PropertySets*, que acrescenta novas propriedades (DNIT, 2022). Até o momento, a última versão do IFC listada pela buildingSMART é o IFC4x3, que possui 879 entidades.

A utilização do formato IFC para realizar verificação de dados no modelo pode ser bastante vantajosa e prática. Segundo Luo e Gong (2014), um primeiro obstáculo para a checagem automática é que *softwares* BIM possuem os seus próprios formatos autorais e o uso de *Application Programming Interface* (API) é limitado para esse propósito. Dessa forma, os autores argumentam que o IFC é a única representação neutra e independente da construção, suportada pela maioria dessas ferramentas.

Para Zhang et al. (2015), esse modelo é complexo e abrangente, suportando diferentes processos de trocas para os mais variados usos, entretanto, algumas de suas aplicações, como a checagem automática de informações e outras análises do

modelo, exigem maior enriquecimento semântico, processo no qual o conhecimento de um domínio pode ser utilizado e adicionado a um modelo (BLOCH; SACKS, 2018).

3.3.4 As informações dos modelos BIM

De acordo com Zhang e El-Gohary (2016), a representação da informação é fundamental para automatizar processos. A evolução das ferramentas de modelagem alavancou a capacidade dos usuários de enriquecer os objetos semanticamente, construindo verdadeiros protótipos virtuais. Nesse sentido, Zhang et al. (2015) afirmam que projetistas precisam modelar os dados necessários e garantir que eles estejam adequados (nomes, propriedades, tipos, etc.), antes de exportar o arquivo para o formato IFC.

Pode-se considerar, primeiramente, que a quantidade e a qualidade de dados contidos em um modelo BIM dependem das diferentes fases de desenvolvimento de um projeto, aliado à finalidade do modelo. Assim, na etapa da elaboração de documentos executivos, por exemplo, espera-se que existam informações suficientes e completas para oferecer suporte à execução da construção, como detalhamento de geometrias, localização e materiais utilizados. Um modelo desenvolvido para planejamento financeiro deve conter dados de modelos, fabricantes, preços e assim por diante.

Como visto anteriormente, a preparação do modelo é um passo importante para a realização de verificações, com o auxílio de outras soluções. Bloch e Sacks (2018) relatam que toda ferramenta de análise necessita de determinadas informações no modelo BIM, o que implica na exportação de modelos específicos para diferentes tecnologias. Ainda segundo os autores, o maior problema reside na obtenção da informação correta e na sua adequada representação, pois mesmo com a disponibilidade de interfaces de checagem automática, a retirada de dados de um modelo pode acarretar diversos erros em razão da falta de precisão ou mesmo da falta total de informações providas pelo autor.

Nesse sentido, considerando o contexto particular das normas técnicas, Malsane et al. (2015) afirmam que é impraticável esperar que usuários modelem todas as informações para uma checagem automática, portanto, tais dados devem ser solicitados como uma atividade separada.

O estabelecimento de métricas para averiguação da qualidade dos dados é essencial. Diversas estruturas de avaliação de desempenho para a adoção dos conceitos do *Building Information Modeling*, de modo geral, já foram desenvolvidas com a proposta de avaliar não somente gestão de informações na modelagem, mas a maturidade dos processos, times e outros aspectos que envolvem toda a implantação do BIM nas organizações. É o caso, por exemplo, da Matriz de Maturidade BIM proposta por Succar em 2009, ou do BIM *Scorecard* desenvolvido pelo *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE), da Universidade de Stanford (DU; LIU; ISSA, 2014).

Quando o foco está voltado para o processo de projeto e seu produto, Liu et al. (2017) salientam que ainda não há uma ferramenta eficiente de avaliação do modelo com o respectivo Nível de Desenvolvimento/*Level of Development* (ND/LOD) definido. O ND/LOD pode ser entendido como o grau de confiabilidade das informações do modelo, estabelecendo uma referência comum para o conteúdo de dados dos objetos inseridos no projeto.

Por essa razão, os autores desenvolveram uma lista de métricas para comparar o desempenho do BIM entre diferentes projetos, envolvendo: (a) qualidade, precisão e utilidade do modelo para avaliar o produto e (b) economia, produtividade e efetividade do modelo para avaliar o processo (Quadro 3). Entretanto, Liu et al. (2017) ainda não chegaram a um meio prático para extrair tais métricas de um projeto, e a etapa segue em desenvolvimento.

Componente	Categoria	Explicação
Produto	Qualidade	O quanto o modelo de informação cumpre com os requisitos desejados
	Precisão	O quão preciso o modelo de informação reflete condições físicas reais
	Utilidade	O quão útil a informação e a geometria de um modelo são em relação ao ciclo de vida (projeto, construção e operação)
Processo	Economia	O quão econômico é um método de modelagem
	Produtividade	O quão rápido é desenvolvido um modelo de informações
	Efetividade	O quão bem desenvolvido é um modelo de informações na média

Quadro 3 – Categorias para avaliar o processo e produto BIM
 Fonte: Adaptado de Liu et al. (2017)

De acordo com a CBIC (2016), a qualidade dos dados de um modelo não passa necessariamente pela validação do arquiteto ou engenheiro. Trata-se de um conceito relacionado à adoção de padrões utilizados pela indústria e à compatibilidade com requisitos específicos, o que não significa qualidade de projeto.

A mesma fonte relata que, de forma geral, a verificação de conformidade de dados de um modelo e não do projetista, com foco em sua integridade e critérios mínimos para os quais o modelo foi desenvolvido, é de responsabilidade de um gerente BIM ou de outros profissionais especializados. Essas checagens são efetuadas ao final de fases pré-definidas ou quando há troca de informações entre diferentes disciplinas. O Quadro 4 apresenta os métodos e ferramentas apontados pela CBIC (2016) para a verificação de qualidade de dados de modelos.

Método/Ferramenta	Explicação
Vistas específicas	Consiste em uma verificação visual, estabelecendo vistas 3D para checagem por partes. Envolve a aplicação de filtros, cores e transparência em elementos, de modo a facilitar a inspeção.
Cronogramas listagens para controle de qualidade de dados	Geração de listas de componentes do modelo para a identificação de objetos genéricos, corrompidos e ocorrências únicas, que podem significar uso incorreto da classificação. Geração de listas de documentos criados pelo modelo.
Verificações automáticas	Utilização de <i>softwares</i> ou <i>plug-ins</i> de checagem automática, como por exemplo, Solibri, Revit Model Review.
Listas de verificação	Criação de itens a serem verificados e apontados como "atende" e "não atende".

Quadro 4 – Método e ferramentas para verificação da qualidade de dados
 Fonte: Adaptado de CBIC (2016)

3.3.5 Sistema de Classificação de Objetos

Ainda sobre a caracterização de dados de um modelo, outro tópico de destaque refere-se à sua própria classificação e padronização. Segundo Lima et al. (2021), os Sistemas de Classificação de Objetos surgiram para atender a uma demanda de organização do próprio setor da construção civil. O aumento do número de informações geradas no desenvolvimento e produção de empreendimentos, aliado à crescente importância do gerenciamento de dados nos projetos, acarretou a necessidade de maior padronização das informações (KIM; CHIN; CHOO, 2022).

Sob essa ótica, Pereira (2013) acrescenta que a cadeia produtiva é extensa e que cada agente nomeia seus produtos de acordo com padrões de referências próprios, dificultando uma comunicação mais precisa e efetiva entre diferentes intervenientes. O autor afirma que o uso de um sistema de classificação é importante não apenas sob o aspecto da correta identificação de materiais e serviços, mas também na integração de todo o processo construtivo e de seus respectivos produtos. Da mesma forma, Silva e Amorim (2011) ressaltam que a utilização desses sistemas impacta diretamente a interoperabilidade do projeto, promovendo a diminuição de perdas e retrabalhos na troca de informações.

Pereira (2013) relata que os primeiros sistemas de classificação datam das primeiras décadas do século XX, com destaque para trabalhos desenvolvidos por organizações da América do Norte e, posteriormente, por institutos europeus. Com os

constantes avanços da indústria da construção, conselhos internacionais do setor também se movimentaram na tentativa de criar um sistema universal de classificação e, em conjunto com a ISO, emitiram um relatório técnico no início nos anos 90 contemplando uma proposta inicial, que ficou conhecido como ISO/TR 14177:1994.

Anos depois, esse documento daria origem à ISO 12006-2:2001 e à ISO/PAS 12006-3:2001, normas internacionais que apresentam diretrizes para estruturar e organizar a classificação da informação em serviços de construção. Essas normas se tornaram a base para o desenvolvimento de diversos sistemas, com destaque para a proposta britânica UniClass, lançada pela primeira vez em 1997, mas revisada posteriormente, e a norte-americana OmniClass, produzida em 2006 (CSI, 2022).

No Brasil, grupos técnicos da ABNT estão elaborando a NBR 15.965, uma proposta nacional de sistema de classificação de objetos. Até o momento desta pesquisa, a norma ainda não estava completamente concluída, embora algumas tabelas já tenham sido finalizadas. É importante destacar que a norma brasileira tem como base a OmniClass.

O sistema OmniClass, também conhecido como *Overall Construction Classification System (OCCS)*, foi desenvolvido pelo *Construction Specification Institute (CSI)*, *Construction Specification of Canada (CSC)* e pelo *American Institute of Architects (AIA)*. Constituído por 15 tabelas que focam diferentes facetas do ambiente construído, abrangendo não só materiais e produtos da indústria da construção, mas também fases, serviços e papéis organizacionais, suas tabelas de classificação podem ser observadas no Quadro 5.

De acordo com Marchiori (2009), a versão final da OmniClass é resultado da combinação e do aprimoramento de outros sistemas, e do uso da base normativa disponível na época. Sua estrutura foi fundamentada pela ISO 12.006:2001 e algumas tabelas foram formuladas a partir dos sistemas Masterformat, Unifomat e EPIC (*Electronic Product Information Cooperation*), como a de serviços, elementos e produtos, respectivamente.

Tabela 11 – Entidades Construídas por função	Tabela 22 – Resultados do trabalho	Tabela 34 – Papéis Organizacionais
Tabela 12 – Entidades Construídas por forma	Tabela 23 – Produtos	Tabela 35 – Ferramentas
Tabela 13 – Espaços por função	Tabela 31 – Fases	Tabela 36 – Informações
Tabela 14 – Espaços por forma	Tabela 32 – Serviços	Tabela 41 – Materiais
Tabela 21 – Elementos (inclui elementos do projeto)	Tabela 33 – Disciplinas	Tabela 49 – Propriedades

Quadro 5 – Tabelas de Classificação da OmniClass
 Fonte: Adaptado de CSI (2022)

3.4 O PROCESSO DE PROJETO

3.4.1 Conceituação geral

Segundo Fabrício e Melhado (2011), o desenvolvimento do projeto é um processo cognitivo que cria e transforma informações. Os autores relatam que um dos aspectos mais críticos do projeto contemporâneo de edifícios é que a sua crescente complexidade exige cada vez mais conhecimento especializado e equipes multidisciplinares maiores.

Fabrício (2002) define que processo de projeto engloba o conjunto de decisões que visam suportar a criação e a produção de um empreendimento desde o desenvolvimento do produto imobiliário até a avaliação da satisfação do usuário. Dessa forma, o autor conclui que se trata de um processo que vai além dos projetos propriamente ditos, envolvendo também a própria formulação do negócio e detalhamento do programa de necessidades, por exemplo.

Da mesma forma, Romano (2003) relata que o processo de projeto pode ser entendido como um esforço coletivo para a construção de um artefato e é composto por cinco momentos básicos, que são o planejamento, a elaboração de projetos, a preparação para execução, a execução e o uso do empreendimento. Assim, o desenvolvimento do projeto se dá por meio da sucessão de etapas em nível crescente de amadurecimento das soluções técnicas adotadas, sendo comum que cada etapa gere informações essenciais para o início do respectivo estágio sucessor (FABRÍCIO; BAÍA; MELHADO, 1998).

Liu, Oliveira e Melhado (2011) acreditam que a divisão por etapas é fundamental para a formalização de entregas, embora limite alguns aspectos importantes de integração. Segundo os autores, o sucesso do processo de projeto depende de uma gestão adequada em relação à criação e ao controle dessas etapas.

Inserido no contexto da gestão, surge a figura da coordenação. Liu, Oliveira e Melhado (2011) descrevem que o coordenador é responsável pela organização do processo de projeto e precisa de autonomia para que consiga geri-lo de forma efetiva. Com relação às suas atribuições, os autores ressaltam que o coordenador deve, primeiramente, realizar o planejamento do processo de projeto, isto é, estabelecer os objetivos do projeto, definir o escopo de cada especialidade, em conformidade com as respectivas etapas determinadas, além de estabelecer o cronograma para todas as atividades. Posteriormente, a gestão do processo compreende o acompanhamento de prazos, o controle dos custos e a garantia da qualidade técnica do projeto, validando as soluções resultantes e verificando a compatibilidade das diferentes disciplinas envolvidas, sempre fomentando a comunicação entre todos.

Para Liu, Oliveira e Melhado (2011), o coordenador almeja obter, ao final do processo de projeto, uma documentação completa capaz de guiar a construção e realizar a interface com a operação e manutenção da edificação. Para conseguir exercer suas funções e alcançar esse objetivo, o coordenador precisa de bons conhecimentos técnicos, habilidades administrativas e liderança para conduzir a colaboração dos participantes (LIU; OLIVEIRA; MELHADO, 2011).

Souza (2016) salienta que a colaboração dentro de um projeto deve ser trabalhada como um aspecto cultural interno às organizações. A autora afirma que esse conceito deve estar baseado nos conceitos de cooperação (definição do processo decisório e responsabilidades), integração (manutenção da informação) e comunicação (interação entre os membros da equipe suportada por adequada infraestrutura).

3.4.2 O processo de projeto e o BIM

Segundo Andrade e Ruschel (2011), o processo de projeto com a aplicação dos conceitos do BIM foca no gerenciamento de informações e na interoperabilidade, por meio de modelo digital, almejando a colaboração, a coordenação e a

automatização do projeto em todo o ciclo de vida do empreendimento. Dessa forma, os autores afirmam que estabelecer quais, como e quando as informações precisam ser compartilhadas é condição fundamental para que o processo de projeto obtenha sucesso.

Eastman et al. (2014) relatam que as ferramentas paramétricas e os conceitos de interoperabilidade podem melhorar significativamente o processo de desenvolvimento do projeto. Isso se deve ao potencial que as tecnologias relacionadas ao BIM detêm para melhorar a qualidade da tomada de decisão e a agilidade que podem conferir para simulações e análises, efeito nitidamente percebido nas fases iniciais de concepção do projeto.

Andrade e Ruschel (2011) entendem que a ênfase do desenvolvimento do projeto passa para as fases iniciais de concepção e que a modelagem paramétrica do BIM permite que haja sobreposição entre as atividades de criar, simular e analisar, com menos tempo desenhando e mais tempo projetando. Outra mudança apontada pelos autores é a adição de fatores a serem geridos no processo, como objetivos do modelo, formatos de arquivos e o modo como realizar a interoperabilidade, uma vez que um pressuposto é o trabalho colaborativo e integrado baseado em um modelo de informações.

No contexto do planejamento e gestão do processo, os conceitos do BIM carregam consigo o potencial de revolucionar as práticas tradicionais de projeto, contudo, é necessário, primeiramente, estabelecer, mensurar e acompanhar os objetivos estratégicos da organização com a adoção dos conceitos (SOUZA, 2016).

3.4.3 As fases do processo de projeto

Na literatura existente, a discussão sobre o processo de projeto é uma temática recorrente e os autores, muitas vezes, divergem sobre o número de fases, subetapas, nomenclaturas e respectivos escopos de trabalho. Dessa forma, um dos fatores passíveis de destaque é o próprio enfoque de cada fonte teórica, que pode discutir o assunto sob a ótica da coordenação e gestão de projetos ou da própria elaboração e desenvolvimento de modelos e desenhos, por exemplo. A seguir apresentam-se algumas propostas de faseamento do processo de projeto encontradas na literatura.

A ABNT NBR 16.636:2017 – Elaboração e Desenvolvimento de Serviços Técnicos Especializados de Projetos Arquitetônicos e Urbanístico aborda as etapas de projeto sob a ótica da Arquitetura e do Urbanismo para a realização de um projeto completo de um empreendimento.

Assim, o documento discorre que as etapas desse processo seguem um caráter evolutivo e sequencial, e que cada atividade deve possuir entradas, saídas, requisitos e recursos planejados previamente. A norma orienta para que exista uma fase preparatória e, posteriormente, uma fase de elaboração e desenvolvimento técnico do projeto. A descrição geral das etapas indicadas pela norma, separadas por fases, pode ser vista no Quadro 6.

A ABNT NBR 16.636 recomenda que cada etapa utilize documentos de referência de entrada, normalmente gerados em etapas antecessoras, e indica as informações a serem produzidas com os produtos subsequentes. Embora a norma afirme que há uma interdependência entre todas as especialidades envolvidas no projeto, as disciplinas complementares aparecem somente após o anteprojeto de Arquitetura.

Fase	Etapa
Preparatória	Levantamento de Informações Preliminares
	Programa Geral de Necessidades
	Estudo de Viabilidade do Empreendimento
	Levantamento das Informações Técnicas Específicas
Elaboração e Desenvolvimento	Levantamento de Dados para a Arquitetura
	Programa de Necessidades para a Arquitetura
	Estudo de Viabilidade de Arquitetura
	Estudo Preliminar Arquitetônico
	Anteprojeto Arquitetônico
	Estudo Preliminar dos Projetos Complementares
	Projetos para Licenciamentos
	Anteprojeto Complementares
	Projeto Completo de Edificação
	Documentação conforme construído

Quadro 6 – Fases e Etapas do processo de projeto para serviços de Arquitetura e Urbanismo de acordo com a ABNT NBR 16.636:2017

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 16.636:2017

Os Manuais de Escopo, por sua vez, foram elaborados por entidades representativas de projetistas e contratantes do mercado imobiliário e visam definir o conjunto de atividades necessárias para a entrega de projetos e serviços do setor, tornando-se um guia para o mercado. De acordo com Gualberto (2011), os manuais apresentam diretrizes para o planejamento do processo de projeto e não para o processo em si. Assim, definem-se responsabilidades, itens e soluções envolvidas ao longo do desenvolvimento do empreendimento.

O fluxo de etapas proposto pelos manuais difere de normas e publicações clássicas por focar no escopo de atividades, e não nas entregas. Essa lógica se reflete na própria nomenclatura adotada para designar cada etapa, responsável por ressaltar o que precisa ser realizado. Até o momento, 15 volumes foram produzidos, englobando projetos de diferentes disciplinas e outros serviços; ademais, trata-se de uma produção em melhoria contínua.

Sob essa perspectiva, destaca-se o manual elaborado para a coordenação de projetos, que propõe seis fases para o desenvolvimento completo de atividades de gerenciamento dentro do processo de projeto. São elas:

- Fase A – Concepção do Produto: abarca tarefas para o levantamento de dados, programa de necessidades e estudos de viabilidade;
- Fase B – Desenvolvimento do Produto: envolve tarefas para o estudo preliminar, anteprojeto e projeto legal;
- Fase C – Identificação e solução de interfaces de projeto: engloba tarefas para o projeto básico;
- Fase D – Detalhamentos de projetos: compreende tarefas para o projeto executivo;
- Fase E – Pós-entrega de projetos: engloba tarefas para a utilização dos projetos dentro da obra
- Fase F – Pós-entrega da obra: envolve tarefas para a avaliação da edificação em uso.

Em sua tese, Fabricio (2002) discute a elaboração e a produção de projetos sob a ótica dos conceitos da engenharia simultânea, defendendo que o processo deve seguir a lógica intelectual e valorizar a atuação conjunta e interativa de diferentes

agentes e interesses. A sequência de atividades precisa permitir que disciplinas distintas sejam discutidas paralelamente, sem desconsiderar a produção de informações que serão pré-requisitos para as demais fases.

Sua proposta para que um processo seja desenvolvido de forma integrada envolve as seguintes etapas principais: Informações Básicas, “Briefing – Concepção”, Desenvolvimento, Detalhamento, Execução e Operação (Figura 17). O levantamento e a interpretação das informações do projeto e demandas do cliente ocorre na primeira etapa; posteriormente, desenvolvem-se alternativas de soluções com estudos preliminares e consulta a outras especialidades. Na etapa de Desenvolvimento, os anteprojetos de todas as disciplinas são elaborados e as soluções projetuais são validadas. A elaboração final dos desenhos é feita na fase de Detalhamento, produzindo detalhes executivos para a Execução.

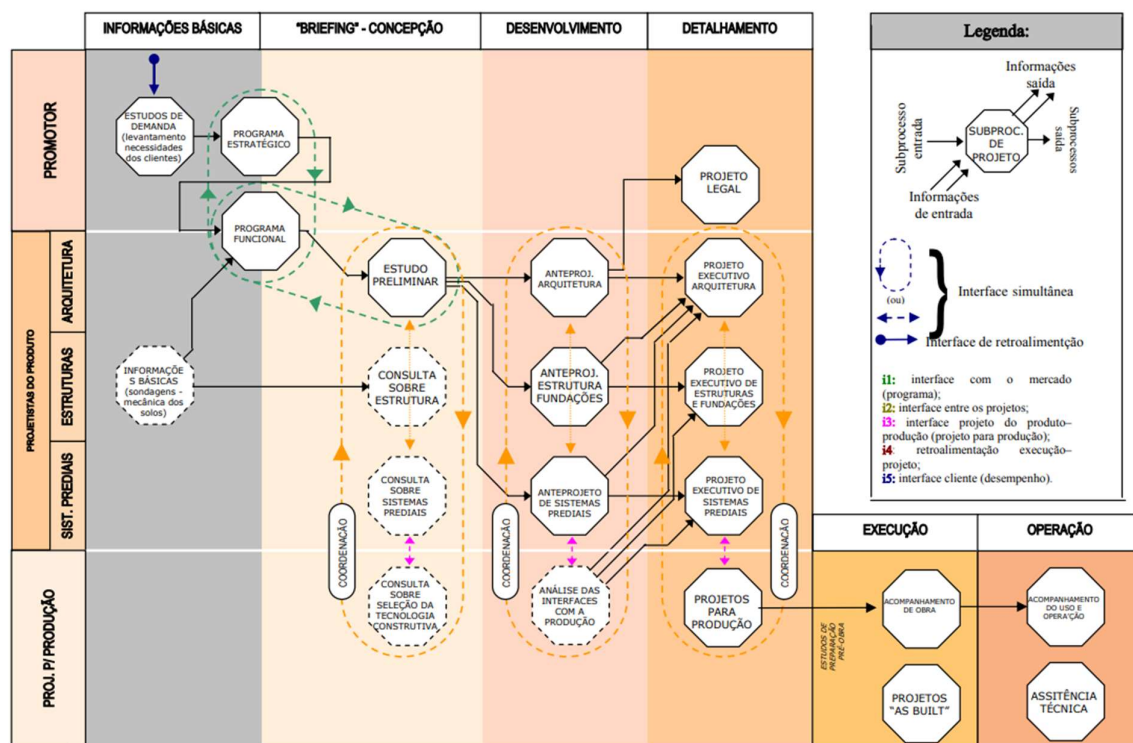


Figura 17 – Proposta para sequência de fases do processo de projeto de Fabricio (2002)
Fonte: Fabricio (2002)

Seguindo a mesma lógica, Romano (2003) propõe um modelo de referência para projetos integrados de edificações que esteja alinhado com o trabalho multidisciplinar e simultâneo, além de contar com a figura da coordenação para gerir e controlar o processo desde o início. Seu modelo é composto por três macrofases

que, por sua vez, abarcam outras fases agrupadas conforme as características do grupo (Figura 18).

A primeira macrofase é a Pré-projeção, que corresponde ao planejamento do empreendimento. O segundo grupo é a Projeção, caracterizado pelas atividades de elaboração do produto e projetos de produção; por esse motivo, essa macrofase é subdividida em quatro fases, que vão desde a consolidação das necessidades do cliente e concepção do produto até o detalhamento e geração da documentação completa para o início da construção. Por fim, a terceira macrofase é a Pós-projeção, caracterizada pela execução do empreendimento e acompanhamento do uso da edificação.

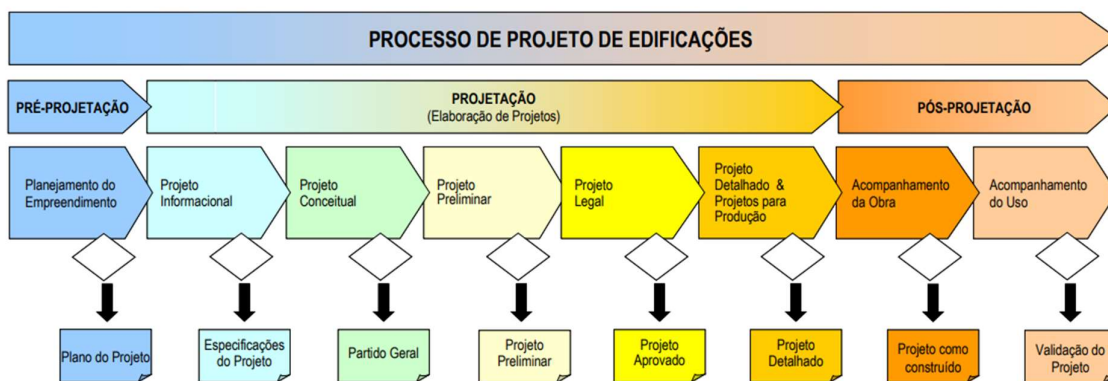


Figura 18 – Proposta para sequência de fases do processo de projeto de Romano (2003)
Fonte: Romano (2003)

A estrutura de fases proposta por Souza (2016) se baseia no uso dos conceitos do BIM e tem como enfoque a gestão do processo de projeto (Figura 19). Sua proposta parte do pressuposto de que os modelos de informação devem ser utilizados desde o início da concepção do projeto, considerando que a adoção dos conceitos da modelagem da informação contribui para a redução de custos e prazos, e para o aumento da qualidade do projeto.

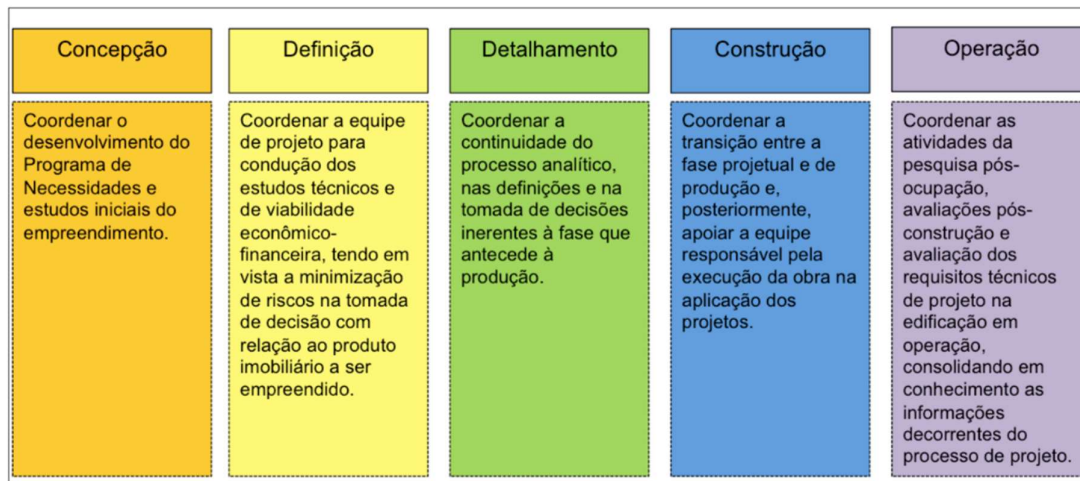


Figura 19 – Estrutura de Fases de Projeto de Souza (2016)
 Fonte: Souza (2016)

Na fase de Concepção, a gestão de projetos está voltada para o levantamento de requisitos do empreendimento e de necessidades do projeto e consequentes análises iniciais. A etapa de Definição compreende os estudos de viabilidade e aprovações legais do projeto. Assim, as tomadas de decisão na esfera financeira, econômica e técnica ocorrem nesse momento. A fase de Detalhamento caracteriza-se pelo gerenciamento e apoio à incorporação e equipes de projeto na finalização do processo, de modo a viabilizar a construção do empreendimento.

Na fase de Construção, a gestão de projetos tem como objetivo realizar a transição da documentação gráfica para a execução, auxiliando a equipe de campo e coordenando possíveis revisões. Por fim, na fase de Operação, são realizadas pesquisas pós-ocupação, com o propósito de consolidar o conhecimento das informações decorrentes do processo de projeto.

Para que as metas das fases anteriores sejam alcançadas, Souza (2016) ainda propõe que a gestão de projetos realize uma série de atividades que podem ser divididas em quatro grupos: Produto, Gestão, Suporte à Modelagem e Colaboração. Essas tarefas devem ser executadas em todas as etapas do processo de projeto, de acordo com as características e objetivos de cada momento.

De modo geral, o escopo de atividades do Grupo Produto está voltado para a definição e gestão de soluções técnicas, funcionais e estéticas. As atribuições do Grupo Gestão englobam coordenação e controle de prazos, custos e qualidade; o grupo de atividades da Colaboração preocupa-se com o planejamento e a garantia da

comunicação entre os membros da equipe, enquanto o Grupo Suporte à Modelagem possui tarefas relacionadas com a tecnologia da informação, idealização da modelagem e controle de dados.

4 PESQUISA DE CAMPO E DESENVOLVIMENTO

4.1 SURVEY – CONFIRMAÇÃO DO PROBLEMA

Conforme abordagem anterior, a estratégia para a identificação e consolidação do problema a ser investigado pelo trabalho envolve a aplicação de uma Survey, com o intuito de realizar um diagnóstico sobre o atual domínio da Norma de Desempenho e da utilização do BIM pelos profissionais da construção civil brasileira. Esse procedimento teve caráter descritivo e foi aplicado em apenas um momento do tempo.

Espera-se, com isso, responder às seguintes questões: Qual é o nível de conhecimento de coordenadores e projetistas em relação ao conteúdo da norma? Quais requisitos são considerados gerenciáveis na fase de projeto? O BIM já é utilizado pelos profissionais para auxiliar nessa tarefa? As respostas obtidas são importantes para embasar propostas que integrem o gerenciamento de requisitos de desempenho com a Modelagem da Informação da Construção, evidenciando os possíveis entraves e as capacidades técnicas necessárias aos profissionais de projeto para que isso ocorra.

Optou-se pela elaboração e aplicação de um questionário padrão, que foi enviado eletronicamente para arquitetos e engenheiros envolvidos com o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações prediais. A principal base dos inquiridos é proveniente de cursos de especialização e pós-graduação de gestão de projetos da Universidade de São Paulo, que possui profissionais de todo o país.

Vale ressaltar que o questionário foi elaborado após discussões prévias com agentes envolvidos com os conceitos da NBR 15.575. A Figura 20 resume as atividades conduzidas para elaboração deste estudo.

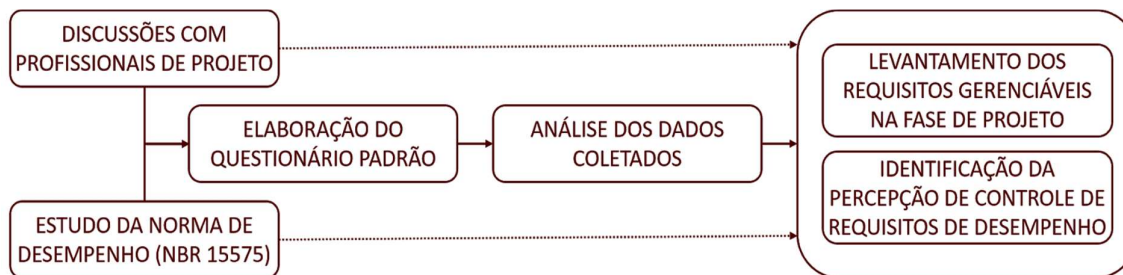


Figura 20 – Fluxo metodológico Survey

4.1.1 Dados coletados

O questionário foi respondido em sua totalidade por 41 profissionais, predominantemente com menos de 40 anos de idade, formação em arquitetura e/ou engenharia civil, e atuação em empresas de projeto e/ou construção como projetistas ou coordenadores (gerentes), tal como ilustrado na Figura 21.

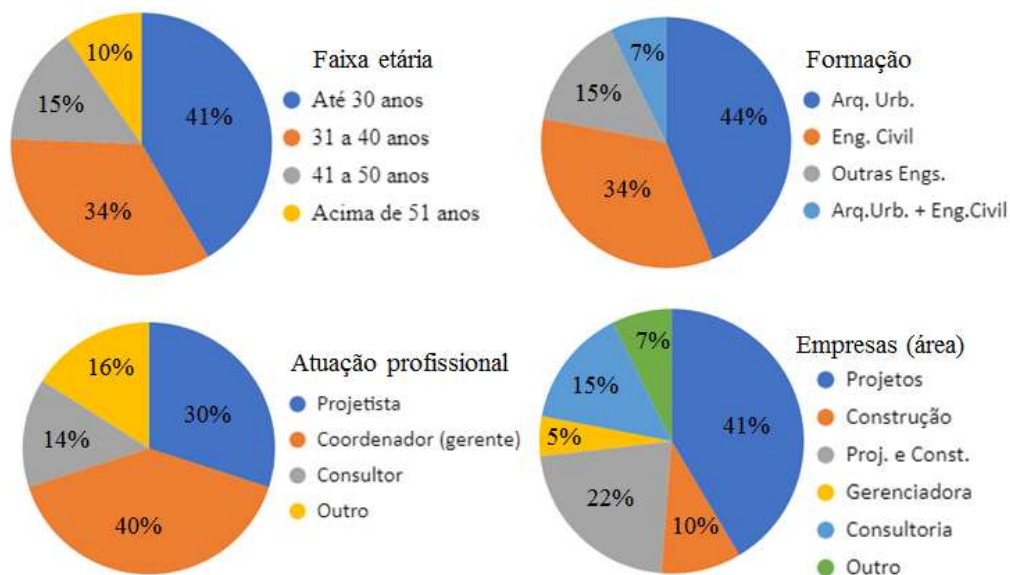


Figura 21 – Perfil dos respondentes Survey

Considera-se que essa amostra seja representativa, pois engloba profissionais que trabalham atualmente com as mais variadas disciplinas e segmentos, conforme identificado na Figura 22, a seguir.

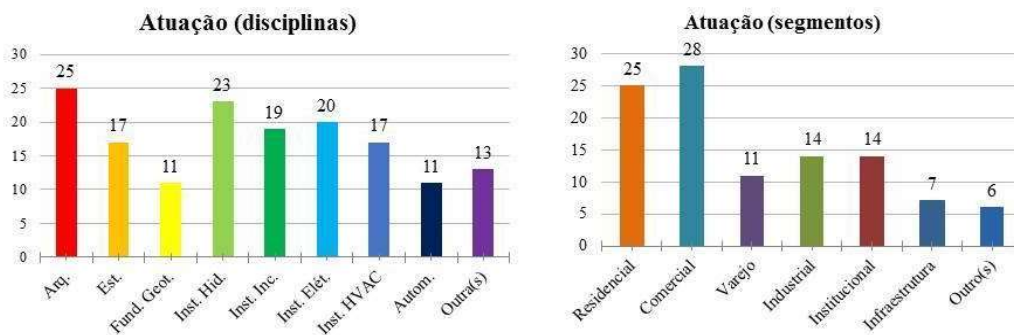
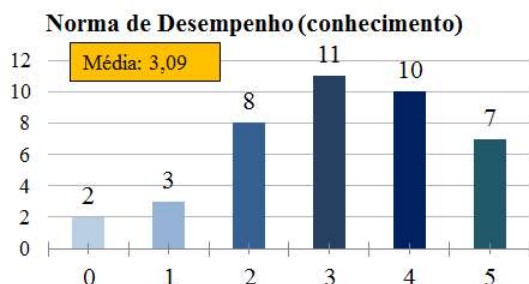


Figura 22 – Atuação dos respondentes

Quanto à NBR 15.575, os profissionais foram questionados quanto ao seu nível de conhecimento sobre a norma, atribuindo notas de 0 (nenhum conhecimento) a 5 (muito conhecimento) e, dentre aqueles que indicaram participação em projetos residenciais, se os requisitos de desempenho são considerados em suas atividades (Figura 23).

P: De 0 a 5, qual é o seu conhecimento sobre a Norma de Desempenho NBR 15575:2013?



P: No desenvolvimento de projetos residenciais, a empresa em que você atua considera os requisitos de desempenho abordados pela NBR 15575:2013?

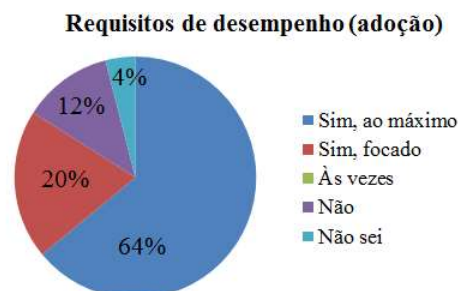


Figura 23 – Conhecimento sobre a NBR 15.575 e consideração de seus requisitos

Destaca-se que existe um conhecimento mediano em relação à Norma de Desempenho, com média de 3,09 pontos. Os entrevistados que afirmaram possuir um conhecimento considerado bom (4 pontos) a avançado (5 pontos) atuam majoritariamente como coordenadores (sete respostas) e são engenheiros civis (oito respostas). Dois respondentes que relataram não possuir nenhum conhecimento atuam como projetistas, cuja média específica de conhecimento apontou somente 2,66.

Embora exista uma limitação, 64% dos profissionais afirmaram que a empresa para a qual trabalham considera todos os requisitos de desempenho inseridos em seu escopo. Com relação ao BIM, as questões abordaram o uso de suas tecnologias e sobre a adaptação de processos, o principal contexto de utilização das ferramentas e

a checagem de requisitos por meio de modelos. As respostas obtidas podem ser observadas nas imagens da Figura 24.

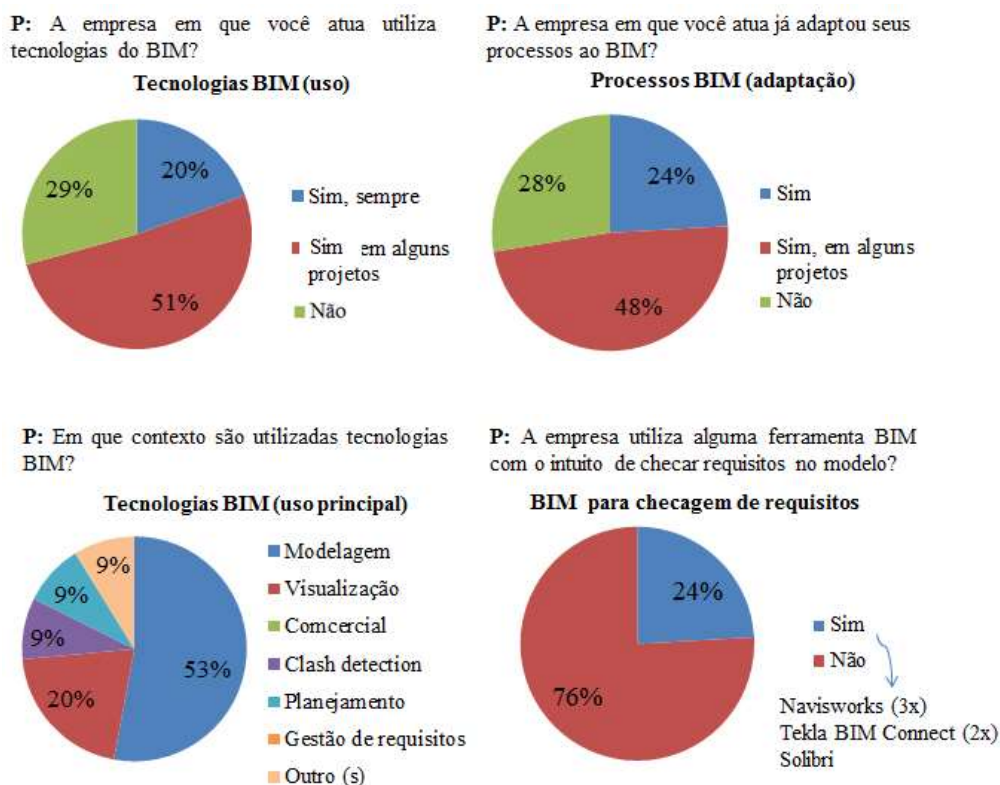


Figura 24 – Usos do BIM apontados

O BIM está presente, de alguma forma, nas atividades da maioria dos profissionais, mas apenas 20% da população relataram a utilização da Modelagem da Informação da Construção em todos os projetos (tecnologia). Desse percentual, dentre as organizações para as quais os respondentes trabalham, não se destaca nenhum perfil claro de atuação; seus portes são variados (grande, médio, micro), com diferentes disciplinas (arquitetura, estrutura e instalações prediais) e ramos de mercado distintos (residencial, comercial, industrial, etc.).

O grande propósito de uso do BIM ainda é a modelagem e poucas empresas adaptaram seus processos a esse conceito (24%); 76% afirmaram que não adotam ferramentas para a verificação de requisitos no modelo. É interessante notar que todas as pessoas que citaram o uso constante de tecnologias da modelagem da informação em seus projetos, revelaram que suas empresas também adaptaram os processos ao BIM.

Aprofundando a temática da Norma de Desempenho, os profissionais foram questionados sobre o grau de dificuldade em atendê-la sob quatro aspectos. A Figura 25 ilustra as respostas dos entrevistados.

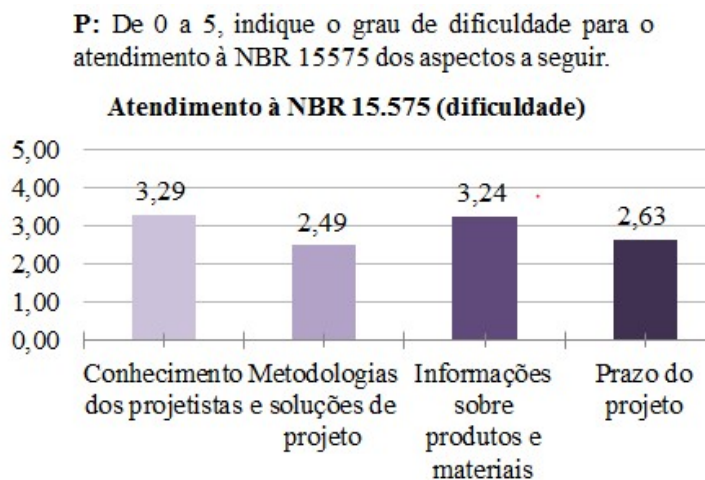
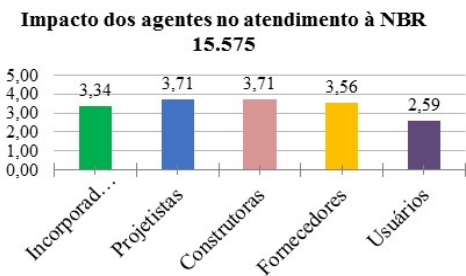


Figura 25 – NBR 15.575: dificuldades e análise de riscos

Com relação às dificuldades no atendimento aos requisitos da NBR 15.575, todas as respostas relataram, em média, um grau mediano de complexidade, com destaque para o conhecimento dos projetistas e o acesso às informações técnicas sobre os produtos e componentes de fornecedores.

Os respondentes também foram questionados sobre os impactos dos diferentes agentes e quais deles poderiam ser considerados entraves no efetivo atendimento à Norma de Desempenho; as respostas obtidas podem ser consultadas na Figura 26.

P: Numa escala de 0 a 5, indique qual é o impacto dos agentes no efetivo atendimento da norma



P: Quais deles você considera que, hoje, significam um entrave no efetivo atendimento a norma

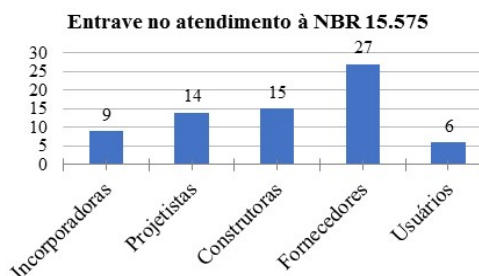


Figura 26 – NBR 15.575: impactos dos agentes e entraves

Embora tenham sido atribuídos impactos semelhantes aos agentes elencados pela Norma de Desempenho, destaca-se que os fornecedores foram apontados pela maioria de arquitetos e engenheiros como responsáveis pelo maior entrave no alcance dos objetivos lançados pelo código regulatório.

Por fim, a última parte do questionário pedia aos respondentes a atribuição de notas, em uma escala de 0 a 5, que correspondem ao impacto de cada um dos agentes identificados no alcance dos grupos de requisitos elencados, em consonância com a NBR 15.575, sendo a nota 0 atribuída a nenhum impacto e a nota 5, a muito impacto. Por exemplo, caso o respondente considerasse que as atividades do construtor acarretam grande impacto ao desempenho estrutural, a nota atribuída seria 5. A Figura 27 apresenta as notas médias atribuídas pelos respondentes a cada agente, em cada um dos grupos de requisitos.

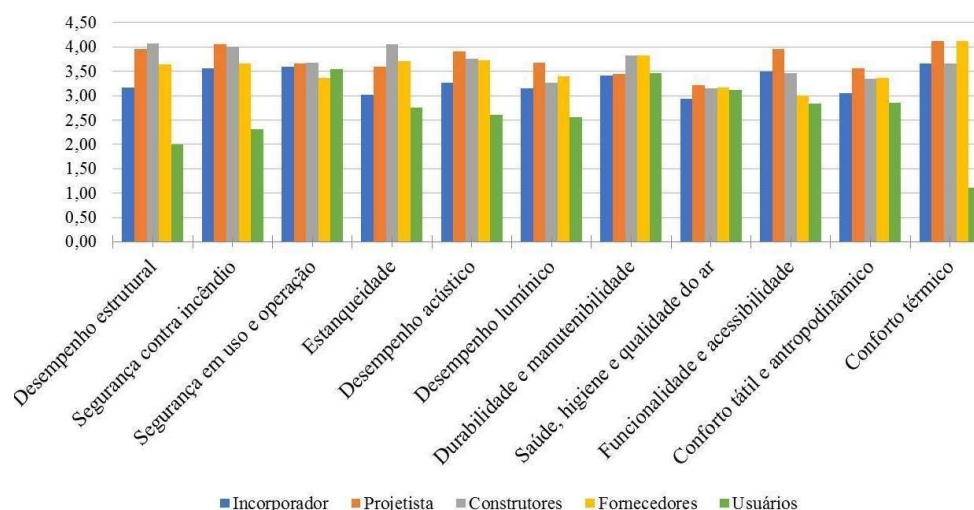


Figura 27 – Agentes *versus* Grupos de Requisitos

De modo geral, o resultado demonstrou que a influência de todos os agentes está bem próxima em praticamente todos os grupos de requisitos, com as maiores

diferenças encontradas com os usuários em alguns itens. Ao adentrar em grupos de requisitos específicos, é possível listar quais possuem mais ou menos dependência dos projetistas, segundo a percepção dos respondentes, sendo que “desempenho estrutural”, “estanqueidade” e “durabilidade e manutenibilidade” são os grupos nos quais o projeto não aparece com os maiores índices, embora a diferença seja pequena; destacam-se, nesses casos, construtoras e/ou fornecedores.

4.1.2 Discussão dos resultados

Para além dos resultados diretos de cada questão, os dados levantados pela Survey permitiram a realização de importantes análises transversais. O primeiro cruzamento que merece destaque é o fato de que 64% afirmam atender ao máximo o código regulatório, mas a maioria possui um conhecimento técnico regular sobre o tema. Questiona-se, a partir dessa distorção, o quanto esses profissionais estão, de fato, atendendo à Norma de Desempenho; logo, ressalta-se a relevância de melhor capacitar os projetistas envolvidos.

Além disso, o diagnóstico em questão possibilitou a confirmação de que, segundo os respondentes, o efetivo atendimento a praticamente todos os requisitos de desempenho, de maneira geral, não é resultado apenas do projeto, pois depende da qualidade das atividades dos demais intervenientes. Assim, pode-se aferir quão importante é a comunicação adequada entre o coordenador de projetos e os demais participantes do empreendimento.

Os resultados obtidos com a aplicação da Survey revelaram que o nível de maturidade da Modelagem da Informação da Construção no setor ainda é inicial, principalmente pelo baixo índice de implantação de processos nas empresas da construção civil. O fato de o BIM ainda não ser utilizado em todos os projetos, mesmo nas organizações onde tais conceitos já são realidade, pode apontar condições externas ainda heterogêneas, como formas de contratação e diferentes níveis tecnológicos de parceiros no mercado.

Até esse ponto, é possível considerar que trata-se de um cenário já conhecido no meio acadêmico, contudo, a adoção de ferramentas ainda está condicionada à modelagem e pouco foi explorada pelos profissionais no que diz respeito ao potencial alcançado por essas tecnologias no gerenciamento de requisitos de desempenho. O

fato de alguns respondentes afirmarem que suas empresas já adaptaram seus processos ao BIM, mas que ainda checam seus modelos de forma visual, levanta a questão sobre a qualidade desses processos e se tais instituições realmente entenderam o que essa metodologia envolve.

Nesse cenário, as ferramentas citadas pela amostra quanto à verificação de características de projeto, com exceção do Solibri, são reconhecidas principalmente como soluções para a revisão do modelo em busca de interferências e visualização de propriedades. Logo, é preciso investigar como e até que ponto, de fato, os requisitos técnicos da Norma de Desempenho são identificados na representação digital de uma construção.

O início deste trabalho destacou a complexidade e a dificuldade no atendimento da NBR 15.575, que introduziu novas informações a serem contempladas pelos projetistas. Ademais, pesquisas externas apontaram que o BIM, na fase de projeto e construção, ainda é mais utilizado para modelagem e compatibilização, em detrimento de outros usos também interessantes para esse contexto. Os resultados da Survey confirmam que há pouca clareza por parte dos profissionais da construção civil no que se refere aos requisitos de desempenho e, como agravante, que a Modelagem da Informação da Construção, no processo de projeto, ainda não está madura.

O campo da tecnologia está avançado e algumas aplicações, como a verificação automática, parecem promissoras para a sinergia entre esses dois universos, mas os resultados trazidos pelo diagnóstico confirmam que a indústria da construção civil brasileira precisa se apropriar dessas ferramentas disponíveis e se posicionar além da modelagem, uso este já bastante desenvolvido e conhecido. Nesse sentido, os caminhos futuros indicam que profissionais de projeto, além de precisarem ampliar seu conhecimento sobre o conteúdo técnico da norma, devem desenvolver habilidades tecnológicas a serem utilizadas em prol de suas necessidades, viabilizando a estruturação de fluxos de trabalho mais eficientes, capazes de envolver os diversos agentes da cadeia produtiva.

Assim, reafirma-se o objetivo de discutir o processo de projeto e sua gestão sob a ótica do necessário gerenciamento de requisitos de desempenho, considerando o impacto tecnológico e metodológico contido no *Building Information Modeling*.

4.2 MAPEAMENTO DE TECNOLOGIAS PARA VERIFICAÇÃO DE REQUISITOS

Atualmente, há diversas possibilidades tecnológicas para viabilizar os usos do BIM ao longo do ciclo de vida de um empreendimento. Quando o objetivo é a verificação de regras e informações em modelos na fase de projeto, destacam-se algumas soluções capazes de auxiliar na automatização dessa avaliação.

Isto posto, o objetivo desta seção é apresentar alguns *softwares* disponíveis no mercado que, mesmo com características diferentes, podem ser utilizados para o gerenciamento de requisitos de projeto, respeitando suas respectivas limitações.

É importante reforçar que não integram esse levantamento as soluções propostas por outras pesquisas acadêmicas ou plataformas desenvolvidas especificamente para governos locais. Posteriormente, serão destacadas e detalhadas as tecnologias escolhidas para o avanço no desenvolvimento da presente pesquisa.

4.2.1 Ferramentas comerciais para a verificação e gerenciamento de dados

Considerando o foco preliminar em ferramentas que realizam checagem automática de regras, pode-se dizer que a quantidade de soluções comercializadas ainda é escassa (SHIH, 2015). Nesse contexto, de forma breve, apresentam-se a seguir os principais *softwares* apontados na literatura.

O Solibri Office é uma ferramenta do grupo Nemetschek voltada, principalmente, para a coordenação de modelos BIM. Como visto no referencial teórico, trata-se de um dos *softwares* mais utilizados no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) para a avaliação automática de regras, pois possui funcionalidades que visam a identificação de conflitos ou violações nos projetos.

A checagem de requisitos no Solibri Office é uma funcionalidade disponível em um módulo específico chamado “*Checking*”, onde o usuário pode encontrar diversos *templates* de regras para aplicar e inspecionar o projeto: intersecções geométricas, tamanhos de espaços, distâncias máximas e mínimas entre componentes, entre outros. A cobertura de aplicações é considerável, proporcionando a avaliação de algumas questões técnicas relacionadas à acessibilidade e segurança contra incêndio, por exemplo.

A avaliação de requisitos normativos necessita de uma customização nem sempre possível. A criação de regras deve ser derivada daquelas já existentes, isto é, é preciso selecionar as regras mais próximas para gerar variações, conforme o interesse do usuário. Uma regra pode carecer da composição de várias outras e, mesmo assim, não chegar ao resultado esperado. Também é possível solicitar aos desenvolvedores do *software* novos *templates* de checagem, mas essa produção passa por um processo burocrático e envolve conhecimento em programação.

A plataforma EDM Model Server, por sua vez, foi desenvolvida pela empresa norueguesa Jotne EPM *Technology* e é uma ferramenta de colaboração construída com base em um banco de dados orientado a objetos (BORRMANN et al., 2018). Por meio da linguagem EXPRESS, é compatível com arquivos IFC, proporcionando maior flexibilidade na manipulação semântica dos modelos, ou seja, o usuário é capaz de investigar e criar variações das informações.

A checagem de dados utiliza o módulo EDMModelChecker para a construção de regras que, traduzidas para a linguagem EXPRESS, seguem para posterior confronto com o modelo, exigindo extenso conhecimento de programação de seus usuários.

Outra ferramenta disponível no mercado é a Fornax Cloud, desenvolvida pela empresa singapurense NovaCITYNET e que teve como origem uma iniciativa anterior do país conhecida como CORENET ePlanCheck (MALSANE et al., 2015). A solução apresenta uma biblioteca desenvolvida em C++ que possui integração com modelos IFC e tem como princípio a extração de atributos e informações geométricas dos componentes do arquivo, denominados 'objetos Fornax'. Esses objetos são representados geometricamente e podem ser verificados por diferentes métodos, que variam de acordo com a complexidade da regra (SOLIHIN et al. 2004).

Para potencializar a capacidade de checagem, a ferramenta permite que o usuário enriqueça semanticamente os objetos Fornax, estendendo os modelos IFC. Assim, é possível garantir maior flexibilidade e cobertura a requisitos normativos de inúmeros países. O resumo das características das três ferramentas mencionadas pode ser visualizado no Quadro 7.

Ferramenta	Solibri Office	EDModelChecker (EDM)	Fornax Cloud
Empresa	Solibri – Grupo Nemetschek	Jotne	NovaCITYNETS
Descrição	Software de verificação de regras para coordenação 3D de modelos BIM	Plataforma para gerenciamento e checagem de dados de modelos BIM	Sistema para gerenciamento de informações
Usos gerais	Detecção de conflitos e verificação da qualidade do modelo BIM	Visualização e validação de modelos	Gestão de conflitos, extração de dados de modelos, integração com GIS, auditoria de modelos, gestão de documentos
Input	IFC	IFC	IFC
Interface	Versão <i>desktop</i>	Plataforma <i>online</i>	Plataforma <i>online</i>
Método de checagem	<i>Templates</i> de regras	Tradução de regras para linguagem <i>Express</i>	Mapeamento semântico de objetos
Potencialidades para o setor AEC	Grande variedade de <i>templates</i>	Flexibilidade para customização de regras	
Limitações para o setor AEC	Criação de novas regras difícil e burocrática	Extenso conhecimento de programação para criação de novas regras	

Quadro 7 – Resumo das características das tecnologias de verificação automática de regras

Por outro lado, há soluções que não realizam checagem automática de regras, mas também são capazes de registrar, planejar e manipular os dados não gráficos dos modelos, podendo ser utilizadas para controlar requisitos de projeto. Nesse sentido, citam-se *softwares* como o dRofus, Codebook e o BIMeye, caracterizados como plataformas de gerenciamento de dados para empreendimentos que se preocupam mais com os atributos das formas geométricas.

De origem norueguesa, o dRofus é desenvolvido pela empresa dRofus SA (marca que, hoje em dia, pertence ao Grupo Nemetschek) o pode ser caracterizado, de forma geral, como uma ferramenta de controle de dados espaciais, capaz de comparar o planejamento inicial com as informações que, de fato, estão nos modelos BIM ao longo do processo de projeto (FAN; CHI; PAN, 2019).

Da mesma forma, o Codebook se propõe a gerenciar as características espaciais dos espaços dos modelos ao longo do ciclo de vida do projeto. Por meio de módulos como o ‘Coletor de Dados do Ambiente’ e ‘Dados dos Ambientes de Projeto’,

a ferramenta permite que todas as partes interessadas visualizem, comentem ou até alterem os dados registrados, seguindo determinadas regras de controle de acesso.

O BIMeye é uma plataforma que tem como princípios a colaboração, o compartilhamento e a integração, fornecendo um ambiente centralizado para o armazenamento de informações do projeto (PATSOUMADAKIS, 2021). Para criar o banco de dados do projeto, a conexão e a sincronização com o modelo acontecem por meio da importação do arquivo no formato IFC; além disso, os participantes podem integrar a ferramenta com outros tipos de arquivos, como planilhas orçamentárias e cronogramas de construção.

Isto posto, pode-se dizer que as três ferramentas possuem objetivos e características similares, e não foram encontradas na literatura fontes que comparem as particularidades de cada solução. O resumo das características gerais de cada solução pode ser visualizado no Quadro 8, apresentado a seguir.

Ferramenta	dRofus	CodeBook	BIMeye
Empresa	dRofus – Grupo Nemetschek	CodeBook	Graphisoft – Grupo Nemetschek
Descrição conforme cada fabricante	Ferramenta para colaboração e gestão de dados	Ferramenta para gerenciamento de informações do projeto	Solução baseada em nuvem para gerenciamento de dados
Usos gerais	Planejamento e gestão de dados do empreendimento desde a concepção do projeto até a finalização da construção e início da fase de operação e manutenção		
Input	IFC, Modelo Nativo	IFC, Modelo Nativo	IFC
Interface	<i>Versão desktop, web, plugin</i>	<i>Versão desktop, plugin</i>	Plataforma <i>online</i>
Potencialidades para o setor AEC	Criação de um banco de dados do projeto, centralizando a informação e aumentando a sua rastreabilidade		
Limitações para o setor AEC	Análises da conformidade do modelo frente a regras pré-estabelecidas ainda são feitas manualmente		

Quadro 8 – Resumo das características das tecnologias de gerenciamento de dados

Diante do universo tecnológico apresentado, com base nos fatores acessibilidade, estudos na literatura e profissional, o *software* escolhido para dar continuidade ao desenvolvimento desta pesquisa foi o dRofus. Embora todas as ferramentas estejam disponíveis no mercado, a utilização de algumas plataformas é maior do que outras e isso se reflete tanto na quantidade de material disponível para

usuários que buscam aprender o *software*, quanto no número de pesquisas desenvolvidas sobre o assunto.

Por ser considerado uma das principais ferramentas em uso na atualidade, o Solibri Office já foi bastante explorado no meio acadêmico e, embora ainda possa existir espaço para mais estudos, optou-se pela sua não utilização no desenvolvimento deste trabalho. Dentre as outras opções, o dRofus possui relação profissional direta com a pesquisadora, estabelecendo, portanto, um vínculo prático à escolha. Dessa forma, a ferramenta será aprofundada a seguir.

4.2.2 dRofus

O dRofus nasceu a partir de uma demanda específica: organizar requisitos de projetos hospitalares. Em 2017, a marca foi adquirida pelo grupo Nemetscheck e, atualmente, atende diferentes tipologias de construção civil, da edificação à infraestrutura.

Seu objetivo é gerenciar os dados do empreendimento e, embora a ferramenta seja mais associada à fase de concepção e ao planejamento dos requisitos do projeto, tem o potencial de acompanhar a construção até a fase de operação e manutenção pelo fato de ser capaz de entregar um registro completo de informações de todos os espaços, sistemas e itens que configuram o ativo.

É interessante ressaltar que o guia três da coletânea da ABDI-MDIC refere-se ao dRofus como uma das poucas soluções que se caracterizam por completo como um Ambiente Comum de Dados, ou *Common Data Environment* (CDE), que seria uma fonte única de informações para que diferentes agentes e disciplinas capturem, gerenciem e difundam os dados aprovados de projeto (ABDI-MDIC, 2017).

O dRofus se baseia em três pilares principais:

- a) ambientes (*rooms*): são os espaços que compõem a construção e onde são registrados os requisitos quantitativos e qualitativos, além de listas de objetos que irão compor o empreendimento. Esse registro é feito por meio das Fichas de Dados dos Ambientes (RDS), nas quais é possível inserir inúmeros dados organizados pelas abas correspondentes. O gerente do sistema pode customizar todos os campos, conforme a necessidade do projeto e suas

características específicas (Figura 28). A proposta é que diferentes agentes acessem a ficha e, com base em sua respectiva disciplina e expertise, alimentem os dados de projeto e autorizem seu uso para os demais, garantindo a confiabilidade das informações;

- b) itens: são todos os objetos que precisam ser instalados, comprados ou rastreados no projeto. Como no módulo anterior, cada item possui uma ficha, na qual podem ser alimentados dados referentes aos modelos de fabricação, especificações técnicas, custo previsto, interface com outros sistemas, arquivos externos e até mesmo a família do componente de um *software* de autoria (Figuras 29 e 30);

os requisitos são organizados por disciplinas

01.01.01.001 () Sala AP 101
lista de itens

← Previous Next Show Log Print

Properties **Room Data** Images Documents
Móveis e Decoração Elétrica Portas e Janelas Mecânico Equipamentos Paredes

Overwritten values Room Data Status View Filter 7/5/2020 19
Derived from PT.001

Descrição Projeto/Predial Janelas e Portas Hidráulica e Gás Elétrica Conforto Térmico e Qualidade do Ar Acústica Incêndio Comunicação e Segurança Operação Requisitos Externos

Parede

Paredes Limitrofes Vedação - Bloco Cerâmico ou Concreto Vedação - Drywall

Drywall Isolamento Acústico Isolamento Térmico

Equipamento fixado na parede

Vão para outro espaço

Proteção de privacidade

Proteção Contra Impactos 0,00

Teto

Equipamento fixado no teto

Piso

Acabamento Quant. de Materiais Materiais

Coefficiente de Atrito Dinâmico

Ruído de impacto L'nT,w < 80 db (Unidades) < 55 db (Uso Coletivo)

Resistente à umidade

Resistente à ataque químico

Resistência ao desgaste em uso

Abertura no piso para equipamento

Outro

B I U

Circulação

Tipo Uso Comum Uso Público Grande Fluxo

Extensão dos corredores até 4,00 metros até 10 metros Superior a 10,00 metros

Largura dos Corredores (min) 0,90 1,20 1,50 1,50 Outro (6.8.10 NBR 9050)

Geral Ambiente

Requisitos especiais para superfícies

Requisitos específicos som NBR.15.575

Outras funções visuais

Geometria

Comprimento meter

Largura meter

Altura entre forro e laje meter

Altura entre pisos meter

Altura entre piso e forro meters

Save Close

Figura 28 – Ficha de Dados do Ambiente (RDS) – dRofus

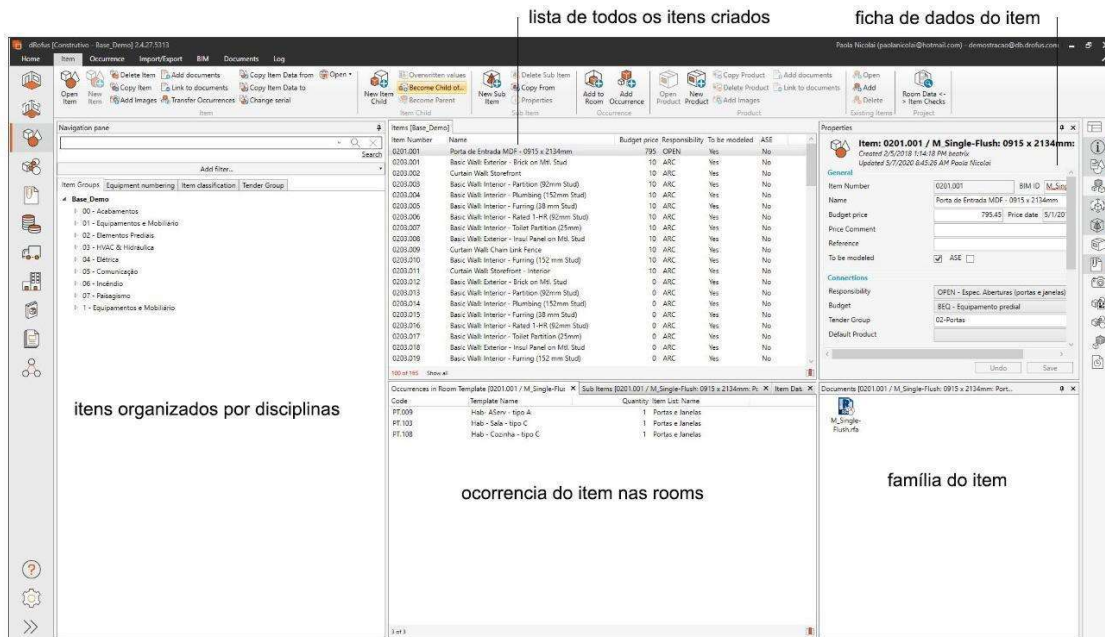


Figura 29 – Interface módulos de Itens – dRofus



Figura 30 – Ficha de dados do Item – dRofus

O dRofus prevê vários níveis de organização para os itens e pode fazer divisões por disciplinas ou por responsabilidades, por exemplo. Além disso, todos os objetos podem ser identificados por classificações-padrão, como o UniClass ou OmniClass. Os itens criados são vinculados aos ambientes, permitindo à ferramenta o monitoramento de suas ocorrências pelo projeto.

- c) templates: são Fichas de Dados que podem ser aplicadas a mais de um ambiente, caso existam vários espaços com características similares, logo, diferentes ambientes podem ser automaticamente atualizados a partir de um único local e, caso necessário, alterações específicas podem ser efetuadas individualmente.

Todos os ambientes podem ser organizados por departamento ou funções, criando uma hierarquia de espaços dentro do projeto. Não é obrigatório que a

ferramenta possua um modelo para gerar ambientes: a criação pode ser manual ou importada de planilhas, caso o usuário já tenha listado o programa de necessidades dessa forma, sincronizando-o posteriormente com o modelo. Da mesma forma, caso a modelagem conceitual já tenha sido realizada, o *software* permite a importação dos espaços. A estrutura analítica para o projeto criada pelo dRofus é melhor ilustrada na Figura 31.

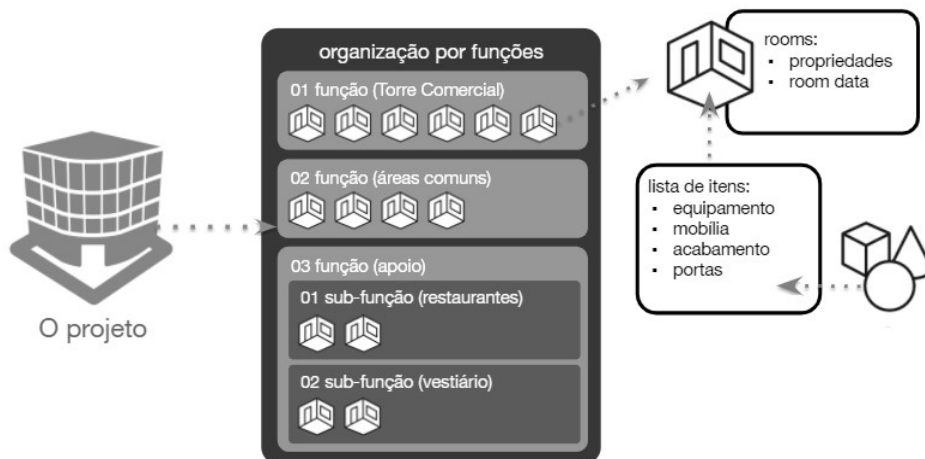


Figura 31 – Estrutura do empreendimento – dRofus

A partir de um *plug-in*, a ferramenta possui integração com os principais *softwares* de autoria e, dentro dele, é possível realizar algumas verificações, conforme o que foi registrado nas fichas de dados do sistema. Ao estabelecer a conexão entre os espaços do modelo com as *rooms*, a ferramenta verifica se todos os itens planejados foram modelados e se somam a quantidade correta.

Outro recurso disponível é a capacidade de troca de informações de modo bidirecional entre o dRofus e o *software* de autoria, por meio dos parâmetros do modelo. Dessa forma, o projetista pode extrair ou alimentar a ferramenta em seu próprio ambiente, conforme a direção do fluxo de dados configurado.

O dRofus possui integração com o IFC, possibilitando a visualização do modelo e das informações nele contidas, contudo, diferentemente do que se observa com os *softwares* de autoria, nesse caso, não é possível trocar ou atualizar dados com o arquivo. Todo o banco de dados criado para um projeto pode ser replicado para outros, diminuindo consideravelmente o trabalho de configurar o sistema em novos empreendimentos.

Embora a ferramenta possua outros recursos, estes não serão abordados nesta dissertação, que priorizou aprofundar os pontos essenciais para o entendimento geral das funcionalidades do dRofus, além das características importantes para o gerenciamento de requisitos. Para tanto, apresenta-se o fluxo da sequência lógica de utilização da ferramenta, junto a um modelo de informações (Figura 32).

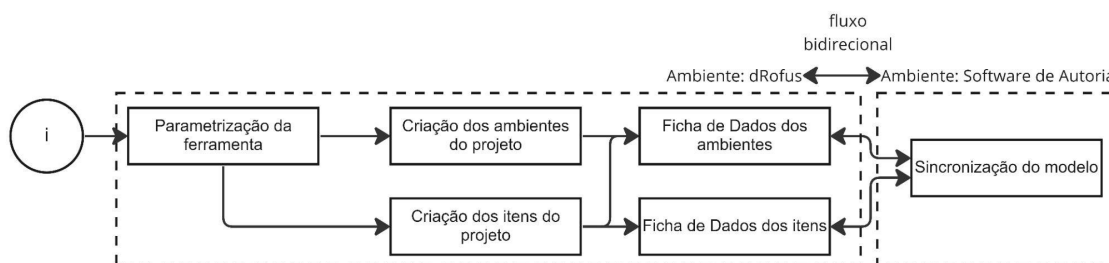


Figura 32 – Fluxo geral de utilização do dRofus

Cabe reforçar que a ferramenta é capaz de trocar dados com o modelo, mas a parametrização e interpretação das informações ainda são de responsabilidade do usuário. A utilização em um primeiro empreendimento pode ser trabalhosa, já que envolve a parametrização de toda a ferramenta para servir aos propósitos estabelecidos, no entanto, o banco de dados pode ser replicado para os próximos projetos, como já mencionado. O Quadro 9 resume as principais características do dRofus.

Item	dRofus
Recursos Principais	RDS, Itens e Templates
Customização	Campos de dados customizáveis
Interface	(1) Versão desktop, (2) <i>plug-in</i> em <i>softwares</i> de autoria, (3) <i>web</i>
Verificação de dados em modelos	Atributos e verificação de famílias, conforme itens criados e anexados nas listas das fichas de cada espaço.
Ambiente da verificação	Na própria interface ou no software de autoria
Potencialidades à luz da NBR 15.575	Customização de fichas de dados para compor listas de controle; conexão com o modelo e fluxo bidirecional de dados; centralização das informações
Limitações à luz da NBR 15.575	Validação manual e configuração inicial trabalhosa

Quadro 9 – Resumo das características do dRofus

4.2.3 Extração de informações do IFC via códigos de programação

Além de aprofundar as potencialidades de uma tecnologia já disponível no mercado, vislumbrou-se, ao longo das disciplinas cursadas pela pesquisadora, a possibilidade de desenvolvimento de uma segunda solução fundamentada na utilização de recursos gratuitos, formatos abertos e com maior flexibilidade aos usuários. De forma semelhante a algumas ferramentas existentes, essa opção também faz uso do arquivo IFC como entrada inicial e tem como princípio a extração de dados de sua estrutura, bem como a parametrização de regras de referência, por meio de códigos de programação.

A linguagem adotada é a Python e o ambiente de análise e criação dos códigos é o Jupyter Notebook, módulo utilizado por meio da ferramenta Anaconda Navigator. Para viabilizar a solução, utilizou-se a biblioteca IfcOpenShell (Open CASCADE), recurso que permite a leitura de arquivos IFC em ambientes de programação. Nesse sentido, a criação dos códigos depende, além do conhecimento básico da linguagem de programação, do entendimento da estrutura do IFC para permitir a estruturação de uma lógica de busca de informações dentro das entidades e respectivos atributos no arquivo.

Em geral, o fluxo de construção dessa solução tem como guia as recomendações de Eastman et al. (2009) para a elaboração de sistemas de checagem de informação, como foi visto no referencial teórico. É importante salientar que não faz parte do escopo desta proposta explorar meios computacionais para a tradução automática de regras em uma linguagem digital, portanto, a parametrização das condições de atendimento de cada item precisa ser escrita manualmente ao longo dos códigos.

O fluxo geral de utilização tem início com a exportação do modelo para o formato IFC, após sua preparação conforme a interpretação da regra a ser seguida. O arquivo então precisa ser salvo na mesma pasta em que o usuário instalou o *software* Anaconda, para que a ferramenta consiga identificar a sua existência.

Quanto ao ambiente de programação, as sentenças para a extração dos dados de interesse e para a criação dos valores de referência precisam ser escritas visando à verificação e divulgação dos resultados (Figura 33).

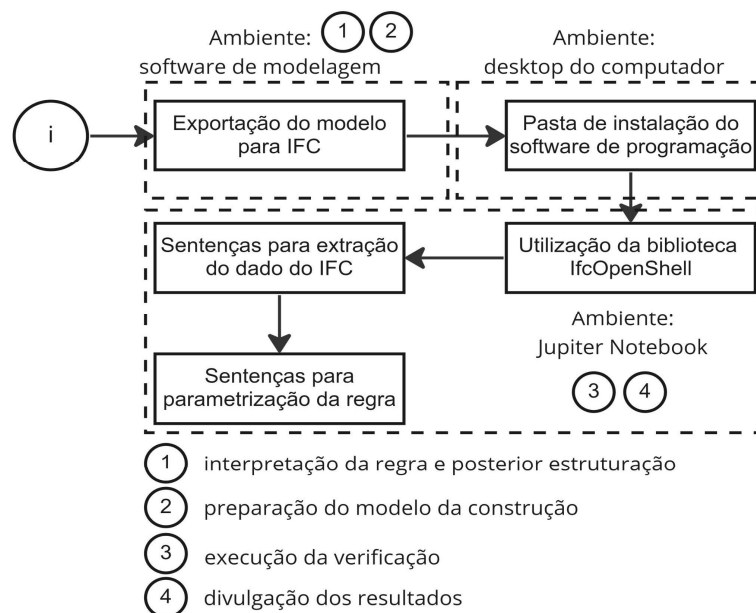


Figura 33 – Fluxo geral de utilização dos códigos de programação

4.3 GRUPOS FOCAIS

Uma vez determinadas as duas ferramentas, a primeira etapa da construção da proposta da pesquisa envolveu o desenvolvimento das diretrizes de base tecnológica para o gerenciamento dos requisitos da Norma de Desempenho. A discussão sobre o processo de projeto ocorre em um segundo momento, com o intuito de definir quais informações precisam ser gerenciadas e em que momento das fases do desenvolvimento do empreendimento isso acontece.

Conforme abordado na seção de metodologia, as atividades realizadas pela autora para a elaboração das propostas foram apoiadas por sessões de Grupos Focais. Ao todo, organizaram-se seis sessões, divididas em dois blocos distintos com objetivos específicos: o primeiro, composto pelas três primeiras reuniões, discutiu a classificação dos critérios de desempenho e as potencialidades das tecnologias para verificação da Norma de Desempenho; o segundo bloco, formado pelas últimas três sessões, analisou a coordenação do processo de projetos a partir dos seguintes eixos: fases de desenvolvimento do projeto e critérios da norma a serem gerenciados em cada etapa.

Cada sessão do Grupo Focal teve como entrada uma proposta inicial correspondente aos objetivos de discussão. As sessões realizadas foram: (i) classificação dos critérios da Norma de Desempenho; (ii) verificação por meio de

programação com IFC; (iii) verificação por meio do dRofus; (iv) consolidação das fases do processo de projeto; (v) e (vi) momento de verificação dos critérios de desempenho.

As colocações dos participantes foram utilizadas como meio de validação e aprimoramento das propostas iniciais de cada sessão, sendo que o produto do primeiro bloco também alimentou a estruturação das propostas discutidas nas reuniões seguintes, conforme se observa na Figura 34.

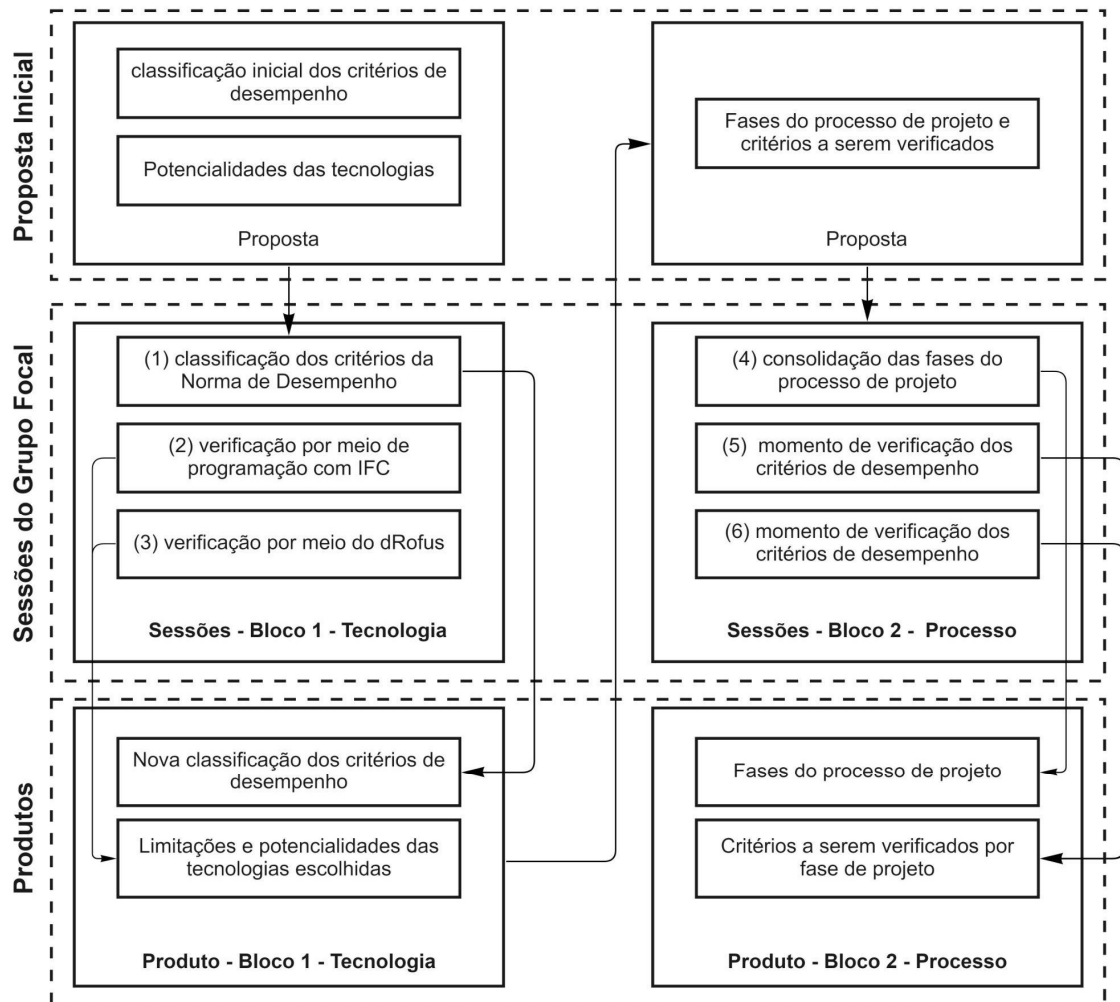


Figura 34 – Fluxo metodológico – Grupos Focais

A estruturação das reuniões foi realizada com base nos próprios objetivos específicos de discussão e expectativa de produto de cada sessão, como descrito nos Quadros 11 e 12. As sessões foram digitais e utilizaram apresentações de *slides* e outras ferramentas *online* para dinâmicas com interação em grupo.

Sessão	Objetivos Específicos	Estruturação da Sessão – Etapas
1	(1) Percepção dos participantes das lacunas em relação ao atendimento da Norma de Desempenho e pertinência de discussão do assunto	Apresentação dos objetivos da pesquisa e discussão sobre as principais dificuldades encontradas no gerenciamento de requisitos, de maneira a confirmar lacunas
	(2) Coerência, ou não, da classificação de critérios realizada, de acordo com o conhecimento prático e técnico da Norma de Desempenho	Apresentação e discussão da análise e proposta inicial de classificação dos critérios de desempenho
2	(1) Levantamento do atual nível de utilização do formato IFC por coordenadores	Alinhamento inicial de conceitos sobre o IFC
	(2) Avaliação dos participantes em relação ao sistema proposto	Apresentação da proposta de solução e demonstração, em tempo real, da verificação de alguns critérios de desempenho
	(3) Levantamento da percepção dos participantes da viabilidade e dificuldades de utilização na prática da solução	Questionamento do conhecimento técnico dos coordenadores de projeto em relação a códigos de programação, resistências, meios para implantação e conhecimento necessário
3	(1) Levantamento de como é a prática recorrente no gerenciamento de requisitos de projeto	Alinhamento inicial de conceitos sobre o gerenciamento de requisitos
	(2) Avaliação dos participantes em relação ao sistema proposto	Apresentação da proposta de solução e demonstração de como é a verificação de um critério de desempenho
	(3) Levantamento da percepção dos participantes da viabilidade e dificuldades de utilização na prática da solução	Questionamento da utilização de tecnologias de controle de dados, eficiência na verificação e engajamento da equipe na utilização da tecnologia

Quadro 10 – Estruturação das sessões do Bloco 1 – Tecnologia

Sessão	Objetivos Específicos	Estruturação da Sessão – Etapas
4	(1) Levantamento da percepção dos participantes em relação à importância da gestão do processo de projeto e o papel da coordenação	Alinhamento inicial de conceitos sobre a gestão do processo de projeto, com apresentação da proposta de diferentes autores da literatura
	(2) Definição das fases de processo de projeto	Dinâmica em grupo com propostas individuais e discussão da proposta da autora para consenso final
5	(1) Levantamento da percepção dos participantes em relação aos impactos do BIM no processo de projeto	Alinhamento inicial de conceitos sobre o BIM, com a indicação de eixos de discussão: colaboração, qualidade, escopo, etc.
	(2) Discussão sobre a existência de critérios com verificação pontual e/ou critérios com verificação ao longo de mais de uma fase do projeto	Revisão das fases de projetos definidas da sessão anterior e apresentação da proposta inicial de correlação das fases com as características dos critérios de desempenho
6	(1) Definição do momento de verificação de cada critério de desempenho do recorte determinado	Dinâmica em grupo para discussão das fases de projetos correspondentes de cada critério de desempenho a partir de proposta inicial

Quadro 11 – Estruturação das sessões do Bloco 2 – Processo

As seis sessões foram realizadas entre dezembro de 2020 e agosto de 2021. Os participantes são coordenadores de projeto do setor da construção civil e especialistas da Norma de Desempenho da região de São Paulo, e o perfil de cada profissional, bem com a presença de cada um deles ao longo das sessões pode ser visualizada no Quadro 12, apresentado a seguir.

Participante	Formação	Atuação	Tipo de Empresa	Sessão					
				1	2	3	4	5	6
A	Engenharia	Consultoria da Norma de Desempenho	Consultoria	x	x	x	x	x	x
B	Arquitetura	Coordenação de Projetos	Construtora	x		x		x	x
C	Engenharia	Coordenação de Projetos	Gerenciadora	x	x		x		x
D	Arquitetura	Gerência de projetos	Incorporadora e Construtora		x	x	x	x	x
E	Engenharia	Professor Doutor	Universidade	x	x	x	x	x	
F	Engenharia	Planejamento 4D	Gerenciadora				x	x	x

Quadro 12 – Identificação dos participantes – Grupos Focais

4.3.1 Sessão 1: Classificação dos critérios da Norma de Desempenho

A classificação dos critérios da norma visa selecionar os itens que podem ser verificados pelas tecnologias adotadas. Assim, organizou-se o conteúdo das seis partes da ABNT NBR 15.575 em um quadro, avaliando cada item a partir da descrição de todos os requisitos, critérios e métodos de avaliação, com o objetivo de encontrar características comuns e agrupá-las segundo análises relativas à objetividade, valores de referência e métodos de avaliação.

A primeira questão, que possibilitou a divisão dos critérios em dois grandes grupos, está relacionada com as características qualitativas e quantitativas dos itens (Figura 35). Embora a Norma de Desempenho indique que todos os critérios são quantitativos, foram identificados alguns itens com recomendações subjetivas ou indicando outras normas técnicas a serem consultadas. Conseqüentemente, a indicação textual explícita de valores de referência foi adotada para classificar os critérios no primeiro nível, mesmo que os outros documentos normativos citados tenham caráter quantitativo.

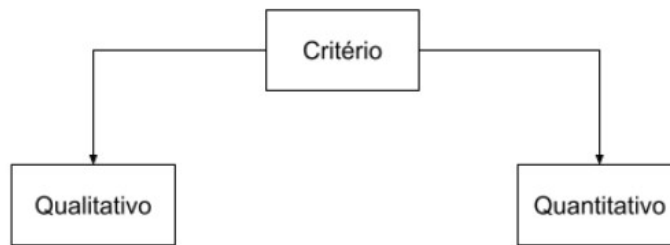


Figura 35 – Primeiro nível de classificação dos critérios

- Exemplo de critério classificado como *Qualitativo*

Parte 1 – 8.2.1.1 Proteção contra descargas atmosféricas: os edifícios multifamiliares devem ser providos de proteção contra descargas atmosféricas, atendendo ao estabelecido na ABNT NBR 5419 e demais Normas Brasileiras aplicáveis, nos casos previstos na legislação vigente.

Este item é atendido a partir do atendimento de outra norma técnica, a NBR 5419, portanto, trata-se de um critério qualitativo, mesmo que seu conteúdo seja quantitativo.

- Exemplo de critério classificado como *Quantitativo*

Parte 1 – 16.1.1 Altura mínima de pé direito: a altura mínima de pé-direito não pode ser inferior a 2,50 m. Em vestibulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas admite-se que o pé-direito se reduza ao mínimo de 2,30 m.

Este item apresenta uma métrica numérica clara de avaliação, qual seja, 2,50 m e 2,30 m, logo, é um critério quantitativo.

Os critérios quantitativos, por sua vez, foram divididos entre os que possuíam referências numéricas explícitas e os que contavam com indicações que poderiam ser adaptadas para métricas numéricas, ou seja, critérios que podem ter o seu conteúdo interpretado e transformado em valores de referência (Figura 36).

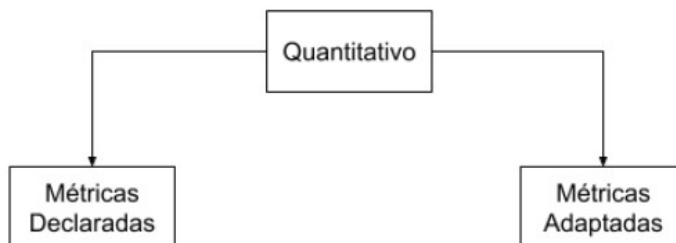


Figura 36 – Divisão de critérios quantitativos

- Exemplo de critério classificado como *Métricas Declaradas*

Parte 1 – 17.3.1 Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra:

Os componentes, equipamentos e dispositivos de manobra devem ser projetados, construídos e montados de forma a evitar que a força necessária para o acionamento não exceda 10 N nem o torque ultrapasse 20 Nm.

Aqui, as referências numéricas são declaradas diretamente no texto, com 10 N/ 20 Nm, respectivamente, portanto, podem ser inseridas nesta categoria.

- Exemplo de critério classificado como *Métricas Adaptáveis*

Parte 1 – 16.2.1 Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação: para os projetos de arquitetura de unidades habitacionais, sugere-se prever no mínimo a disponibilidade de espaço nos cômodos do edifício habitacional para colocação e utilização dos móveis e equipamentos-padrão listados no Anexo X de caráter informativo.

O Anexo X da norma, citado pelo critério, traz uma relação de móveis e respectivas dimensões mínimas que cada espaço da habitação precisa comportar. É possível transformar tais exigências em uma metragem quadrada ideal para cada espaço e, portanto, trata-se de um critério cujas métricas são passíveis de adaptação.

Os critérios qualitativos se subdividem em dois casos: no primeiro, há referência a outras normas técnicas, isto é, quando elas são atendidas, o critério está coberto; no segundo, os critérios citam itens que trazem recomendações vagas ou subjetivas, necessitando de diferentes análises para o seu atendimento (Figura 37).

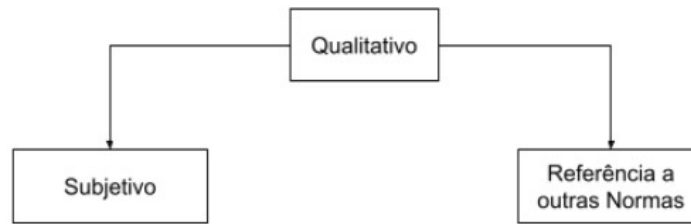


Figura 37 – Divisão de critérios qualitativos

- Exemplo de critério classificado como *Subjetivo*

Parte 3 – 9.3.1 A superfície do sistema de piso não pode apresentar arestas contundentes: a superfície do sistema de piso também não pode liberar fragmentos perfurantes ou contundentes, em condições normais de uso e manutenção, incluindo as atividades de limpeza.

O critério anterior não apresenta uma caracterização clara para que a superfície do sistema de piso se enquadre à exigência. Normalmente, a constatação de que o material segue sua respectiva norma técnica já é suficiente.

- Exemplo de critério classificado como *Referência a outras Normas*

Parte 6 – 7.2.2 Altura manométrica máxima: o sistema hidrossanitário deve atender à altura manométrica máxima estabelecida na ABNT NBR 5626.

Este item é atendido a partir do cumprimento de outra norma técnica, a NBR 5626, logo, trata-se de um critério que demanda uma referência externa para ser atendido.

O fato de a NBR 15.575 indicar outros documentos a serem consultados já poderia indicar que os respectivos critérios não podem ser diretamente checados, pois envolvem análise extensa de outros códigos. De fato, há critérios cujo atendimento depende de inúmeros itens a serem mapeados em outras normas técnicas, contudo, existem critérios que indicam pontos mais específicos. Dessa maneira, considera-se que pertencem a grupos diferentes, o que remete a um terceiro nível de classificação (Figura 38).

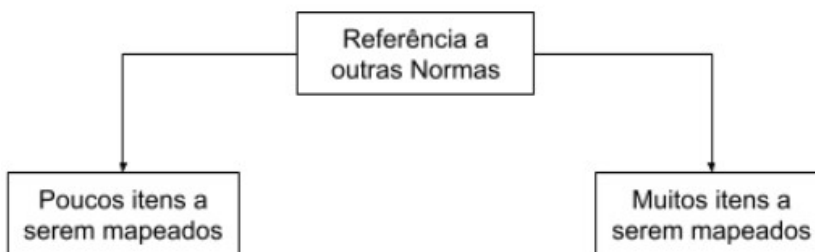


Figura 38 – Terceiro nível de classificação dos critérios

- Exemplo de critério classificado como *Muitos itens a serem mapeados*

Parte 2 – 7.3.1 Estados-limites de serviço: sob a ação de cargas gravitacionais, de temperatura, de vento (ABNT NBR 6123), recalques diferenciais das fundações (ABNT NBR 6122) ou quaisquer outras solicitações passíveis de atuarem sobre a construção, conforme ABNT NBR 8681.

O atendimento do critério está condicionado às normas NBR 6123, NBR 6122 e NBR 8681, sendo assim, a análise é extensa e sujeita a inúmeros itens.

- Exemplo de critério classificado como *Poucos itens a serem mapeados*

Parte 3 – 9.2.1 Desníveis abruptos: para áreas privativas de um mesmo ambiente, eventuais desníveis abruptos no sistema de piso de até 5 mm não demandam tratamento especial. Desníveis abruptos superiores a 5 mm devem ter sinalização que garanta a visibilidade do desnível, por exemplo, por mudanças de cor, testeiras, faixas de sinalização. Para as áreas comuns deve ser atendida a ABNT NBR 9050.

O critério aborda um assunto específico – desnível entre pisos, assim, a análise da NBR 9050 está limitada, neste caso, ao assunto em questão e não ao documento completo, que pode estar contemplado em outros critérios.

A estrutura de árvore completa da classificação inicial adotada, bem como o resultado da divisão dos critérios, podem ser vistos, respectivamente, na Figura 39 e no Quadro 13, ilustrados a seguir.

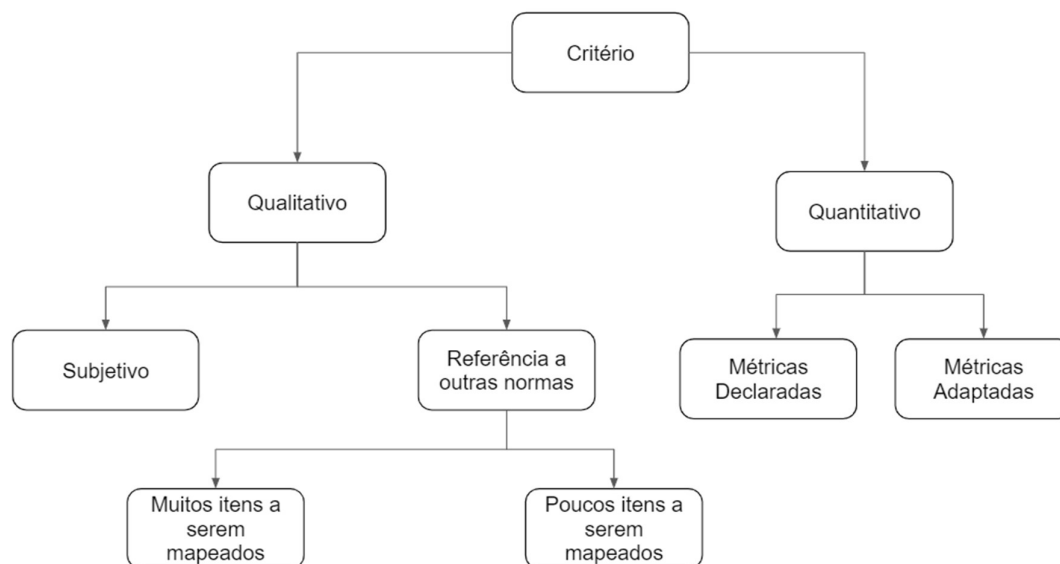


Figura 39 – Estrutura completa de classificação dos critérios de desempenho

Critérios da Norma de Desempenho	165 critérios			
	Qualitativos	79 critérios		
		Subjetivos	16 critérios	
		Referência a outras normas	63 critérios	
			Muitos itens a serem mapeados	40 critérios
			Poucos itens a serem mapeados	23 critérios
	Quantitativos	86 critérios		
Métricas declaradas		85 critérios		
Métricas adaptadas		Um critério		

Quadro 13 – Divisão dos critérios pela classificação

Posteriormente à classificação dos critérios, teve início, de fato, a análise das ferramentas selecionadas, responsável por verificar a possibilidade de gerenciamento desses itens amparada pelas características de cada solução. Embora apresentem propostas diferentes, a viabilidade ou inviabilidade de checagem dos critérios para o dRofus e para os códigos de programação do IFC possuem lógicas semelhantes; isso acontece porque o objeto de análise de ambas as soluções recai sobre o parâmetro do modelo.

Assim, todos os critérios possuidores de métricas que podem ser diretamente comparadas com valores de referência e transformadas em parâmetros de projeto

podem ser considerados viáveis para checagem nessas soluções. A indicação da viabilidade de verificação seguiu a seguinte legenda:

- a) **Positivo – informações no modelo:** o critério pode ser gerenciado pela ferramenta a partir de dados que, normalmente, já estão contidos em um modelo de informações;
- b) **Positivo – necessita de ensaios/simulações:** o critério pode ser gerenciado se determinadas informações, oriundas de atividades externas, forem adicionadas ao modelo;
- c) **Avaliação parcial:** parte do conteúdo do critério pode ser gerenciado pela ferramenta;
- d) **Negativo – necessita de análises externas:** a ferramenta é incapaz de verificar o critério, seja pela necessidade de cálculos, apoio de outras análises ou dependência direta de outras fases do ciclo de vida do empreendimento.

4.3.2 Sessão 1: Análise da interação entre os especialistas do Grupo Focal

Na primeira sessão, após a apresentação da pesquisa e de seus objetivos, foram debatidas as principais dificuldades relacionadas ao atendimento dos requisitos da Norma de Desempenho no processo de coordenação de projetos e a respectiva sinergia com o BIM, a partir de pontos levantados pela autora e pela perspectiva dos participantes.

Foi consenso entre os especialistas a necessidade de evolução do conhecimento técnico por parte dos profissionais da área no que se refere à ABNT NBR 15.575. A Participante A relatou que a declaração de atendimento aos requisitos por parte dos projetistas nem sempre é fácil, pois esses profissionais, muitas vezes, não querem assumir ou preferem transferir as responsabilidades técnicas sobre alguns itens, principalmente se houver especialistas ou uma consultoria envolvida. Tal fato foi apontado como um dificultador para a coordenação dos projetos. Os participantes concordaram que há casos em que os próprios coordenadores não entendem a gravidade do assunto, provavelmente pelo pouco domínio da norma.

Com relação à sinergia da NBR 15.575 com o *Building Information Modeling*, o Participante B destacou que as expectativas dos entregáveis do processo de projeto

no que se refere à modelagem da informação ainda não estão alinhadas entre o cliente e os projetistas. Nesse contexto, reforçou a importância da contratação e de reuniões iniciais entre todos os envolvidos, com o propósito de esclarecer quais são os dados requeridos e como e quando devem ser entregues.

Os demais profissionais concordaram com as colocações e constataram que trata-se de um processo que precisa de amadurecimento. Todos entendem que há recursos que podem ajudar no atendimento de requisitos de desempenho, mas ninguém os utiliza na rotina de trabalho. É importante ressaltar que o BIM não se faz presente ou está em estágio inicial de adoção para a maioria dos participantes presentes nesta sessão.

Em seguida discutiu-se a proposta de classificação dos critérios de desempenho da norma, visando à verificação de tecnologias BIM por parte da coordenação de projetos. Ao discorrer sobre as diretrizes de separação adotadas, o Participante A reagiu, afirmando que muitos critérios não pertencem ao escopo e capacidade do coordenador no que concerne à checagem do atendimento, mas sim do projetista, que vai entregar um atestado de responsabilidade técnica, ou do parecer de um especialista. A título de exemplo, foram utilizados requisitos de desempenho estrutural e de instalações elétricas.

Ainda sobre esse assunto, os demais participantes concordaram que o coordenador precisa ter uma visão técnica geral, mas seu papel é mais forte na compatibilização e no direcionamento das informações aos projetistas, limitando sua verificação técnica do desempenho a aspectos pontuais. O Participante C relatou que os problemas costumam aparecer quando a declaração de atendimento à norma é solicitada aos projetistas, cabendo ao contratante aceitar ou não possíveis lacunas nesse sentido.

Aprofundando o debate sobre a classificação dos critérios, todos apoiaram o fato de a ABNT NBR 15.575 se caracterizar como uma norma que referencia inúmeros documentos técnicos, apresentando diversos subitens. O Participante B concordou com a categoria relacionada às exigências subjetivas e o Participante A relatou que critérios dessa natureza normalmente exigem uma análise da especificação do material e de detalhes do projeto para tentar diminuir a subjetividade do critério.

Considerando as questões levantadas até então, foi indagado aos participantes o quão interessante seria se todas as informações e declarações passíveis de verificação por parte dos coordenadores estivessem em um único modelo. O Participante B e o Participante C responderam positivamente, sugerindo que poderia haver um *checklist* para preenchimento obrigatório dos projetistas, visando à validação da modelagem. O Participante A afirmou que, para critérios cuja especificação do material já direciona para o seu atendimento, a abordagem de buscar as informações do modelo pode funcionar bem, contudo, itens mais complexos, como aqueles relacionados ao desempenho térmico, acústico e lumínico, demandam um estudo externo.

Em relação aos critérios que necessitam de simulações, o Participante A relatou que tais itens já são verificados por especialistas no momento de realização das análises, assim, não precisam ter os seus resultados adicionados a um modelo de informação para serem checados pela coordenação. O grupo concordou que o mesmo raciocínio poderia ser adotado para critérios que pedem ensaios.

Por outro lado, houve novo consenso entre os especialistas quanto ao fato de que existem critérios que precisam ser analisados com mais cuidado pelos coordenadores, como aqueles relacionados a alguma especificação de projeto (materiais, equipamentos, etc.) ou características físicas do modelo, como o pé-direito.

Por fim, os participantes chegaram à conclusão de que tais práticas poderiam ser a base do sistema de classificação, aprofundando as potencialidades de tecnologias somente em relação a critérios que, de fato, precisam ser verificados por meio de um modelo. Ademais, concordaram que, mesmo que as checagens não se estendam para a maioria dos itens da norma, o que for possível de ser feito de forma mais automatizada já é desejável.

4.3.3 Sessão 2: Verificação de critérios de desempenho por meio do IFC

Conforme relatado anteriormente, os critérios de desempenho passíveis de checagem pelo IFC são aqueles avaliados por valores de referência, relacionados a características geométricas e outros parâmetros do modelo. Portanto, após a seleção dos critérios viáveis, em conformidade com a classificação efetuada, cada critério foi

estudado e o seu conteúdo, categorizado, visando a melhor organização dos dados a serem considerados para a criação dos códigos de programação.

Os parâmetros selecionados, devidamente ilustrados pelo Quadro 14, foram os seguintes: norma regente; métrica de referência; elementos do modelo envolvidos; condições; características necessárias ao modelo; parâmetro a ser criado; disciplinas relacionadas e sistema de classificação de objetos – este, escolhido pelo fato de o item estar inserido na delimitação proposta de classificação.

É importante ressaltar que o sistema de classificação de objetos foi considerado com o propósito de aumentar a universalização dos códigos de programação. Uma vez que as informações do modelo protagonizam essa solução, a adoção de uma linguagem comum para identificar os objetos e espaços do modelo diminui a necessidade de possíveis adaptações aos códigos. Como a norma brasileira de classificação ainda está em desenvolvimento, optou-se pelo uso do sistema no qual ela se baseia, a classificação OmniClass.

NBR 15.575:2013 Parte 1 – 13.3.1 Níveis de iluminação artificial: os níveis gerais de iluminação promovidos nas diferentes dependências dos edifícios habitacionais por iluminação artificial devem atender ao disposto na Tabela 6

Norma Regente	NBR 5413
Métrica de Referência	Lux
Elementos do modelo envolvidos	Espaços
Condições *Nível Mínimo	Sala de Estar; Dormitório; Banheiro; Área de Serviço > 100 lux Cozinha > 200 lux Corredores, Escadas, Garagens cobertas > 75 lux Garagens descobertas > 20 lux
Características necessárias ao modelo	Parâmetro relacionado a iluminação artificial ligado aos espaços do modelo
Parâmetro a ser criado	Iluminação Artificial (lux)
Disciplinas relacionadas	Arquitetura, Luminotécnica
Sistema de classificação de objetos – OmniClass	Sala de Estar: 13-57 13 15 11 Dormitório: 13-65 19 00 Banheiro: 13-23 17 00 Área de Serviço: 13-65 17 00 Cozinha: 13-65 23 00 Corredores: 13-25 11 11 Escadas: 13-23 11 Garagens cobertas: 13-21 13 00 Garagens descobertas: 13-21 11 00

Quadro 14 – Conjunto de parâmetros do critério 13.3.1 – Parte 1 NBR 15.575:2013

Na sequência, utilizando um *software* de autoria, foi criado um modelo de edifício habitacional para o desenvolvimento do protótipo virtual, de acordo com a Figura 40. Para tanto, optou-se pelo Revit, versão 2019, da Autodesk, por tratar-se de uma ferramenta já conhecida pela autora. O objetivo da modelagem era criar as informações necessárias para os respectivos critérios da norma, gerando um arquivo IFC para a rodagem dos testes com os códigos de programação a serem elaborados.

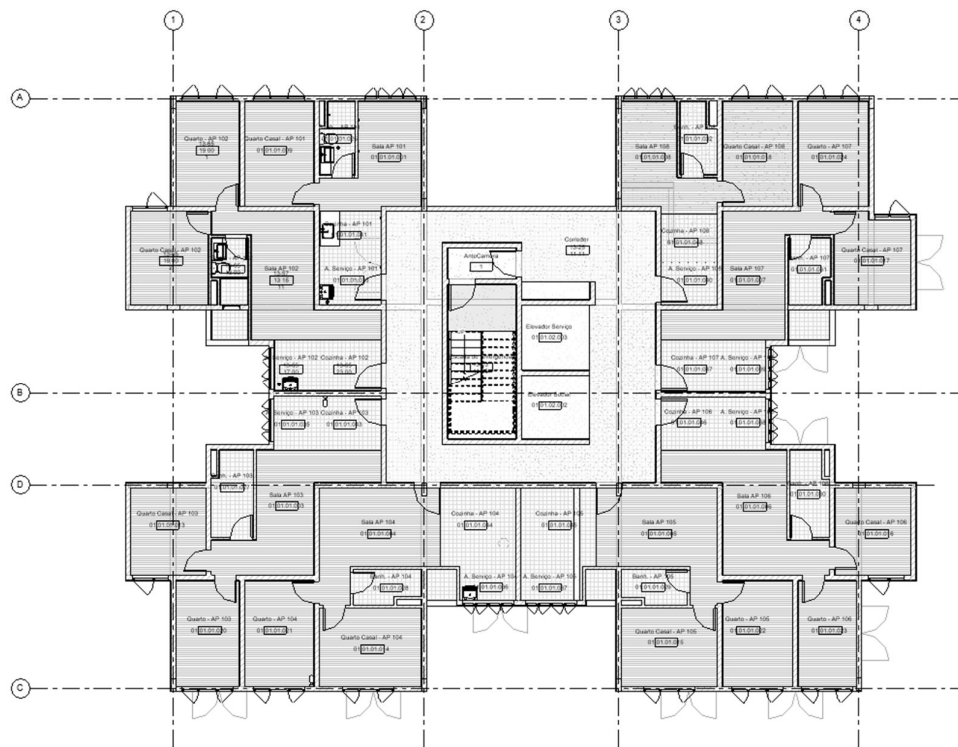


Figura 40 – Pavimento Tipo – Modelo

As características requeridas ao modelo, identificadas para cada critério, foram criadas dentro do *software* por meio da modelagem de determinado objeto ou de parâmetros relacionados aos respectivos elementos envolvidos (Figura 41).

Todos os parâmetros gerados foram preenchidos em conformidade com a respectiva referência da NBR 15.575. Foram atribuídos valores maiores e menores ao indicado em norma, a fim de simular resultados positivos e negativos para a verificação. Posteriormente, exportou-se o arquivo para o formato IFC e as configurações de saída inicialmente seguiram aquelas pré-estabelecidas para o “IFC 2 x 3 Coordination View 2.0”. A versão ‘2 x 3’ foi a escolhida por ainda ser a mais estável para o respectivo *software* de autoria em relação aos formatos mais recentes, e o *Model View Definition* (MVD) adotado é o padrão do exportador.

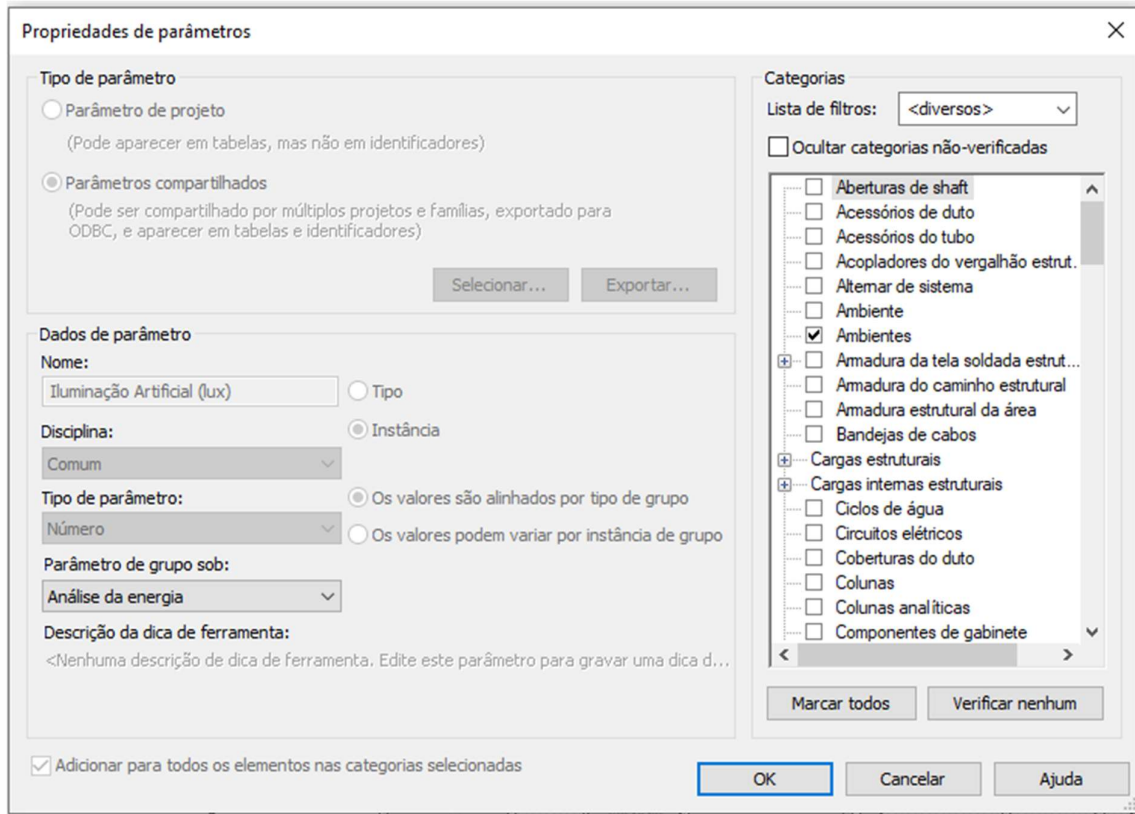


Figura 41 – Criação do parâmetro “Iluminação Artificial (lux)” relacionado ao ambiente

Todavia, identificou-se que essa configuração de saída possui algumas limitações, já que nem todos os parâmetros criados foram encontrados posteriormente no IFC. Um primeiro ponto a ser destacado refere-se ao fato de que parâmetros criados para materiais não são exportáveis nesse formato por uma limitação do *software* de modelagem adotado. Dessa forma, todos os dados sempre foram associados ao elemento correspondente do modelo.

Outro ponto importante está ligado à própria seleção do MVD. Após explorar as configurações de saída do MVD adotado, o “Coordination View 2.0”, percebeu-se que ele não exporta dados relativos a “quantidades-base”, ou seja, valores gerados a partir da geometria do modelo para traduzir valores de quantidade física (AUTODESK, 2018), como os relativos às áreas, além de propriedade do Revit. Por essa razão, as opções “Limite de Espaço – segundo nível”, “Conjunto de Propriedades” e “Quantidades-Base” foram adicionadas (Figura 42), criando configurações de saída personalizadas.

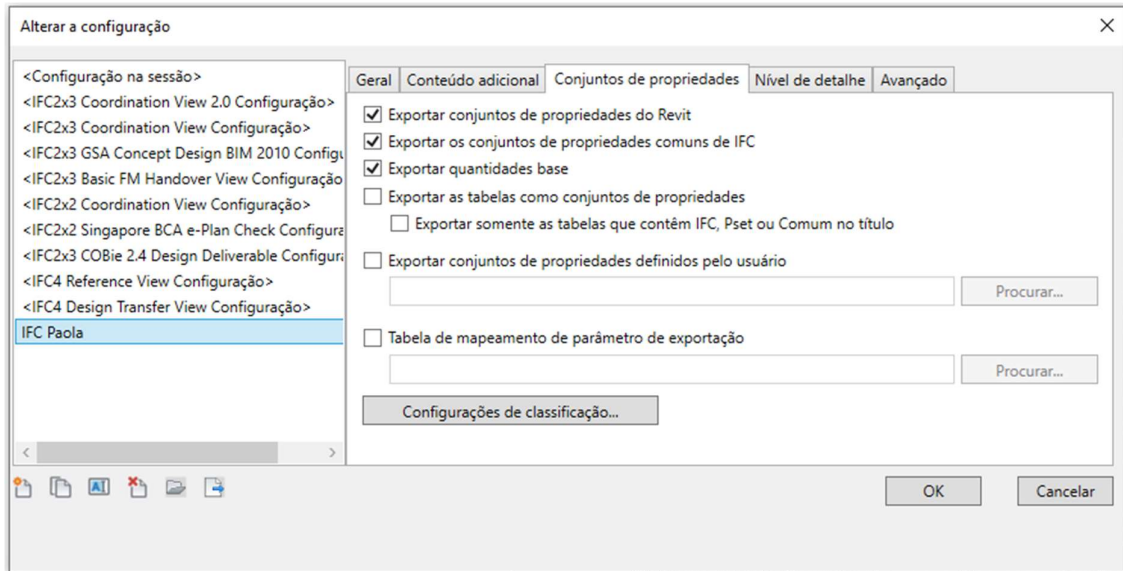


Figura 42 – Configuração de exportação IFC

Com o IFC pronto, foi preciso estudar uma estratégia para encontrar a informação requerida no arquivo antes mesmo de adentrar no ambiente de programação. Isso significa entender a estrutura do IFC, suas entidades, lógica de organização e herança de atributos, logo, a documentação técnica da buildingSmart foi fundamental para essa etapa.

A lógica encontrada para buscar a informação relativa ao critério “exemplo”, relacionado aos níveis de iluminação artificial, será descrita a seguir.

O parâmetro criado Iluminação Artificial (lux) é representado por uma entidade identificada como “*ifcpropertysinglevalue*”, que integra um conjunto de propriedades – “*ifcpropertyset*” – relacionado a determinado objeto, no caso, um “*ifcspace*”, pela entidade “*ifcreldefinesbyproperties*”, conforme ilustrado pela Figura 43.

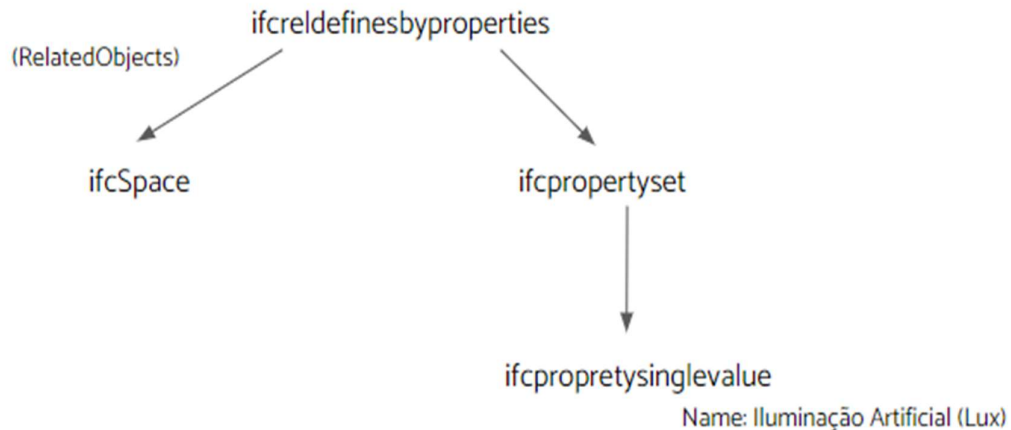


Figura 43 – Entidades relacionadas ao parâmetro Iluminação Artificial (lux)

O Código de Programação a ser criado precisa seguir essa diretriz para encontrar as informações de interesse no IFC, que são os próprios valores atribuídos a esse parâmetro nos espaços do modelo, para então viabilizar a parametrização dos números de referência da norma e compará-los (Figura 44).

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('Residencial-dRofus-TorreA.ifc')

lista_propriedades = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByProperties')
for item in lista_propriedades:
    def_i_prop = item.RelatingPropertyDefinition
    if def_i_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
        list_propriedades = def_i_prop.HasProperties
        for propriedades in list_propriedades:
            if propriedades.Name == 'Iluminação Artificial (lux)':
                ifcSpace = item.RelatedObjects
                for espaco in ifcSpace:
                    valor_projeto = propriedades.NominalValue.unwrappedValue
                    if espaco.Name == '13-65 23 00':
                        if valor_projeto >= 200:
                            print(espaco.LongName,valor_projeto,'Aprovado')
                    if espaco.Name == '13-65 23 00':
                        if valor_projeto < 200:
                            print(espaco.LongName,valor_projeto,'Reprovado')
                    if espaco.Name == '13-57 13 15 11' or espaco.Name == '13-65 19 00' or espaco.Name == '13-23 17 00' or espaco.Name == '13-23 17 00':
                        if valor_projeto >= 100:
                            print(espaco.LongName,valor_projeto,'Aprovado')
                    if espaco.Name == '13-57 13 15 11' or espaco.Name == '13-65 19 00' or espaco.Name == '13-23 17 00' or espaco.Name == '13-23 17 00':
                        if valor_projeto < 100:
                            print(espaco.LongName,valor_projeto,'Reprovado')
                    if espaco.Name == '13-25 11 11' or espaco.Name == '13-23 11 13' or espaco.Name == '13-21 13 00':
                        if valor_projeto >= 75:
                            print(espaco.LongName,valor_projeto,'Aprovado')
                    if espaco.Name == '13-25 11 11' or espaco.Name == '13-23 11 13' or espaco.Name == '13-21 13 00':
                        if valor_projeto < 75:
                            print(espaco.LongName,valor_projeto,'Reprovado')
  
```

entidades relacionadas na diretriz de construção

parâmetro: variável a ser adaptada

classificação Omniclass

parametrização do critério

```

Garagem 74.0 Reprovado
Escada de Emergência 140.0 Aprovado
Banh. - AP 102 110.0 Aprovado
Corredor 200.0 Aprovado
Sala AP 102 90.0 Reprovado
A. Servico - AP 102 100.0 Aprovado
Quarto - AP 102 250.0 Aprovado
Quarto Casal - AP 102 250.0 Aprovado
Cozinha - AP 102 150.0 Reprovado
  
```

resultado

Figura 44 – Detalhamento da construção do código

A classificação OmniClass foi utilizada com vistas à diminuição da interação do usuário e, nesse caso, foi atribuída aos espaços do modelo. Ao fim, foi solicitado ao programa que imprimisse “Aprovado” ou “Reprovado”, o valor do parâmetro no modelo e o respectivo espaço relacionado. O resultado pode ser visto na Figura 39.

É importante reforçar que a lógica adotada para esse critério exemplo não é necessariamente a mesma para a verificação dos demais itens da Norma de Desempenho que fazem parte da delimitação da pesquisa. Nesse caso, a propriedade Iluminação Artificial (lux) está conectada aos espaços, mas há critérios que estão relacionados a outros elementos do modelo, a serem identificados pelo conjunto de parâmetros levantados anteriormente. Assim, faz-se necessário repetir a lógica de construção dos códigos para todos os critérios selecionados na fase de classificação.

4.3.4 Sessão 2: Análise da interação entre os especialistas do Grupo Focal

De acordo com relatos anteriores, a realização da sessão do grupo focal teve como objetivo validar a proposta preliminar. A primeira etapa teve início e, alinhados os conceitos, os participantes foram questionados sobre a atual utilização, por coordenadores de projeto, do IFC. Os especialistas entraram em consenso e acreditam que o formato já se faz presente para a maioria desses profissionais, no entanto, percebeu-se que todos os relatos evidenciaram que o uso do IFC estava limitado, principalmente, à visualização e análise do modelo de estrutura pela arquitetura, pelo fato de o primeiro ter origem em *softwares* mais específicos. Com relação ao conhecimento e aproximação com sistemas de classificação de objetos, todos afirmaram que não utilizam e desconhecem algum caso em que essa classificação se faz presente.

Na segunda etapa, posteriormente à demonstração da solução, a proposta foi bem aceita por todos os participantes, que reforçaram que, mesmo diante da impossibilidade de verificação de todos os critérios, a automatização é bem-vinda para o que for possível.

Sob essa ótica, algumas observações importantes foram registradas. O Participante A expressou preocupação quanto ao fato de que, para viabilizar essa solução, é preciso que as informações necessárias ao modelo estejam muito claras e detalhadas. Isso porque os projetistas estão acostumados a efetuar especificações que não favorecem a checagem de características técnicas dos produtos. Como exemplo, o Participante A citou a indicação de um revestimento cerâmico de piso: somente a marca e a dimensão são indicadas, e o restante das características precisa ser procurado na ficha técnica do material.

Quanto ao conhecimento técnico de coordenadores sobre a criação de códigos de programação, a reação ao questionamento foi de estranhamento e todos admitiram que esse conceito está bem distante de suas realidades. O Participante D levantou a própria questão do perfil do coordenador de projetos, afirmando que, hoje, esse *player* precisa lidar com muitas atividades paralelas, relacionadas principalmente à compatibilização e planejamento, o que acaba implicando na contratação de especialistas para casos mais técnicos.

Por fim, apresentou-se um resumo sobre as ferramentas, recursos e conhecimentos necessários para tal abordagem, buscando o entendimento, com o grupo, de quais eram as lacunas e resistências, e a viabilidade de aplicar essa solução na prática. O Participante E destacou a necessidade de o coordenador conhecer o processo de projeto, pois muitas vezes, conforme abordado, a informação chega em formatos e, principalmente, em momentos distintos. Em relação à proposta, o participante entendeu viável e discordou do termo "resistências", pois considera que tudo o que agrega a um processo será naturalmente absorvido com o tempo, como foi a transição da prancheta para o sistema CAD e agora, para o BIM.

O Participante C afirmou que não sabe responder quais são as lacunas da proposta, mas apontou que, atualmente, é fundamental que exista um coordenador BIM, pois o coordenador de projetos não possui tempo ou até mesmo competências para lidar com as particularidades tecnológicas da modelagem da informação, como por exemplo, a programação em linguagem específica.

O Participante A expressou que o caminho para alcançar o nível de competência requerida aos coordenadores, incluindo os conhecimentos para programação, é complexa, e lembrou que existe a lacuna do próprio conhecimento técnico em relação à Norma de Desempenho. Quanto às resistências, foram apontadas a própria dinâmica relacionada ao atual perfil do coordenador de projetos, a baixa integração com os projetistas, além do fato de o atendimento aos requisitos ainda ser tratado em segundo plano. O participante entende que trata-se de uma solução viável, mas é preciso cuidado com a sua implantação e aceitação por parte dos profissionais da área.

O Participante D disse não entender muito bem a vantagem de utilizar a ferramenta, pois na empresa em que trabalha, todos os empreendimentos residenciais desenvolvidos já possuem resultados bem consolidados e conhecidos, uma vez que

produzem em série duas ou três tipologias. Nesse momento, os outros integrantes do grupo reagiram, relatando que nem todas as incorporadoras e construtoras estão no mesmo patamar, e reafirmaram que qualquer otimização do processo é de grande ajuda, visto que a maioria ainda possui, infelizmente, dificuldades em atender à Norma de Desempenho.

4.3.5 Sessão 3: Verificação de critérios de desempenho por meio do dRofus

De modo similar ao IFC, os critérios que podem ser totalmente gerenciados pelo dRofus são aqueles relacionados a especificações de produtos e componentes do projeto, bem como os critérios que avaliam características geométricas do empreendimento, como comprimentos, áreas e volumes. Assim, qualquer dado que possa ser caracterizado por meio de um parâmetro em um modelo pode ser enviado ao dRofus.

A grande diferença é que, ao contrário da solução anterior, a ferramenta pode armazenar em seu banco de dados outros tipos de arquivos importantes para a rastreabilidade e confirmação de atendimento de critérios de outra natureza, como aqueles relativos a simulações e ensaios. Nesse caso, pelo fato de o dRofus se comportar somente como repositório, considerou-se que seu gerenciamento é parcial, uma vez que a análise de conformidade com a norma já foi realizada.

Já considerando a seleção dos critérios passíveis de verificação, o objetivo da solução é trazer o dado de interesse para a avaliação de cada critério, diretamente dos modelos de cada disciplina, promovendo automação para a busca da coordenação de projetos. O fluxo de atividades necessárias à parametrização na ferramenta pode ser visto na Figura 45.

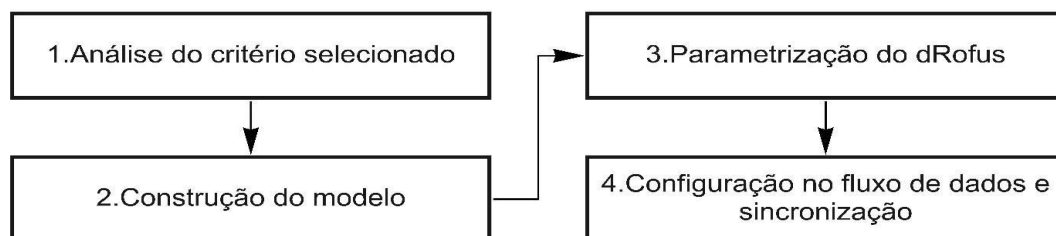


Figura 45 – Fluxo de atividades para a verificação de critérios pelo dRofus

Para ilustrar todas as etapas do fluxo acima, utiliza-se um critério exemplo que pertence ao grupo de itens classificados como viáveis. É importante reforçar que a

lógica de parametrização do exemplo não será necessariamente a mesma para o restante dos critérios, o que exige que cada item seja avaliado individualmente.

A análise do critério selecionado é importante para entender qual é ou quais são os dados de interesse para avaliar o atendimento do requisito de desempenho. A seguir, encontra-se o conjunto de parâmetros que caracterizam o critério exemplo (Quadro 15). No caso, é possível concluir que o dado necessário à avaliação é o valor do coeficiente de atrito dinâmico da camada de acabamento do sistema de piso.

<i>NBR 15.575:2013 Parte 3 – 9.1.1 A camada de acabamento dos sistemas de piso da edificação habitacional deve apresentar coeficiente de atrito dinâmico em conformidade aos valores apresentados na ANBT 13818/Anexo N. São considerados ambientes em que se requer resistência ao escorregamento: áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços</i>	
Norma Regente	ABNT NBR 13818:1997> ABNT NBR 10545:2020
Métrica de Referência	Coeficiente de Atrito Dinâmico
Elementos do modelo envolvidos	Camada de revestimento = material de piso
Condições *Nível Mínimo	Áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços >= 0,4 restante < 0,4 *Conforme ABNT NBR 10545:2020
Características necessárias ao modelo	Parâmetro relacionado a camada de acabamento dos sistemas de piso
Parâmetro a ser criado	Coeficiente de Atrito Dinâmico
Disciplinas relacionadas	Arquitetura, Paisagismo e Interiores

Quadro 15 – Conjunto de parâmetros do critério 9.1.1 – Parte 3 NBR 15.575:2013

Para a segunda atividade, foram adotados o mesmo *software* de autoria e o modelo desenvolvido pela pesquisadora para a construção da proposta de análise por meio do IFC. Dentro do Revit, criou-se o parâmetro “Coeficiente de Atrito Dinâmico” (Figura 46), mas dessa vez, relacionado ao material e não ao componente piso, pois não há limitação de exportação do dado, como acontece na estrutura do IFC. Quanto às propriedades dos materiais, valores aleatórios foram atribuídos e salvos no *software*, de forma a simular o papel do projetista.

A etapa seguinte remete à parametrização do dRofus. Por se tratar de um parâmetro relacionado a um componente que pode ser instalado em diversos

espaços, esse dado precisa ser parametrizado na ficha de itens e não na ficha de ambientes.

De acordo com a Figura 47, dois tipos de campos foram criados: o primeiro está relacionado aos valores de referência da norma, de modo que o usuário pode selecionar o tipo de ambiente no qual o material será instalado para visualizar qual é o valor mínimo de coeficiente de atrito dinâmico; o segundo, por sua vez, é um campo numérico vazio, cujo valor será trazido pelo modelo. Assim, a coordenação poderá comparar o valor especificado pelo projetista com os dados de referência e avaliar se há conformidade, ou não, com a Norma de Desempenho.

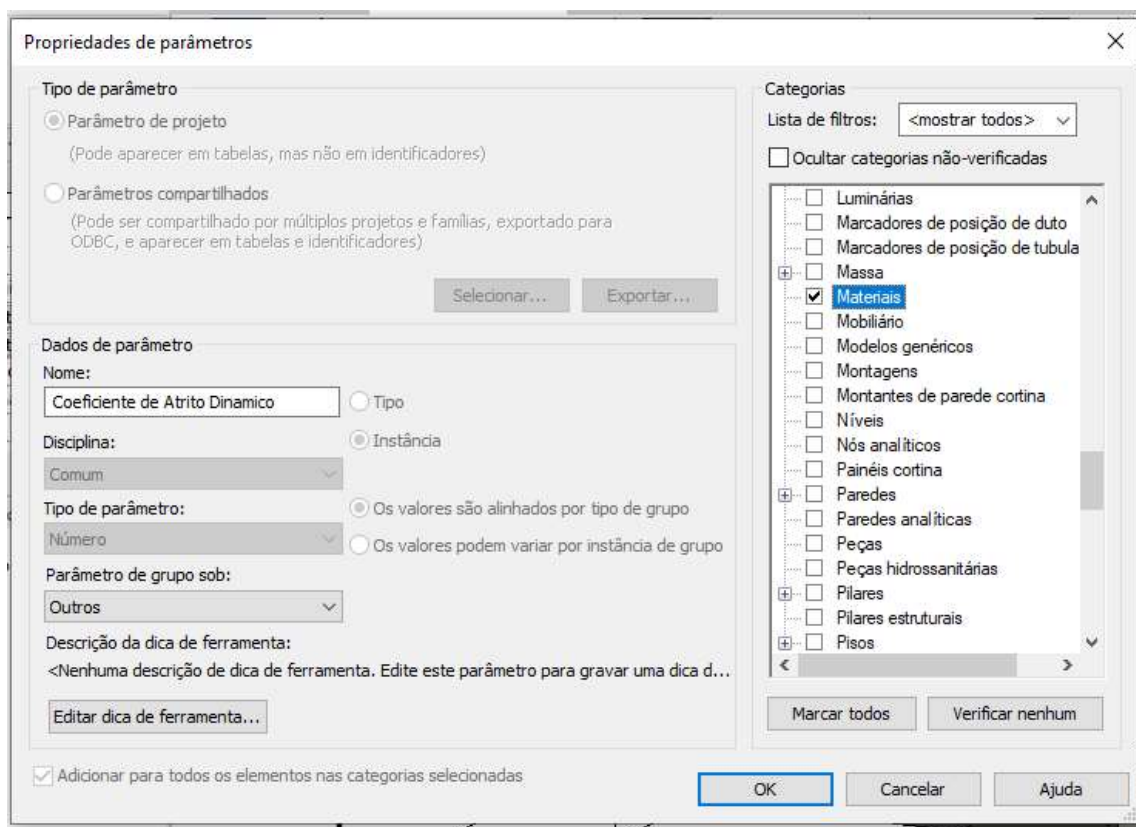


Figura 46 – Parâmetro do Coeficiente de Atrito Dinâmico no Revit

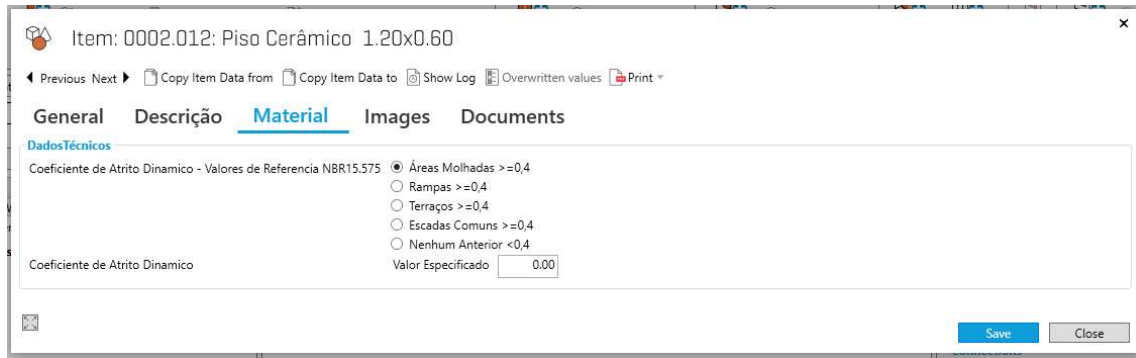


Figura 47 – Campos parametrizados no dRofus

Para que o valor seja enviado ao dRofus, é preciso, preliminarmente, sincronizar dados com o modelo por meio da configuração de atributos presente no *plug-in* da ferramenta inserido no Revit. A parametrização consiste em indicar que o valor do parâmetro do modelo de interesse, no caso, o “Coeficiente de Atrito Dinâmico”, deve atualizar o campo do dRofus que representa o campo numérico criado anteriormente (Figura 48).

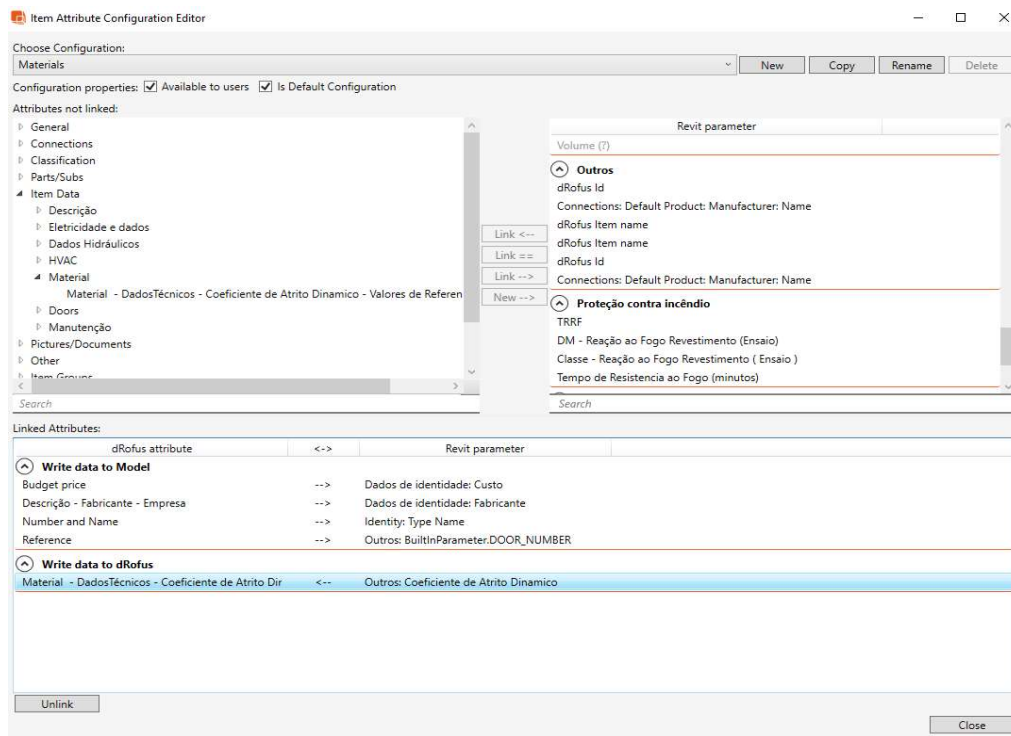


Figura 48 – Configuração da sincronização de dados entre modelo e dRofus

Em seguida, para que o valor de coeficiente de atrito dinâmico de cada material fosse enviado ao item correspondente no dRofus, cada tipo de revestimento criado no modelo com cada item gerado na tecnologia de gerenciamento de dados foi

conectado, psrs que a construção da solução estivesse completa. Assim, ao indicar o valor especificado para os materiais, o parâmetro é enviado à ferramenta.

Embora o fluxo de atividades seja o mesmo para o restante dos critérios da norma passíveis de verificação pelo dRofus, cada item possui uma lógica de parametrização própria dentro de cada ferramenta. Como trata-se de uma configuração que ocorre internamente ao ambiente do *software* de modelagem, os projetistas seriam os responsáveis pela criação e sincronização de cada parâmetro correspondente com a sua disciplina e com o respectivo critério também relacionado à sua especialidade. A indicação e organização de todos os dados e parametrização seriam, portanto, realizadas pela coordenação.

4.3.6 Sessão 3: Análise da interação entre os especialistas do Grupo Focal

A terceira sessão teve início com um questionamento direcionado aos profissionais presentes na reunião sobre a prática recorrente no gerenciamento de requisitos de projeto. O Participante D discorreu que, na organização para a qual trabalha, os requisitos são formalizados na etapa de *briefing* técnico, condizente com determinado padrão de produto definido na compra do terreno, e afirmou que os requisitos, incluindo os relacionados à Norma de Desempenho, são então protocolados em documentos e cadastrados no CDE da empresa para consulta de todas as equipes do empreendimento, servindo como guia para os projetistas.

O Participante B, por sua vez, comentou que, por trabalhar em uma construtora, os requisitos do projeto já são consolidados, na maioria das vezes, pela incorporação, por meio de um memorial de construção e, portanto, não participa das etapas iniciais que envolvem a formalização dos requisitos. O Participante A relatou que, com base em sua experiência, as características do empreendimento são registradas em fichas técnicas, incluindo os itens relacionados aos requisitos de desempenho, como o nível de atendimento pretendido.

A sessão teve sequência com a apresentação do dRofus e seus principais recursos para o gerenciamento de requisitos com a interação de diversas pessoas. Considerando que a NBR 15.575 é multidisciplinar, o questionamento seguinte quis saber como ocorre a participação de outros projetistas na caracterização e definição dos requisitos do empreendimento relacionados às suas especialidades.

O Participante B acredita que as características do projeto são apenas repassadas aos projetistas. O Participante D relatou que a arquitetura é a disciplina de maior impacto na definição de características do empreendimento, pois a solução arquitetônica implica diretamente em requisitos de desempenho que podem influenciar a viabilidade do produto, como itens relacionados ao conforto lumínico e acústico; por essa razão, revelou que contrata especialistas desde o início do projeto para não ser surpreendido com problemas técnicos sérios em fases mais avançadas, quando as demais disciplinas, de fato, se envolvem.

Fazendo relação direta ao dRofus, o Participante D mencionou ter achado interessante a solução adotada, uma vez que os dados de várias disciplinas aparentam ser mais visuais na ferramenta, facilitando a análise de alternativas de projeto para atender à Norma de Desempenho. O Participante A concordou com tais ponderações e afirmou que, no projeto e em memoriais técnicos, tanto a coordenação quanto as consultorias têm à sua disposição todas as informações necessárias à avaliação do desempenho de soluções postas pelas disciplinas, sendo a rastreabilidade desses dados um aspecto complexo, principalmente quando chega a fase da obra. Nesse sentido, relatou que o dRofus pode tornar os dados mais rastreáveis, mas como contraponto, salientou que a ferramenta poderia se tornar apenas um acessório no cotidiano de projetistas, prejudicando o uso apropriado da solução.

O Participante B afirmou que a centralização dos dados é muito importante, pois há, inúmeras vezes, conflitos de informações entre diferentes disciplinas, problema que seria mais bem solucionado se houvesse uma única fonte de consulta, como o dRofus. Contudo, ressaltou a importância da coordenação de projetos para gerenciar as informações em qualquer tecnologia adotada, acrescentando que muitos documentos gerados na fase de desenvolvimento de produto, como relatórios de simulações, por exemplo, não caminham paralelamente com o desenvolvimento do projeto e acabam se perdendo na fase de execução.

Reagindo à fala do Participante B, o Participante A ressaltou o quão relevantes são, atualmente, as notas e detalhamentos de projeto, que servem como fontes de consulta na obra e, muitas vezes, não recebem o devido reconhecimento. Na mesma linha, o Participante D concordou que as informações no projeto são difusas, mas relatou que, na sua empresa, os profissionais conseguem se organizar por meio dos

orçamentos de lançamento do empreendimento: o controle financeiro de execução do projeto deve estar alinhado aos requisitos do empreendimento desde o lançamento do produto até a finalização do projeto. Assim, a coordenação de projetos precisa ter em mãos todas as informações para envio à equipe de orçamentos ao longo do desenvolvimento do projeto e, por essa razão, os dados não se perdem. `

Para aprofundar o entendimento sobre a viabilidade atual de utilização do dRofus, indagou-se se a coordenação de projetos está familiarizada com tecnologias de gerenciamento de dados. Os Participantes A e B alegaram que não utilizam nada parecido; o Participante D assegurou que sua empresa está buscando incorporar novas tecnologias nesse sentido, mas ainda se encontra em fase de investigação.

Na sequência, o Participante E ressaltou a importância de as informações estarem conectadas com o modelo, que precisa ser atualizado mesmo após a fase de execução para cobrir prováveis mudanças de obra. Por essa razão, a interoperabilidade de ferramentas de gerenciamento de dados com modelos é fundamental.

Valendo-se da fala anterior, esta pesquisadora afirmou que, pelas discussões ocorridas até aquele momento, mesmo quando um modelo já existe, as informações estão concentradas em planilhas e arquivos de texto. Sob esse aspecto, o Participante B considerou que isso decorre, também, do fato de que muitas especialidades ainda não são modeladas, como o projeto específico de vedações ou impermeabilização.

A sessão seguiu com a etapa de apresentação da proposta de solução para o gerenciamento específico de requisitos de desempenho, conforme seção 4.3.5. Assim, demonstrou-se toda a sequência de atividades necessárias à verificação de um requisito exemplo escolhido pela pesquisadora, que possui características compatíveis com o dRofus, lembrando as próprias limitações da ferramenta frente a requisitos com natureza de exigência distinta.

Em um primeiro momento, os entrevistados entraram em consenso sobre a facilidade que a tecnologia pode trazer com a automação da busca de informações do projeto, sem descartar a importância do fator humano para parametrização e gerenciamento apropriados. Embora a verificação tenha sido considerada satisfatória por todos, os participantes também concordaram que os projetistas, provavelmente, se mostrariam relutantes no que se refere ao uso do sistema, que acrescentaria mais

atividades ao escopo habitual de trabalho. O Participante A exemplificou que, comumente, quem busca e registra as fichas técnicas dos produtos é a Incorporação e não os projetistas, responsáveis somente por atestar o atendimento às normas técnicas em notas gerais de projeto.

Isto posto, foi explicado aos participantes que, quando da parametrização do sistema e do acionamento dos dados, estes poderão ser replicados em diversos projetos com o mesmo padrão de especificação. Sob essa perspectiva, o Participante D afirmou que a solução se torna mais interessante, pois seria, de fato, um ponto de dificuldade configurar todos os parâmetros para cada empreendimento.

O Participante A concordou que a solução se tornaria mais viável com a possibilidade de replicar os dados para outros projetos e reforçou a importância de imprimir cautela aos critérios a serem checados, para que as equipes consigam compreender os reais benefícios da utilização do dRofus em suas rotinas. O Participante D assegurou que trabalhar com informações essenciais pode ser a melhor estratégia, ampliando o uso da ferramenta conforme seu valor vai sendo percebido, já que a coordenação de projetos está sempre pressionada e atarefada.

Na última etapa da sessão, posteriormente à apresentação dos recursos e conhecimentos exigidos para a utilização da proposta, o Participante B questionou a necessidade de um *software* de autoria para o uso do dRofus. Em resposta, explicou-se não existir obrigatoriedade, mas que a vantagem está na sincronização automática com os parâmetros do modelo.

O Participante D indagou se a ferramenta possui algum sistema de alerta para informar ao usuário que o dado cadastrado não está de acordo com a Norma de Desempenho e, nesse caso, reforçou-se que a interpretação do dado enviado ao dRofus pelo modelo permanece sendo da coordenação, que pode se basear em valores de referência parametrizados na própria ferramenta.

Como conclusão, os participantes concordaram que a proposta é viável, tecnicamente satisfatória e agrega valor, mas lembraram a dificuldade em adicionar informações ao banco de dados do dRofus. O Participante D afirmou que os contratantes precisam direcionar e exigir dos projetistas essas novas demandas de especificação de projeto e, de modo geral, todos os respondentes chamaram a

atenção para a necessidade de que os dados estejam sempre atualizados, já que serão fonte de consulta para as equipes envolvidas no empreendimento.

4.3.7 Produtos do Bloco 1 dos Grupos Focais – Tecnologia

A primeira sessão permitiu perceber que, além da interpretação do conteúdo de cada item, a classificação dos critérios de desempenho também deve considerar a própria prática da coordenação de projetos no gerenciamento da Norma de Desempenho. Dessa forma, constatou-se a existência de critérios que não são verificados tecnicamente pelo coordenador, por exigirem análises mais aprofundadas das soluções de projetos de cada disciplina. Em muitos casos, os coordenadores consideram que tais requisitos foram atendidos com base no Atestado de Responsabilidade Técnica (ART) do projeto, embora se reconheça que a coordenação precisa de um conhecimento técnico mínimo para questionar pontos que possam parecer conflitantes.

Da mesma forma, critérios com exigências de simulação ou ensaios já são avaliados quando seus resultados são utilizados para a elaboração dos relatórios, não necessitando de ferramentas posteriores para avaliação do atendimento. Por outro lado, itens que envolvem a especificação de um material ou de um componente, além daqueles relacionados diretamente às características geométricas do projeto, realmente precisam ser verificados com mais atenção. Destaca-se que também foram identificados alguns critérios relacionados à fase de execução.

Assim, visando o gerenciamento da coordenação, os resultados revelaram não ser interessante que um critério seja classificado como qualitativo ou quantitativo, com métricas declaradas ou subjetivas, se tal informação, na prática, não refletir quais critérios podem ser analisados pela coordenação de projetos com as tecnologias de verificação discutidas.

Diante do exposto, foram adotadas novas diretrizes que vão em direção às considerações feitas anteriormente, resultando em uma reclassificação dos critérios de desempenho, ilustrada pela Figura 49.

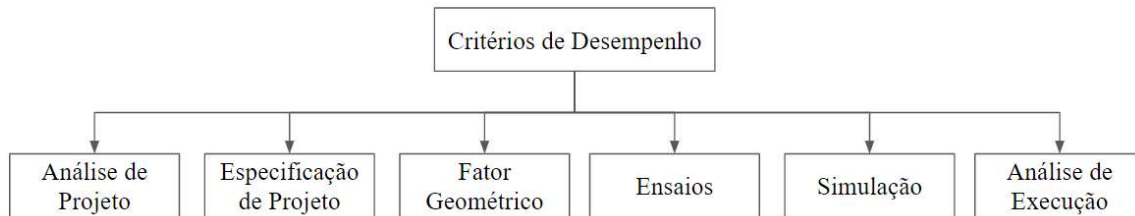


Figura 49 – Nova Classificação de Desempenho

Concluída a reclassificação, as potencialidades e limitações de verificação do dRofus e dos códigos de programação aplicados ao IFC (Quadro 16) foram revisadas. Para ambos os casos, considerou-se inviável parametrizar critérios que exigem análises de projeto, por envolverem a interpretação humana como fator de decisão.

No caso dos critérios comprovados por ensaios, simulações e análises de execução, conclui-se que os códigos de programação não agregam valor à verificação da coordenação, pois o resultado de conformidade com a norma já é atestado anteriormente. No caso do dRofus, pelo fato de conseguir armazenar em seu banco de dados diferentes tipos de arquivo, a ferramenta pode ser uma solução para concentrar todos os relatórios e aumentar a rastreabilidade desses dados ao longo do projeto. Por essa razão, sua capacidade de gerenciar critérios com tais características foi considerada parcial.

Em compensação, a coordenação pode utilizar ambas as ferramentas para verificar parâmetros relacionados à especificação de produtos ou a fatores geométricos do projeto, comparando os valores indicados nos modelos às referências descritas da Norma de Desempenho. Especificamente no que se refere aos critérios afetos aos Manuais de Operação de Manutenção, a capacidade de verificação dos códigos de programação foi considerada parcial, pois embora seja possível isolar os parâmetros que precisam estar listados nesses documentos, não é possível avaliar o modo como os dados podem ser apresentados ao usuário, que também deve seguir regras normativas específicas. Nesse contexto, o dRofus possui mais recursos de diagramação e exportação.

Classificação	Observação	Ferramentas	
		dRofus	Códigos/IFC
Análise de Projeto	-	Não	Não
Especificação de Projeto	Especificação de Produto	Sim	Sim
	Manuais de Operação e Manutenção	Sim	Parcialmente
Fator Geométrico	-	Sim	Sim
Ensaio	-	Parcialmente	Não
Simulação	-	Parcialmente	Não
Análise de Execução	-	Parcialmente	Não

Quadro 16 – Capacidade de verificação de cada grupo de classificação por ferramenta

Conforme mencionado no trecho final da seção 4.3.1, a proposta inicial de classificação foi consolidada em uma tabela, que não foi anexada ao presente trabalho; sua versão final, considerando a reclassificação de todos os critérios da norma, com a indicação da capacidade de verificação por ferramenta (dRofus e IFC), pode ser vista no Anexo A desta pesquisa. Como resultado, dentre os 165 critérios identificados na Norma de Desempenho, 40 são passíveis de verificação pelo dRofus (24%) e 37, pelos códigos de programação (23%), de acordo com a Figura 50.

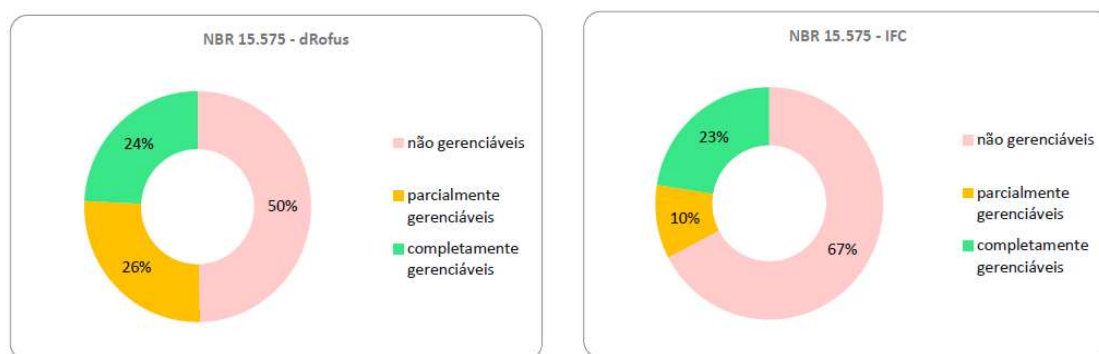


Figura 50 – Porcentagens relacionadas ao gerenciamento de critérios da ND

Em relação às tecnologias, as discussões das sessões do Grupo Focal indicaram que a proposta técnica de avaliação de requisitos de desempenho para os objetivos indicados, por meio do uso do dRofus e dos códigos de programação, é satisfatória. Embora seja possível concluir que as ferramentas, de fato, trazem contribuições para a automatização da verificação dos requisitos selecionados, algumas limitações também foram expostas.

No caso dos códigos de programação, é importante reforçar que, por mais que o foco tenha sido o uso de elementos que universalizam os códigos para vários projetos, como a adoção da classificação OmniClass, isso nem sempre é possível dentro das exigências de cada critério. Um fato que reforça essa necessidade é a própria nomenclatura dos parâmetros do modelo, revelando que a proposta ainda exige considerável interação do usuário, mesmo que as sentenças sejam disponibilizadas.

Portanto, de modo a viabilizar a proposta, indicar a lógica para a parametrização dos códigos se torna importante, já que os usuários podem desenvolver seus próprios códigos de verificação. Para tanto, a coordenação de projetos precisa conhecer os critérios de desempenho para identificar quais características devem ser incluídas no modelo, conhecer a estrutura do IFC e a forma de exportá-lo corretamente de *softwares* de autoria, e ainda conseguir apontar quais as principais variáveis nos códigos de programação para extrair os dados de interesse.

O dRofus, por sua vez, não possui recursos para, por exemplo, comparar automaticamente dois valores. Os dados de referência precisam ser comparados de forma manual com os parâmetros do modelo e, além disso, trata-se de uma ferramenta que exige grande esforço de parametrização inicial, ganhando maiores vantagens a partir da repetição em outros projetos. Esse último aspecto está conectado à maior limitação constatada nas discussões realizadas: o possível baixo engajamento de utilização por parte da equipe de projeto nos dias atuais, o que foge às próprias características técnicas do dRofus.

Nesse sentido, as sessões realizadas trouxeram importantes reflexões sobre o atual perfil da coordenação de projetos, sua interação com os projetistas e a própria dificuldade da coordenação em incluir novas atividades no escopo de cada disciplina. O debate realizado indica que a alta demanda de atividades e a pressão de entregas no lançamento do empreendimento afasta o coordenador, muitas vezes, de um perfil mais técnico, tanto em relação ao conhecimento da ABNT NBR 15.575 quanto na capacidade de organização da informação no uso do BIM. Dessa forma, as consultorias se fazem grandemente presentes na prática profissional dos coordenadores.

4.3.8 Sessão 4: As fases do processo de projeto

A indicação do momento do processo de projeto em que cada critério pode ser verificado é um aspecto importante no gerenciamento de requisitos da Norma de Desempenho. Assim, uma estrutura de fases deve ser adotada para guiar a coordenação dessa tarefa.

A seção da revisão bibliográfica discorreu sobre algumas propostas de faseamento do processo de projeto de diferentes autores da literatura, incluindo normas técnicas e manuais. Embora cada proposta tenha sido criada com base em um contexto, é possível notar algumas semelhanças; logo, com o intuito de identificar possíveis correlações, as estruturas de fase foram comparadas entre si e as etapas com características semelhantes foram agrupadas e conectadas (Figura 51).

A primeira observação remete ao fato de que todos os fluxos de elaboração do projeto possuem cinco macrofases relacionadas à concepção, desenvolvimento, detalhamento, construção e operação do empreendimento, embora a quantidade de fases e a nomenclatura adotada sejam diferentes em sua maioria. As fases pertencentes às mesmas macrofases foram identificadas com a mesma cor, enquanto as fases de escopos de atividades semelhantes foram conectadas por meio de setas.

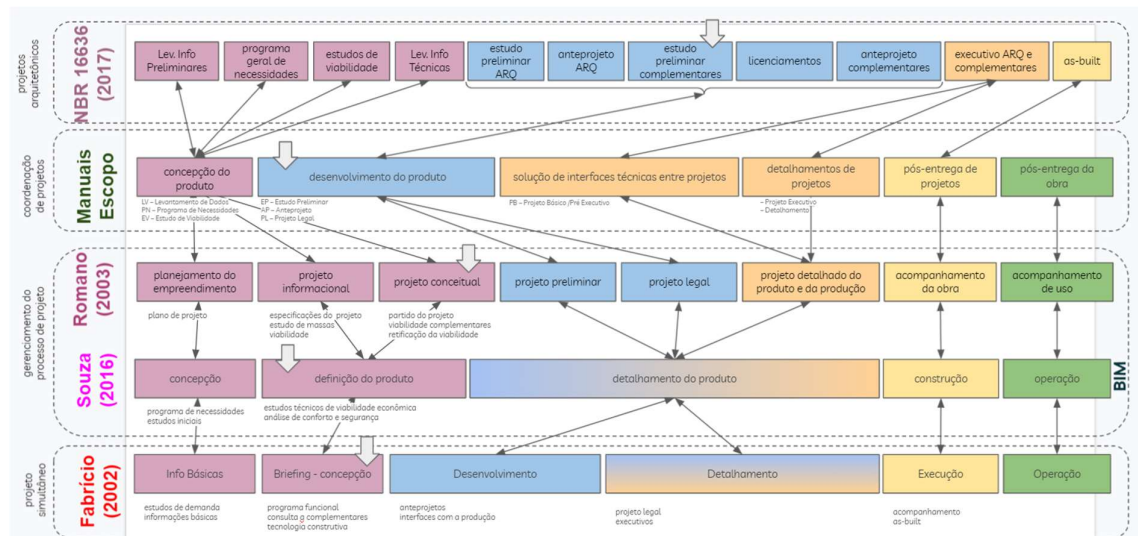


Figura 51 – Comparação de propostas da literatura de fases do projeto

Para o desenvolvimento da proposta inicial de faseamento desta pesquisa, buscou-se a elaboração de uma estrutura que ponderasse os pontos de convergência observados na pesquisa bibliográfica, alinhada a conceitos de projeto colaborativo e

integrado. Embora a fase de operação e manutenção do empreendimento seja importante para a retroalimentação das soluções de projeto, ela não foi considerada na estrutura pelo fato de a coordenação não estar mais atuando nos modelos da edificação entregues. A proposta em questão pode ser vista a seguir, ilustrada pela Figura 52.



Figura 52 – Proposta inicial de estrutura de fases do processo de projeto

A **Macrofase 1 – Concepção do Produto** é o momento do processo de projeto de criação do negócio e elaboração do programa de necessidades para o empreendimento (*Briefing Técnico*); por sua vez, os estudos de viabilidade financeira são realizados para optar, ou não, pela continuidade do projeto (Estudos de Viabilidade). Os primeiros desenhos começam a ser desenvolvidos (Projeto Preliminar) na **Macrofase 2 – Desenvolvimento do Produto** e, na sequência, os projetos para aprovação nos órgãos competentes são preparados (Projeto Legal).

A **Macrofase 3 – Detalhamento do Produto** caracteriza-se pela definição da configuração espacial e características técnicas finais (Projeto Básico), e posterior detalhamento das soluções adotadas para a fase de construção (Projeto Executivo).

A **Execução do projeto**, cuidada na **Macrofase 4**, é o momento em que a coordenação de projeto precisa acompanhar e fornecer suporte técnico aos construtores no que diz respeito ao entendimento do projeto, além de resolver possíveis adaptações, para que, ao final da obra, possa desenvolver os desenhos **As-Built** do empreendimento (**Macrofase 5**).

4.3.9 Sessão 4: Análise de interação entre os especialistas do Grupo Focal

A quarta sessão teve início com uma introdução sobre os conceitos gerais da gestão do processo de projeto encontrados na literatura. O primeiro questionamento

lançado para os profissionais presentes foi sobre os benefícios resultantes da gestão do processo de projeto na percepção de cada um.

O Participante F afirmou que as principais vantagens estão relacionadas a melhores índices de qualidade, custos e prazos do projeto. Expressando concordância, o Participante A acrescentou que, atualmente, tem a impressão de que a coordenação está mais preocupada com a gestão de entregas do que com a qualidade do resultado, e defendeu que o coordenador de projetos precisa possuir perfil técnico para entender as interfaces existentes entre as diversas disciplinas e questionar os projetistas. Dessa forma, a coordenação precisa garantir que as informações mínimas estejam nos projetos para que sejam executadas na obra e não abram espaço para o imprevisto, opinião também compartilhada pelo Participante C.

O Participante D comentou que a gestão do processo de projeto é a responsável por concentrar e direcionar as informações do começo ao fim, gerando resultados de maior qualidade e valor para as empresas. Na sequência, o Participante E relatou a importância de os responsáveis pela gestão conhecerem as disciplinas necessárias e o momento certo que as informações precisam entrar no processo do projeto. Concordando com a fala anterior, o Participante F reforçou que a clareza de escopo é fundamental, mas que, muitas vezes, não é priorizada como deveria.

A sessão teve continuidade com a discussão sobre as etapas do processo a partir da visão de diferentes autores da literatura, de acordo com o conteúdo apresentado na seção 4.3.8. O Participante E comentou que as etapas de projeto surgiram para oficializar as entregas parciais necessárias ao longo do tempo e que ainda são utilizadas até o momento presente. Especificamente em relação à proposta do Manual do Escopo, o participante relatou que o foco não são as entregas, mas as atividades a serem realizadas em cada etapa, diferenciando-se de outras publicações clássicas sobre o assunto. Nesse sentido, a utilização do BIM poderia implicar em ainda menos etapas, pois mais tarefas podem ser executadas em menos tempo, de forma mais integrada.

Dando início à segunda etapa da reunião, os participantes foram convidados para uma dinâmica *online*, na qual foi solicitado que cada um propusesse, por meio de cartões em uma ferramenta digital colaborativa, quais são as etapas necessárias ao processo de projeto. Findo o exercício, cada participante explicou as suas escolhas, discutindo os resultados com o grupo.

O Participante C iniciou o ciclo de debate expondo o que acredita ser o ideal, embora tenha afirmado que, muitas vezes, não é o que acontece. Em sua proposta, há nove etapas: Estudo de Viabilidade, Concepção do Produto, Levantamento de Necessidades, Projeto Preliminar, Projeto Básico, Projeto Legal, Projeto Executivo, Acompanhamento da Obra e *As-Built* (Figura 53).



Figura 53 – Etapas de projeto do Participante C

O Participante F buscou simplificar sua proposta, pois processos muito complexos dificultam o entendimento dos objetivos do projeto. Além disso, o participante acredita que a maioria dos projetistas não possui um padrão definido, o que também justifica o fato de não criar muitas etapas. Sob essa ótica, o Estudo de Viabilidade e o Levantamento de Necessidades podem ser incluídos na primeira fase, denominada Concepção do Produto, seguidos por Projeto Básico, Projeto Legal, Projeto Executivo, Acompanhamento da Obra e *As-Built*, totalizando seis etapas (Figura 54).



Figura 54 – Etapas de projeto do Participante F

O Participante A, por sua vez, propôs sete etapas, sendo a primeira o Levantamento de Necessidades, na qual as diretrizes gerais do empreendimento são estabelecidas. Na Concepção do Produto ocorrem os estudos de viabilidades e, em paralelo, já se iniciam os projetos de aprovação legal. Nesse sentido, o Participante A acredita que não há uma fase demarcada para o projeto legal, pois é inviável esperar a aprovação de órgãos reguladores para dar continuidade ao projeto; tais documentos devem ser produzidos o quanto antes, sofrendo revisões até serem aprovados, ou seja, não há uma etapa fixa de término.

Em seguida, encontram-se o Projeto Preliminar, Projeto Básico, Projeto Executivo, Acompanhamento da Obra e *As-Built* (Figura 55). O participante ainda comentou que há atividades de liberação de projetos para obra, mas que não se configuram como uma etapa.



Figura 55 – Etapas de projeto do Participante A

O Participante D enfrentou dificuldades para determinar etapas, pois, em sua experiência profissional, o processo não é tão rígido e demarcado. Segundo ele, o primeiro passo é o entendimento do produto e a construção do negócio, no qual o terreno e seu potencial construtivo são estudados. Nessas análises iniciais, a equipe de arquitetura já se faz presente, auxiliando na consolidação do padrão do empreendimento a ser adotado.

Em seguida, inicia-se o Levantamento de Necessidades, responsável pelo fechamento de áreas e, posteriormente, o Estudo de Viabilidade, momento em que o partido estrutural é definido, fechando a viabilidade do negócio. No Projeto Preliminar, as demais disciplinas começam a participar da produção dos projetos; ademais, essa fase compreende as entregas, com vistas às aprovações na prefeitura e demais órgãos reguladores, processo este administrado de forma paralela ao detalhamento do projeto.

Nesse momento do debate, a pesquisadora abordou a possibilidade de indeferimento por parte dos órgãos públicos e o possível impacto no projeto. O Participante D explicou que tem por hábito envolver diversos especialistas desde o início do projeto para evitar esse tipo de situação, considerada muito grave. O que normalmente acontece é o atendimento a relatórios de comunique-se, que não impactam na solução dada ao projeto.

Prosseguindo com seu raciocínio, o Projeto Básico, ou Anteprojeto, marca a conclusão do orçamento final do empreendimento e, posteriormente, tem-se o Projeto Executivo, o Acompanhamento da Obra e o *As-Built* (Figura 56). Entende-se que a

proposta do Participante D reflete diretamente a sua experiência profissional na empresa em que trabalha atualmente.



Figura 56 – Etapas de projeto do Participante D

Retomando a discussão em torno dos projetos legais, o Participante C relatou que, de fato, os projetos são produzidos com a expectativa de conformidade com as legislações, contudo, já vivenciou muitos casos, principalmente quando a construtora não está envolvida desde o início, em que soluções absurdas foram aprovadas em órgãos públicos e que seriam de difícil execução. Quando isso acontece, a construtora tenta, normalmente, alterar o partido já aprovado.

Diante desse contexto, os participantes foram unânimes ao entenderem que deve haver grande investimento de tempo nas fases preliminares para que pouco fique pendente após o projeto legal. Além disso, consideraram fundamental que a incorporadora e a construtora evoluam e melhorem o processo juntas, de modo que nenhuma ponta impacte no resultado da outra.

Após a exposição de todos os participantes, a proposta feita pela pesquisadora, descrita na seção 4.3.8, foi apresentada ao grupo. Como mencionado, o objetivo da segunda etapa da sessão é chegar a um consenso do que seria ideal em termos de etapas, pensando na gestão do processo de projeto. As maiores divergências entre todas as propostas estão no início do processo, enquanto o final foi praticamente o mesmo a partir do Projeto Executivo, que é seguido, portanto, pelo Acompanhamento da Obra e *As-Built*.

Com base nas discussões realizadas, o primeiro ponto consensual é que não há uma fase específica para os projetos legais, sendo consideradas entregas que acontecem em paralelo ao desenvolvimento do empreendimento imobiliário. Além disso, a maioria concordou que a primeira etapa está relacionada com a concepção do negócio, na qual são estudados o terreno, a disponibilidade de infraestrutura e

outros pontos estratégicos que não dependem exclusivamente da empresa incorporadora. A última etapa difere do *Briefing* Técnico, momento em que as diretrizes do produto são definidas pela instituição, e do Estudo de Viabilidade, no qual as soluções construtivas são definidas e a viabilidade financeira do empreendimento é fechada.

Outro ponto de concordância é que o Desenvolvimento do Produto tem início com o Projeto Preliminar. Embora alguns participantes tenham relatado que já avançaram diretamente para o Projeto Executivo, a maioria acredita que deve existir uma fase intermediária, que é o Anteprojeto. Considerando que, a partir do Projeto Executivo, a proposta foi a mesma para todos, as três últimas fases permaneceram inalteradas. A configuração final das fases do processo de projeto após o debate realizado pode ser vista na Figura 57.



Figura 57 – Configuração final das fases do processo de projeto

Definidas as fases do processo de projeto, os participantes concluíram que a coordenação precisa estar presente desde o seu início e que os requisitos de desempenho responsáveis por afetar diretamente a viabilidade do produto, como os itens relacionados ao conforto ambiental dos usuários, por exemplo, devem ser resolvidos o quanto antes para que não existam impactos negativos em fases mais avançadas.

4.3.10 Sessões 5 e 6: Quando gerenciar os requisitos de desempenho

A pergunta que ainda não foi feita está relacionada à dimensão tempo. Portanto, 'Em que momento da fase do processo de projeto a verificação de cada requisito pode acontecer?'. Um ponto de partida para encontrar a resposta pode se referir às próprias características de cada fase do processo de projeto e à exigência

de cada critério da norma, isto é, em qual momento determinadas informações já foram consideradas pelos projetistas.

Nesse sentido, espera-se que configurações espaciais básicas sejam definidas nas fases iniciais de concepção, enquanto a especificação final dos revestimentos, por exemplo, seja definida somente nas fases finais do projeto; assim, diversas correlações iniciais podem ser estabelecidas (Figura 58).

fases do processo de projeto	Associação inicial	Exemplo de critério a ser verificado
Concepção do negócio	Definições de implantação, escolha do terreno	—
Briefing Técnico/ Levantamento de Necessidades	Características básicas do empreendimento	pé-direito disponibilidade mínima de espaços
Estudo de viabilidade	Aprovação em órgãos legais	requisitos de incêndio
Projeto Preliminar	Especificações iniciais	Consumo de água em bacias sanitárias
Anteprojeto	Especificações avançadas	Selagem Corta Fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas
Projeto Executivo	Detalhes Executivos	Manual de Operação e Manutenção
Acompanhamento da obra	Requisitos de qualidade construtivas	Manual de Operação e Manutenção
As-built	Fechamento do Manual de Operação de Manutenção	Manual de Operação e Manutenção

Figura 58 – Correlação inicial entre fase de projeto e critério de desempenho

O dinamismo da evolução do projeto e as mudanças que dele decorrem, entretanto, podem indicar que alguns critérios precisam ser acompanhados ao longo do tempo, ou seja, sua verificação não pode ocorrer em único momento. O Manual de Operação e Manutenção do empreendimento residencial, por exemplo, é um documento que reúne diversas informações definidas ao longo do desenvolvimento do projeto, mas mudanças inesperadas na fase de Acompanhamento de Obra podem exigir ajustes. A verificação do manual não pode se encerrar na entrega dos desenhos

executivos, mas deixar para gerenciar esse requisito somente na entrega das chaves é arriscado por demandar um tempo aceitável.

Considerando que critérios podem exigir uma verificação gradual (que se inicia em uma fase do processo, mas é fechada em outra) ou podem ser verificados pontualmente (iniciada e concluída na mesma fase do processo), é possível identificar, portanto, que os requisitos de desempenho pertencentes a cada grupo se tornam fundamentais.

Utilizando a correlação ora estabelecida, cada critério foi posicionado inicialmente ao longo das fases do processo de projeto, tendo em vista características que podem ser verificadas pontualmente ou gradualmente (Quadros 18 a 21). Como critério para a divisão dos dois grupos, requisitos relacionados com a especificação de materiais ou equipamentos foram considerados graduais por envolverem um amadurecimento no detalhamento de projeto.

Critério da Norma de Desempenho	Fase do processo de projeto							
	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
7. Propagação superficial de chamas: Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termoacústico devem ter as características de propagação de chamas controladas			x	x	x			
10. Assegurar estanqueidade e isolamento: elementos de compartimentação devem minimizar a propagação do incêndio (Tempo requerido de resistência ao fogo - TRRF)			x	x	x			
24. Níveis mínimos de iluminação artificial (lux)				x				
28. Altura mínima de pé direito		x						
29. Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação		x						
26. Poluentes na atmosfera interna à habitação: Os materiais, equipamentos e sistemas empregados não podem liberar produtos que poluam					x	x		
32. Adequação ergonômica de dispositivos de manobra (trincos, puxadores, cremonas, guilhotinas etc.)					x	x		
33. Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra					x			
43. Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural						x	x	x

Quadro 17 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 1 e Parte 2

Critério da Norma de Desempenho	Fase do processo de projeto							
	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
48. Avaliação da reação ao fogo da face inferior do sistema de piso			x	x	x			
49. Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso			x	x	x			
51. Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas						x		
52. Selagem corta-fogo de tubulações de materiais poliméricos						x		
57. Escadas, elevadores e monta-cargas: As escadas devem ser enclausuradas com paredes e portas corta-fogo			x					
58. Coeficiente de atrito dinâmico					x			
60. Frestas: Os sistemas de pisos não podem apresentar abertura máxima de frestas maior que 4 mm					x	x		
68. Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes químicos					x			
69. Desgaste por abrasão					x			

Quadro 18 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 3

Critério da Norma de Desempenho	Fase do processo de projeto							
	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
81. Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos			x	x				
82. Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada			x	x				
89. Aberturas para ventilação: Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação		x						
94. Manual de operação, uso e manutenção dos sistemas de vedação vertical						x	x	x
101. Peças fixadas em forros				x				
103. Avaliação da reação ao fogo da face interna do Sistema de Cobertura das edificações			x	x				
104. Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações			x	x				
121. Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas					x			
122. Manual de operação, uso e manutenção das coberturas						x	x	x

Quadro 19 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 4 e Parte 5

Critério da Norma de Desempenho	Fase do processo de projeto							
	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
127. Sobrepressão máxima no fechamento de válvulas de descarga (não devem provocar sobrepressões no fechamento superiores a 0,2 MPa)					x			
129. Sobrepressão máxima quando da parada de bombas de recalque (verificar menção ao projeto da velocidade do fluido prevista)				x				
135. Corrente de fuga em equipamentos limitando-se em 15 mA.					x			
136. Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação					x	x		
137. Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás					x	x		
139. Prevenção de ferimentos					x	x		
140. Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários					x			
143. Estanqueidade à água de peças de utilização					x			
153. Risco de estagnação da água					x			
159. Funcionamento de dispositivos de descarga					x			
162. Adaptação ergonômica dos equipamentos					x			
163. Consumo de água em bacias sanitárias				x				
164. Fluxo de água em peças de utilização					x			

Quadro 20 – Proposta de verificação de critérios por fase do processo de projeto – ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 6

4.3.11 Sessão 5: Análise de interação entre os especialistas do Grupo Focal

Após a abertura da sessão e a introdução dos conceitos gerais relacionados ao *Building Information Modeling*, os participantes foram convidados a se pronunciar sobre o impacto que a aplicação da metodologia pode ter na gestão do processo de projeto sob a perspectiva de alguns eixos, como colaboração, escopo, etapas e qualidade do projeto. O primeiro ponto discutido foi a colaboração, mas os participantes tinham a liberdade de envolver outros aspectos que julgassem pertinentes.

O Participante F acredita que a colaboração é o principal aspecto do BIM e que muitas empresas ainda estão no estágio inicial, adotando um sistema híbrido de trabalho, o que dificulta a troca apropriada de informação. O participante registrou que há certa resistência de projetistas em trabalhar de forma integrada com outros agentes

do processo e que o domínio tecnológico em ferramentas de colaboração é insuficiente.

Por sua vez, o Participante D enxerga a colaboração como um grande desafio que abarca aspectos de responsabilidade e do próprio escopo de trabalho de cada equipe de projeto. Segundo ele, mesmo quando o BIM é utilizado, a colaboração fica limitada, na maioria das vezes, ao compartilhamento de modelos.

O Participante A relatou que não possui muita experiência com a metodologia, mas está acompanhando sua implantação em uma das empresas para a qual presta serviço. O respondente constatou que se trata de um esforço coletivo e que observam-se mudanças na forma como o processo é conduzido, limitadas, no entanto, a algumas disciplinas. O Participante A ainda comentou que o primeiro trabalho nesse sentido foi o diagnóstico de processos e responsabilidades, que resultou em um caderno de diretrizes e não na escolha da tecnologia em si.

O Participante B afirmou que, segundo sua experiência, o processo com o uso da modelagem da informação ainda está em evolução, assim, mesmo quando há reuniões preliminares na etapa de contratação para alinhamento das atividades de colaboração e outros aspectos de gestão da informação, muitos itens permanecem inviáveis na prática cotidiana do projeto. Por essa razão, o respondente acrescentou que, muitas vezes, é difícil enxergar os resultados do que foi contratado, o que está provocando certa imprevisibilidade do impacto de utilização do BIM na sua empresa.

Com relação ao eixo da qualidade do projeto, o Participante D entende que a ferramenta tem a capacidade de melhorar os resultados do produto, pois expõe falhas que antes não eram detectadas. Por essa razão, relatou que o número de reuniões de coordenação aumentou significativamente para abranger todos os aspectos que, agora, estão sendo evidenciados, tanto em relação à detecção de conflitos quanto em relação ao próprio gerenciamento das informações do empreendimento por meio dos modelos.

O Participante F destacou o potencial de prever, com mais precisão, cenários que podem impactar na qualidade da construção. Dessa forma, defendeu que é necessário reservar mais tempo para as fases de planejamento, para que tais análises possam ser realizadas de modo apropriado.

Com a evolução do debate, os participantes concordaram que se vive uma fase de transição para a adoção do BIM e que o uso de tecnologias é somente um fim para a obtenção de processos melhores. Assim, há necessidade de uma mudança cultural e da própria capacidade técnica do mercado para atingir fases mais avançadas de utilização, alcançando a verdadeira gestão baseada em informação e não em pranchas ou maquetes eletrônicas.

Os participantes acreditam que as etapas de projeto se tornaram mais densas e demandam mais tempo, porém, está cada vez mais difícil reservar um período satisfatório para o desenvolvimento do projeto, pois a pressão de iniciar a obra e lançar o empreendimento é grande.

Iniciando a segunda etapa da sessão, apresentou-se a proposta inicial sobre a correlação de verificação dos requisitos de desempenho com as fases do processo de projeto definidas na sessão anterior. Os participantes aprovaram a lógica proposta, mas reforçaram que muitos itens evoluem ao longo do processo, de acordo com as ponderações da seção 4.3.10. Assim, os participantes foram questionados sobre a existência, ou não, de verificações pontuais e graduais, de modo a confirmar parte da proposta inicial.

O Participante A afirmou que, na sua percepção, existem os dois casos: há itens que demandam checagem já no início do processo, por afetarem diretamente a arquitetura, como largura de acessos, escadas e outras características geométricas do empreendimento e, por outro lado, há critérios que chegam até o detalhamento no Projeto Executivo, como aqueles que dependem de especificação técnica. Nessa vertente, os demais participantes acreditam ser interessante construir uma matriz que permita a visualização do que pode ser avaliado de cada critério, ao longo das fases do processo. Segundo o Participante A, adicionar o fator responsabilidade tornaria a tarefa ainda mais complexa, pois trata-se de um critério único que pode se desdobrar em muitas disciplinas.

O Participante D, no entanto, questionou como seria esse atestado de conformidade, pois uma informação pontual, muitas vezes, não é suficiente para validar o atendimento de um critério pelas mudanças que podem acontecer ao longo do projeto. Dessa forma, explicou-se que a análise dos itens da Norma de Desempenho está sendo feita da forma mais direta e simples possível, exigindo

somente a informação requerida pelo critério, lembrando sempre que a proposta da pesquisa não abrangerá todos os itens da norma.

O Participante A concordou com essa abordagem e afirmou que quem deve atestar se a informação está correta ou não é o responsável técnico, ficando a cargo da coordenação buscar e organizar os dados necessários para oferecer segurança ao cliente do atendimento. Com relação às mudanças, o grupo concordou que a maioria dos critérios carece de fechamento, principalmente para a organização de outras áreas da organização, como a de suprimentos.

Complementando a discussão, o Participante F questionou ao grupo o papel do consultor nesse processo. Os outros participantes explicaram que a consultoria, muitas vezes, é contratada para suprir pontos técnicos específicos que as equipes de projetos não conseguem garantir. O grupo alegou que é impossível encontrar um profissional que saiba de tudo, embora muitos clientes exijam essa responsabilidade dos contratados regulares, evitando o vínculo com outros especialistas.

A sessão foi finalizada com a conclusão do grupo de que a análise do momento de verificação de cada critério deveria ser feita de forma individual, identificando a fase de início até o momento que pode ser considerado válido e fechado pela coordenação.

4.3.12 Sessão 6: Análise de interação entre os especialistas do Grupo Focal

Passada a abertura da reunião, iniciou-se a dinâmica em grupo por meio da ferramenta digital auxiliar Miro; os participantes deveriam analisar a proposta de distribuição dos 40 critérios ao longo das fases do processo de projeto e indicar pontos de discordância para serem discutidas em grupo. O objetivo da sessão foi chegar a um consenso e definir em quais fases do processo de projeto cada critério poderia ser verificado e gerenciado.

Notou-se que foi uma preocupação do grupo confirmar se deveriam se pronunciar somente sob a perspectiva do escopo de atuação de coordenadores ou considerar as atividades que podem acontecer ao longo do ciclo completo do empreendimento. Tal preocupação foi justificada pelo fato de que cada condição é responsável por provocar resultados distintos, portanto, o foco na coordenação de projetos foi reforçado aos respondentes.

Como destaques da sessão, foi possível caracterizar, de modo mais aprofundado, cada fase do processo de projeto a partir das discussões realizadas sob a perspectiva dos critérios de desempenho. Os participantes concordaram que, até o Estudo de Viabilidade, as equipes ainda trabalham com diretrizes gerais e com algumas possibilidades de especificação, que só começarão a ser definidas a partir do Projeto Preliminar ou até mesmo do Anteprojeto. Dessa forma, o projeto de bombeiros, por exemplo, que precisa ser desenvolvido o quanto antes dentro do processo, normalmente se limita a demonstração de áreas, acessos e compartimentação.

Os resultados da discussão foram organizados e divididos em quatro quadros (Quadro 21 ao Quadro 24), conforme o número de critérios de cada parte da Norma de Desempenho que integra o recorte de análise da pesquisa. Tais quadros estão estruturados em três colunas: critério, consenso do grupo sobre a proposta e decisão final sobre as fases de verificação. Os critérios que não obtiveram comentários contrários sobre o que foi proposto também foram listados.

Item da Norma de Desempenho	Consenso do grupo sobre a proposta	Decisão do grupo (Pontual/Gradual – Fases)
7. Propagação superficial de chamas: os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termoacústico devem ter as características de propagação de chamas controladas	Embora já se trabalhe com opções de revestimentos no Estudo de Viabilidade, essas definições começam a acontecer, pelo menos, a partir do Projeto Preliminar. No Anteprojeto, tais questões já estão decididas para que o orçamento da obra seja fechado.	Gradual (Projeto Preliminar – Anteprojeto)
10. Assegurar estanqueidade e isolamento: elementos de compartimentação devem minimizar a propagação do incêndio (Tempo requerido de resistência ao fogo – TRRF)	De modo similar ao caso anterior, esses elementos são detalhados a partir do Projeto Preliminar. No Estudo de Viabilidade, as questões são tratadas no nível macro, para dimensionamentos gerais.	Gradual (Projeto Preliminar – Anteprojeto)
24. Níveis mínimos de iluminação artificial (lux)	Não houve comentários contrários à proposta.	Pontual (Projeto Preliminar)
26. Poluentes na atmosfera interna à habitação: os materiais, equipamentos e sistemas empregados não podem liberar produtos que poluam	A verificação desse item somente a partir do Anteprojeto seria um equívoco. O ideal é que a coordenação controle esse critério a partir do Projeto Preliminar	Gradual (Projeto Preliminar – Projeto Executivo)
28. Altura mínima de pé direito	Embora seja um assunto abordado no <i>Briefing</i> Técnico, o pé direito só é fechado, de fato, após fases mais avançadas de compatibilização com as demais disciplinas, ou seja, na fase de Anteprojeto.	Gradual (<i>Briefing</i> Técnico – Anteprojeto)
29. Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação	Não houve comentários contrários à proposta	Pontual (<i>Briefing</i> Técnico)
32. Adequação ergonômica de dispositivos de manobra (trincos, puxadores, cremonas, guilhotinas etc.)	Não houve comentários contrários à proposta.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
33. Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra	A especificação dos dispositivos só é feita, pelo menos, a partir do Anteprojeto, mas pode evoluir até o Projeto Executivo. Trata-se de um critério gradual.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
43. Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural	Não houve comentários contrários à proposta	Gradual (Projeto Executivo – <i>As Built</i>)

Quadro 21 – Discussão dos critérios da Parte 1 e Parte 2 da Norma de Desempenho

Item da Norma de Desempenho	Consenso do grupo sobre a proposta	Decisão do grupo (Pontual/Gradual – Fases)
48. Avaliação da reação ao fogo da face inferior do sistema de piso	Critério relacionado à especificação do produto, que deve ser fechada até o Anteprojeto. As premissas são definidas no início do processo, mas só a partir do Projeto Preliminar é possível acompanhar essa informação com os projetistas, principalmente se envolver soluções fora do padrão.	Gradual (Projeto Preliminar – Anteprojeto)
49. Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso		Gradual (Projeto Preliminar – Anteprojeto)
51. Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas	Não houve comentários contrários à proposta.	Pontual (Projeto Executivo)
52. Selagem corta-fogo de tubulações de materiais poliméricos	Não houve comentários contrários à proposta.	Pontual (Projeto Executivo)
57. Escadas, elevadores e montacargas: As escadas devem ser enclausuradas com paredes e portas corta-fogo	Não é possível aferir o atendimento completo do critério somente no Estudo de Viabilidade. Alguns dados são definidos no <i>Briefing Técnico</i> e evoluem até o Anteprojeto, quando se espera que as soluções já estejam fechadas	Gradual (Briefing Técnico – Anteprojeto)
58. Coeficiente de atrito dinâmico	Trata-se de um critério que deve ser fechado no Anteprojeto, mas a discussão em torno do seu atendimento começa no Projeto Preliminar, principalmente para áreas comuns.	Gradual (Projeto Preliminar – Anteprojeto)
60. Frestas: os sistemas de pisos não podem apresentar abertura máxima de frestas maior que 4 mm	Não houve comentários contrários à proposta.	Gradual (Anteprojeto- Projeto Executivo)
68. Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes químicos	Não houve comentários contrários à proposta.	Pontual (Anteprojeto)
69. Desgaste por abrasão	Não houve comentários contrários à proposta.	Pontual (Anteprojeto)

Quadro 22 – Discussão dos critérios da Parte 3 da Norma de Desempenho

Item da Norma de Desempenho	Consenso do grupo sobre a proposta	Decisão do grupo (Pontual/Gradual – Fases)
81. Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos	Não é um critério que tem condições de ser avaliado no Estudo de Viabilidade. A discussão começa a partir do Anteprojeto e o detalhamento final fechado no Projeto Executivo.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
82. Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada		Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
89. Aberturas para ventilação: os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação	Até o Estudo de Viabilidade, estão sendo fechadas as áreas e a volumetria do empreendimento. As aberturas podem ser verificadas a partir do Projeto Preliminar e sofrer alterações até o Anteprojeto.	Gradual (Projeto Preliminar – Anteprojeto)
94. Manual de operação, uso e manutenção dos sistemas de vedação vertical	Não houve comentários contrários à proposta.	Gradual (Projeto Executivo – <i>As Built</i>)
101. Peças fixadas em forros	A especificação da resistência do forro só acontece a partir do Anteprojeto e, muitas vezes, só é concluída no Projeto Executivo.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
103. Avaliação da reação ao fogo da face interna do Sistema de Cobertura das edificações	Da mesma forma como os dois primeiros critérios, não há condições de avaliação desses itens no Estudo de Viabilidade. A discussão começa a partir do Anteprojeto e o detalhamento final é fechado no Projeto Executivo.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
104. Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações		Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
121. Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas	É um critério que pode evoluir ao longo do processo, então não é pontual. No anteprojeto é até possível já saber a especificação da telha, mas o detalhamento do Projeto Executivo pode interferir na solução final.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
122. Manual de operação, uso e manutenção das coberturas	Não houve comentários contrários à proposta	Gradual (Projeto Executivo – <i>As Built</i>)

Quadro 23 – Discussão dos critérios da Parte 4 e Parte 5 da Norma de Desempenho

Item da Norma de Desempenho	Consenso do grupo sobre a proposta	Decisão do grupo (Pontual/Gradual – Fases)
127. Sobrepressão máxima no fechamento de válvulas de descarga	O critério faz parte da fase de especificação e detalhamento do projeto, e sua verificação pode começar no Anteprojeto, mas a validação final ocorre no Projeto Executivo. Antes disso, só há diretrizes gerais.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
129. Sobrepressão máxima quando da parada de bombas de recalque	Por ser um item que pode interferir no dimensionamento do projeto de instalações, a coordenação deve monitorar esse critério desde o Projeto Preliminar, finalizando a verificação com a especificação e detalhamento do componente no Projeto Executivo.	Gradual (Projeto Preliminar – Projeto Executivo)
135. Corrente de fuga em equipamentos	O critério faz parte da fase de especificação e detalhamento do projeto, e sua verificação pode começar no Anteprojeto, mas a validação final ocorre no Projeto Executivo. Antes disso, só há diretrizes gerais.	Gradual (Anteprojeto – Projeto Executivo)
136. Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação		
137. Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás		
139. Prevenção de ferimentos		
140. Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários		
143. Estanqueidade à água de peças de utilização		
159. Funcionamento de dispositivos de descarga		
162. Adaptação ergonômica dos equipamentos		
163. Consumo de água em bacias sanitárias	Por ser um item que pode interferir no dimensionamento do projeto de instalações, a coordenação deve monitorar esse critério desde o Projeto Preliminar, finalizando a verificação com a especificação e detalhamento do componente no Projeto Executivo	Gradual (Projeto Preliminar – Projeto Executivo)
164. Fluxo de água em peças de utilização		

Quadro 24 – Discussão dos critérios da Parte 6 da Norma de Desempenho

4.3.13 Produtos do Bloco 2 dos Grupos Focais – Processo de projeto

As sessões dos Grupos Focais no segundo bloco permitiram, primeiramente, que a discussão sobre a importância e os desafios da gestão do processo de projeto

para alcançar empreendimentos com maior qualidade e, ao mesmo tempo, de menor custo e tempo de produção, fosse aprofundada. A baixa colaboração entre as equipes e a delegação de responsabilidades no projeto ainda são obstáculos consideráveis a serem vencidos e, além disso, mais atenção e tempo devem ser dispendidos às fases iniciais de planejamento e projeto, embora a prática ainda esteja caminhando na direção inversa, ou seja, as empresas do setor imobiliário ainda sofrem grande pressão para lançar seus empreendimentos rapidamente, o que acaba por impactar a definição dos prazos de obras.

Isto posto, o BIM é visto pelos participantes como uma metodologia que pode afetar positivamente o trabalho da coordenação e modificar as fases do desenvolvimento do projeto conhecido atualmente, uma vez que permite fluxos de trabalho mais simultâneos. Entretanto, o momento vivenciado ainda é de transição e adaptação para a aplicação efetiva desses conceitos.

As discussões em torno das fases de projeto possibilitaram maior conhecimento sobre suas principais características, sob a luz da Norma de Desempenho, e posterior configuração final de faseamento:

- Concepção do Negócio: definições estratégicas de incorporação;
- *Briefing* Técnico: formalização das características gerais de projeto;
- Estudo de Viabilidade: definições de soluções construtivas e estudo financeiro do empreendimento;
- Projeto Preliminar: especificações básicas do projeto;
- Anteprojeto: especificações avançadas do projeto;
- Projeto Executivo: detalhamento e documentação final do projeto;
- Acompanhamento de Obra: execução do empreendimento;
- *As-Built*: registro de como o empreendimento foi construído.

Esse produto foi fundamental para dar início ao debate sobre o melhor momento de verificar cada critério de desempenho, como visto nas últimas sessões dos Grupos Focais. O produto desse bloco pode ser visto por meio dos quadros apresentados a seguir.

Concepção do Negócio	Briefing Técnico	Estudo de Viabilidade	Projeto Preliminar	Anteprojeto	Projeto Executivo	Acompanhamento da Obra	As Built
			7.Propagação superficial de chamas: Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo acústico devem ter as características de propagação de chamas controladas				
			10.Assegurar estanqueidade e isolamento: elementos de compartimentação devem minimizar a propagação do incêndio				
			24.Níveis mínimos de iluminação artificial (lux)				
	28.Altura mínima de pé direito						
	29.Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação						
			26.Poluentes na atmosfera interna à habitação: Os materiais, equipamentos e sistemas empregados não podem liberar produtos que poluam				
				32.Adequação ergonômica de dispositivos de manobra (trincos, puxadores, cremonas, guilhotinas etc.))			
				33.Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra			
					43.Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural		

Quadro 25 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 1 (Requisitos Gerais) e Parte 2 (Sistema Estrutural) por fase de projeto

Concepção do Negócio	Briefing Técnico	Estudo de Viabilidade	Projeto Preliminar	Anteprojeto	Projeto Executivo	Acompanhamento da Obra	As Built
			48.Avaliação da reação ao fogo da face inferior do sistema de piso				
			49.Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso				
					51.Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas		
					52.Selagem corta-fogo de tubulações de materiais poliméricos		
	57.Escadas, elevadores e monta-cargas:As escadas devem ser enclausuras com paredes e portas corta-fogo						
			58.Coefficiente de atrito dinâmico				
				60.Frestas: Os sistemas de pisos não podem apresentar abertura máxima de frestas maior que 4 mm			
				68.Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes			
				69.Desgaste por abrasão			

Quadro 26 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 3 (Sistema de Pisos) por fase de projeto

Concepção do Negócio	Briefing Técnico	Estudo de Viabilidade	Projeto Preliminar	Anteprojeto	Projeto Executivo	Acompanhamento da Obra	As Built
				81.Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos			
				82.Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada			
			89. Aberturas para ventilação: Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação				
					94.Manual de operação, uso e manutenção dos sistemas de vedação vertical		

Quadro 27 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 4 (Sistema de Vedações) por fase de projeto

Concepção do Negócio	Briefing Técnico	Estudo de Viabilidade	Projeto Preliminar	Anteprojeto	Projeto Executivo	Acompanhamento da Obra	As Built
				101.Peças fixadas em forros			
				103.Avaliação da reação ao fogo da face interna do Sistema de Cobertura das edificações			
				104.Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações			
				121.Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas			
					122.Manual de operação, uso e manutenção das coberturas		

Quadro 28 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 5 (Sistema de Coberturas) por fase de projeto

Concepção do Negócio	Briefing Técnico	Estudo de Viabilidade	Projeto Preliminar	Anteprojeto	Projeto Executivo	Acompanhamento da Obra	As Built
				127.Sobrepessão máxima no fechamento de válvulas de descarga (não devem provocar sobrepessões no fechamento superiores a 0,2MPa.)			
			129.Sobrepessão máxima quando da parada de bombas de recalque (Verificar a menção no projeto da velocidade do fluido prevista.)				
				135.Corrente de fuga em equipamentos limitando-se em 15 mA.			
				136.Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação			
				137.Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás			
				139.Prevenção de ferimentos			
				140.Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários			
				143.Estanqueidade à água de peças de utilização			
				153.Risco de estagnação da água			
				159.Funcionamento de dispositivos de descarga			
				162.Adaptação ergonômica dos equipamentos			
			163.Consumo de água em bacias sanitárias				
			164.Fluxo de água em peças de utilização				

Quadro 29 – Critérios da ABNT NBR 15.575:2013 – Parte 6 (Sistema Hidrossanitários) por fase de projeto

4.4 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS EM UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO DE SÃO PAULO

Para a realização do Experimento, os arquivos de projeto de um empreendimento residencial foram fornecidos por uma construtora da cidade de São Paulo, que não será identificada por questões de confidencialidade de dados. Os modelos disponibilizados, no formato RVT e IFC, pertencem às disciplinas de Arquitetura, Estrutura, Elétrica, Hidráulica e Mecânica, e foram solicitados à empresa em questão modelos correspondentes à fase Executiva do processo de projeto, tendo em vista a análise de todos os critérios selecionados. É importante ressaltar que os projetistas são subcontratados e a gestão fica a cargo da construtora, responsável também pela coordenação BIM do processo.

Considerando a classificação feita por Creswell (2008), trata-se de Experimento que se aproxima do tipo Sujeito Único, uma vez que a amostra é composta apenas por modelos de um único empreendimento. O comportamento dos códigos de programação e das fichas de dados do dRofus frente às características dos modelos serão mensurados a partir dos valores de saída em cada ferramenta e medidos em dois momentos distintos, isto é, utilizando os modelos originais (grupo de controle) e, posteriormente, os modelos modificados pela autora (grupo experimental). A aleatoriedade da amostra decorre do fato de que o empreendimento disponibilizado não era conhecido anteriormente pela pesquisadora, fazendo parte do portfólio da empresa detentora de outros projetos.

A condução do Experimento teve início com a caracterização dos modelos em relação às diretrizes gerais de modelagem da construtora e parâmetros presentes nos arquivos. O objetivo foi estabelecer as condições originais dos modelos, de modo a apontar as características do grupo de controle e realizar a primeira simulação dos códigos de programação e sincronização com o dRofus.

No primeiro caso, os arquivos originais foram exportados diretamente para IFC e enviados ao Jupyter Notebook. De acordo com as características de cada critério, adotou-se o arquivo da disciplina e o Código de Programação correspondente. Para o uso do dRofus, os modelos foram mantidos no formato do *software* de autoria; esse processo foi aplicado para todos os requisitos selecionados e os primeiros resultados foram observados.

Na segunda fase, criou-se o grupo experimental, ou seja, a pesquisadora modificou os arquivos originais, modelando os dados necessários conforme a parametrização de cada critério. Seguindo a mesma sequência descrita anteriormente, uma segunda simulação foi realizada para ambos os casos (Figura 59). Os resultados das simulações permitiram, além da observação do comportamento das ferramentas, o aperfeiçoamento das diretrizes de modelagem necessárias à verificação dos critérios da Norma de Desempenho, conforme proposta de pesquisa.

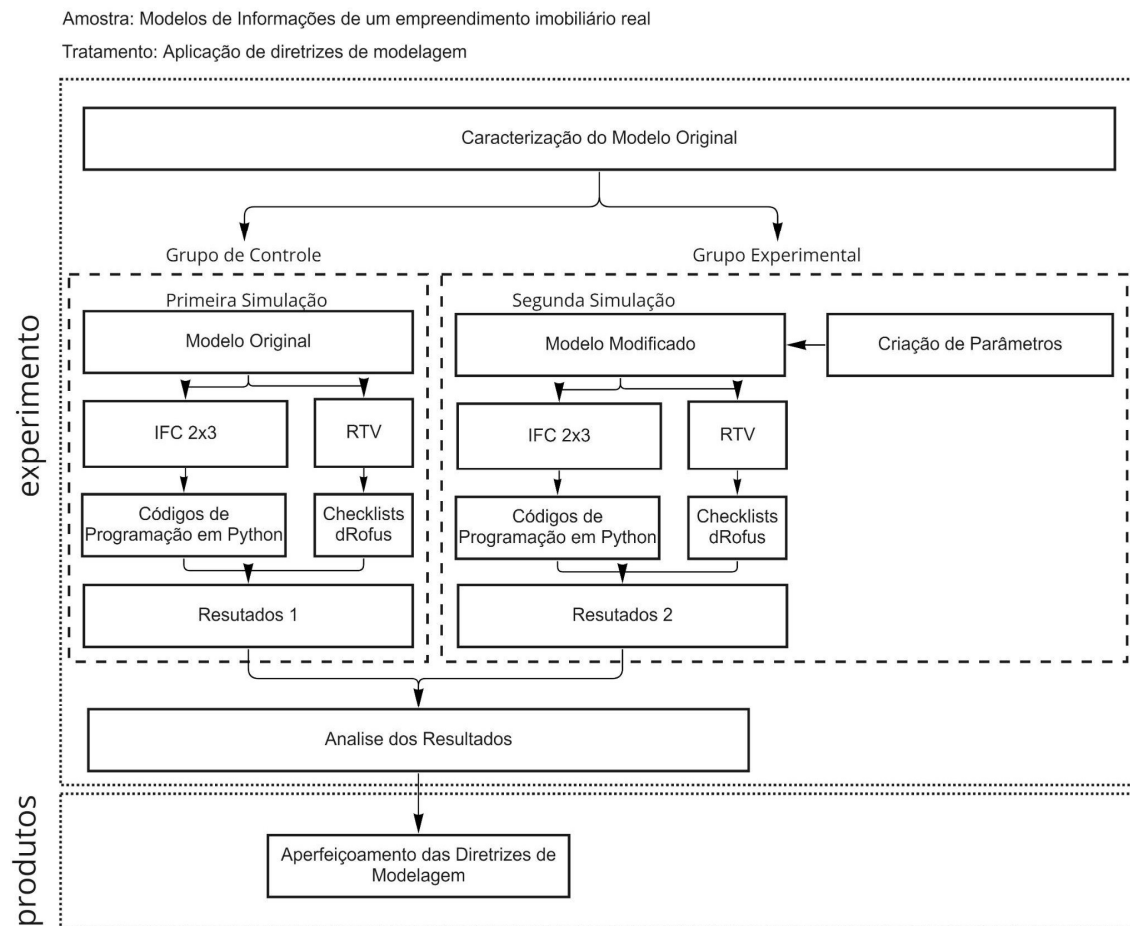


Figura 59 – Fluxo metodológico do Experimento

4.4.1 Caracterização dos modelos

As informações contidas nos modelos da fase Executiva do processo de projeto da construtora atendem aos padrões estabelecidos pela respectiva empresa. Como convenção, os modelos das disciplinas são entregues pelos projetistas obedecendo a seguinte divisão: implantação, térreo, tipos, cobertura e anexos.

O *software* de modelagem Autodesk Revit foi adotado pelas principais especialidades, com exceção de Ar-Condicionado e Exaustão, que elaboraram os seus projetos fazendo uso do ArchiCAD, da Graphisoft. Além disso, alguns projetos específicos, como vedações, paisagismo e combate a incêndio, não foram modelados em ferramentas compatíveis com o BIM. Pelo fato de o projeto envolver diferentes fabricantes de tecnologia, o formato aberto IFC está presente para possibilitar a troca de informações entre todos os projetistas e a construtora, que também adota soluções da Autodesk para realizar a coordenação (Quadro 30).

Ator	Software de Autoria	Extensão Entregue
Arquitetura Estrutura Elétrica Hidráulica	Autodesk Revit	RVT, IFC, NWC
Ar-Condicionado e Exaustão	Graphisoft ArchiCAD	PLN, IFC
Fundações Decoração Paisagismo Combate à Incêndio Vedações Telhado Comunicação Visual	Autodesk AutoCAD	DWG
Coordenação	Autodesk Navisworks	NWD

Quadro 30 – *Softwares* utilizados no projeto e extensão entregue por ator

Considerando os requisitos de modelagem solicitados no PEB do projeto, os objetos contidos nos modelos correspondem ao Nível de Desenvolvimento 300, em sua maioria. Como descrito anteriormente, para caracterizar os dados contidos nos modelos fornecidos, todos os parâmetros contidos em cada arquivo e a quais categorias de objetos esses parâmetros se aplicavam foram mapeados (Figura 60). Os modelos da disciplina de Mecânica, por estarem no formato IFC, foram importados ao Revit para viabilizar esse levantamento; as disciplinas que utilizaram o AutoCAD como ferramenta de desenho não foram consideradas.

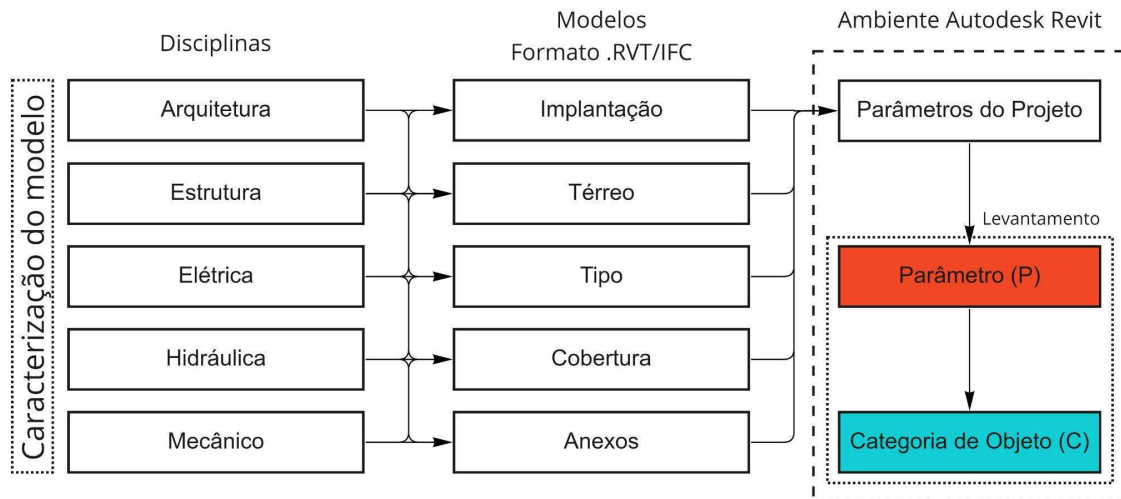


Figura 60 – Mapeamento de parâmetros dos modelos

O resultado do mapeamento realizado pode ser visto no Quadro 31. Os modelos de Arquitetura e Estrutura compartilham diversos parâmetros, embora haja diferentes ocorrências em cada arquivo, fato que ocorre mesmo entre modelos da mesma disciplina. Destaca-se a grande quantidade de dados relacionados com a documentação 2D: dentre os 64 parâmetros encontrados, 17 destinam-se às folhas do projeto.

Os modelos de Elétrica e Hidráulica possuem, em média, quase o dobro de parâmetros das disciplinas anteriores e a ocorrência dos dados entre os arquivos é mais uniforme. Por outro lado, isso significa que parâmetros específicos de uma disciplina estão disponíveis nos modelos das demais, mesmo que, nesses casos, não exista um objetivo para eles. Ressalta-se a presença de parâmetros para a classificação de objetos, como a OmniClass e a UniClass, e para a descrição normativa dos objetos do projeto; tais parâmetros estão alinhados a características desejáveis aos modelos para a verificação de requisitos de desempenho.

Considerando os arquivos da Mecânica, observou-se que os modelos possuem parâmetros mais específicos da disciplina. Em sua maioria, os dados estão relacionados com características técnicas do desenvolvimento do projeto e especificação de equipamentos, contudo, há parâmetros relacionados à aquisição do produto e tempo de garantia. Tais características também interessam à Norma de Desempenho, uma vez que podem ser utilizadas para a verificação dos manuais de operação e manutenção do empreendimento, embora os parâmetros estejam relacionados a poucas categorias de objetos nos modelos correspondentes.

Embora os modelos contenham um número significativo de parâmetros, é interessante pontuar que grande parte deles não está preenchida. Assim, a falta de padronização encontrada entre modelos da mesma disciplina e entre as demais levanta o questionamento de como a empresa utiliza os dados contidos nos objetos dos modelos, mesmo em processos não ligados ao gerenciamento de requisitos de desempenho. Considerando que se trata de arquivos da última fase de desenvolvimento e detalhamento do projeto, os motivos pelo qual esses valores não foram adicionados precisariam ser mais bem investigados.

A título de exemplo, o Quadro 32 apresenta os parâmetros e os valores encontrados no modelo correspondente aos anexos do empreendimento da disciplina de mecânica, conforme cada item do projeto, ou seja, cada objeto identificado. Os dados correspondentes a datas de aquisição, produção, etc., podem não ter sido preenchidos pelo fato de as informações ainda não estarem disponíveis naquele momento. Ainda assim, observam-se diversas lacunas para os outros parâmetros do modelo.

(Conclusão)

Disciplina		Modelo		P		C	
Mecanico	Térreo	x					
	Tipos		x				
	19 Andar						
	Cobertura						
	Anexos	x					
Disciplina	Modelo	Acoustic-Rating Walls					
		Admissão do Ar Mechanical Equipment					
		Alimentação Elétrica Electrical Fixtures Generic Models Mechanical Equipments					
		Azulo nº Mechanical Equipment					
		ATEÇAO! Specialty Equipment					
		Capacidade Nominal (Btu/h) Mechanical Equipment					
		Cod. Generic Models					
		Component 1:Carbono Incorporado Walls					
		Component 1:Tipo de Componente Walls					
		Condensadora Correspondente Mechanical Equipment					
		Data de Aquisição Doors Generic Models					
		Data de Fabricação Doors Generic Models					
		Descrição Air Terminals Generic Models					
		Descrição (Venoziana Exaustor) Air Terminals					
		DIMENSÕES (LUA) Air Terminals Ducts Generic Models Pipes					
		Dimensão Colarinho Air Terminals					
		Dimensões (mm) - Condensadora Mechanical Equipment					
		Dimensões (mm) - Evaporadora Mechanical Equipment					
		Fabricante Mechanical Equipment					
		Fim da Garantia Doors					
		Fornecimento: Air Terminals Duct Fittings Ducts Electrical Fixtures Generic Models Pipe Fittings Pipe					
		ID Dinâmico por Classificação Walls					
		Localização do Produto no Projeto Doors Generic Models					
		Marca Mechanical Equipments					
		Material Ducts Generic Models					
		Modelo Mechanical Equipments					
		Numeração Unidade Mechanical Equipments					
		Obs: Air Terminals					
		Peso Aprox. (Kg) Mechanical Equipments					
		Pressão (mmCa) Mechanical Equipments					
		Pressão Estática (mmCa) Mechanical Equipments					
		ProductionYear Doors Generic Models					
		Regulagem Vazão de Ar (m³/h) Air Terminals					
		Renovation Status Walls					
		Rótulo MEP - Complemento Air Terminals Ducts Generic Models					
		Seção Duto Ducts					
		Seção Tubo Ducts Pipes					
		Superfície da Base (Geral) Generic Models					
		Superfície da Face (Geral) Walls					
		Superfície do Topo (Geral) Generic Models					
		Tag Air Terminals, Doors Duct Fittings, Ducts Electrical Fixtures Generic Models Mechanical Equipment Pipes, Pipes Fittings Specialty Equipment					
		Transmissão Sonora Walls					
		Vazão de Ar (m³/h) Mechanical Equipments					
		Area Beneficiada Mechanical Equipments					
		Início da Garantia Doors					
		Ø Linha Líquido Mechanical Equipments					
		Ø Linha Sucção Mechanical Equipments					
		Furo:Carbono Incorporado Doors					
		Motor (CV/P) Mechanical Equipments					
		Motor (W) Mechanical Equipments					
		NameOverride Project Information Wall					

Quadro 31 – Parâmetros (P) e componentes (C) correspondentes dos modelos

Item	Parâmetro				Capacidade Nominal (Btu/h)	Component 1: Carbono Incorporado	Component 1: Tipo de Componente	Condensadora Correspondente	Data de Aquisição	Data de Fabricação	DIMENSÕES (LxA)	Dimensões (mm) - Condensadora	Dimensões (mm) - Evaporadora	Fim da Garantia	Fornecimento:	ID Dinâmico por Classificação	Localização do Produto no Projeto	Marca (AC)	Material	
	Acoustic Rating	Alimentação Elétrica	Apto nº	ATEÇÃO!																
Pintura - Vermelho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pintura - Vermelho	
ACIONADOR MANUAL DA PRESSURIZAÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fornecido pela construtora	-	-	-	Pintura - Vermelho	
Pintura - Vermelho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pintura - Vermelho	
UE-01	-	220v/1φ/60 Hz	-	-	9.000	-	-	1	-	-	-	268x203x840	268x203x840	-	Fornecido pela construtora	-	-	FUJITSU	Pintura - Vermelho	
FURO	-	-	-	-	-	-	-	DD/MM/YY YY	DD/MM/YY YY	-	-	-	-	DD/MM/YY YY	Aberturas -FURO	Piso: PORTARIA Cômodo:	-	-	Pintura - Vermelho	
DRENO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fornecido pela construtora	-	-	-	TUBO PVC	
Tubo-005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MED. 100x31cm	-	-	-	-	Fornecido pela construtora	-	-	-	Pintura - Vermelho mais claro	
FURO	-	-	-	-	-	-	-	DD/MM/YY YY	DD/MM/YY YY	-	-	-	-	DD/MM/YY YY	Aberturas -FURO	Piso: COBERTURA Cômodo:	-	-	Pintura - Vermelho	
AVAC - Enchimento	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Parede - Enchimento	-	-	Enchimento	
AVAC - Enchimento	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Parede - Enchimento	-	-	Enchimento	
AVAC - Enchimento	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Parede - Enchimento	-	-	Enchimento	
AVAC - Enchimento	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Parede - Enchimento	-	-	Enchimento	
L01	-	-	-	-	-	-	-	DD/MM/YY YY	DD/MM/YY YY	-	-	-	-	-	-	Forno -L01	Piso: COBERTURA Cômodo:	-	-	Pintura - Vermelho mais claro
FURO	-	-	-	-	-	-	-	DD/MM/YY YY	DD/MM/YY YY	-	-	-	-	DD/MM/YY YY	Aberturas -FURO	Piso: COBERTURA Cômodo:	-	-	-	Pintura - Vermelho médio
Pintura - Vermelho médio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pintura - Vermelho médio	
Pintura - Vermelho claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pintura - Vermelho claro	
Tubo-006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MED. 100x0cm	-	-	-	-	Fornecido pela construtora	-	-	-	Pintura - Vermelho mais claro	
UC-01	-	1,0kW/220v/1 φ/60 Hz	-	-	9.000	-	-	1	-	-	-	535x663x293	535x663x293	-	Fornecido pela construtora	-	-	FUJITSU	Pintura - Vermelho	
D.F.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fornecido pela construtora	-	-	-	Pintura - Vermelho médio	

(Continua)

(Conclusão)

Item	Modelo (Evap./Cond.)	Numeração Unidade	Obs:	Peso Aprox. (Kg)	Production Year	Renovatio n Status	Rótulo MEP - Comple mento	Seção Tubo	Superficie do Topo (Geral)	Superficie da Face (Geral)	Superficie da Base (Geral)	Tag	Transmiss ão Sonora	Vazão de Ar (m³/h)	Área Beneficia da	Íncio da Garantia	Ø Linha Líquido	Ø Linha Sucção	NameOverride
Pintura - Vermelho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACIONADOR MANUAL DA PRESSURIZAÇÃO	-	-	-	-	-	Existing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pintura - Vermelho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UE-01	ASBG09LMCA	1	-	8,5	DD/MM/YYYY	Existing	-	-	-	-	-	-	-	750	PORTARIA	-	1/4"	3/8"	-
FURO	-	-	-	-	DD/MM/YYYY	Existing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DD/MM/YYYY	-	-
DRENO	-	-	-	-	-	Existing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubo-005	-	-	-	-	-	Existing	MED.	MED. cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FURO	-	-	-	-	DD/MM/YYYY	Existing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DD/MM/YYYY	-	-
AVAC - Enchimento	-	-	-	-	-	Existing	-	-	-	Pintura - Vermelho mais claro	-	-	0	-	-	-	-	-	-
AVAC - Enchimento	-	-	-	-	-	Existing	-	-	-	Pintura - Vermelho mais claro	-	-	0	-	-	-	-	-	-
AVAC - Enchimento	-	-	-	-	-	Existing	-	-	-	Pintura - Vermelho mais claro	-	-	0	-	-	-	-	-	-
AVAC - Enchimento	-	-	-	-	-	Existing	-	-	-	Pintura - Vermelho mais claro	-	-	0	-	-	-	-	-	-
L01	-	-	-	-	DD/MM/YYYY	Existing	-	-	Pintura - Vermelho mais claro	-	Pintura - Vermelho mais claro	-	-	-	-	-	-	-	-
FURO	-	-	-	-	DD/MM/YYYY	Existing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DD/MM/YYYY	-	-
Pintura - Vermelho médio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pintura - Vermelho claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubo-006	-	-	-	-	-	Existing	MED.	MED. cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UC-01	AOBG09LMCA	1	-	24	-	Existing	-	-	-	-	-	-	-	-	PORTARIA	-	-	-	-
D.F.	-	-	-	-	-	Existing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 32 – Parâmetros e valores correspondentes do modelo Anexo – disciplina Mecânica

4.4.2 Primeira simulação – códigos de programação

Posteriormente à aplicação dos códigos de programação para os 37 critérios da Norma de Desempenho, a solução imprimiu todos os resultados em branco (Quadro 33). Isso se deve ao fato de os atributos solicitados ao programa não estarem presentes no IFC ou, no caso de requisitos ligados a fatores geométricos, os objetos não estarem modelados de modo a permitir a leitura de seus dados conforme descrição dos códigos. Além disso, outro fator que contribui para esse resultado é a ausência dos valores relacionados à classificação OmniClass, mesmo que o parâmetro esteja presente em alguns modelos.

Critério	Disciplina do modelo utilizado	Resultado	Observação sobre o resultado	Conclusão
7	Arquitetura, Estrutura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
10	Estrutura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
24	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
28	Arquitetura	Em branco	Ambientes e forros não encontrados	Insatisfatório
29	Arquitetura	Em branco	Ambientes não encontrados	Insatisfatório
26	Todos	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
32	Arquitetura, Elétrica, Hidráulica e Mecânica	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
33	Arquitetura, Elétrica, Hidráulica e Mecânica	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
48	Estrutura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
49	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
51	Elétrica e Hidráulica	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
52	Elétrica e Hidráulica	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
57	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
58	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
60	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
68	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
69	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
81	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
82	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório
89	Arquitetura	Em branco	Ambientes não encontrados	Insatisfatório
101	Arquitetura	Em branco	Parâmetro não encontrado	Insatisfatório

(Continua)

Critério	Disciplina do modelo utilizado	Resultado	(Conclusão)	
			Observação sobre o resultado	Conclusão
103	Arquitetura e Estrutura	Em branco	P	Insatisfatório
			a	
			r	
			â	
			n	
			e	
			t	
			r	
			o	
			n	
			ã	
			o	
			e	
			n	
			c	
			o	
			n	
			t	
			r	
			a	
			d	
			o	
104	Arquitetura	Em branco	P	Insatisfatório
			a	
			r	
			â	
			n	
			e	
			t	
			r	
			o	
			n	
			ã	
			o	
			e	
			n	
			c	

4.4.3 Primeira simulação – dRofus

Como a parametrização da ferramenta já havia sido feita nas fases iniciais da pesquisa de campo, foi preciso incluir no dRofus os ambientes identificados nos modelos de Arquitetura, além dos itens modelados em todas as disciplinas no banco de dados, no entanto, mesmo com a ferramenta preparada para receber os dados do modelo, a sincronização com o Revit não pôde ser realizada para 38 dos 40 critérios possíveis de serem verificados.

De forma similar, a falha na simulação é decorrente da falta de atributos nos arquivos do empreendimento. As exceções são os critérios 28 e 29, por estarem relacionados com a altura do pé direito e área dos ambientes, respectivamente. Assim, para ambos os casos, os dados correspondentes a tais requisitos foram conectados aos atributos do dRofus (Figura 61) e enviados ao banco de dados.

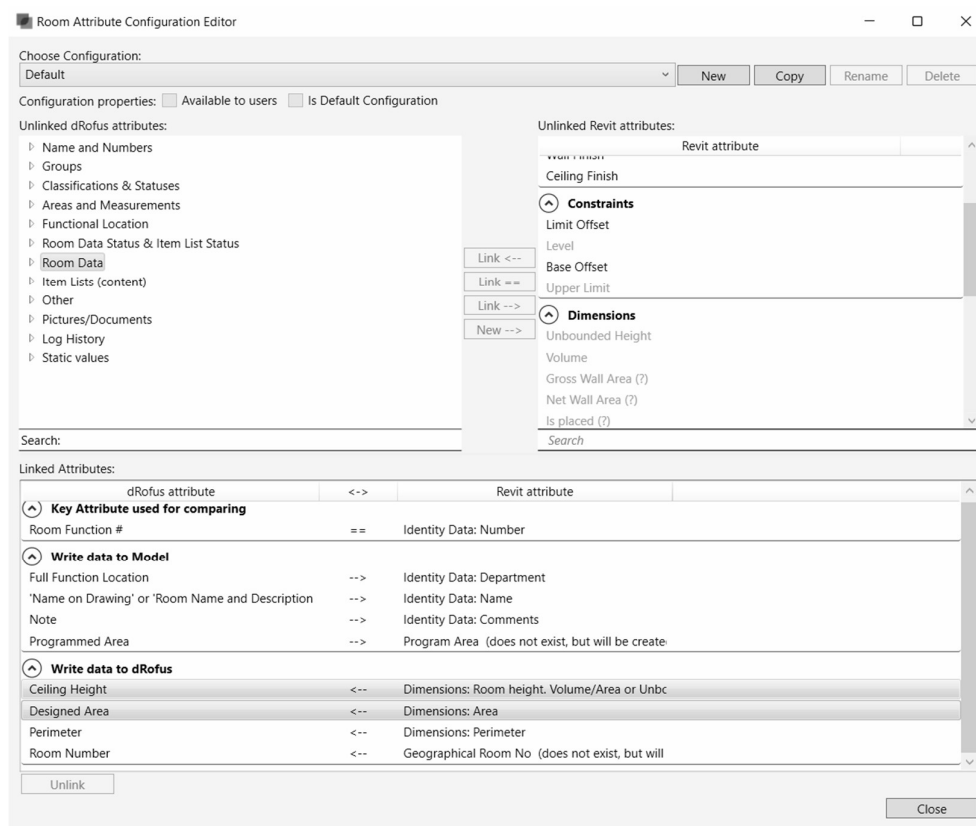


Figura 61 – Configuração de atributos dRofus: primeira simulação

A correspondência de dados nas duas saídas pode ser observada pela Figura 62. A seguir, encontra-se também o resumo da primeira simulação utilizando o dRofus, considerando todos os critérios do recorte (Quadro 34).

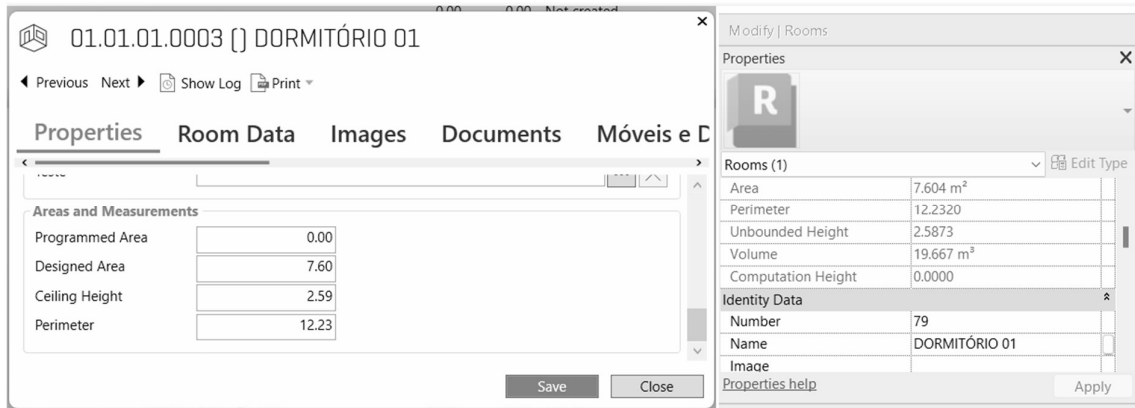


Figura 62 – Sincronização de dados entre Revit e dRofus

Critério	Disciplina do modelo utilizado	Resultado	Observação sobre o resultado	Conclusão
7	Arquitetura, Estrutura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
10	Estrutura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
24	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
28	Arquitetura	Sincronizado	Parâmetros geométricos	Satisfatório
29	Arquitetura	Sincronizado	Parâmetros geométricos	Satisfatório
26	Todos	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
32	Arquitetura, Elétrica, Hidráulica e Mecânica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
33	Arquitetura, Elétrica, Hidráulica e Mecânica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
43	Estrutura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
49	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
51	Elétrica e Hidráulica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
52	Elétrica e Hidráulica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
57	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
58	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
60	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
68	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
69	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
81	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
82	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
89	Arquitetura	Não sincronizado	Ambientes não encontrados	Insatisfatório
94	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
101	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
103	Arquitetura e Estrutura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
104	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
121	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
122	Arquitetura, Estrutura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
127	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
129	Hidráulica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
135	Hidráulica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
136	Hidráulica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
137	Hidráulica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
139	Hidráulica	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório

(Continua)

Critério	Disciplina do modelo utilizado	Resultado	Observação sobre o resultado	(Conclusão)
				Conclusão
140	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
143	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
153	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
159	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
162	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
163	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório
164	Arquitetura	Não sincronizado	Parâmetros inexistentes	Insatisfatório

Quadro 34 – Resumo do Resultado 1 – dRofus

4.4.4 Modificação do modelo

O processo de modificação dos modelos (Figura 63) seguiu duas atividades principais: preliminarmente, foram gerados os parâmetros necessários à verificação de cada critério nos arquivos das disciplinas correspondentes e, em seguida, foram atribuídos valores a cada um dos atributos inseridos nos objetos e ambientes encontrados nos modelos. No caso da utilização dos códigos de programação, a classificação OmniClass também foi indicada para os componentes do modelo. Todas as modificações foram realizadas dentro do Revit.

Dessa forma, foram criadas duas versões distintas dos arquivos para a verificação com cada ferramenta, reforçando que o número de critérios analisados por cada uma delas é diferente, ou seja, os parâmetros necessários não são exatamente os mesmos para os Códigos de Programação e dRofus. No caso dos requisitos da norma relacionados à avaliação do manual de operação e manutenção (critérios 43, 94 e 122), somente um parâmetro foi adotado para finalizar as simulações, embora sejam itens que envolvem a avaliação de mais de um dado do modelo, devendo seguir as instruções definidas na Norma de Desempenho.

Os modelos modificados para checagem com os códigos de programação foram exportados para IFC versão 2 x 3, incluindo as propriedades do Revit. A lista dos atributos modelados por critério da NBR 15.575, bem como a disciplina, objetos e ferramenta correspondentes, estão relacionados no Quadro 35.

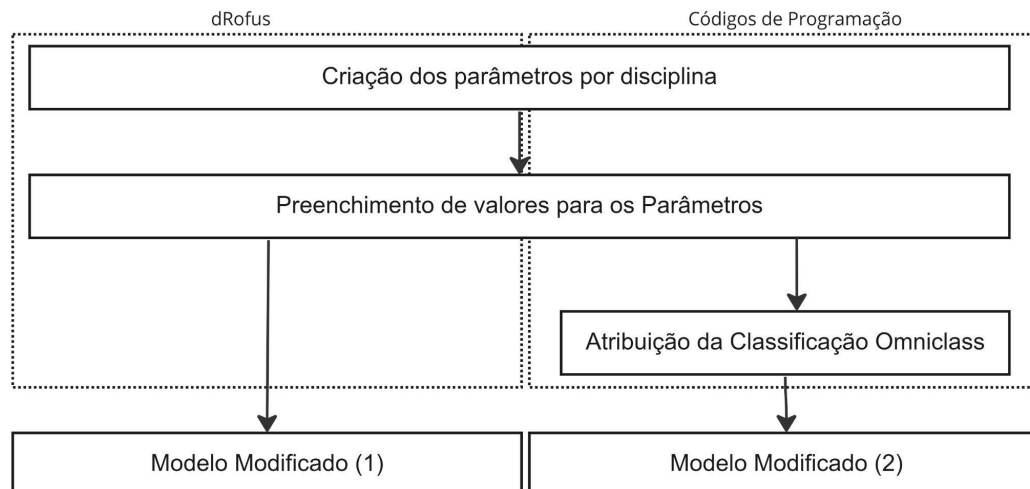


Figura 63 – Processo de modificação dos modelos

Critério (s)	Disciplina(s)	Modificações	Categorias de objetos relacionados	Ferramenta
10, 57	Estrutura, Arquitetura	Criação do parâmetro 'TRRF'	<i>Doors; walls; floors; beam; column</i>	Códigos de Programação/dRofus
24	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Iluminação Artificial (lux)'	<i>Rooms</i>	Códigos de Programação/dRofus
26	Todas	Criação do parâmetro 'Legislação Vigente'	Todos	Códigos de Programação/dRofus
28	Arquitetura	Não foram feitas alterações	<i>Ceilings</i>	Códigos de Programação/dRofus
29	Arquitetura	Não foram feitas alterações	<i>Rooms</i>	Códigos de Programação/dRofus
32, 33, 68, 69, 127, 139, 140, 143, 153, 159, 162, 163, 164	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Norma Técnica'	<i>Floors; walls; plumbing fixtures; windows; doors; materials</i>	Códigos de Programação/dRofus
43	Estrutura	Criação do parâmetro 'Sobrecarga Máxima'	<i>Floors</i>	dRofus

(Continua)

(Conclusão)

Critério (s)	Disciplina(s)	Modificações	Categorias de objetos relacionados	Ferramenta
48	Estrutura Arquitetura	Criação do parâmetro 'Classe – Reação ao Fogo'	<i>Floors</i>	Códigos de Programação/dRofus
7, 49, 81, 82, 103, 104	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Classe – Reação ao Fogo'	<i>Floors; walls; ceilings; structural framing</i>	Códigos de Programação/dRofus
51, 52	Elétrica e Hidráulica	Criação do parâmetro 'Selagem – Tempo de Resistência ao Fogo'	<i>Floors; pipes; pipes fittings</i>	Códigos de Programação/dRofus
58	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Coeficiente de Atrito Dinâmico'	<i>Floors</i>	Códigos de Programação/dRofus
60	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Frestas (mm)'	<i>Floors</i>	Códigos de Programação/dRofus
89	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Área de Abertura'	<i>Windows</i>	Códigos de Programação/dRofus
94	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Periodicidade de Manutenção'	<i>Windows, walls, doors</i>	dRofus
101	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Carga Vertical (N)'	<i>Ceilings</i>	Códigos de Programação/dRofus
104	Arquitetura	Criação do parâmetro 'Grau de Alteração de Cor'	<i>Structural framing, floors</i>	Códigos de Programação/dRofus
122	Arquitetura, Estrutura, Hidráulica	Criação do parâmetro 'Periodicidade de Manutenção'	<i>Structural framing, plumbing fixtures</i>	dRofus
129	Hidráulica	Criação do parâmetro 'Velocidade do Fluido'	<i>Mechanical equipment</i>	Códigos de Programação/dRofus
135, 136, 137	Hidráulica	Criação do parâmetro 'Norma Técnica'	<i>Plumbing fixtures; mechanical equipment</i>	Códigos de Programação/dRofus
A Classificação OmniClass foi atribuída a todos os objetos relacionados				

Quadro 35 – Modificações realizadas no modelo por critério da norma (Conclusão)

4.4.5 Segunda simulação – códigos de programação

Após a exportação dos novos arquivos IFC, cada Código de Programação foi reaplicado no Jupyter Notebook. Embora o programa tenha conseguido imprimir o resultado para grande parte dos critérios, alguns continuaram a trazer valores em branco. Tal fato foi observado particularmente em requisitos que envolviam a avaliação de características geométricas e técnicas de forros.

A estratégia adotada para investigar o motivo pelo qual o programa não conseguiu gerar os resultados esperados, primeiramente, foi desmembrar os códigos, ou seja, foram extraídos os valores que cada sentença buscava, de modo a identificar em qual momento a informação se perdia. Um exemplo é o critério 28, relacionado à avaliação do pé direito de cada ambiente do empreendimento: neste caso, o código já apresentava falhas no início e não conseguiu identificar nenhum elemento de forro no arquivo, embora os componentes existissem no modelo (Figura 64).

```
In [1] import ifcopenshell
In [2] modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')
In [3] relacao_covering = modelo_ifc.by_type ('IfcCovering')
In [4] relacao_espacial = modelo_ifc.by_type ('IfcRelContainedInSpatialStructure')
      for relacao in relacao_espacial:
          estruturas = relacao.RelatingStructure
          elementos = relacao.RelatedElements
          if estruturas.is_a() == 'IfcSpace':
              for lista_de_elementos in elementos:
                  if lista_de_elementos.is_a() == 'IfcCovering':
                      print(lista_de_elementos)

In [5]
```

Figura 64 – Investigação de falha de programação – Critério 28

A análise do modelo revelou que o problema estava no fato de os forros estarem modelados como um único componente, já que o respectivo Código de Programação buscava a lista de objetos relacionados com cada ambiente. Como tentativa de correção, os forros foram modelados individualmente para cada espaço (Figura 65).

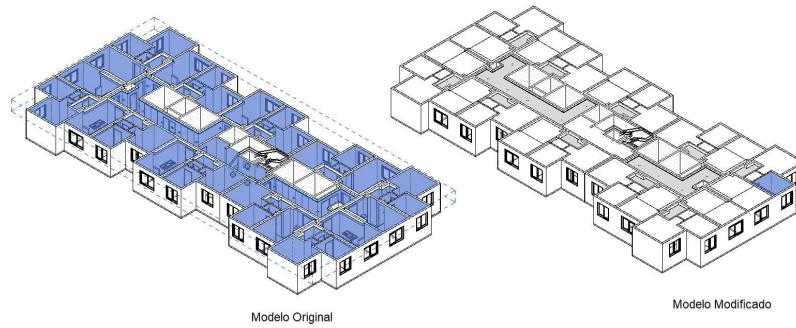


Figura 65 – Remodelagem dos forros – critério 28

O código foi reaplicado no novo arquivo IFC gerado e o programa conseguiu imprimir os resultados esperados, conforme se observa na Figura 66. Esse processo iterativo foi repetido para todos os critérios que não foram bem-sucedidos na nova simulação, após a primeira modificação dos arquivos.

Embora tal alteração tenha sido a única não identificada anteriormente como necessária, concluiu-se que o modo como os objetos estão modelados afetam os resultados dos códigos de programação. As simulações relacionadas aos pisos não apresentaram problema, pois tais componentes já estavam separados anteriormente.

```

In [1] import ifcopenshell
In [2] modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')
In [3] relacao_covering = modelo_ifc.by_type ('IfcCovering')
In [4] relacao_espacial = modelo_ifc.by_type ('IfcRelContainedInSpatialStructure')
for relacao in relacao_espacial:
    estruturas = relacao.RelatingStructure
    elementos = relacao.RelatedElements
    if estruturas.is_a() == 'IfcSpace':
        for lista_de_elementos in elementos:
            if lista_de_elementos.is_a() == 'IfcCovering':
                for representacao in lista_de_elementos.Representation.Representations:
                    item = representacao.Items
                    for lista_item in item:
                        for posicao in lista_item.Position.Location:
                            altura_projetada = posicao[2]
                            altura_NBR_desempenho = 2.50
                            altura_NBR_desempenho2 = 2.30
                            if estruturas.Name == '13-65 13 00' or estruturas.Name == '13-25 11 11':
                                if altura_projetada < altura_NBR_desempenho2:
                                    print('Reprovado,', 'h=', altura_projetada, estruturas.LongName)
                                else:
                                    print('Aprovado,', 'h=', altura_projetada, estruturas.LongName)
                            if estruturas.Name != '13-65 13 00' and estruturas.Name != '13-25 11 11':
                                if altura_projetada < altura_NBR_desempenho:
                                    print('Reprovado,', 'h=', altura_projetada, estruturas.Name,
estruturas.LongName)
                                else:
                                    print('Aprovado,', 'h=', altura_projetada, estruturas.LongName)

In [5] Aprovado, h= 2.5865000000000054 DORMITÓRIO 01
Aprovado, h= 2.5865000000000054 DORMITÓRIO 02
Aprovado, h= 2.3250000000000004 BANHO
Aprovado, h= 2.5865000000000054 COZINHA/A.S.
Aprovado, h= 2.5865000000000001 COZINHA/A.S.
Aprovado, h= 2.3250000000000004 BANHO
Aprovado, h= 2.3250000000000004 BANHO
Aprovado, h= 2.4100000000000024 HALL DE ELEVADORES
Aprovado, h= 2.4100000000000024 HALL DE ELEVADORES
Aprovado, h= 2.453499999999988 HALL DE ELEVADORES
Aprovado, h= 2.453499999999997 HALL DE ELEVADORES
Aprovado, h= 2.5900000000000009 ESC. EMERG.

```

Figura 66 – Resultado após novas modificações do modelo – critério 28

No que se refere aos códigos, de modo geral, foram efetuados alguns ajustes nas sentenças que comandavam a impressão dos valores requisitados, visando melhor formatação e compreensão dos resultados pelo usuário. Foram adicionadas informações como ‘Referencia’ e títulos para cada dado impresso, de acordo com o exemplo do critério 24, ilustrado pela Figura 67. Os códigos em Python podem ser vistos no Anexo B desta pesquisa.

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')
lista_propriedades = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByProperties')
for item in lista_propriedades:
    def_i_prop = item.RelatingPropertyDefinition
    if def_i_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
        list_propriedades = def_i_prop.HasProperties
        for propriedades in list_propriedades:
            if propriedades.Name == 'Iluminação Artificial (lux)':
                ifcspace = item.RelatedObjects
                for espaco in ifcspace:
                    valor_projeto = propriedades.NominalValue.wrappedValue
                    if espaco.Name == '13-65 23 00':
                        if valor_projeto >= 200:
                            print('Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial')
                            print('Avaliação do valor de Lux')
                            print('Nome do espaço: ', espaco.LongName)
                            print('Referencia: 200')
                            print('Valor Encontrado: ', valor_projeto)
                            print('Resultado: Aprovado')
                        if espaco.Name == '13-65 23 00':
                            if valor_projeto < 200:
                                print('Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial')
                                print('Avaliação do valor de Lux')
                                print('Nome do espaço: ', espaco.LongName)
                                print('Referencia: 200')
                                print('Valor Encontrado: ', valor_projeto)
                                print('Resultado: Reprovado')

```

```

Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial
Avaliação do valor de Lux
Nome do espaço: COZINHA/A.S.
Referencia: 200
Valor Encontrado: 200.0
Resultado: Aprovado

```

Figura 67 – Alteração dos dados de impressão – Critério 24

4.4.6 Segunda simulação – dRofus

Posteriormente à criação dos parâmetros faltantes, os atributos puderam ser conectados com os campos correspondentes do dRofus por meio da configuração do *plugin* presente no Revit. Logo, a determinação do fluxo de dados foi parametrizada tanto para os requisitos avaliados por meio das características de um ambiente, quanto por meio das características técnicas de itens. Para ilustrar esse processo, a disciplina de arquitetura será utilizada como exemplo (Quadro 36).

Campo do dRofus (grupo – tópico – dado)	Direção	Parâmetros do Revit (grupo: parâmetro)
<i>Ceiling Height</i>	←	<i>Dimensions: Unbounded Height</i>
Conforto Térmico e Qualidade do Ar – Ventilação – Área de Abertura	←	<i>Dimensions: Área de Abertura</i>
<i>Designed Area</i>	←	<i>Dimensions: Area</i>
Iluminação – Iluminação Artificial – Lux Resultante	←	<i>Identity Data: Iluminação Artificial (lux)</i>
Materiais – Características Técnicas – TRRF (modelo)	←	<i>Fire Protection: TRRF</i>
Materiais – Características Técnicas – Classe de Reação ao Fogo	←	<i>Fire Protection: Classe de Reação ao Fogo</i>
Normas Técnicas e Legislação – ABNT NBR 15.575:2013 – Normas Técnicas	←	<i>Identity Data: Normas Técnicas</i>
Normas Técnicas e Legislação – Legislação – Regulações do Produto	←	<i>Identity Data: Legislação Vigente</i>
Descrição – Resistência – Carga Vertical (N) Modelo	←	<i>Identity Data: Carga Vertical (N)</i>
Descrição - Função e Aparência – Frestas/Juntas (mm)	←	<i>Materials and Finishes: Coeficiente de Atrito Dinâmico</i>
Materiais – Coeficiente de Atrito Dinâmico – Coeficiente de Atrito Dinâmico (modelo)	←	<i>Materials and Finishes: Frestas (mm)</i>
Materiais – Características Técnicas – Grau de Alteração de Cor	←	<i>Materials and Finishes: Grau de Alteração de Cor</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema de Vedações – Vida Útil	←	<i>Identity Data: Vida Útil</i>

Quadro 36 – Parametrização do *plugin* no modelo de Arquitetura

O resultado foi considerado satisfatório para todos os critérios selecionados, uma vez que os dados puderam ser consultados com sucesso no ambiente do dRofus, conforme exemplificado pela Figura 68, que ilustra a sincronização do critério 24 (Níveis de Iluminação Artificial).

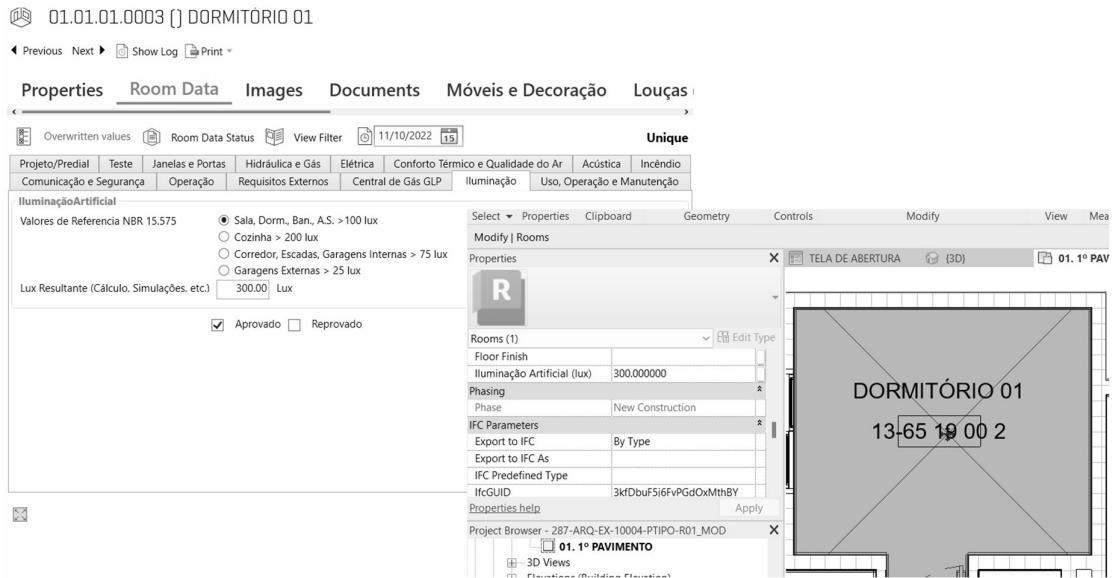


Figura 68 – Sincronização de dados entre o modelo e dRofus para o critério 24

Para melhor visualizar os resultados alcançados na segunda simulação, configurou-se um modelo de relatório no dRofus que listasse todos os itens presentes em seu banco de dados e os valores dos campos sincronizados, conforme exemplificado no Quadro 33. Os relatórios foram exportados no formato .xls e configurados por disciplina (Tabela 3), com informações geradas para a disciplina de Arquitetura. Nesse caso, os resultados relativos aos critérios 24 (Iluminação Artificial), 28 (Altura do pé direito) e 29 (Áreas mínimas dos ambientes), por estarem relacionados aos ambientes e não aos objetos, precisam ser gerados em outro relatório.

Embora o dRofus tenha trazido os valores adicionados aos modelos, observa-se que a respectiva tabela, do modo como foi configurada, não consegue comunicar com clareza o atendimento ou não dos critérios de desempenho. Tal fato pode ser observado pela ausência dos campos 'Aprovado'/'Reprovado', conforme a decisão da coordenação em relação a determinado item.

Além disso, ainda que os parâmetros se relacionem com grupos específicos de itens, eles foram mostrados para todos os objetos, mesmo quando já se esperava que não tivessem um valor preenchido. Como exemplo, o campo 'Coeficiente de Atrito Dinâmico (modelo)' está conectado a itens de revestimento, mas pode ser visto para portas, janelas e louças sanitárias, o que também pode confundir o resultado a ser transmitido.

Dessa maneira, observa-se a necessidade tanto de aprimorar a configuração dos relatórios, com a inclusão dos campos mencionados anteriormente, quanto de criar filtros no dRofus, de modo que determinados campos só apareçam nos grupos de itens correspondentes.

Tabela 3 – Relatório de itens do dRofus para a disciplina de Arquitetura

Item Nome	Regulações do Produto	Coefficiente de Atrito Dinâmico (modelo)	Normas Técnicas	Classe de Reação ao Fogo	TRRF (modelo)	Frestas/Juntas (mm)	Carga Vertical (N) Modelo	Grau de Alteração de Cor	Área de Abertura	Vida Útil
Piso Laminado Maple Verona	ABNT NBR 0000	0,25	ABNT NBR 0000	IIA	--	0	--	1	--	5
Eliane Ecocement Off-White AC 45x45	ABNT NBR 0000	0,45	ABNT NBR 0000	IIIA	--	1	--	1	--	5
Eliane Forma Branco AC 45x45	ABNT NBR 0000	0,4	ABNT NBR 0000	IIA	--	2	--	2	--	5
Eliane Habitat Marfim AC 45x45	ABNT NBR 0000	0,3	ABNT NBR 0000	IA	--	2	--	1	--	5
Eliane Forma Branco BR 30x40	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	IIA	--	1	--	3	--	5
Látex Acrílico Branco	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	IIA	--	--	--	4	--	3
Monocapa 3250 Duna	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	IIA	--	--	--	2	--	3
FOR-PGA1-PIN1 (forro)	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	IIA	--	--	15	--	--	7

(Continua)

Tabela 3 – Relatório de itens do dRofus para a disciplina de Arquitetura (Conclusão)

Item Nome	Regulações do Produto	Coefficiente de Atrito Dinâmico (modelo)	Normas Técnicas	Classe de Reação ao Fogo	TRRF (modelo)	Frestas/Juntas (mm)	Carga Vertical (N) Modelo	Grau de Alteração de Cor	Área de Abertura	Vida Útil
AE14-BLC_OSSO (parede)	ABNT NBR 0000	--	--	--	90	--	--	--	--	10
PeP-Caixilho-Correr-Veneziana-2FL-R06	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	--	--	--	--	--	1.05	8
Pep-PORTA-Madeira-R08	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	--	90	--	--	--	--	10
Pep-Lavatorio-Suspenso-Coluna-Deca-R03	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	--	--	--	--	--	--	5
Pep-Bacia-Caixa Acoplada-Deca-R02	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	--	--	--	--	--	--	5
RSA-Chuveiro-com vazao-cromado	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	--	--	--	--	--	--	7
Pep-Tanque-20 Litros-R04	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	--	--	--	--	--	--	7
Pep-Bancada-INOX-R03	ABNT NBR 0000	--	ABNT NBR 0000	--	--	--	--	--	--	5

5 RESULTADOS

A fundamentação teórica relatou que, nas etapas iniciais de contratação e planejamento do processo de projeto, a geração e entrega das informações necessárias ao desenvolvimento do empreendimento devem ser organizadas e acordadas entre todos os envolvidos. Dessa forma, a elaboração do PEB é fundamental para o alinhamento do escopo de elaboração e verificação do projeto.

O gerenciamento de requisitos da Norma de Desempenho passa por dois momentos distintos: o Planejamento, quando a coordenação planeja o processo de projeto, e a Execução, quando o desenvolvimento do empreendimento, de fato, se inicia (Figura 69).

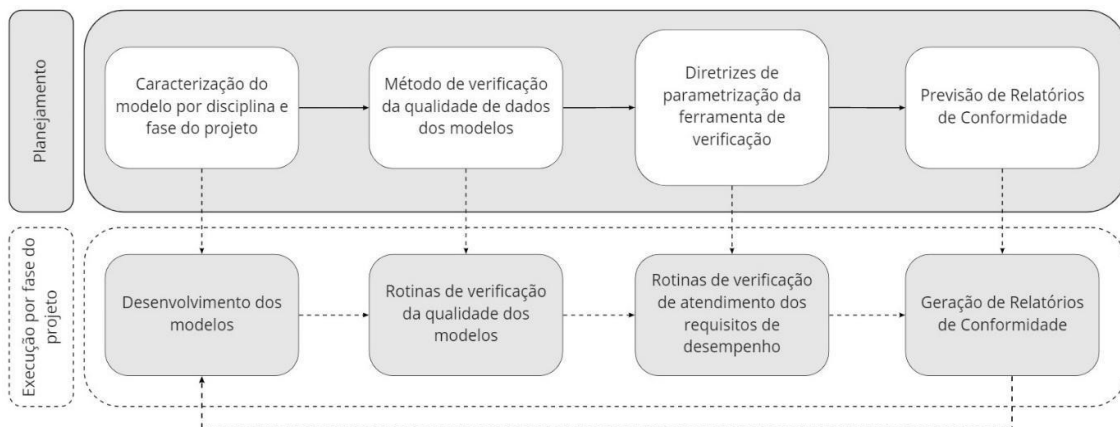


Figura 69 – Fluxo de atividades no gerenciamento de requisitos de desempenho

O Planejamento contempla quatro etapas: propõe-se que, primeiramente, ocorra a caracterização dos modelos de informação por disciplina e fase do processo de projeto, de modo a comunicar aos projetistas as diretrizes de modelagem, quais dados precisam ser adicionados aos arquivos e em que momento.

A caracterização de modelos prevendo o uso dos códigos de programação ou do dRofus é semelhante, embora existam algumas particularidades. A descrição das diretrizes de modelagem foi feita por meio da elaboração de quadros responsáveis por apresentar os dados a serem adicionados, orientando em quais fases do processo de projeto eles precisam estar no modelo, qual a disciplina responsável e como os projetistas devem modelar essas informações (Figura 70).

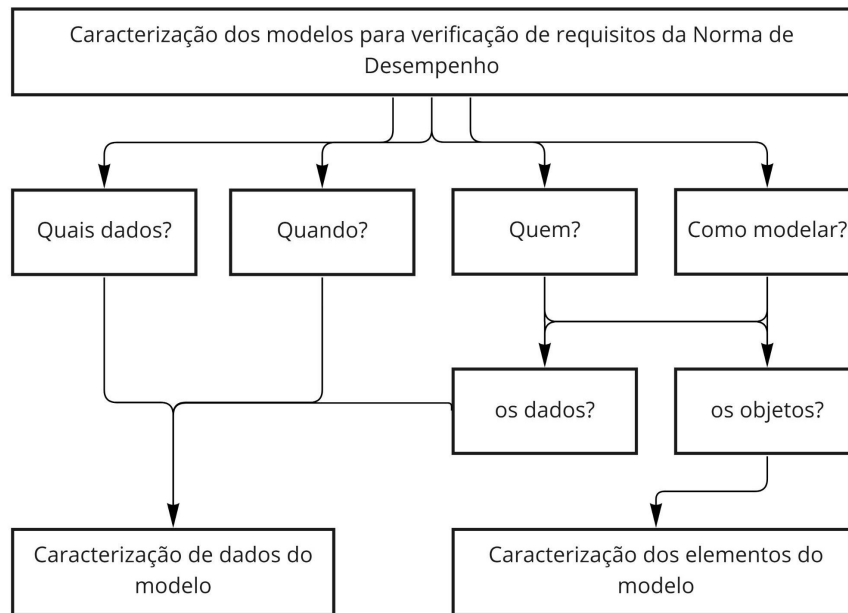


Figura 700 – Lógica para a caracterização dos modelos

Portanto, no que se refere aos dados necessários para a verificação dos requisitos da norma, cada disciplina possui uma seção específica (Figura 71), que descreve:

- a) **Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND:** descrição da solicitação de informação;
- b) **Nome do Parâmetro:** sugestão de nomenclatura a ser adotada;
- c) **Tipo/Instância:** indicação sobre a caracterização do parâmetro, se um grupo de objetos ou se é aplicado individualmente para componente;
- d) **Grupo do Parâmetro:** indicação do grupo a qual o parâmetro pertence;
- e) **Tipo de Parâmetro:** indicação se o valor do parâmetro é um número, texto, dimensão, etc.;
- f) **Categoria de objeto:** quais categorias de objeto o parâmetro se aplica;
- g) **Fases do Processo de Projeto:** indicação de quais fases do processo de projeto a informação precisa estar no modelo. Se mais de uma fase estiver sinalizada, espera-se que o parâmetro ainda passe por atualizações e esteja alinhado com a última definição ou detalhamento de cada fase do projeto.

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Disciplina													

Figura 71 – Estrutura dos quadros de caracterização dos dados do modelo

No que concerne às diretrizes de modelagem para os componentes do modelo, houve indicação de qual categoria cada objeto deveria ser modelado. No caso dos códigos de programação, a classe IFC de exportação de cada elemento também foi indicada, uma vez que a correta parametrização dessa ferramenta depende da correspondência entre a estrutura do arquivo IFC e as sentenças descritas nos códigos (Figura 72).

Nome do Elemento	Categoria do Revit	Classe IFC
Disciplina		

Figura 72 – Estrutura dos quadros de caracterização dos elementos do modelo – IFC

É interessante destacar que as diretrizes apresentadas a seguir podem ser transformadas em *templates* do Revit e, dessa forma, podem ser replicadas mais facilmente para futuros projetos.

Em seguida, ocorre a previsão dos métodos de avaliação da qualidade desses modelos em relação à caracterização anterior. O objetivo da verificação da qualidade do modelo é a certificação de que os arquivos elaborados pelos projetistas estão preparados para serem analisados. Dessa forma, é preciso averiguar se os dados, de fato, foram criados antes de avaliar sua conformidade com a Norma de Desempenho, caso contrário, a etapa de verificação perde o sentido.

Por fim, efetua-se a descrição da parametrização da tecnologia de verificação escolhida e dos relatórios de conformidade previstos. Os relatórios são importantes, pois além de retroalimentarem os projetistas para que as alterações necessárias sejam executadas, são instrumentos primordiais para a formalização e consolidação do histórico do projeto, possibilitando análises e embasando, conseqüentemente, tomadas de decisões.

Uma vez iniciado o processo, a fase de Execução também compreende quatro atividades, que são correspondentes às da fase anterior. Assim, ao final da geração dos relatórios de conformidade, o ciclo é reiniciado até que não haja mais pendências. As seções seguintes destinam-se ao detalhamento das quatro etapas do Planejamento, considerando as particularidades de cada uma das duas tecnologias: (1) códigos de programação e (2) dRofus.

As disciplinas e especialidades envolvidas podem variar conforme o projeto e a empresa responsável pela coordenação e contratação dos projetos. Para fins desta pesquisa, adotou-se a relação de projetos essenciais indicada pela Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA, 2015): Arquitetura; Sistemas Estruturais e Fundações; Hidráulica e Infraestrutura; Combate e Proteção contra Incêndio; Energia (Elétrica e Gás); Instalações Mecânicas (Ar Condicionado e Exaustão) e Comunicações.

É oportuno lembrar que as diretrizes propostas se baseiam nas características do modelo gerado pelo *software* de autoria adotado pela autora, no caso, o Revit da Autodesk. A opção por outros *softwares* não está limitada, sendo necessárias adaptações à lógica de construção da solução a ser apresentada. O objetivo de propor diretrizes de parametrização da ferramenta é possibilitar que a coordenação de projeto seja capaz de desenvolver as próprias versões e adaptações das soluções tecnológicas, seja internamente ou com auxílio de especialistas. Reforça-se que todas as diretrizes estão limitadas aos 40 requisitos de desempenho selecionados na fase de classificação.

5.1 PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE DESEMPENHO – CÓDIGOS DE PROGRAMAÇÃO

5.1.1 Caracterização dos modelos por fase de projeto e disciplina

Um ponto de partida para caracterizar os modelos, tendo em vista o uso dos códigos de programação, é considerar a capacidade do exportador nativo de IFC do Revit, desconsiderando a utilização de *plug-ins* ou outros recursos de terceiros para potencializar essa funcionalidade. No caso do Revit 2021, um fator responsável por influenciar a estruturação dos requisitos para a modelagem refere-se à incapacidade

de mapeamento das propriedades de materiais para o IFC por parte de seu exportador padrão. Dessa forma, as propriedades relacionadas a materiais precisam ser aplicadas em componentes do modelo, como paredes e pisos.

A seguir, encontram-se as recomendações para a modelagem dos dados do projeto de arquitetura (Quadro 37) e para os modelos das demais disciplinas relacionadas (Quadro 38).

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Arquitetura, Paisagismo e Interiores													
Espaços configurados e identificados	----	----	----	----	----								
Indicação da quantidade de lux de cada ambiente	Iluminação Artificial (Lux)	Instância	<i>Identity Data</i>	Número	<i>Rooms</i>								
Indicação das normas técnicas dos revestimentos de piso especificados, incluindo as normas que regem os ensaios	Normas Técnicas	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Floors;Walls; Plumbing Fixtures; Windows; Doors</i>								
Indicação das normas técnicas de que todas as camadas do sistema de vedações especificadas são atendidas, incluindo as normas que regem os ensaios													
Indicação das normas técnicas dos dispositivos de manobras especificados e peças sanitárias: válvulas, louças e metais													
Indicação do Coeficiente de Atrito Dinâmico dos revestimentos de piso especificados	Coeficiente de Atrito Dinâmico	Tipo	<i>Materials and Finishes</i>	Número	<i>Floors</i>								
Indicação do tamanho de frestas dos revestimentos de piso especificados.	Frestas (mm)	Tipo	<i>Materials and Finishes</i>	Número	<i>Floors</i>								

(Continua)

(Continuação)

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Indicação da Classe de Reação ao Fogo das camadas externas e internas do sistema de vedações e sistemas de piso especificados	Classe – Reação ao Fogo	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Floors; Walls</i>								
Indicação do Tempo de Resistência ao Fogo (TRRF) de vedações corta-fogo, portas corta-fogo de escadas e elevadores, pisos e outros	TRRF	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Floors; Walls;</i>								
Forros individualizados e compatibilizados, por ambiente	----	----	----	----	----								
Indicar carga vertical admissível para os forros especificados	Carga Vertical (N)	Tipo	<i>Identity Data</i>	Número	<i>Ceilings</i>								
Indicação da Classe de Reação ao Fogo dos forros especificados ou camadas de revestimento inferior de pisos	Classe – Reação ao Fogo	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Ceilings</i>								
Indicar área de abertura de janelas de ambientes com permanência prolongada, como quartos e salas	Área de Abertura	Tipo	<i>Dimensions</i>	Número	<i>Windows</i>								
Indicação da Classe de Reação ao Fogo da face externa do sistema de coberturas: telhas ou outra superfície exposta de acabamento	Classe – Reação ao Fogo	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Structural Framings</i>								

(Continua)

(Conclusão)

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Indicação do grau de alteração de cor da face externa do sistema de coberturas: telhas ou outra superfície exposta de acabamento	Grau de Alteração de Cor	Tipo	<i>Materials and Finishes</i>	Número	<i>Structural Framings</i>								
Indicação de todas as normas técnicas que os equipamentos elétricos especificados atendem, incluindo as normas que regem os ensaios	Normas Técnicas	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Electrical Fixtures</i>								
Indicação das resoluções atendidas dos materiais e equipamentos especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos; volatilidade	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Todos</i>								

Quadro 37 – Caracterização dos dados para Arquitetura, Paisagismo e Interiores – Códigos de Programação

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Instalações Hidráulicas													
Indicação do tempo de resistência ao fogo da selagem corta-fogo de prumadas hidráulicas	Selagem – Tempo de resistência ao fogo	Instância	<i>Fire protection</i>	Número	<i>Pipes; Pipes Fittings</i>								
Especificação do tratamento para tubulações de material polimérico com diâmetro superior a 40 mm, que passem pelo piso, caso não estejam em prumadas enclausuradas													
Indicação da velocidade do fluido quando da parada de bombas de recalque	Velocidade do Fluido	Tipo	<i>Identity Data</i>	Número	<i>Mechanical Equipment</i>								
Indicação das normas técnicas que os equipamentos elétricos e/ou gás especificados atendem	Normas Técnicas	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Mechanical Equipment</i>								
Indicação de todas as normas técnicas que registros, misturadores, sifões e outros dispositivos manipulados pelos usuários atendem		Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Pipe Accessories</i>								
Indicação das resoluções atendidas dos materiais e equipamentos especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Pipes; Pipes Fittings; Pipe Accessories</i>								
Instalações Elétricas, Telefonia e Comunicações													
Indicação do tempo de resistência ao fogo da selagem corta-fogo de prumadas elétricas	Selagem – Tempo de resistência ao fogo	Instância	<i>Fire protection</i>	Número	<i>Pipes; Pipes Fittings</i>								
Especificação do tratamento para tubulações de material polimérico com diâmetro superior a 40 mm, que passem pelo piso, caso não estejam em prumadas enclausuradas													

(Continua)

(Continuação)

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Indicação das resoluções atendidas dos materiais e equipamentos especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Pipes; Pipes Fittings; Pipe Accessories</i>								
Sistema Estrutural													
Indicação do Tempo de Resistência ao Fogo (TRRF) dos componentes do sistema estrutural, incluindo cobertura	TRRF	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Floors; Beam; Column</i>								
Indicação da Classe de Reação ao Fogo da estrutura específica da cobertura, se houver	Classe - Reação ao Fogo	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Structural Framings</i>								
Indicação das resoluções a serem atendidas dos materiais especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Floors; Beam; Column, Structural Framings</i>								
Ar Condicionado e Exaustão													
Indicação das resoluções a serem atendidas dos materiais especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Ducts, Ducts Fitting, Ducts Systems, etc.</i>								
Indicação das normas técnicas que registros e outros dispositivos manipulados pelos usuários atendem	Normas Técnicas	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Ducts Fitting</i>								
Combate a Incêndio													
Indicação das resoluções a serem atendidas dos materiais especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Pipes; Pipes Fittings; Pipe Accessories, etc.</i>								

(Continua)

(Conclusão)

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Indicação das normas técnicas que registros e outros dispositivos manipulados pelos usuários atendem	Normas Técnicas	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Pipe Fitting</i>								
Gás													
Indicação das resoluções a serem atendidas dos materiais especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Pipes; Pipes Fittings; Pipe Accessories, etc.</i>								
Indicação das normas técnicas que registros e outros dispositivos manipulados pelos usuários atendem	Normas Técnicas	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Pipe Fitting</i>								

Quadro 38 – Caracterização dos modelos complementares – Códigos de Programação

Os Quadros 39 e 40 indicam, por disciplina, os requisitos para a modelagem dos elementos. Foram listados apenas os objetos relacionados aos critérios de desempenho.

Nome do Elemento	Categoria do Revit	Classe IFC
Arquitetura, Paisagismo e Interiores		
Materiais de Acabamentos de Piso	<i>Floors</i>	IfcSlab
Materiais de Acabamentos de Parede	<i>Walls</i>	IfcWall
Espaços	<i>Rooms</i>	IfcSpace
Forros	<i>Ceiling</i>	IfcCovering
Vedações Verticais	<i>Walls</i>	IfcWall
Lajes	<i>Structural Floor</i>	IfcSlab
Portas, com trincos e puxadores	<i>Doors</i>	IfcDoor
Janelas, com trincos e puxadores	<i>Windows</i>	IfcWindow
Metais e Louças Sanitárias	<i>Plumbing Fixtures</i>	IfcFlowTerminal
Materiais de isolamento acústico ou térmico para sistema de pisos	<i>Floors</i>	IfcSlab
Materiais de isolamento acústico ou térmico para sistema de coberturas	<i>Roof</i>	IfcRoof
Telhas	<i>Structural Framing</i>	IfcBuildingElementProxy
Terças, ripas e caibros	<i>Roofs</i>	IfcRoof

Quadro 39 – Geração de elementos de Arquitetura – Códigos de Programação

Nome do Elemento	Categoria do Revit	Classe IFC
Instalações Hidráulicas		
Gás		
Combate a Incêndio		
Tubulações	<i>Pipes</i>	IfcPipeSegment
Conexões	<i>Pipe Fittings</i>	IfcPipeFitting
Ralos e Caixas	<i>Plumbing Fixtures</i>	IfcFlowTerminal
Bombas e pressurizadores	<i>Mechanical Equipment</i>	IfcBuildingElementProxy
Aquecedores de acumulação	<i>Mechanical Equipment</i>	IfcBuildingElementProxy
Registros e válvulas	<i>Pipe Accessories</i>	IfcValveType
Instalações Elétricas, Telefonia e Comunicações		
Dutos	<i>Conduits</i>	IFCCableCarrierSegment
Conexões	<i>Conduit Fittings</i>	IFCCableCarrierFitting
Caixas de Passagem	<i>Electrical Fixtures</i>	IfcBuildingElementProxy
Quadros de Energia	<i>Electrical Equipment</i>	IfcBuildingElementProxy
Sistema Estrutural		
Lajes	<i>Structural Floor</i>	IfcSlab
Vigas	<i>Beam</i>	IfcBeam
Pilares	<i>Column</i>	IfcColumn
Terças, ripas e caibros	<i>Roofs</i>	IfcRoof
Ar Condicionado e Exaustão		
Grelhas	<i>Air Terminals</i>	IfcAirTerminal
Tubulações	<i>Flex Ducts/Pipes</i>	IfcDuctSegment/ IfcPipeSegment
Equipamentos	<i>Mechanical Equipment</i>	IfcBuildingElementProxy

Quadro 40 – Geração de elementos de complementares – Códigos de Programação

A classificação de objetos também deve ser considerada para a caracterização final do modelo de informações, ou seja, é interessante estabelecer quais serão os códigos de classificação de objetos a serem utilizados para o empreendimento. Nesse sentido, as tabelas oficiais precisam ser consultadas.

A título de ilustração, a Figura 73 apresenta a classificação OmniClass para alguns componentes relacionados ao projeto arquitetônico. Para a configuração de exportação final do modelo, recomenda-se a utilização da versão 2 x 3 do IFC e que

o MVD seja o “*Coordination View 2.0*”, com a adição dos “*Property Sets*” e “*Space Boundaries*”.

Nome do Elemento	Classificação Omniclass
Espaços - Exemplos	
Sala de Estar	13-57 13 15 11
Dormitório	13-65 19 00
Banheiro	13-65 13 00
Área de Serviço	13-65 17 00
Cozinha	13-65 23 00
Corredores	13-25 11 11
Escadas	13-23 11
Playground	13-33 15 21
Garagem	13-21 13 00
Para outros: Consultar Tabela 13	
Produtos	
Acabamentos - Exemplos	
Madeira para pisos	23-15 17 13 11
Cerâmica para pisos	23-15 17 13 13 13
Metal para pisos	23-15 17 13 21
Pintura a base d'água	23-15 21 11 11 13
Pintura texturizada	23-15 21 11 13
Placa cimentícia para paredes	23-15 15 13 15
Para outros: Consultar Tabela 23	
Registros, Metais e Louças Sanitárias - Exemplos	
Torneiras	23-31 11 00
Misturadores de Torneiras	23-31 11 19
Bacias Sanitárias	23-31 19 00
Registro Gaveta	23-27 31 25
Para outros: Consultar Tabela 23	
Forros - Exemplos	
Forros Suspensos	23-15 19 23 11
Para outros: Consultar Tabela 23	

Figura 73 – Classificação OmniClass para projetos arquitetônicos

5.1.2 Verificação de qualidade do modelo

A visualização dos parâmetros de um modelo pode ser apoiada por diversas ferramentas. Grande parte dos visualizadores 3D, por exemplo, permitem a inspeção dos objetos, trazendo informações sobre os dados embutidos, mesmo que de forma mais manual. Outras ferramentas, como o Navisworks (Autodesk) e o próprio Solibri,

podem ser utilizadas para a criação de regras de filtragem dos objetos com determinados parâmetros, agilizando a análise dos atributos embutidos nos arquivos. Assim, os procedimentos necessários para a verificação da qualidade do modelo devem seguir as características de cada solução.

Adotando o Navisworks como exemplo, um processo de configuração para a verificação dos dados do modelo pode ser observado na Figura 74.

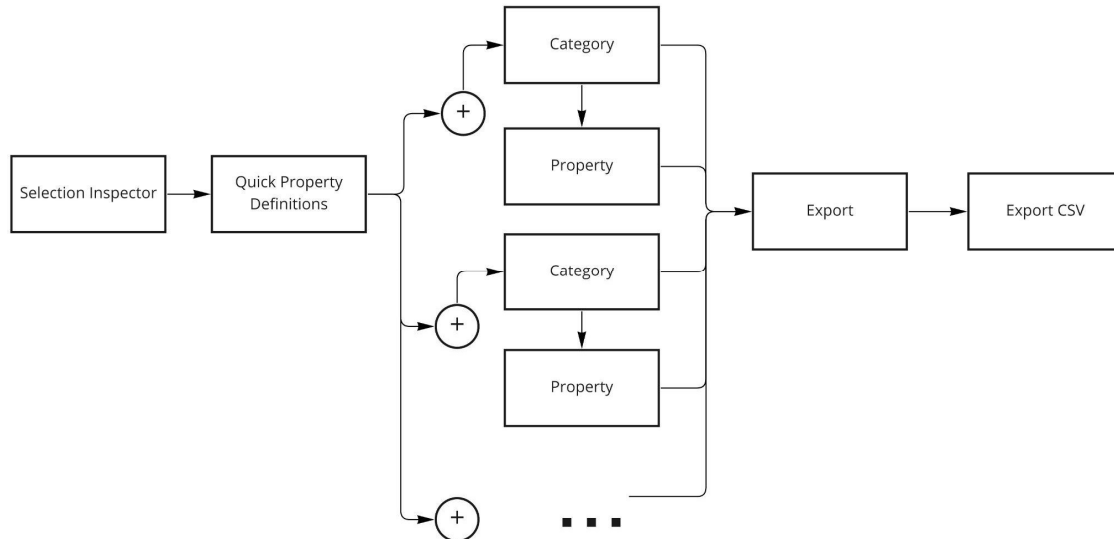


Figura 74 – Configuração para verificação de qualidade do modelo utilizando o Navisworks

Os filtros são criados a partir do recurso 'Selection Inspector', que permite ao usuário selecionar e adicionar diferentes categorias e os respectivos parâmetros de interesse (Figura 75). Ao selecionar os objetos, o recurso gera uma lista com os valores dos parâmetros escolhidos, incluindo os que não foram preenchidos (Figura 76). Os resultados podem ser exportados para o formato CSV, gerando relatórios específicos sobre essa etapa.

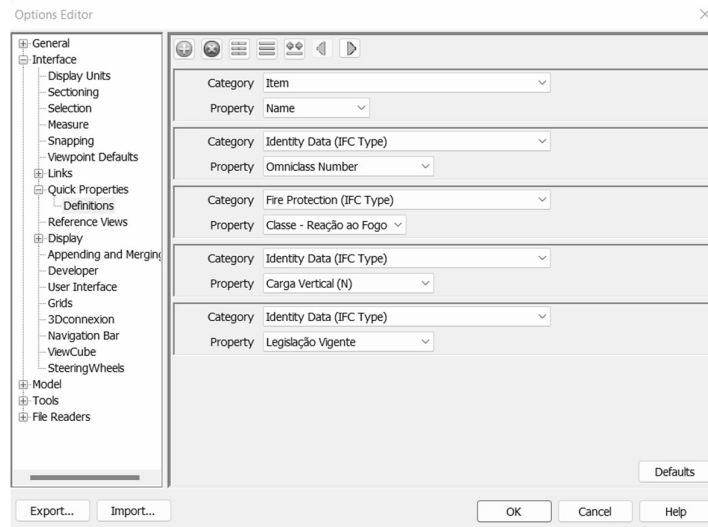


Figura 75 – Seleção de categorias e parâmetros no Navisworks

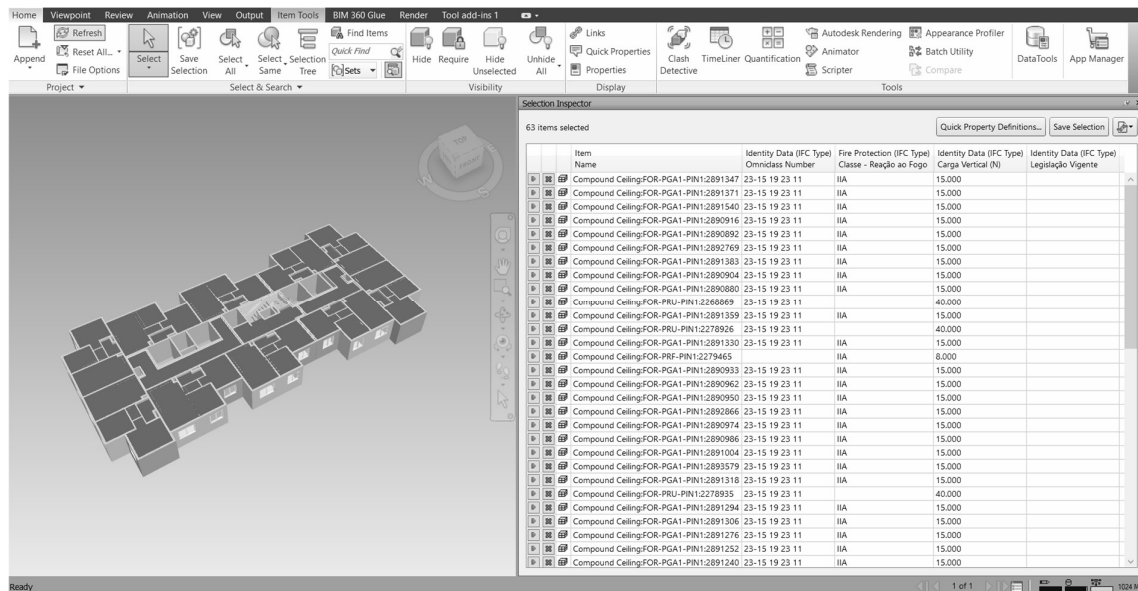


Figura 76 – Lista de parâmetros e valores por objeto selecionado

5.1.3 Diretrizes de parametrização dos códigos de programação

As diretrizes para a parametrização dos códigos de programação foram estruturadas em formato de quadro, de modo a ilustrar a sequência lógica de construção das sentenças para a extração das informações necessárias para a verificação de cada critério selecionado na Norma de Desempenho (Quadro 41).

Na primeira coluna, identifica-se o critério e a parte da norma a qual ele pertence. A lógica de construção das sentenças do programa pode ser entendida a partir das respostas a uma série de perguntas, em dois momentos distintos, que

direcionam até a informação desejada. Em um primeiro momento (fase azul), estão as questões para estruturar o objetivo do Código de Programação, resgatando o dado necessário e a qual elemento do modelo estará associado; posteriormente, na fase rosa, estão as perguntas para encontrar a lógica de desenvolvimento do código, isto é, o caminho para escrever as sentenças no ambiente de programação (Figura 77).

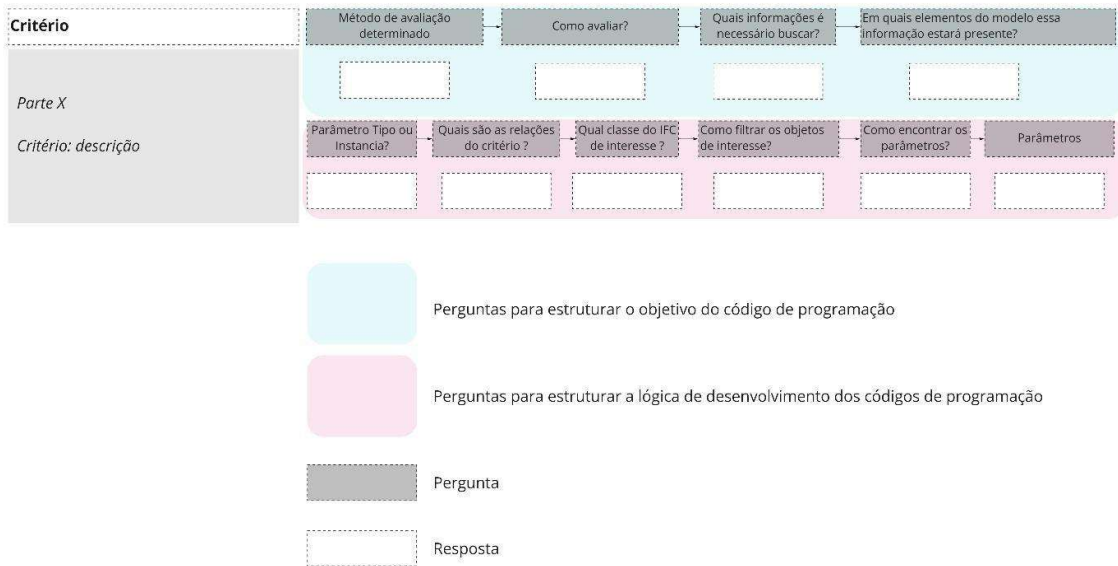
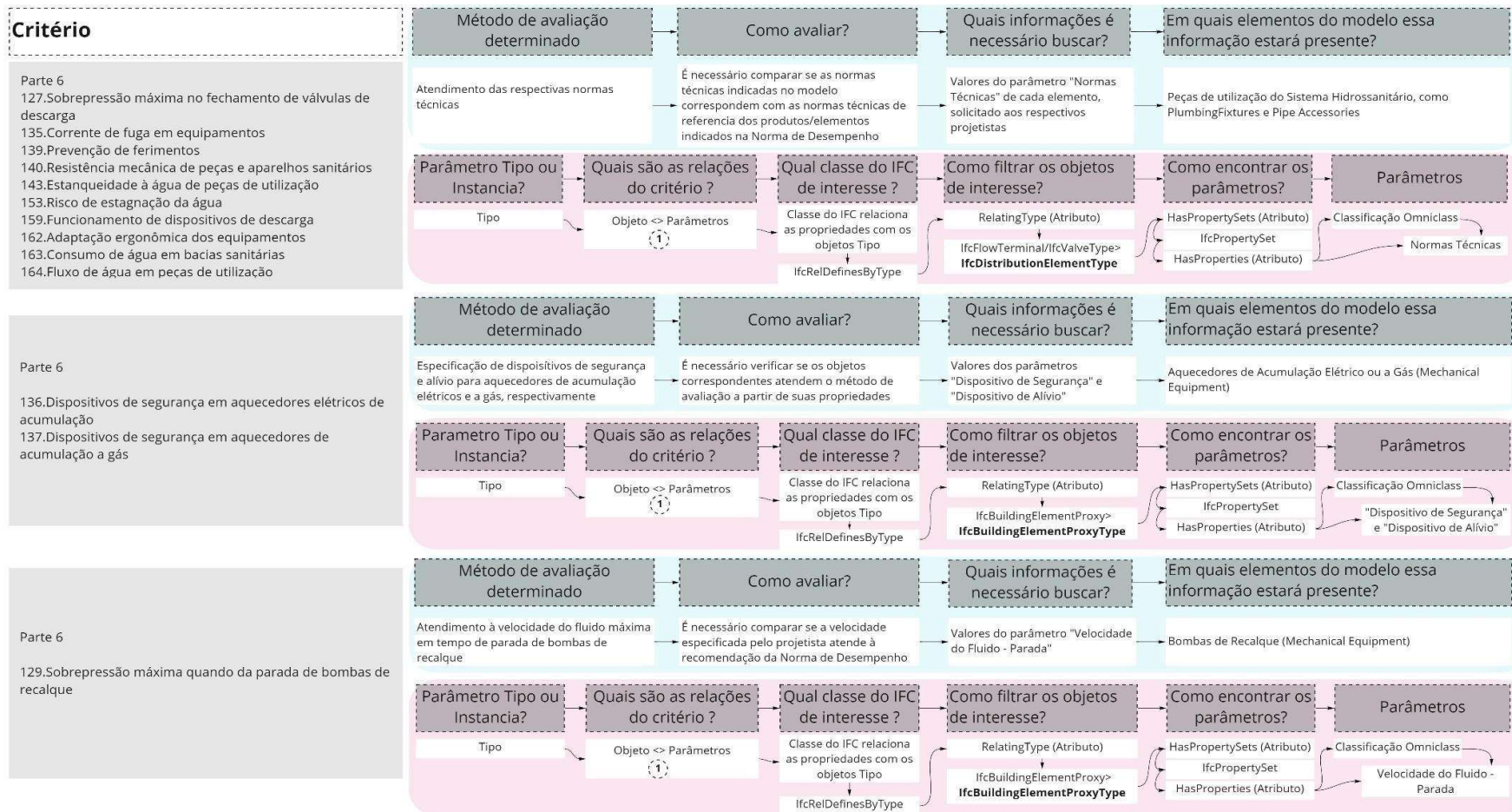
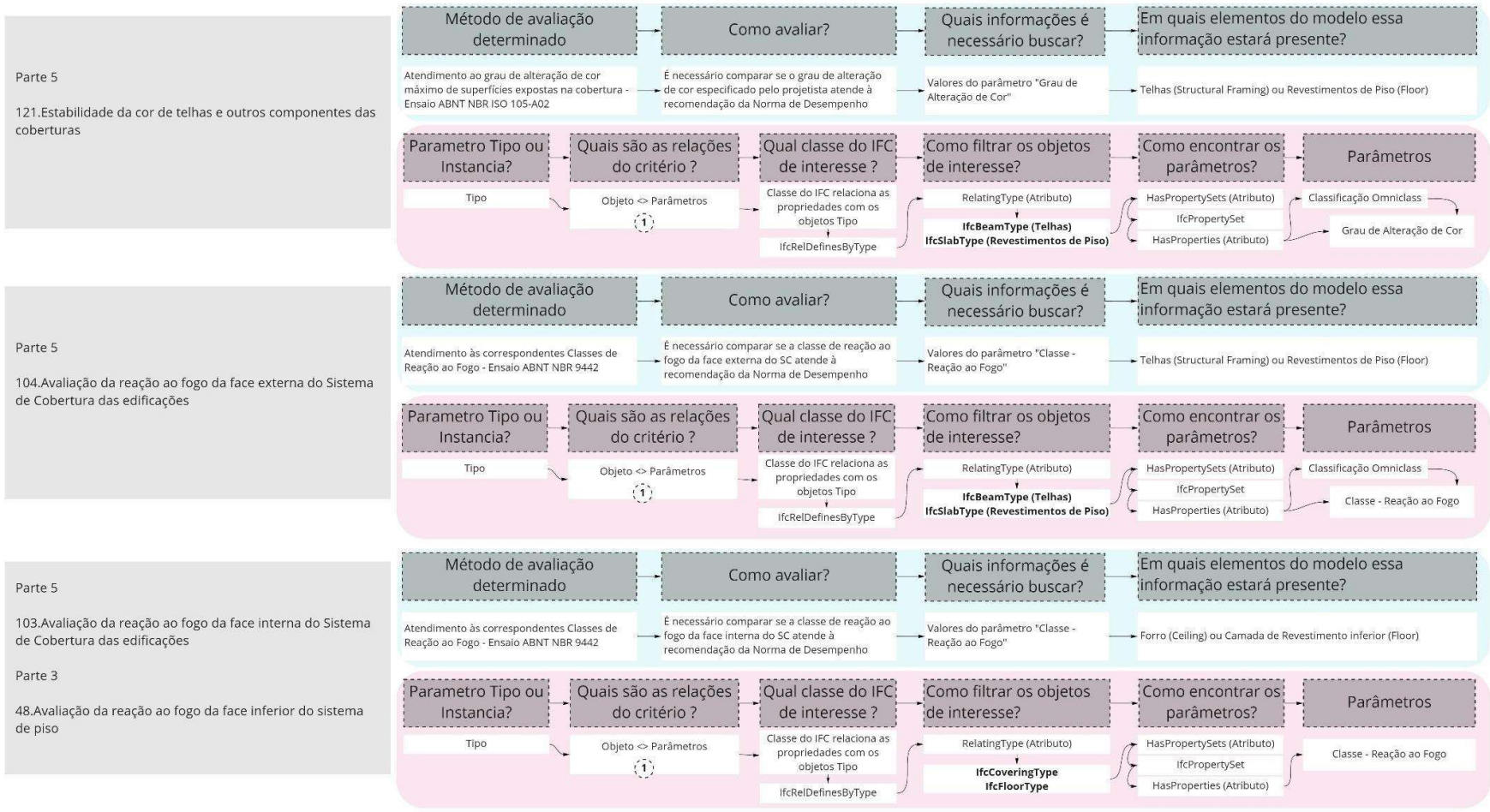


Figura 77 – Estrutura das diretrizes de parametrização





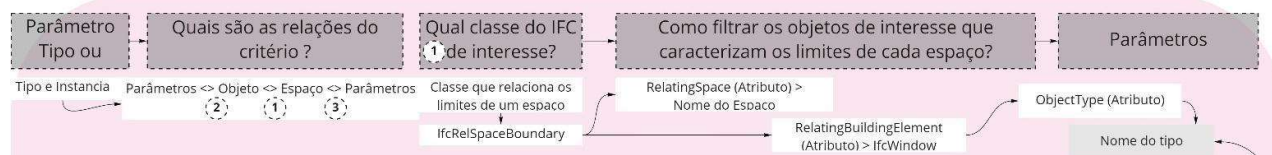
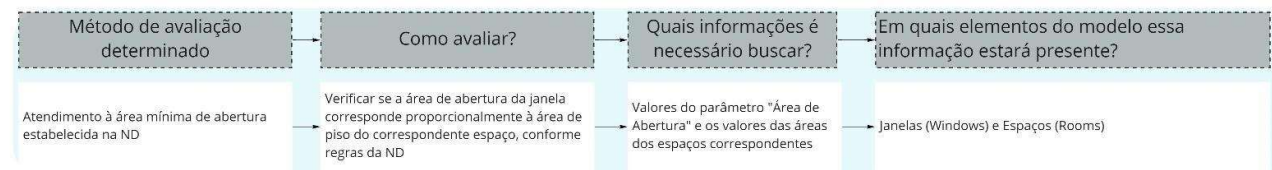
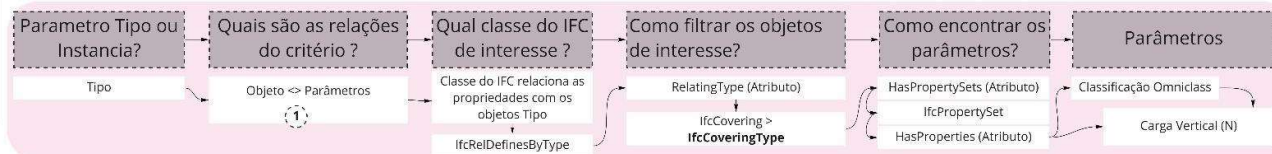
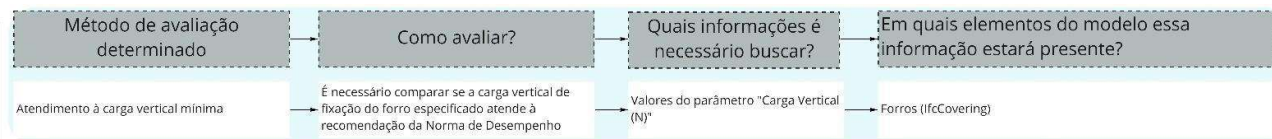
Parte 5
121. Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas

Parte 5
104. Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações

Parte 5
103. Avaliação da reação ao fogo da face interna do Sistema de Cobertura das edificações
Parte 3
48. Avaliação da reação ao fogo da face inferior do sistema de piso

Parte 5

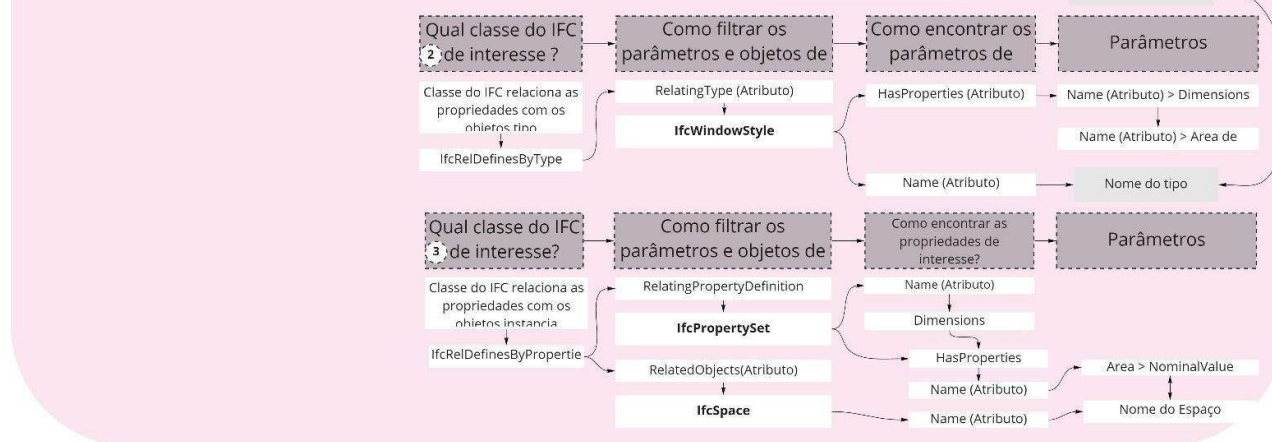
101. Peças fixadas em forros



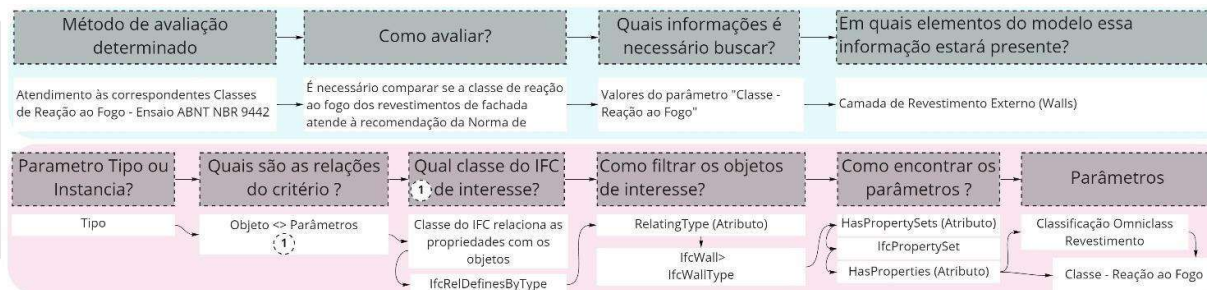
Parte 4

89. Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação

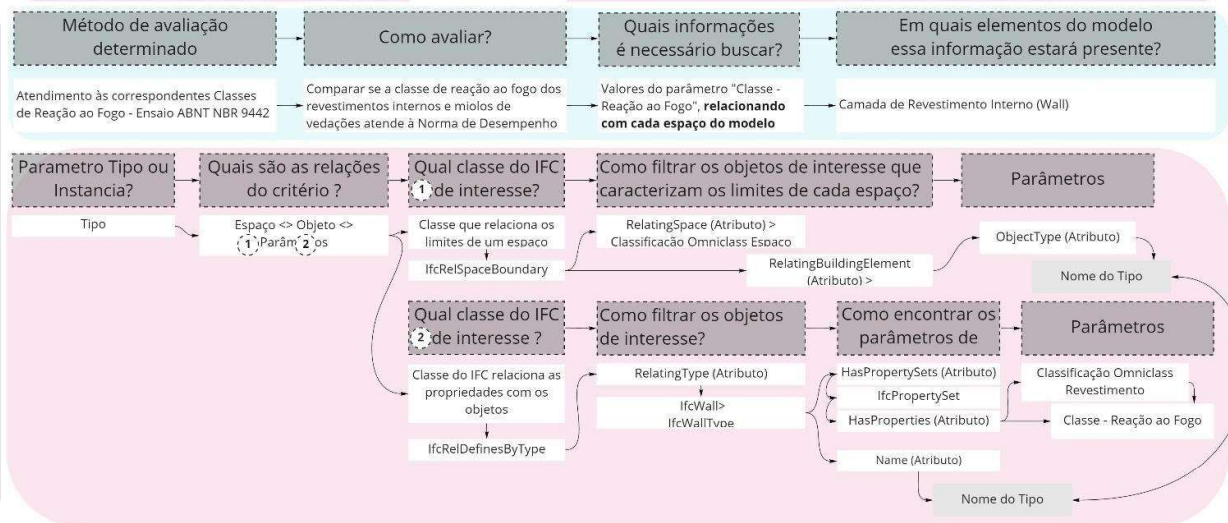
Observações:
Utilizar o nome do espaço



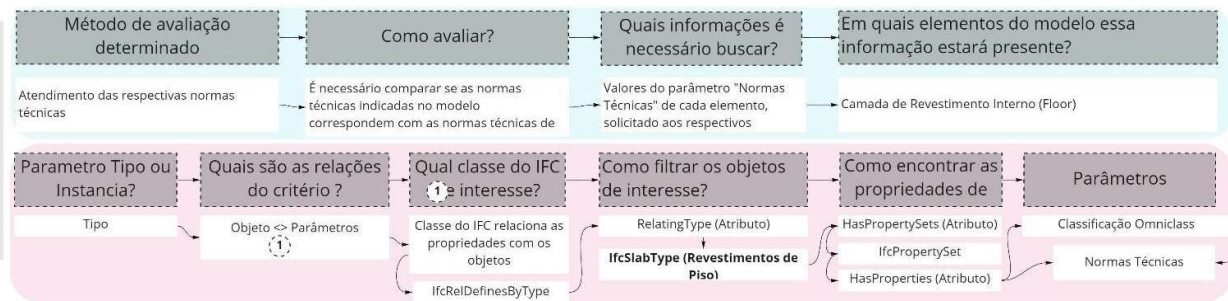
Parte 4
 82. Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada



Parte 4
 81. Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos



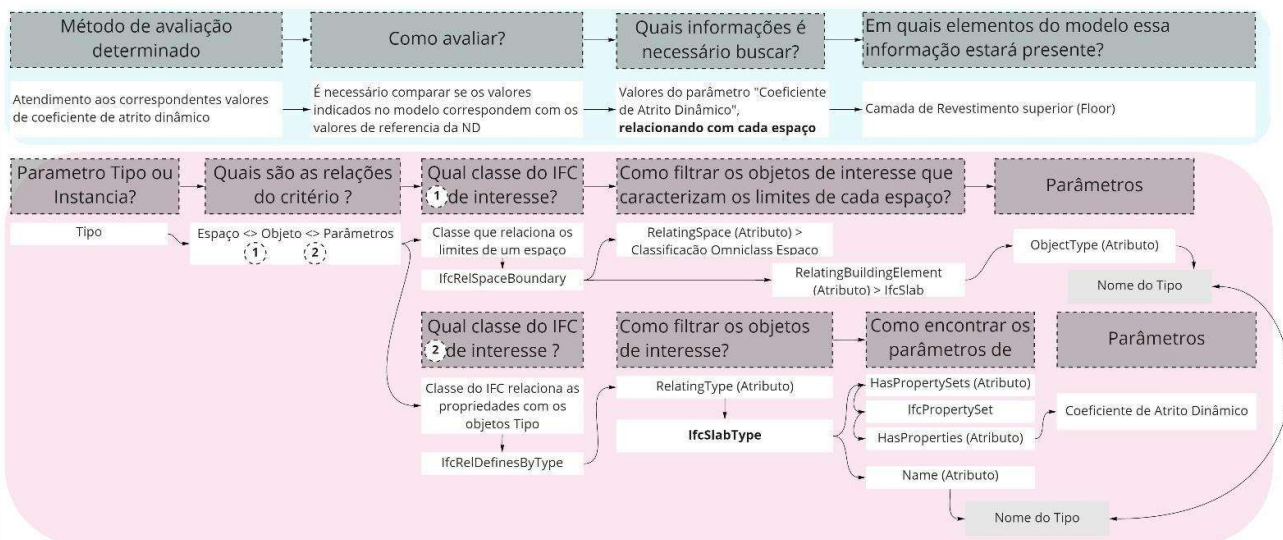
Parte 3
 68. Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes químicos
 69. Desgaste por abrasão



Parte 3
60.Frestas



Parte 3
58.Coefficiente de atrito dinâmico
Observação: aplicar para cada espaço



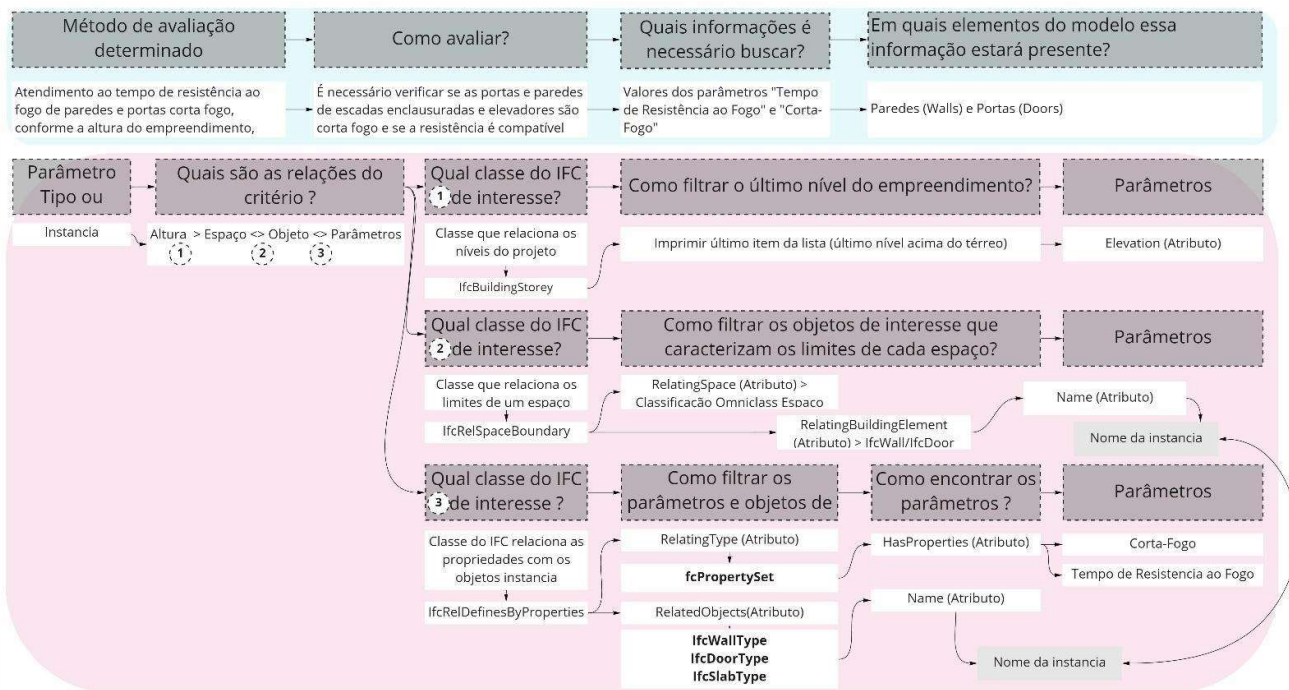
Parte 3

57. Escadas, elevadores e monta-cargas: resistência ao fogo

Parte 1

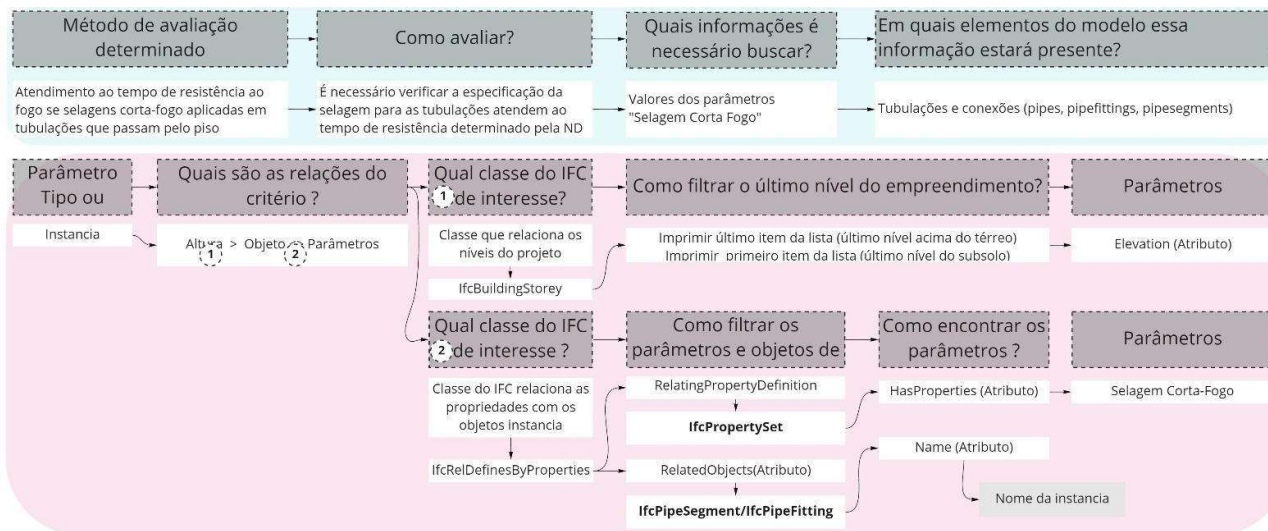
10. Assegurar estanqueidade e isolamento

Observações
Sem revestimentos modelados



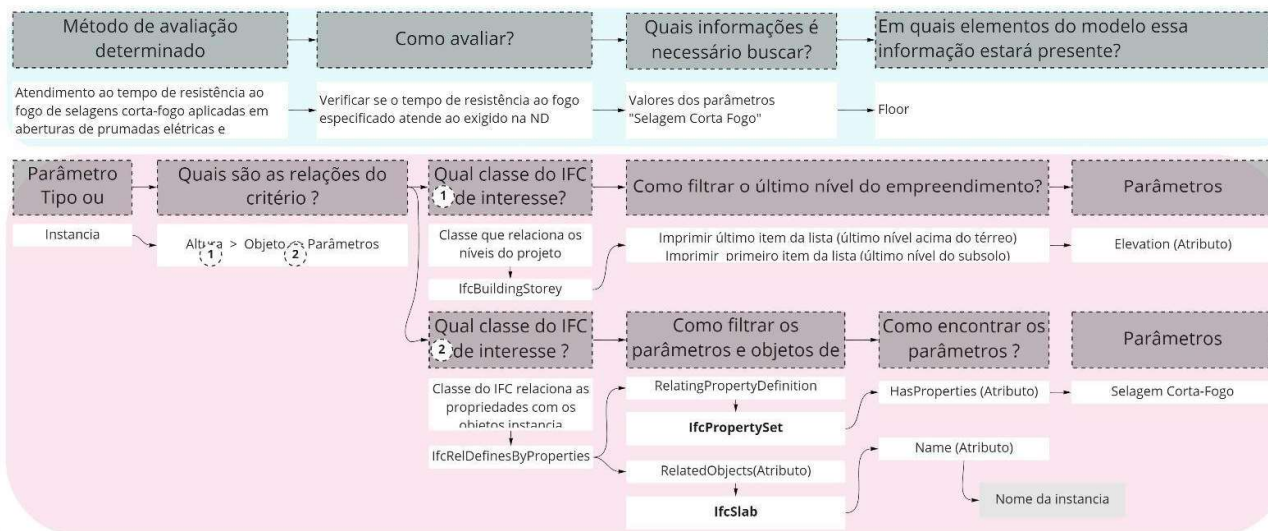
Parte 3

52.Selagem corta-fogo de tubulações de materiais polimérico



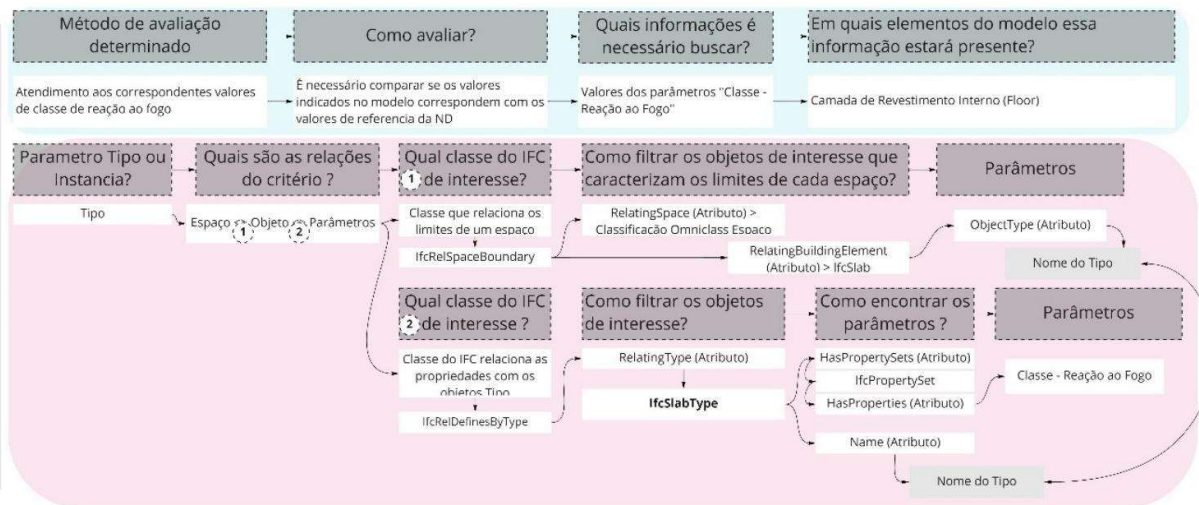
Parte 3

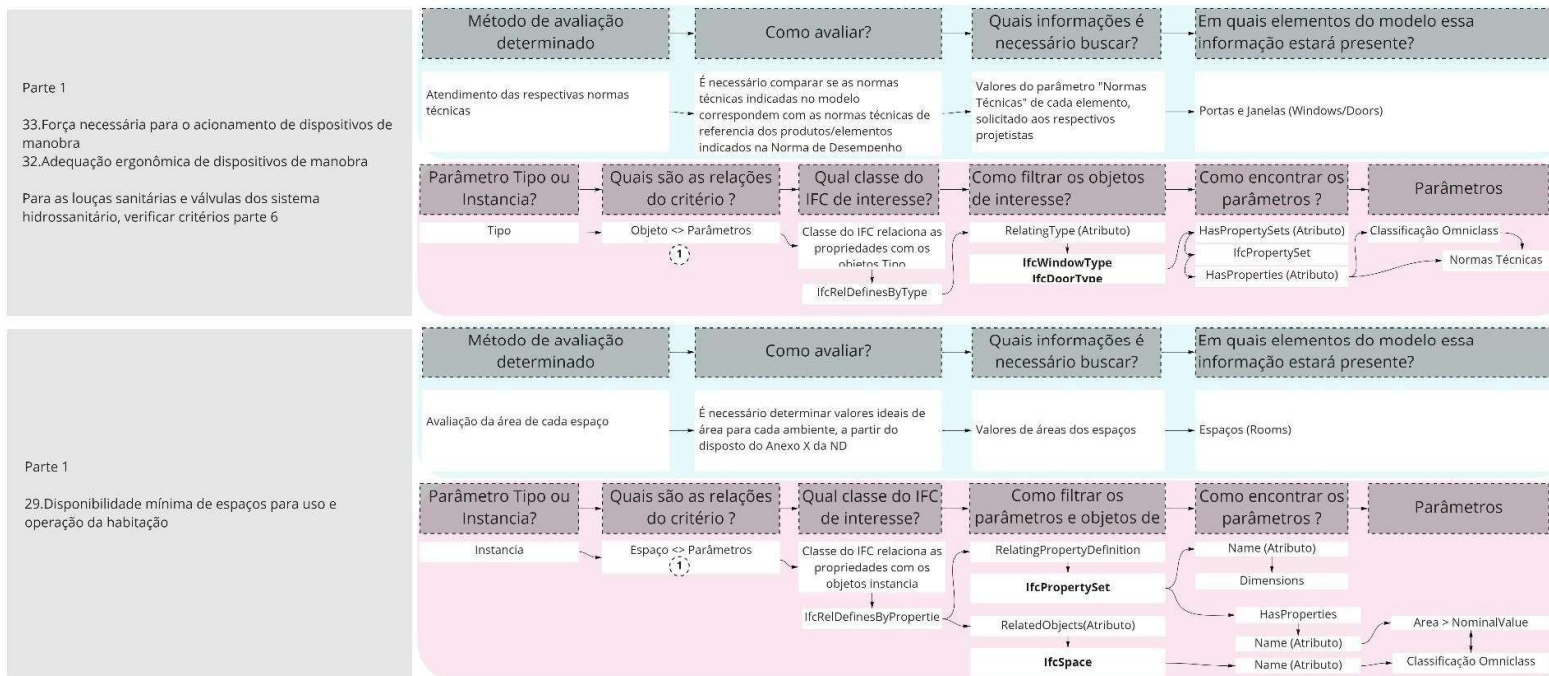
51.Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas

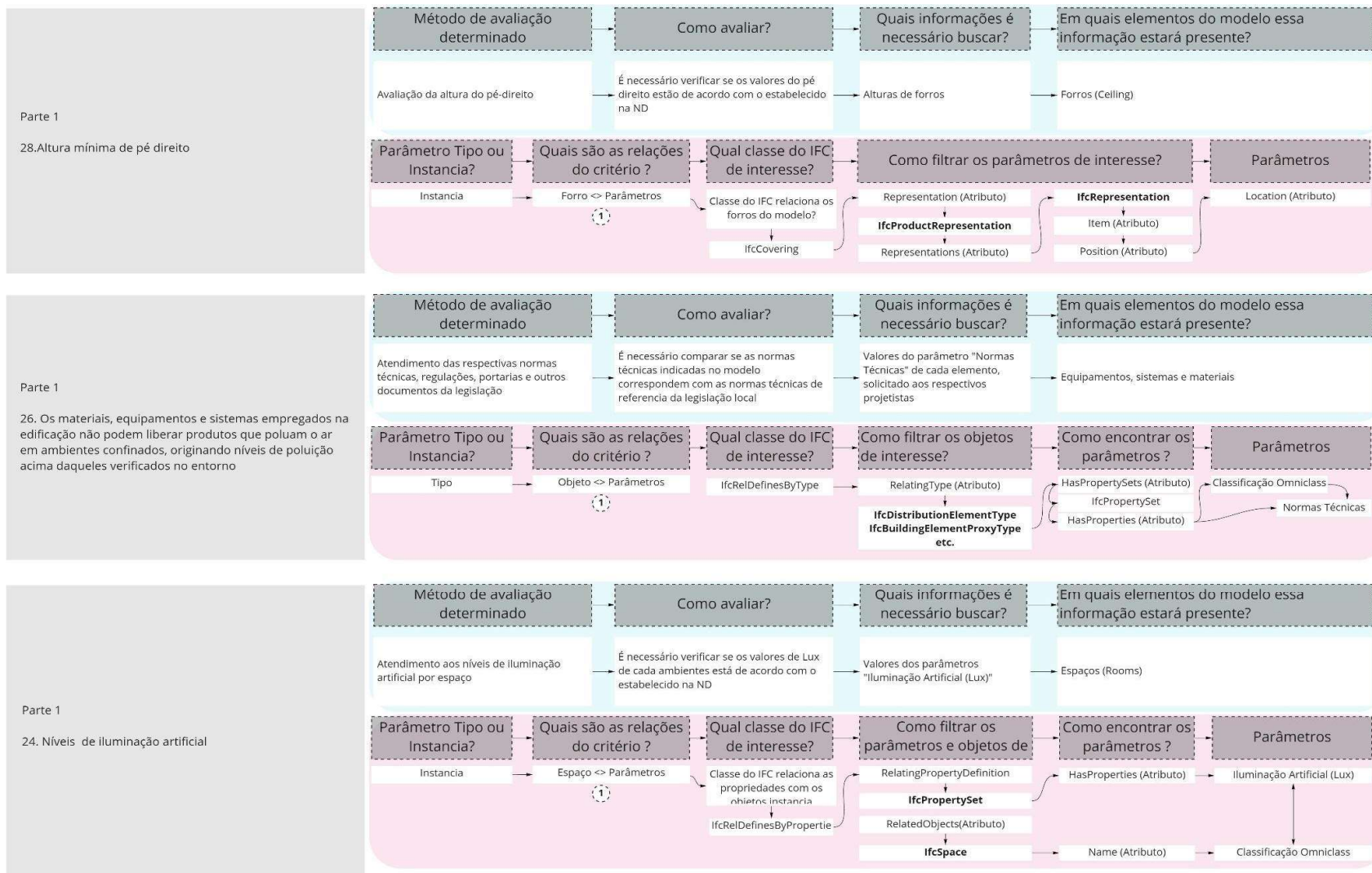


Parte 3

49. Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso







Quadro 41 – Estrutura das diretrizes de parametrização

5.1.4 Relatórios

O Jupyter Notebook permite a exportação dos códigos para diversos formatos, incluindo PDF e HTML, desde que bibliotecas auxiliares estejam instaladas no *software*. Essas extensões podem ser levadas para ferramentas auxiliares para a elaboração de relatórios de conformidade, como por exemplo, o Excel da Microsoft. Em outros ambientes de programação, os formatos disponíveis devem ser investigados.

Uma vez os exportados, há necessidade de diagramação manual para filtrar apenas os resultados, deixando a comunicação visual mais clara e objetiva para os projetistas, seja por meio de planilhas ou *dashboards* (Figura 78).

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE	
Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial	
Avaliação do valor de Lux	
Nome do espaço: COZINHA/A.S.	
Referencia: 100	
Valor Encontrado: 90.0	
Resultado: Reprovado	
Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial	
Avaliação do valor de Lux	
Nome do espaço: SALA	
Referencia: 100	
Valor Encontrado: 145.0	
Resultado: Aprovado	
Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial	
Avaliação do valor de Lux	
Nome do espaço: SALA	
Referencia: 100	
Valor Encontrado: 60.0	
Resultado: Reprovado	
Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial	
Avaliação do valor de Lux	
Nome do espaço: SALA	
Referencia: 100	
Valor Encontrado: 150.0	
Resultado: Aprovado	
Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial	
Avaliação do valor de Lux	
Nome do espaço: SALA	
Referencia: 100	
Valor Encontrado: 30.0	
Resultado: Reprovado	

Figura 78 – Exemplo de manipulação de dados para elaboração de relatórios

Os dados disponíveis para a elaboração dos relatórios dependem dos comandos de impressão descritos nos códigos de programação. Recomenda-se que, além do resultado “aprovado” ou “reprovado”, a comunicação do parâmetro avaliado, dos valores de referência da norma e dos valores encontrados nos modelos esteja

prevista. Além disso, a coordenação pode prescrever, ao final, as ações esperadas para que os problemas sejam corrigidos nas próximas emissões.

5.1.5 Fase de execução

Encerrada a fase de Planejamento, o processo de verificação dos critérios da Norma de Desempenho na fase de Execução segue o fluxo ilustrado pela Figura 79. A frequência pela qual a coordenação executará as sequências de atividades em casa fase do processo de projeto dependerá do número de trocas de modelos acordadas com os projetistas, podendo seguir as mesmas entregas realizadas para a compatibilização dos projetos.

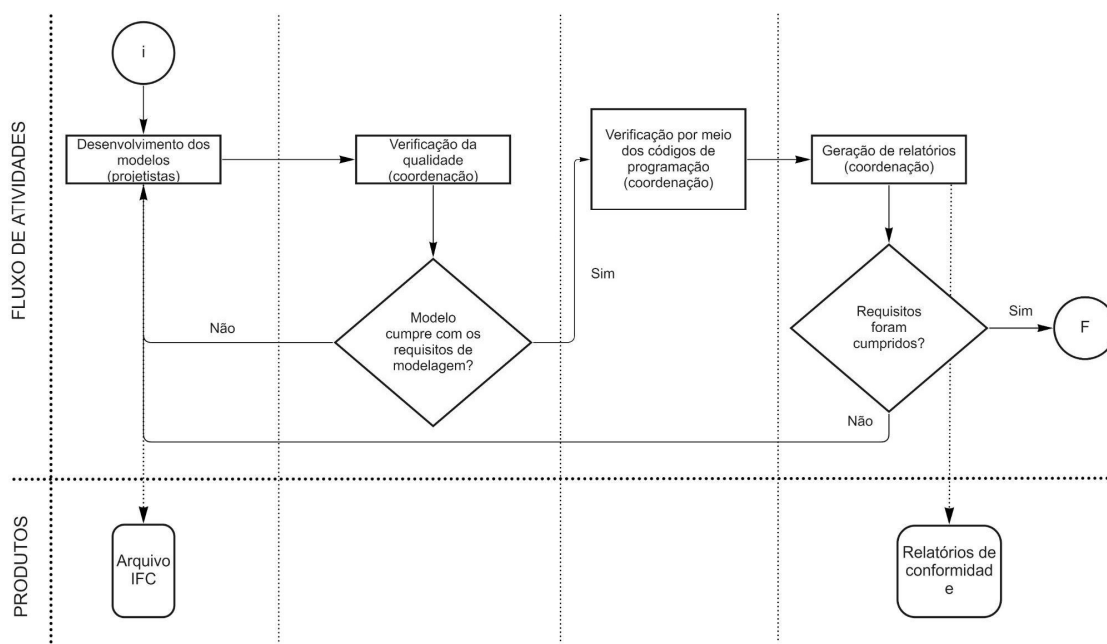


Figura 79 – Processo para verificação de requisitos de desempenho (Códigos de Programação)

Após o desenvolvimento dos modelos de cada disciplina, os projetistas emitem os arquivos IFC e enviam à coordenação, responsável por realizar a checagem da qualidade dos modelos. Se todos os critérios estabelecidos na fase de Planejamento para a elaboração dos modelos estiverem cumpridos, a etapa de verificação dos requisitos de desempenho pode ser iniciada, caso contrário, a coordenação deve solicitar nova emissão para cada especialista, até que o resultado seja satisfatório.

Na sequência, cada critério de desempenho selecionado é analisado com o Código de Programação correspondente, com relatórios emitidos e enviados aos

projetistas. Se os itens da norma correspondentes àquela fase do projeto não estiverem sendo atendidos, o processo deve ser reiniciado na próxima emissão prevista dos modelos, de acordo com o cronograma de troca de arquivos. Espera-se que os especialistas utilizem os resultados ilustrados pelos relatórios para realizarem as devidas revisões, até que os critérios da Norma de Desempenho tenham sido atendidos em seus respectivos ciclos de projeto.

5.2 PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA GERENCIAMENTO DE REQUISITOS DE DESEMPENHO – DROFUS

5.2.1 Caracterização dos modelos por fase de projeto e disciplina

A principal diferença na caracterização de modelos considerando a utilização do dRofus está relacionada à modelagem de materiais e aos critérios relativos ao manual de uso e operações dos empreendimentos. Quanto ao primeiro ponto, pelo fato de a ferramenta conseguir trocar qualquer tipo de parâmetro com o modelo, propriedades de revestimentos e outras camadas internas de pisos ou paredes, por exemplo, podem ser associadas diretamente aos materiais e não aos objetos. No que se refere ao segundo aspecto, parâmetros adicionais relacionados com a manutenção dos componentes precisam ser previstos nos modelos para que a coordenação possa rastrear e gerenciar as informações pertinentes a esses itens.

Por outro lado, destaca-se que não é necessário, nesse caso, exportar os arquivos para IFC, nem utilizar a classificação OmniClass, isto é, não é preciso especificar configurações de exportações ou códigos para os objetos.

Embora os requisitos de modelagem tenham suas particularidades quando se considera a utilização do dRofus, as exigências para a elaboração dos modelos são consideravelmente semelhantes com o caso anterior. O quadro completo relacionado às disciplinas de Arquitetura, Paisagismo e Interiores pode ser observado a seguir, pois há diversas alterações na indicação das categorias de objetos (Quadro 42 e Quadro 44). No caso das demais disciplinas, somente os itens adicionados serão ilustrados (Quadro 43) e, dessa forma, a caracterização complementar deve ser consultada em conjunto com os Quadros 38 e 40 da seção 5.1.1.

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Arquitetura, Paisagismo e Interiores													
Espaços configurados e identificados	----	----	----	----	----								
Indicação da quantidade de lux de cada ambiente	Iluminação Artificial (Lux)	Instância	<i>Identity Data</i>	Número	<i>Rooms</i>								
Indicação das normas técnicas dos revestimentos de piso especificados, incluindo as normas que regem os ensaios	Normas Técnicas	Instância/ Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Materials, Plumbing Fixtures; Windows; Doors								
Indicação das normas técnicas que atendem todas as camadas do sistema de vedações especificados, incluindo as normas que regem os ensaios													
Indicação das normas técnicas dos dispositivos de manobras especificados e peças sanitárias: válvulas, louças e metais													
Indicação do Coeficiente de Atrito Dinâmico dos revestimentos de piso especificados	Coeficiente de Atrito Dinâmico	Instância	<i>Materials and Finishes</i>	Número	Materials								
Indicação do tamanho de frestas dos revestimentos de piso especificados.	Frestas (mm)	Instância	<i>Materials and Finishes</i>	Número	Materials								

(Continua)

(Continuação)

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Arquitetura, Paisagismo e Interiores													
Indicação da Classe de Reação ao Fogo das camadas externas e internas do sistema de vedações e sistemas de piso especificados	Classe – Reação ao Fogo	Instância	<i>Fire protection</i>	Texto	Materials								
Indicação do Tempo de Resistência ao Fogo (TRRF) de vedações corta-fogo, portas corta-fogo de escadas e elevadores, pisos e outros	TRRF	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Doors, Walls</i>								
Forros individualizados e compatibilizados, por ambiente	----	----	----	----	----								
Indicação da Classe de Reação ao Fogo dos forros especificados ou camadas de revestimento inferior de pisos	Classe – Reação ao Fogo	Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Ceilings</i>								
Indicar carga vertical admissível para os forros especificados.	Carga Vertical (N)	Tipo	<i>Identity Data</i>	Número	<i>Ceilings</i>								
Indicar área de abertura de janelas de ambientes com permanência prolongada, como quartos e salas	Área de Abertura	Tipo	<i>Dimensions</i>	Número	<i>Windows</i>								

(Continua)

(Conclusão)

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Arquitetura, Paisagismo e Interiores													
Indicação da Classe de Reação ao Fogo da face externa do sistema de coberturas: telhas ou outra superfície exposta de acabamento	Classe – Reação ao Fogo	Instância/ Tipo	<i>Fire protection</i>	Texto	<i>Structural Framings, Materials</i>								
Indicação do grau de alteração de cor da face externa do sistema de coberturas: telhas ou outra superfície exposta de acabamento	Grau de Alteração de Cor	Instância/ Tipo	<i>Materials and Finishes</i>	Número	<i>Structural Framings, Materials</i>								
Indicação de todas as normas técnicas que os equipamentos elétricos especificados atendem, incluindo as normas que regem os ensaios	Normas Técnicas	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	<i>Electrical Fixtures</i>								
Indicação das resoluções atendidas dos materiais e equipamentos especificados relacionados à emissão de poluentes e compostos; volatilidade	Legislação Vigente	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								
Indicação de períodos de garantias e assistências, manutenção, vida útil, cargas de fixação e outros dados pertinentes para o manual de uso e operação do empreendimento	Garantia/ Vida Útil/ Uso e Limpeza/ Manutenção	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								

Quadro 42 – Caracterização dos dados para Arquitetura, Paisagismo e Interiores – dRofus

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Instalações Hidráulicas													
Indicação de períodos de garantias e assistências, manutenção, vida útil, cargas de fixação e outros dados pertinentes ao manual de uso e operação do empreendimento	Garantia/ Vida Útil/ Uso e Limpeza/ Manutenção	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								
Instalações Elétricas, Telefonia e Comunicações													
Indicação de períodos de garantias e assistências, manutenção, vida útil, cargas de fixação e outros dados pertinentes ao manual de uso e operação do empreendimento	Garantia/ Vida Útil/ Uso e Limpeza/ Manutenção	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								
Sistema Estrutural													
Indicação da sobrecarga de uso dos principais componentes estruturais	Sobrecargas Limites	Tipo	<i>Identity Data</i>	<i>Number</i>	<i>Structural Framings, floors</i>								
Indicação de períodos de garantias e assistências, manutenção, vida útil, cargas de fixação e outros dados pertinentes ao manual de uso e operação do empreendimento	Garantia/ Vida Útil/ Uso e Limpeza/ Manutenção	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								

(Continua)

(Conclusão)

Características do modelo						Fases do Processo de Projeto							
Escopo de modelagem para verificação dos requisitos da ND	Nome do Parâmetro	Tipo/ Instância	Grupo do Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Categoria de objeto	CN	BT	EV	PP	AT	PE	AO	AB
Ar Condicionado e Exaustão													
Indicação de períodos de garantias e assistências, manutenção, vida útil, cargas de fixação e outros dados pertinentes ao manual de uso e operação do empreendimento	Garantia/ Vida Útil/ Uso e Limpeza/ Manutenção	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								
Combate a Incêndio													
Indicação de períodos de garantias e assistências, manutenção, vida útil, cargas de fixação e outros dados pertinentes ao manual de uso e operação do empreendimento	Garantia/ Vida Útil/ Uso e Limpeza/ Manutenção	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								
Gás													
Indicação de períodos de garantias e assistências, manutenção, vida útil, cargas de fixação e outros dados pertinentes ao manual de uso e operação do empreendimento	Garantia/ Vida Útil/ Uso e Limpeza/ Manutenção	Tipo	<i>Identity Data</i>	Texto	Todos								

Quadro 43 – Caracterização adicional dos modelos complementares – dRofus

Nome do Elemento	Categoria do Revit
Arquitetura, Paisagismo e Interiores	
Materiais de Acabamentos de Piso	<i>Materials</i>
Materiais de Acabamentos de Parede	<i>Materials</i>
Espaços	<i>Rooms</i>
Forros	<i>Ceiling</i>
Vedações Verticais	<i>Walls</i>
Lajes	<i>Structural Floor</i>
Portas, com trincos e puxadores	<i>Doors</i>
Janelas, com trincos e puxadores	<i>Windows</i>
Metais e Louças Sanitárias	<i>Plumbing Fixtures</i>
Materiais de isolamento acústico ou térmico para sistema de pisos	<i>Floors</i>
Materiais de isolamento acústico ou térmico para sistema de coberturas	<i>Roof</i>
Telhas	<i>Structural Framing</i>
Terças, ripas e caibros	<i>Roofs</i>

Quadro 44 – Geração de elementos de Arquitetura – dRofus

5.2.2 Verificação de qualidade do modelo

A aferição da qualidade do modelo diante da posterior utilização do dRofus pode ser considerada mais simples em razão de a coordenação de projetos não necessitar diretamente dos arquivos dos projetistas para realizar a verificação dos critérios de desempenho. Dessa forma, não é necessário adotar uma terceira ferramenta, como no caso anterior.

Se os atributos não forem criados da maneira proposta, a etapa de parametrização do *plug-in* inserido no Revit já se torna inviável para os projetistas, como foi observado na etapa de Experimento. Assim, a aferição por parte da coordenação de que a sincronização de dados foi feita da maneira correta por todas as disciplinas, no início do desenvolvimento do projeto, é fundamental para diminuir erros na verificação com o dRofus, eliminando outras possíveis razões de falha, a não ser a própria modelagem posterior do projetista ao longo do desenvolvimento do empreendimento (Figura 80). Isso pode ser alcançado por meio de reuniões e

treinamentos com todos os times envolvidos antes do início oficial do desenvolvimento dos modelos.

Portanto, no caso em que os atributos tenham sido criados, mas seus valores não estejam preenchidos, a coordenação poderá aferir rapidamente que o projetista não executou o que foi solicitado. O mesmo raciocínio vale para os casos em que valores fora do padrão tenham sido utilizados.

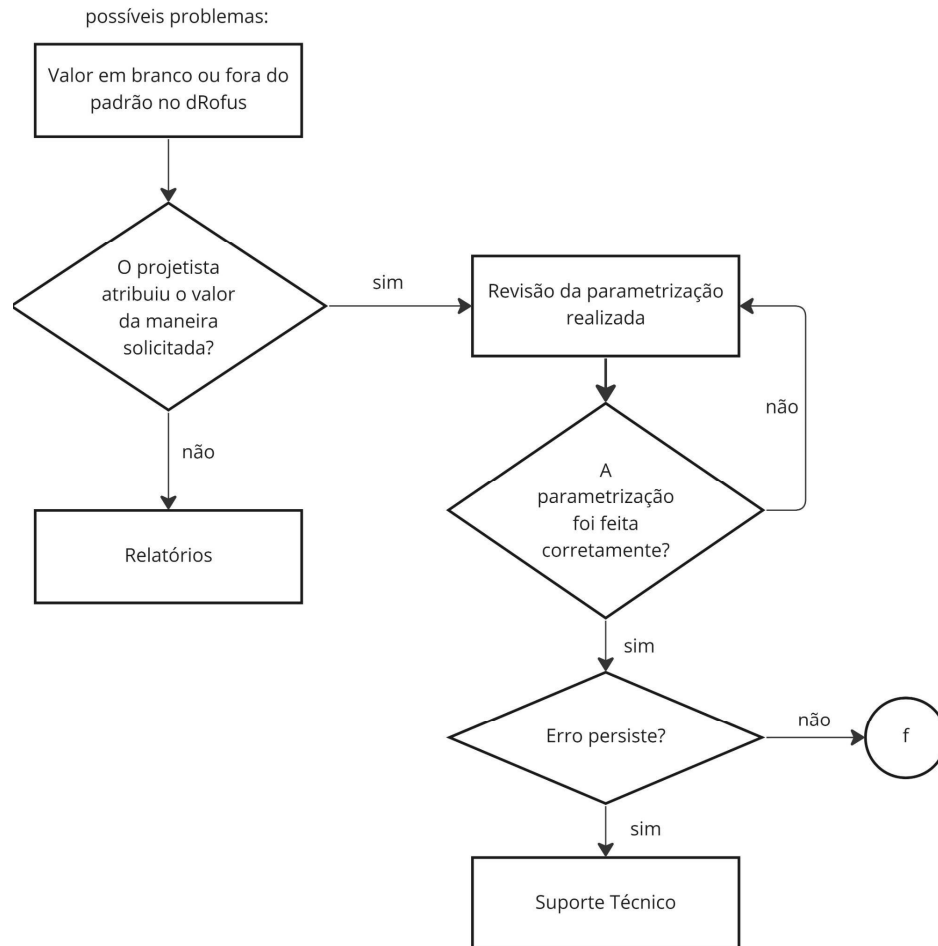


Figura 79 – Possíveis problemas e respectivas causas na utilização do dRofus

Vale destacar que, pelo fato de o dRofus exigir que todos os parâmetros avaliados sejam gerados no modelo no início do processo, outra prática recomendada visando a qualidade do modelo é a criação e o uso de *templates* que podem ser reproduzidos em outros projetos e compartilhados com os projetistas. Assim, os parâmetros necessários já estarão prontos para serem preenchidos.

5.2.3 Diretrizes de parametrização do dRofus

A preparação do dRofus envolve a participação de duas partes interessadas: a da coordenação, responsável pela parametrização da interface da ferramenta, e a do projetista, que tem a função de configurar o fluxo de troca de dados no *plug-in* instalado no *software* de modelagem, para que o dado seja inserido no banco de dados do dRofus.

As atividades que envolvem a coordenação são:

- **configuração dos campos nas fichas de dados – itens, ambientes e projeto:** criação dos campos de dados que precisam ser gerenciados e vinculados aos ambientes, itens ou ao projeto como um todo, considerando as características de cada critério de desempenho;
- **configuração das listas de itens:** previsão dos grupos de objetos a serem inseridos no projeto para todas as disciplinas;
- **configuração dos filtros:** configuração para combinação de dados com os objetos e ambientes correspondentes;
- **definição de responsabilidades:** indicação dos grupos de especialidades;
- **indicação dos responsáveis por cada grupo de itens:** conexão do responsável com os respectivos grupos de objetos.

No caso dos projetistas, eles serão responsáveis por:

- **parametrizar a configuração de atributo:** conexão do parâmetro do modelo com o campo criado nas fichas de dados;
- **conectar itens com objetos:** relacionar a família do modelo com o respectivo objeto.

A Figura 81 ilustra o fluxo a ser seguido pelas respectivas atividades. Cada tópico será detalhado na sequência.

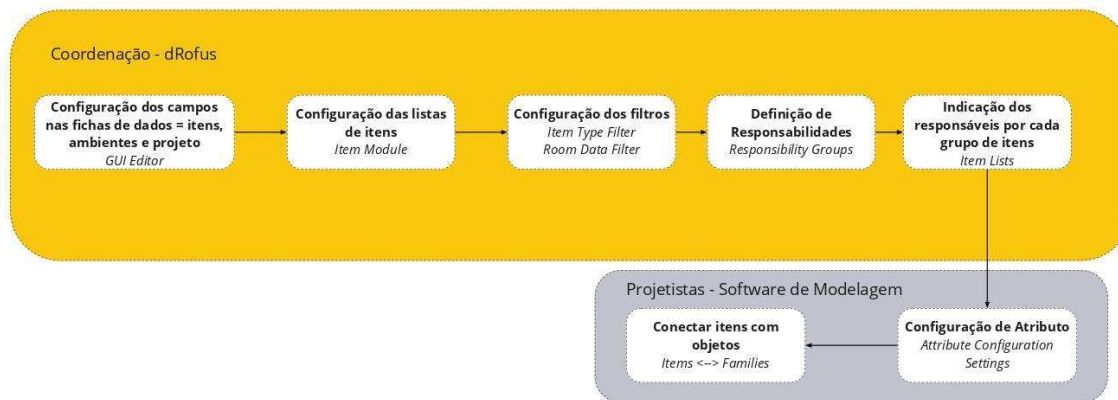


Figura 80 – Fluxo de atividades na parametrização do dRofus

5.2.3.1 Configuração dos campos nas fichas de dados: itens, ambientes e projeto

A criação de campos de dados é feita na seção de configuração do dRofus por meio da edição da interface gráfica do usuário (*Graphical User Interface*). Conforme a característica de cada critério, o dado que precisa ser gerenciado estará associado a um componente do modelo (*Item Data Panel*), a um ambiente do projeto (*Room Data Panel*) ou ao projeto como um todo (*Function Data*), conforme se observa na Figura 82.

De acordo com a Figura 83, nos três casos, o usuário parte da criação de um grupo, que é o nível mais abrangente na caracterização de um campo, até chegar à especificação de um dado particular. O campo em si é a indicação de como o dado será registrado, ou seja, por meio de texto, números, caixa de seleção e assim por diante.

Como padrão, adotou-se que cada critério de desempenho estará relacionado a três tipos de dados:

- o **valor de referência** indicado na Norma de Desempenho, a ser incluído pela coordenação de projetos por meio da consulta direta ao documento normativo, cuja função é servir como um guia básico para identificação de desvios claros do projeto com as premissas de desempenho;
- o **parâmetro**, que caracteriza o critério de desempenho e que virá diretamente do modelo da respectiva disciplina envolvida;

- c) a **indicação do atendimento ou não do critério** ou da **necessidade de revisão** por parte do projetista, a partir da comparação do primeiro dado com o segundo.

SETTINGS

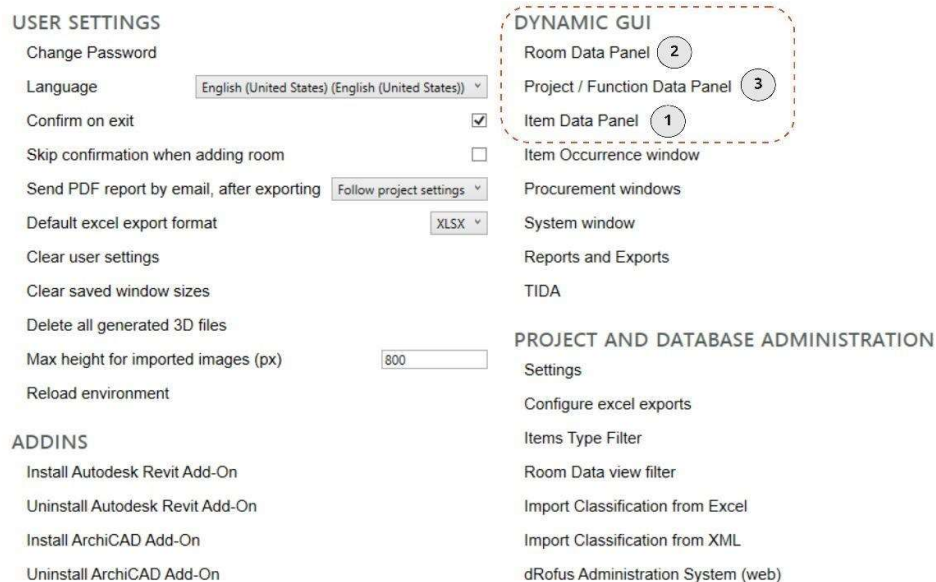


Figura 81 – Seção de configuração do dRofus

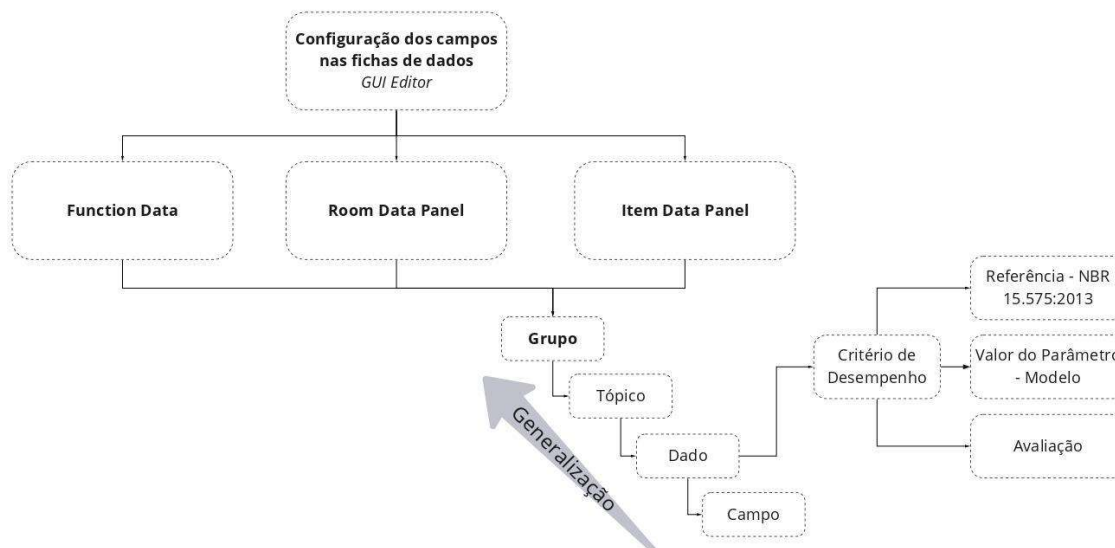
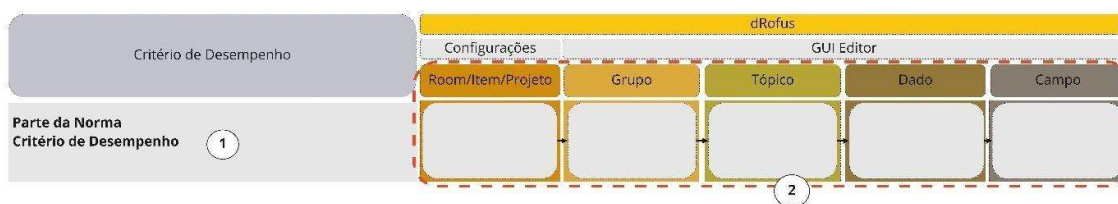


Figura 82 – Hierarquia na configuração de campos de dados no dRofus

Para os critérios selecionados, as diretrizes de parametrização de cada campo seguiram a lógica descrita anteriormente, sendo organizadas no Quadro 45 conforme a estrutura apresentada na Figura 84.



- ① Indicação do critério de desempenho da NBR 15.575
- ② Sequência de campos a serem criados em todos os níveis

Figura 83 – Estrutura para a parametrização de campos de dados

Critério de Desempenho	dRofus				
	Configurações		GUI Editor		
	Room/Item/Projeto	Grupo	Tópico	Dado	Campo
Parte 5 101. Peças fixadas em forros	Item Data Panel	Descrição	Resistência	Referência - Carga Vertical Máxima NBR 15.575	Fixed Text: <i>ver NBR 15.575</i>
				Carga Vertical (N) - Modelo	Numeric Field
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 5 103. Avaliação da reação ao fogo da face interna do Sistema de Cobertura das edificações 104. Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações Parte 4 82. Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada 81. Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos	Item Data Panel	Materiais	Características Técnicas	Referência - Vedações - Face Interna NBR 15.575	Fixed Text: <i>ver NBR 15.575</i>
				Referência - Vedações - Face Externa NBR 15.575	Fixed Text: <i>ver NBR 15.575</i>
				Referência - Cobertura - Face Externa NBR 15.575	Fixed Text: <i>ver NBR 15.575</i>
				Referência - Cobertura - Face Interna NBR 15.575	Fixed Text: <i>ver NBR 15.575</i>
				Classe de Resistência ao Fogo - Componentes	Classe de Resistência - Modelo Single Line
				Classe de Resistência ao Fogo - Revestimentos/Camadas	Avaliação - Combo Box: <i>Aprovado Reprovado - Necessita Revisão</i>
				Referência Produto NBR 15.575	Fixed Text: <i><= 3</i>
Parte 5 121. Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas	Item Data Panel	Materiais	Características Técnicas	Grau de Alteração de Cor	Grau de Alteração - Modelo Single Line Edit
				Avaliação	Avaliação - Combo Box: <i>Aprovado Reprovado - Necessita Revisão</i>
				Referência Produto NBR 15.575	Fixed Text: <i><= 10m/s</i>
Parte 6 129. Sobrepressão máxima quando da parada de bombas de recalque	Item Data Panel	Dados Hidráulicos	Características Técnicas - Bombas e Pressurizadores	Veloc. Fluido na Parada (Modelo)	Single Line Edit
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado Reprovado - Necessita Revisão</i>
				Modelo	Single Line Edit: <i>Dispositivo de Alívio</i>
Parte 6 136. Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação 137. Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás	Item Data Panel	Dados Hidráulicos	Características Técnicas - Aquecedores de Acumulação	Avaliação	Single Line Edit: <i>Dispositivo de Segurança</i>
				Modelo	Single Line Edit: <i>Dispositivo de Segurança</i>
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 6 127. Sobrepressão máxima no fechamento de válvulas de descarga 135. Corrente de fuga em equipamentos; 139. Prevenção de ferimentos 140. Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários 143. Estanqueidade à água de peças de utilização; 153. Risco de estagnação da água 159. Funcionamento de dispositivos de descarga; 162. Adaptação ergonômica dos equipamentos 163. Consumo de água em bacias sanitárias; 164. Fluxo de água em peças de utilização	Item Data Panel	Normas Técnicas e Legislação	ABNT NBR 15.575:2013	Normas Técnicas de Referência Produto NBR 15.575:2013	Single Line Edit
				Normas Técnicas Indicadas (Modelo)	Single Line Edit
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado Reprovado - Necessita Revisão</i>
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado Reprovado - Necessita Revisão</i>

(Continua)

(Continuação)

Critério de Desempenho	dRofus				
	Configurações	GUI Editor			
	Room/Item/Projeto	Grupo	Tópico	Dado	Campo
Parte 3 52.Selagem corta-fogo de tubulações de materiais polimérico	Item Data Panel	Materiais	Características Técnicas	Referência - Selagem Corta Fogo NBR 15.575	Combo Box: ver NBR 15.575
				TRRF (modelo)	numeric field
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 3 57.Escadas, elevadores e monta-cargas: resistência ao fogo	Item Data Panel	Materiais	Características Técnicas	Referência NBR 15.575	Combo Box: ver NBR 15.575
				TRRF (modelo)	numeric field
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 1 10.Assegurar estanqueidade e isolamento	Function Data	Vedações	Segurança Contra Incêndio	Referência NBR 15.575	Combo Box: ver NBR 15.575
				Escadas Enclausuradas com Parede Corta Fogo	checkbox field
				TRRF (modelo)	numeric field
Parte 3 58.Coefficiente de atrito dinâmico	Item Data Panel	Materiais	Coefficiente de Atrito Dinâmico	Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
				Referência NBR 15.575	Combo Box: ver NBR 15.575
				Coefficiente de Atrito Dinâmico (Modelo)	Single Line Edit
Parte 3 60.Frestas	Item Data Panel	Descrição	Função e Aparência	Referência Frestas/Juntas NBR 15.575	Fixed Text: ver NBR 15.575
				Frestas/juntas (mm) - Modelo	Numeric Field
				Avaliação	Juntas com reenchimento Single Line Edit Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 3 68.Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes químicos 69.Desgaste por abrasão	Item Data Panel	Normas Técnicas e Legislação	ABNT NBR 15.575:2013	Normas Técnicas de Referência	Single Line Edit
				Normas Técnicas Indicadas (Modelo)	Single Line Edit
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 4 89. Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação	Room Data Panel	Conforto Térmico e Qualidade do Ar	Ventilação	Referência NBR 15.575	Combo Box: <i>conforme zona</i> <i>ver NBR 15.575</i>
				Área de Abertura (m2) - Modelo	Numeric Field
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>

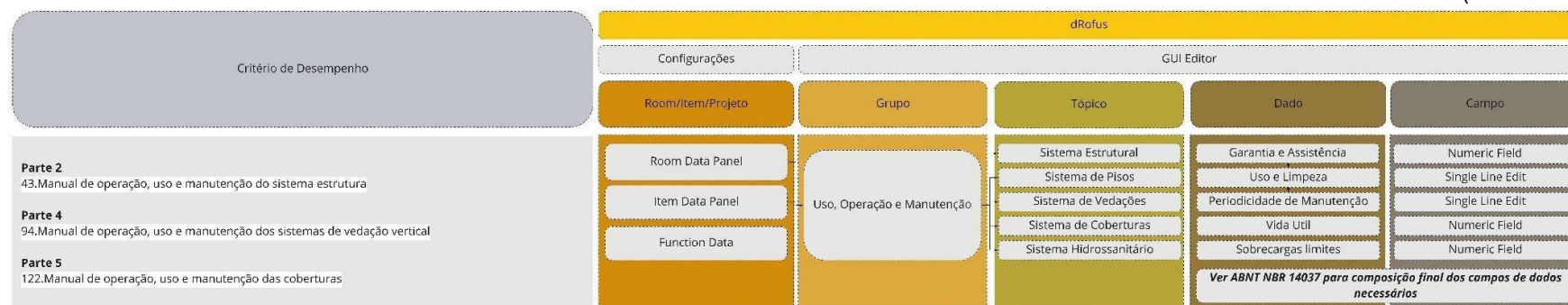
(Continua)

(Continuação)

Critério de Desempenho	dRofus				
	Configurações	GUI Editor			
	Room/Item/Projeto	Grupo	Tópico	Dado	Campo
Parte 1 24. Níveis de iluminação artificial	Room Data Panel	Iluminação	Iluminação Artificial	Referência NBR 15.575	Combo Box: ver NBR 15.575
				Lux - Modelo	Numeric Field
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 1 26. Os materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não podem liberar produtos que poluam o ar em ambientes confinados, originando níveis de poluição acima daqueles verificados no entorno	Item Data Panel	Normas Técnicas e Legislação	Legislação	Regulações Adicionais do Produto de Referência	Single Line Edit
				Regulações Indicadas (Modelo)	Single Line Edit
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 1 29. Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação 28. Altura mínima de pé direito	Campos padrões da ferramenta				
	Item Data Panel	Normas Técnicas e Legislação	ABNT NBR 15.575:2013	Normas Técnicas de Referência Produto NBR 15.575:2013	Single Line Edit
				Normas Técnicas Indicadas (Modelo)	Single Line Edit
Avaliação				Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>	
Parte 3 49. Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso 48. Avaliação da reação ao fogo da face inferior do sistema de piso	Item Data Panel	Materiais	Características Técnicas	Referência - Pisos - Face Superior NBR 15.575	Fixed Text: ver NBR 15.575
				Referência - Pisos - Face Inferior NBR 15.575	Classe de Resistência - Modelo Single Line
				Classe de Resistência ao Fogo - Revestimentos/Camadas	Avaliação - Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>
Parte 3 51. Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas	Item Data Panel	Materiais	Características Técnicas	Referência - Selagem Corta Fogo NBR 15.575	Combo Box: ver NBR 15.575
				TRRF (modelo)	numeric field
				Avaliação	Combo Box: <i>Aprovado</i> <i>Reprovado - Necessita Revisão</i>

(Continua)

(Conclusão)



Quadro 45 – Instruções para a parametrização dos campos de dados no dRofus

5.2.3.2 Configuração das listas de itens

A parametrização da ferramenta segue com a criação das categorias de itens que, especificamente, farão parte do empreendimento. Tais categorias representam as diversas listas de itens, organizados em níveis diferentes e que se relacionam aos critérios de desempenho, chegando à seguinte organização (Quadro 46):

Lista de Itens	
Primeiro Nível	Segundo Nível
Equipamentos e Mobiliário	Louças e Metais
Acabamentos	Pisos Vedações Coberturas
Elementos Prediais	Portas, Janelas, Paredes, Forro Isolantes Termoacústicos Lajes, telhas, terças, caibros e ripas Vigas e Pilares
Hidráulica	Tubos, conexões e registros
Elétricas e Comunicações	Equipamentos
Gás	Selagem Corta-Fogo
Incêndio	
HVAC	

Quadro 46 – Organização de lista de itens no dRofus

5.2.3.3 Configuração dos filtros

Uma vez criados todos os campos de dados e itens, é preciso estabelecer uma correspondência entre ambos, caso contrário, todas as fichas serão iguais e, portanto, terão campos incoerentes com determinados itens. Um exemplo desse desalinhamento seria encontrar campos relacionados a propriedades de pisos em objetos hidráulicos. No caso dos ambientes, também é possível configurar as fichas de modo que cada disciplina só consiga visualizar os campos relativos às suas especialidades.

Assim, filtros devem ser configurados para as listas de itens e disciplinas. No primeiro caso, a parametrização ocorre na seção *“Items Type Filter”*, na aba de

Configurações. De acordo com a Figura 85, indica-se o grupo de item (1), selecionam-se os campos de interesse (2), adicionando-os à caixa de seleção (3).

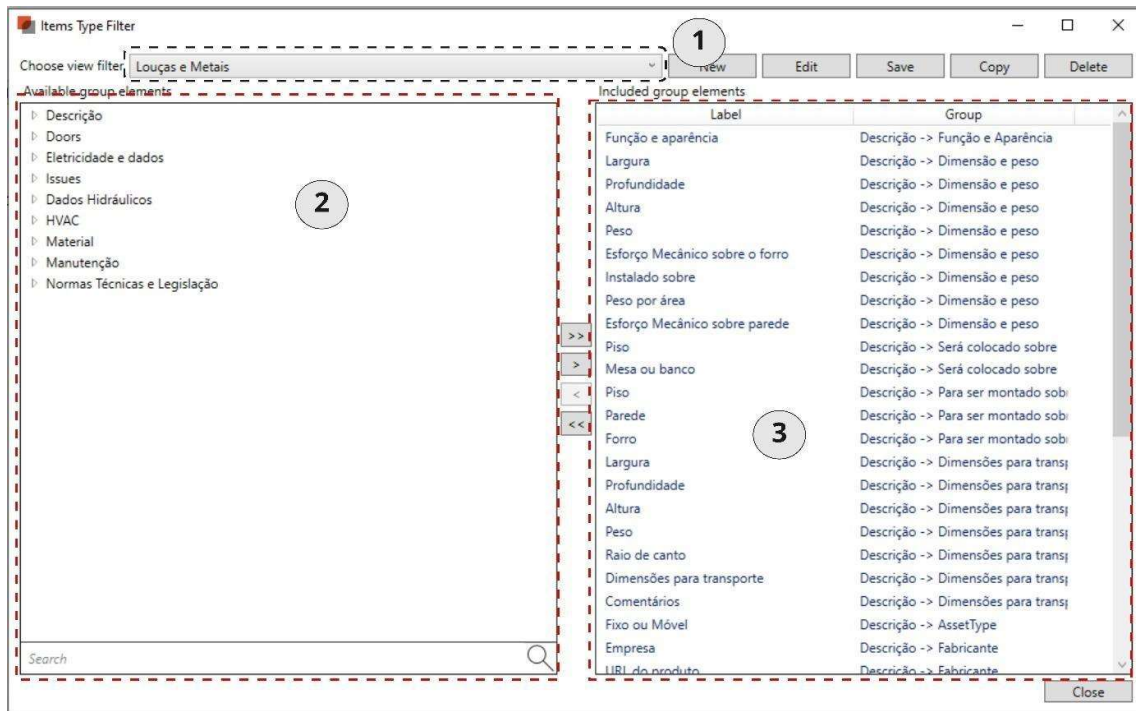
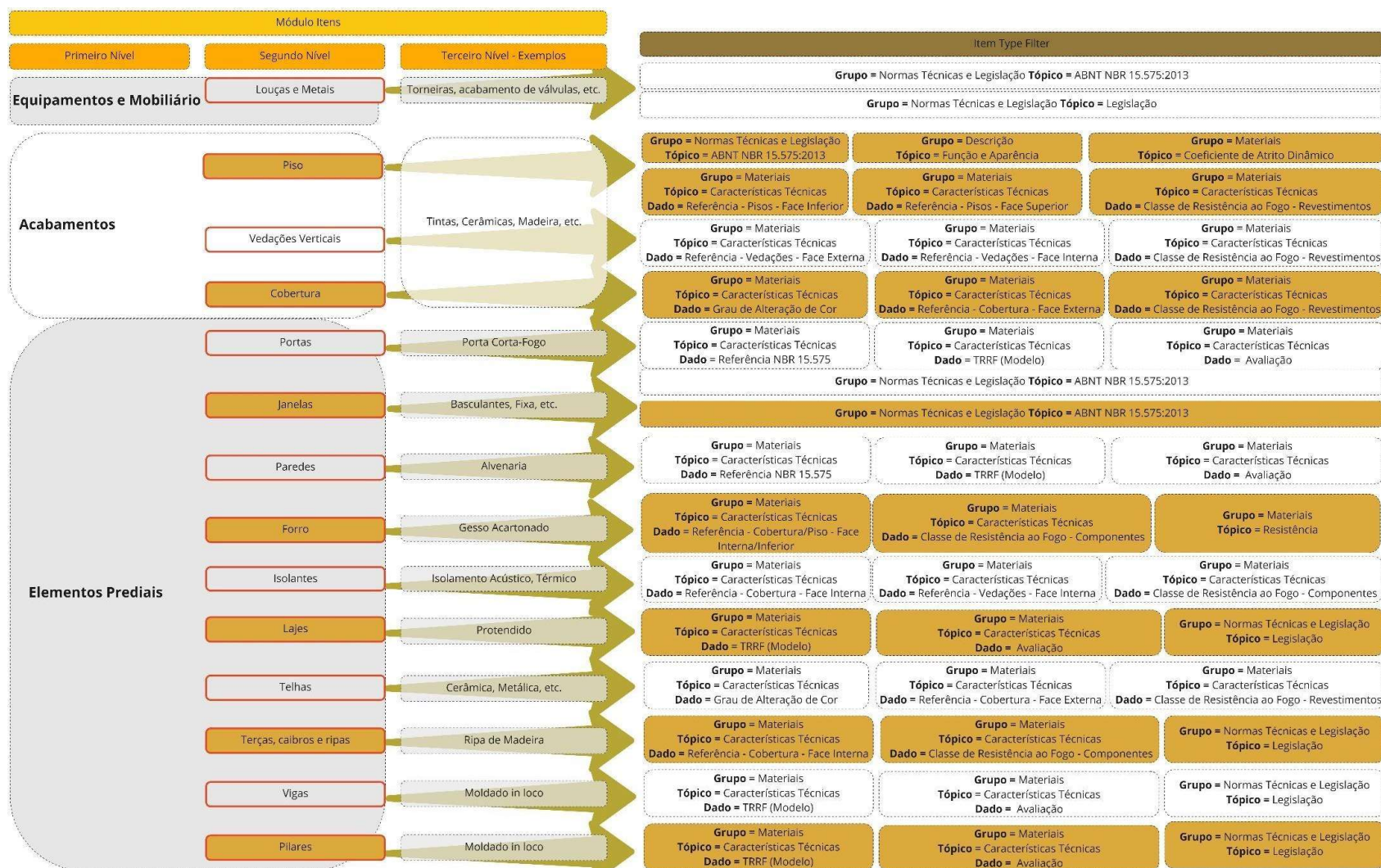


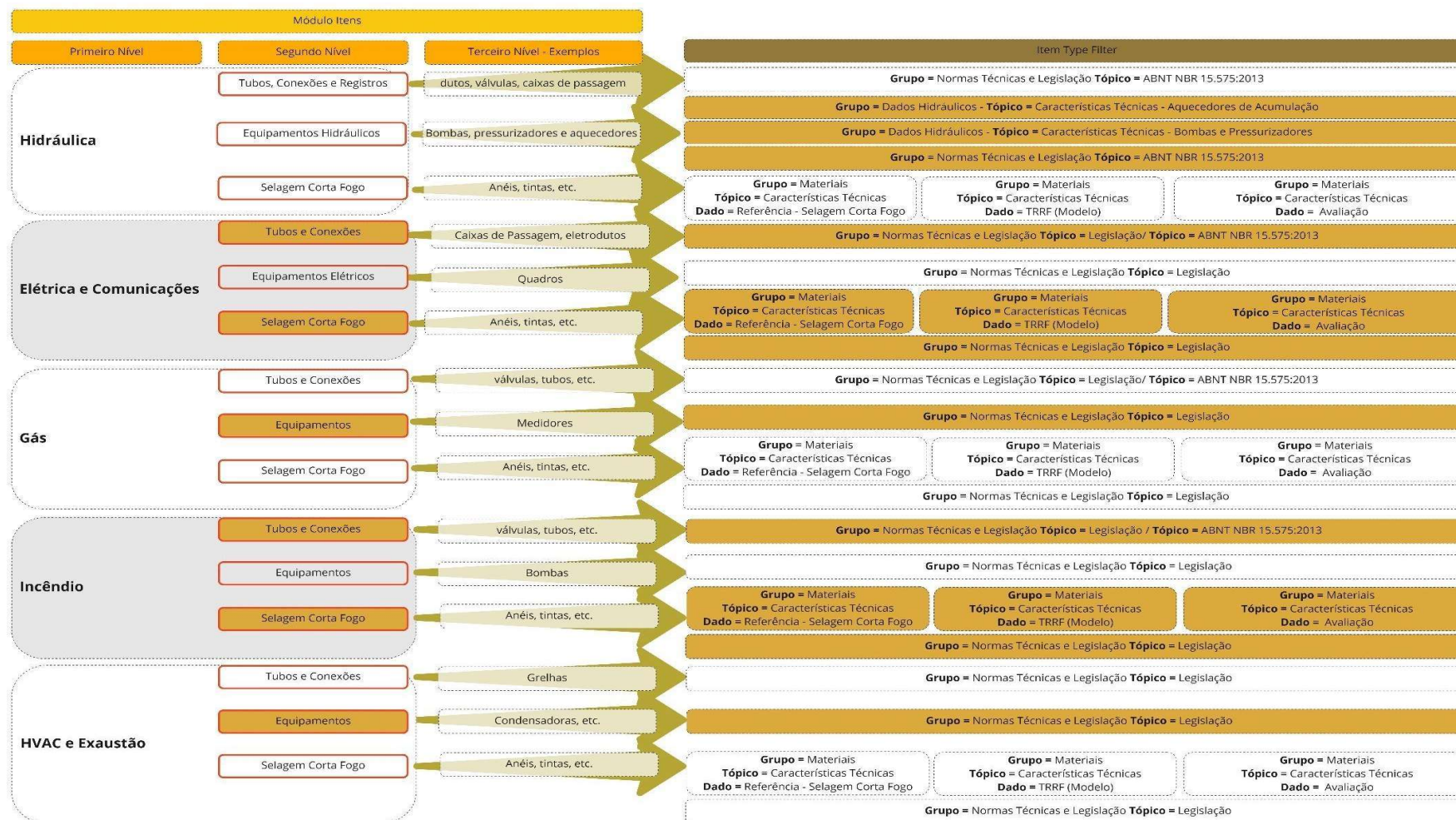
Figura 84 – Itens *Type Filter* – dRofus

A seguir, observa-se a parametrização de todos os filtros relacionados aos itens e ambientes (Quadros 47 e 48, respectivamente). Há indicações, para cada lista, dos campos aos quais se relacionam.

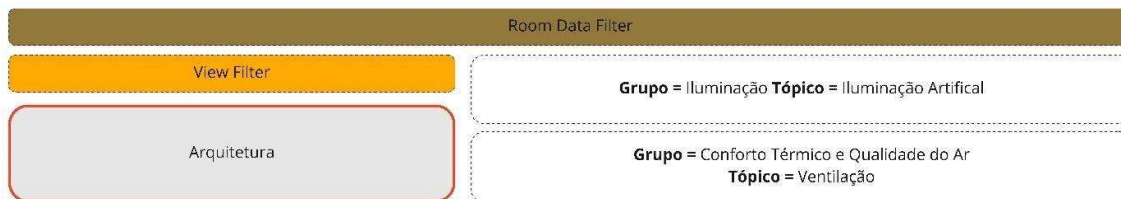


(Continua)

(Conclusão)



Quadro 47 – Parametrização de filtros para itens no dRofus



Quadro 48 – Parametrização de filtros para ambientes no dRofus

5.2.4 Relatórios

Os relatórios para comunicação dos resultados podem ser gerados a partir de recursos disponibilizados pelo próprio dRofus, que possui um módulo dedicado à exportação de informações do seu banco de dados. Os documentos podem ser gerados em Excel ou diretamente em PDF, sendo possível escolher algumas opções de formatação do arquivo, como a inclusão do logo da empresa e QR Codes.

Para a criação dos relatórios, o usuário deve indicar quais atributos devem ser exportados e que podem estar relacionados com qualquer grupo parametrizado da ferramenta, isto é, atributos relacionados com os ambientes, os itens ou com o projeto de forma geral, por exemplo (Figura 86). Os campos disponíveis ficam listados à direita, enquanto os campos selecionados pelo usuário estão posicionados à esquerda.

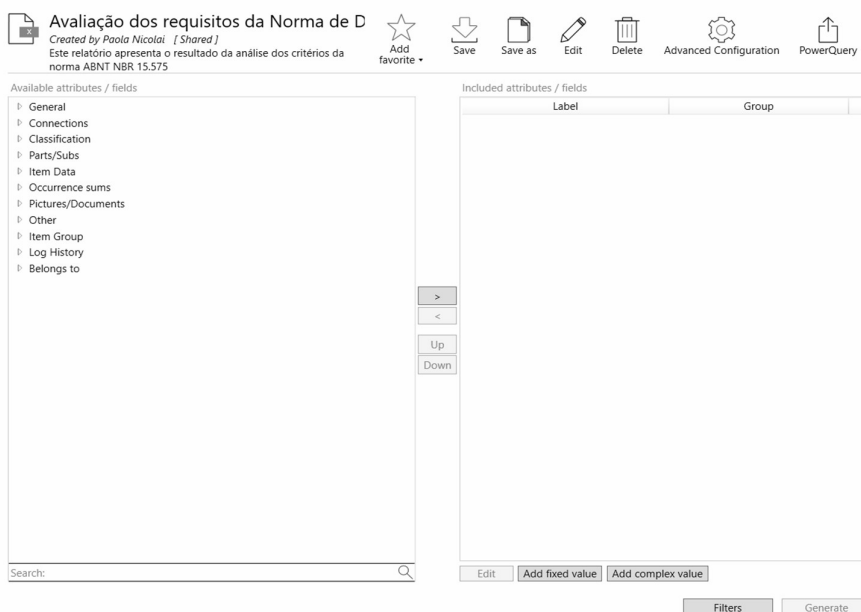


Figura 85 – Seleção dos atributos para geração de relatórios no dRofus

Para automatizar ainda mais o processo de verificação dos critérios, a coordenação pode criar *templates* de relatórios (Quadros 49 e 50), que sempre poderão ser gerados ao final de uma etapa de verificação e, na sequência, encontra-se a configuração dos *templates* de relatórios para itens e ambientes do empreendimento, visando à análise dos critérios correspondentes da NBR 15.575.

Label	Group
<i>Name</i>	<i>General</i>
<i>Responsability: Name</i>	<i>Connections</i>
Normas Técnicas e Legislação – ABNT NBR 15.575:2013 – Normas Técnicas Indicadas (Modelo)	<i>Item Data</i>
Normas Técnicas e Legislação – ABNT NBR 15.575:2013 – Avaliação	<i>Item Data</i>
Normas Técnicas e Legislação – Legislação Local – Regulações Indicadas (Modelo)	<i>Item Data</i>
Normas Técnicas e Legislação – Legislação Local – Avaliação	<i>Item Data</i>
Material – Revestimentos de Piso – Coeficiente de Atrito Dinâmico – Modelo	<i>Item Data</i>
Material – Revestimentos de Piso – Avaliação	<i>Item Data</i>
Material – Características Técnicas – Grau de Alteração de Cor – Grau de Alteração – Modelo	<i>Item Data</i>
Material – Características Técnicas – Grau de Alteração de Cor – Avaliação	<i>Item Data</i>
Material – Características Técnicas – Classe de Resistência ao Fogo – Classe de Resistência – Modelo	<i>Item Data</i>
Material – Características Técnicas – Classe de Resistência ao Fogo – Avaliação	<i>Item Data</i>
Material – Características Técnicas – TRRF – Modelo	<i>Item Data</i>
Material – Características Técnicas – TRRF – Avaliação	<i>Item Data</i>
Vedações – Segurança Contra Incêndio – Escadas Enclausuradas com Parede Corta-Fogo	<i>Item Data</i>
Vedações – Segurança Contra Incêndio – TRRF – Modelo	<i>Item Data</i>
Vedações – Segurança Contra Incêndio – TRRF – Avaliação	<i>Item Data</i>
Descrição – Resistência – Força Vertical (N) – Carga Vertical – Modelo	<i>Item Data</i>
Descrição – Resistência – Força Vertical (N) – Carga Vertical – Avaliação	<i>Item Data</i>
Descrição – Função e Aparência – Frestas/Juntas (mm) – Modelo	<i>Item Data</i>
Descrição – Função e Aparência – Frestas/Juntas (mm) – Avaliação	<i>Item Data</i>
Dados Hidráulicos – Características Técnicas – Bombas e Pressurizadores – Velocidade do Fluido na Parada – Modelo	<i>Item Data</i>
Dados Hidráulicos – Características Técnicas – Bombas e Pressurizadores – Avaliação	<i>Item Data</i>

Dados Hidráulicos – Características Técnicas – Aquecedores de Acumulação – Modelo – Dispositivo de Segurança	<i>Item Data</i>
---	------------------

(Continua)

(Conclusão)

Label	Group
<i>Name</i>	<i>General</i>
<i>Responsability: Name</i>	<i>Connections</i>
Dados Hidráulicos – Características Técnicas – Aquecedores de Acumulação – Modelo – Dispositivo de Alívio	<i>Item Data</i>
Dados Hidráulicos – Características Técnicas – Aquecedores de Acumulação – Avaliação	<i>Item Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema Estrutural	<i>Item Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema de Pisos	<i>Item Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema de Vedações	<i>Item Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema de Coberturas	<i>Item Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema Hidrossanitário	<i>Item Data</i>

Quadro 49 – *Template* para Relatórios de Itens – dRofus

Label	Group
<i>Name</i>	<i>General</i>
<i>Responsability: Name</i>	<i>Connections</i>
Programmed Area	<i>Areas and Measurements</i>
<i>Ceiling Height</i>	<i>Areas and Measurements</i>
Conforto Térmico e Qualidade do Ar – Ventilação – Área de Abertura (m ²) – Modelo	<i>Room Data</i>
Conforto Térmico e Qualidade do Ar – Ventilação – Área de Abertura (m ²) – Avaliação	<i>Room Data</i>
Iluminação – Iluminação Artificial – Lux – Modelo	<i>Room Data</i>
Iluminação – Iluminação Artificial – Lux – Avaliação	<i>Room Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema Estrutural	<i>Room Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema de Pisos	<i>Room Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema de Vedações	<i>Room Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema de Coberturas	<i>Room Data</i>
Uso, Operação e Manutenção – Sistema Hidrossanitário	<i>Room Data</i>

Quadro 50 – *Template* para Relatórios de Ambientes – dRofus

5.2.5 Fase de execução

Considerando que a parametrização do *plug-in* por parte dos projetistas é fundamental para a adequada utilização do dRofus, as primeiras atividades devem estar voltadas à garantia da qualidade do modelo, ou seja, todos os parâmetros necessários devem estar criados, mesmo que os valores lhes sejam atribuídos somente nas fases correspondentes. Além disso, é necessário verificar a sincronização do arquivo com o banco de dados por meio da parametrização do *plug-in* no *software* de autoria, antes de adentrar, de fato, nas fases iniciais de desenvolvimento do projeto.

Dessa forma, prevê-se um processo de preparação, com reuniões que possibilitem à coordenação verificar, junto aos projetistas, se as diretrizes para a elaboração do modelo e a parametrização da ferramenta estão sendo seguidas. Caso haja dificuldades em algum desses dois últimos aspectos, treinamentos e *workshops* podem ser realizados para cumprir essa etapa (Figura 87).

Com a aferição de que todas as configurações foram efetuadas, os modelos podem ser desenvolvidos com conformidade com os requisitos de cada fase do processo de projeto. As verificações com o dRofus são realizadas, com a posterior geração dos relatórios para retroalimentar o processo principal de verificação (Figura 88).

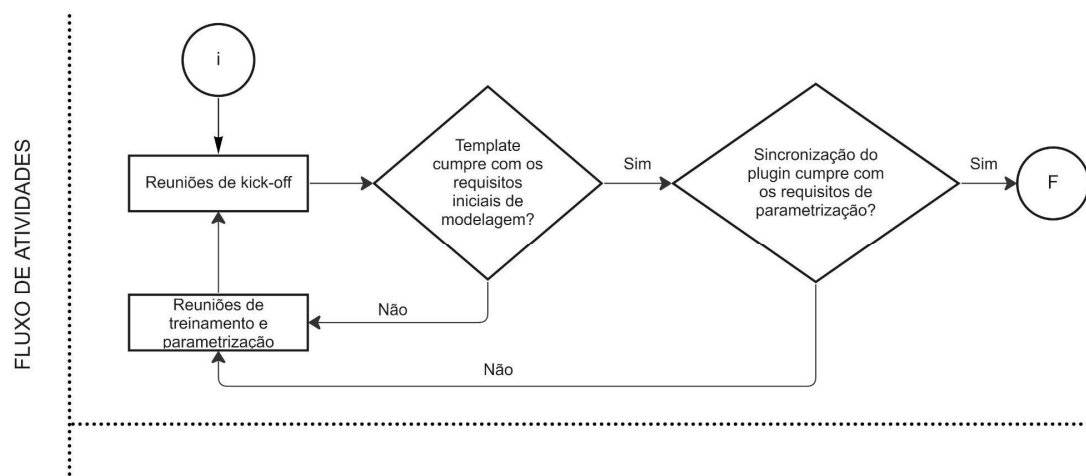


Figura 86 – Fluxo de atividades na fase de Concepção – dRofus

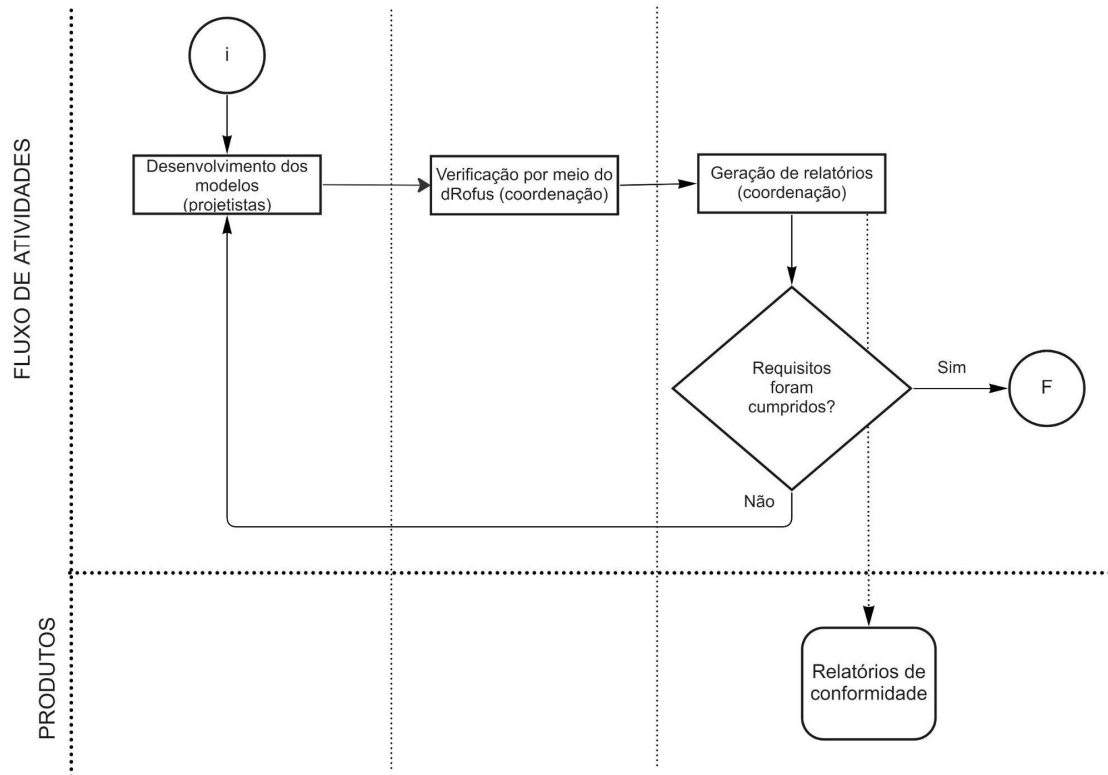


Figura 87 – Fluxo de atividades para verificação de critérios de desempenho por fase de projeto – dRofus

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o seu lançamento em 2013, a Norma de Desempenho vem exigindo do setor imobiliário brasileiro consideráveis alterações no processo de desenvolvimento e produção de empreendimentos residenciais. Assim, mudanças no modo de projetar e construir das incorporadoras e construtoras estão ocorrendo para que os requisitos preconizados pela norma sejam contemplados e, conseqüentemente, as necessidades dos usuários mais bem atendidas.

Os critérios da norma trazem exigências de desempenho apoiadas, em sua maioria, pela relação direta de outros documentos legais já em vigor no Brasil, no entanto, esta pesquisa confirmou, com base nos resultados obtidos pela Survey, que o setor da construção civil ainda encontra dificuldades para se apropriar da Norma de Desempenho, cujo conhecimento por parte de muitos profissionais do setor pode ser considerado médio. Portanto, mesmo quando a NBR 15.575 já se faz presente na pauta de discussões de projeto, a falta de domínio técnico em relação aos seus critérios levanta o questionamento sobre o seu efetivo atendimento.

Por outro lado, observou-se também que a utilização do BIM para a verificação de dados em projetos, na prática, ainda é pouco explorada, mesmo considerando que os conceitos dessa metodologia já permeiam o setor por um considerável período de tempo.

Nesse sentido, as diretrizes propostas por este estudo para a gestão de requisitos da Norma de Desempenho direcionam o processo de projeto para a estruturação de dados e geração de informações ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento dos empreendimentos imobiliários. Esses dados são formalizados por meio de relatórios para que o ciclo de avaliações e a tomada de decisão sejam passíveis de realização. O caminho percorrido para alcançar tais resultados se caracterizou pelas análises parciais de cada etapa de desenvolvimento da pesquisa, que alimentaram cada atividade subsequente dentro sequência lógica da metodologia do trabalho.

O referencial teórico foi estruturado a partir dos temas-chave que compõem os objetivos da dissertação: Desempenho/NBR 15.575, BIM e Processo de Projeto, como mencionado na seção 2.3. Logo no seu início, a pesquisa sistemática da literatura reforçou que esses três assuntos, individualmente, já estão bem consolidados no meio

acadêmico, mas a ausência de estudos sobre a conexão entre esses universos evidenciou a lacuna existente e, ao mesmo tempo, a necessidade de explorar a interação desses conceitos com maior frequência.

É importante reforçar que outros estudos contribuíram na exploração de potencialidades de ferramentas alinhadas ao BIM na verificação de critérios da Norma de Desempenho, todavia, a presente pesquisa também procurou abarcar diretrizes que ultrapassam a tecnologia e abrangem o processo de gestão de requisitos de desempenho.

Considerando individualmente cada tópico-chave, o referencial teórico em torno da NBR 15.575 foi importante para entender o contexto no qual ela está inserida e oferecer o embasamento inicial para o entendimento das exigências técnicas de suas partes. Por sua vez, os tópicos abordados que fazem referência à modelagem da informação permitiram o reforço das potencialidades inerentes ao uso associado dessas ferramentas no desenvolvimento do projeto. Ademais, foi possível conhecer os principais conceitos relacionados à utilização do BIM para a verificação de dados e pontos importantes a serem considerados, como a qualidade dos modelos.

A adoção do IFC para compor uma das soluções da pesquisa foi vislumbrada para englobar os conceitos de interoperabilidade preconizados pelo *Building Information Modeling*, porém, essa opção demandou maior aprofundamento no universo tecnológico e no estudo da estrutura de dados desse formato. Tal fato também se refletiu no referencial teórico e foi fundamental para a melhor compreensão dos conceitos e criação dos códigos de programação. O estudo sobre as classificações de objetos, como a OmniClass, surgiu para suprir a necessidade de universalizar essa proposta da melhor forma possível.

A pesquisa sobre o Processo de Projeto possibilitou o entendimento sobre o que, realmente, envolve a sua gestão e o papel da coordenação, além de entrar em contato com propostas de faseamento desenvolvidas sob diferentes perspectivas da literatura. O estudo também suscitou questões pertinentes que foram levadas, posteriormente, para discussões nos Grupos Focais, como escopos, responsabilidades e conceitos de projeto simultâneo.

Sob essa ótica, a adição dos conceitos do BIM revelou que a estruturação de dados e o gerenciamento de informações são fatores decisivos para que o processo

de projeto alcance sucesso, devendo responder com clareza “o que, quando e como?”. Essas três perguntas formaram a base para o início da criação das diretrizes de gerenciamento de requisitos de desempenho.

Inserido no contexto da pesquisa de campo, o mapeamento de tecnologias para a verificação de projetos favoreceu o contato com as principais alternativas disponíveis no mercado até a conclusão desta dissertação. Observou-se que as opções conseguem, até certo ponto, auxiliar na automatização do processo de verificação de regras, exigindo conhecimentos específicos de programação dos seus usuários, caso estes precisem realizar checagens mais complexas.

Em relação ao início do desenvolvimento das propostas da pesquisa, vale destacar, primeiramente, que o uso da linguagem Python para a extração de informações dos modelos no formato IFC foi um desafio por ter sido o primeiro contato da autora com programação, exigindo o aprendizado de noções básicas de interface do ambiente e comandos. O conhecimento sobre as funcionalidades do dRofus já tinha sido adquirido por meio da vivência profissional da autora, o que auxiliou na exploração da ferramenta para os fins específicos do trabalho.

O estudo das características dos critérios contemplados pela Norma de Desempenho tornou-se um pré-requisito para a compreensão das potencialidades e limitações das tecnologias escolhidas na verificação. O desmembramento de cada requisito em relação às suas exigências, normas complementares, valores de referências e modo de avaliação demonstraram a complexidade do seu conteúdo.

A sugestão de uma classificação para agrupar os critérios de acordo com atributos em comum torna-se necessária para facilitar a análise da interface da norma com as ferramentas de verificação. Tal fato permitiu, além da identificação dos possíveis itens da norma que poderiam ser verificados por cada tecnologia, promovendo a parametrização inicial dos códigos de programação e das fichas de dados do dRofus, o avanço nas propostas voltadas ao processo de projeto em si.

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, novas emendas foram adicionadas ao texto da norma em 2021, trazendo impactos principalmente na avaliação do desempenho acústico e térmico. Dessa forma, pode-se considerar que a classificação realizada ainda se mantém inalterada. No entanto, é importante considerar que novas atualizações na norma podem ocorrer no futuro, o que deve ser

levado em conta ao utilizar as diretrizes apresentadas. Assim, possíveis revisões nos requisitos de desempenho não invalidam a lógica proposta para seu gerenciamento, desde que sejam feitos os ajustes necessários.

Para a avaliação e revisão das propostas iniciais, a escolha pelos Grupos Focais foi fundamental, pois esse método permitiu a observação da interação dos participantes mediante a formalização de perguntas, tópicos e dinâmicas propostas em cada sessão. Assim, as reuniões fomentaram discussões ativas que serviram como base para a geração dos produtos deste trabalho, que não seriam possíveis por meio de outras fontes auxiliares de pesquisa.

Entretanto, vale ressaltar que a estruturação dos Grupos Focais também foi complexa. Preliminarmente, houve certa dificuldade para conciliar e engajar a participação dos especialistas em todas as sessões, de modo a garantir continuidade nas discussões propostas, ainda que os encontros não tenham acontecido de modo presencial. Todas as reuniões foram realizadas no período noturno, considerado o único momento de disponibilidade dos participantes.

Além disso, a preparação de cada sessão exigiu a montagem de apresentações e dinâmicas específicas para atingir os objetivos propostos. Como os encontros foram virtuais, algumas ferramentas alternativas precisaram ser utilizadas para apoiar as atividades em grupo, como a plataforma Miro, que permite a criação de painéis interativos que podem ser alterados, em tempo real, por mais de uma pessoa. Dessa forma, as contribuições de cada especialista puderam ser observadas mais facilmente por todo o grupo dentro das dinâmicas propostas, conforme observado, principalmente, no segundo bloco de reuniões.

Como mencionado anteriormente, o objetivo das sessões era aprofundar e construir conhecimento sobre a NBR 15.575 e a atuação da coordenação de projetos nesse contexto, considerando o uso de tecnologias alinhadas ao BIM e do processo de desenvolvimento de empreendimentos. Em relação à tecnologia, concluiu-se que as ferramentas agregam valor às atividades de verificação de projetos, mesmo não englobando todos os critérios da norma, e trazem maior rastreabilidade para os dados de projeto. Observou-se, no entanto, que sua validação esbarra no atual perfil da coordenação de projetos e na dinâmica estabelecida com os projetistas.

Nesse cenário, constatou-se que os coordenadores estão mais voltados para a gestão de custos e prazos do que para a verificação técnica de projetos; para cobrir essa lacuna, as empresas estão envolvendo cada vez mais consultorias especializadas nos times de projeto. Considerando que a coordenação tem a responsabilidade de garantir o atendimento aos requisitos dos empreendimentos perante seu cliente, identifica-se que os profissionais do setor carecem de mais conhecimento e envolvimento com o conteúdo norma.

Tal fato também é importante para que a coordenação tenha maior clareza tanto na hora de contratar e demandar, quanto na validação dos resultados e na cobrança assertiva dos projetistas, já que a falta de definições de escopo e obrigações entre as partes é apontada como outro ponto de dificuldade para desenvolver projetos de maneira mais eficiente.

Ainda sob essa ótica, as discussões indicaram que as grandes empresas da construção civil brasileira podem estar mais preparadas em relação ao atendimento da Norma de Desempenho, principalmente por terem seus processos e produtos mais padronizados. Entretanto, concluiu-se que, de modo geral, ainda há considerável desorganização entre todos os agentes apontados pela norma.

Dessa forma, a análise do primeiro bloco dos Grupos Focais possibilitou a conclusão de que o uso de soluções para a verificação de requisitos não exclui a importância das habilidades técnicas dos profissionais envolvidos na condução do processo de projeto. No que concerne ao conhecimento específico para a manipulação das tecnologias, foram identificadas novas demandas de perfis de profissionais na construção civil. A contratação de pessoas voltadas para a gestão da informação pode ser uma abordagem mais eficiente para que novos conhecimentos sejam assimilados, uma vez que a coordenação é composta por um time que deve se complementar e interagir para um objetivo comum.

O segundo bloco dos Grupos Focais foi importante para discutir o processo de projeto, identificar as suas fases e quais critérios de desempenho seriam passíveis de verificação. Assim, essas últimas definições orientaram quais informações precisam ser exigidas e em qual momento. Além disso, tais produtos facilitaram a definição de quais dados devem compor os modelos de informações em cada etapa do desenvolvimento do projeto, tendo em vista a viabilização das verificações com as ferramentas escolhidas.

A simulação da aplicação dos códigos de programação e das fichas de dados do dRofus em um modelo de empreendimento real, por meio de um Experimento, foi importante para identificar possíveis ajustes na parametrização de cada tecnologia e na identificação de lacunas das características da modelagem que vão além dos parâmetros, como composição de geometrias e mapeamento de objetos para exportação no arquivo IFC. Assim, os produtos gerados por essa etapa foram utilizados para alimentar o desenvolvimento final das diretrizes tecnológicas, ou seja, para orientar os coordenadores na parametrização das ferramentas e demandar os modelos de informações de seus fornecedores.

A aplicação do Experimento, em termos metodológicos, foi um grande desafio, visto que os modelos de apenas um empreendimento estavam disponíveis. Contudo, a primeira rodada de aplicação das tecnologias confirmou que o sucesso da verificação dos requisitos de desempenho é extremamente dependente dos parâmetros dos modelos de informação, pois praticamente todas as simulações não foram concluídas com os modelos originais, que não contavam com os atributos necessários.

Em relação às diretrizes para a gestão de requisitos da Norma de Desempenho propriamente ditas, no que se refere ao caráter tecnológico, algumas limitações precisam ser destacadas. Primeiramente, o número de critérios passíveis de verificação, por cada tecnologia, representa somente uma parte da Norma de Desempenho. Além disso, principalmente em relação aos Códigos de Programação, as soluções ainda exigem considerável interação e adaptações de parametrização para absorver particularidades de cada projeto. Logo, mais modelos precisam ser testados para que possíveis aprimoramentos sejam identificados e implementados, caracterizando um ciclo de melhoria contínua por parte dos profissionais responsáveis por aplicar as propostas desta pesquisa.

Observa-se que a utilização dos Códigos de Programação para a verificação de requisitos, quando comparada com o dRofus, concentra maiores esforços e exige novas competências principalmente da coordenação, uma vez que os projetistas se envolvem apenas com a modelagem. Por outro lado, a adoção do dRofus, embora tecnicamente mais simples, atribui mais responsabilidades aos projetistas, pois além de precisarem modelar conforme as diretrizes determinadas, possuem papel

fundamental na parametrização da ferramenta e sincronização dos dados, já que tais dados são acessados pelo dRofus diretamente nos *softwares* de autoria.

É importante destacar que, embora duas soluções tecnológicas tenham sido o foco deste estudo, o trabalho não exclui a adoção de outros *softwares* e linguagens de programação. A decisão pela adoção de outras ferramentas deve passar pelo entendimento da estrutura de dados que cada solução exige, assim, as devidas adaptações precisam ser efetuadas na caracterização dos modelos, nos procedimentos de verificação da qualidade e geração de relatórios. Além disso, a mecânica de cada tecnologia reflete diretamente na interação entre as partes interessadas e, portanto, na estruturação do processo como um todo.

Sob esse aspecto, a verificação dos requisitos de desempenho abrange uma sequência de etapas caracterizadas por muitas atividades e exigências específicas. Dessa forma, é imprescindível que o conjunto de todas as diretrizes seja formalizado no PEB do projeto, a fim de comunicar, de maneira clara, as exigências de criação e monitoramento da informação ao longo do desenvolvimento para todas as partes envolvidas.

Estudos sobre o atendimento da Norma de Desempenho no âmbito da gestão do processo de projeto, onde a aplicação dos conceitos do BIM se faz presente, ainda é escasso e precisa ser mais explorado. Para pesquisas futuras, sugere-se uma investigação sobre a organização dos dados de diversos empreendimentos imobiliários baseada nas diretrizes propostas, de modo a retroalimentar os processos de verificação de requisitos, aperfeiçoar e consolidar o seu uso efetivo.

No sentido de continuar as propostas desta dissertação, além de aplicar as diretrizes e tecnologias em mais empreendimentos, com o propósito de aperfeiçoar os códigos de programação, focar na última etapa do processo de checagem e promover formas gráficas de visualização dos resultados pode potencializar o uso prático dessa abordagem. Um meio de alcançar esse patamar é explorar as opções que o PythonOCC pode agregar ao IfcOpenShell, ressaltando que ambos se relacionam ao Open CASCADE. Ademais, trabalhos acadêmicos voltados à sugestão de indicadores e ferramentas de avaliação da efetividade dos processos de verificação de requisitos seriam interessantes.

Pesquisas que discutam a necessidade de competências voltadas para a ciência de dados na construção civil e os impactos subsequentes nos aspectos organizacionais das empresas também são uma sugestão interessante. Mesmo que investigações sobre o perfil da coordenação de projetos já tenham sido realizadas no meio acadêmico, infere-se que as habilidades exigidas dos profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos evoluam conforme novos debates sobre tecnologias e processos são discutidos e aplicados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção**. Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, v. 3, Brasília, DF: ABDI, 2017.

ANDRADE E SILVA, F.; ARANTES, E. Verificação automática de requisitos de projetos da norma de desempenho NBR 15.575 a partir da adequação de regras da plataforma BIM Solibri Model Checker. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 1., e SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 10., Fortaleza, Ceará, 2017.

ANDRADE E SILVA, F. P. **Verificação automática dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma BIM Solibri Model Checker**. 2017. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

ANDRADE, M.L.V.X.; RUSCHEL, R.C. Building Information Modeling (BIM). *In*: KOWALTOWSKI, D.K. et al. (Eds.). **O Processo de projeto em Arquitetura**: da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 421-441.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GESTORES E COORDENADORES DE PROJETOS. **Manual de escopo de projetos e serviços de coordenação de projetos**. Disponível em: <http://www.manuaisdeescopo.com.br/manual/coordenacao/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

_____. **NBR 15.575-2**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

_____. **NBR 15.575-3**: 2013 Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013c.

_____. **NBR 15.575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013d.

_____. **NBR 15.575-5**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013e.

_____. **NBR 15.575-6**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 6: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2013f.

_____. **NBR 16.636**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

AUTODESK. **Opções de configuração de exportação do IFC**. 13 abril 2018. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-E029E3AD-1639-4446-A935-C9796BC34C95-htm.html>. Acesso em: 06 jun. 2020

BAX, M. P. Design Science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. **Ciência da Informação**, v. 4, n.2, p. 298-312, May/Aug. 2013.

BETTS, N. M.; BARANOWSKI, T.; HOERR, S. L. Recommendations for Planning and Reporting Focus Group Research. **Journal of Nutrition Education**, v. 28, p. 279-281, Sep. 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3182\(96\)70101-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3182(96)70101-2).

BLOCH, T.; KATZ, M.; SACKS, R. Machine Learning approach for automated code compliance checking. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 17., Tampere, 2018. **Proceedings [...]** Tampere, Finlândia, 2018. p. 5-7.

BLOCH, T.; SACKS, R. Comparing machine learning and rule-based inferencing for semantic enrichment of BIM models. **Automation in Construction**, v. 91, p. 256-272, jul. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.018>.

BORGES, C. A. de M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BUILDINGSMART. Industry Foundation Classes (IFC). Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>. Acesso em: 20 jul. 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Pesquisa Setorial Norma de Desempenho: Panorama atual a desafios futuros – Resumo Executivo**. Brasília: CBIC, 2016. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/03/Panorama.pdf>. Acesso em: 09 out. 2019.

_____. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: CBIC, 2013.

_____. **Emendas à Norma de Desempenho revisam conteúdo do ‘Desempenho Térmico**. CBIC, 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/inovacao/2021/04/05/emendas-a-norma-de-desempenho-revisam-conteudo-do-desempenho-termico-3/>. Acesso em: 09 fev. 2023.

_____. **Formas de contratação BIM – Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016.

_____. **Formas de contratação BIM – Parte 5: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016.

_____. **Road Show BIM – Resultados da pesquisa e desdobramentos**. Brasília: CBIC, 2018. Disponível em: <https://cbic.org.br/inovacao/wp-content/uploads/sites/23/2018/05/RoadShow.pdf>. Acesso em: 11 out. 2020.

CRESWELL, J. W. **Sign**: qualitative, quantitative and mixed methods approaches. 3.ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2009.

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE. **Background**. Disponível em: <https://www.csiresources.org/standards/omniclass/standards-omniclass-background>. Acesso em: 28 mar. 2022.

DU, J.; LIU, R.; ISSA, R. R. A. BIM cloud score: benchmarking BIM performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 11, p. 04014054, 2014.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman Editora, 2014.

EASTMAN, Chuck et al. Automatic rule-based checking of building designs. **Automation in construction**, v. 18, n. 8, p. 1011-1033, nov. 2009. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.07.002.

FABRICIO, M. M. 2002. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. O processo cognitivo e social do projeto. *In*: KOWALTOWSKI, D.K. et al. (Eds.). **O Processo de projeto em Arquitetura**: da teoria à tecnologia. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo da sequência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: a engenharia de produção e o futuro do trabalho, 1998.

FAN, S.; CHI, H.; PAN, P. Rule checking Interface development between building information model and end user. **Automation in Construction**, v. 105, p. 102842, 2019.

FREITAS, H., OLIVEIRA, M., SACCOL, A. Z., MOSCAROLA, J. O método de pesquisa Survey. **Revista de Administração da USP**, v. 35, p. 105-112, jul.-set. 2000.

FOLIENSTE, G. C. Developments in performance-based building codes and standards. **Forest Products Journal**, v. 50, n. 7/8, p. 12-21, 2000.

GUALBERTO, A. C. F. **Aplicação da ferramenta DSM – Design Structure Matrix ao planejamento do processo de projeto de edificações**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GILLI, C. E. de S. **Aquisição de produtos para construção de edifícios em conformidade com a norma de desempenho**. 2015. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 12, n. 24, p. 149-161, 2002.

GUIMARÃES, J. K. Gestão do escopo na atividade do arquiteto. **Revista On-line IPOG Especialize**. Florianópolis, 7.ed., v. 1, 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema**. Suíça, 2018.

JUPP, Victor. **The Sage dictionary of social research methods**. Los Angeles: Sage, 2006.

KAMARA, J. M.; ANUMBA, C. J.; EVBUOMWAN, F. O. Establishing and processing client requirements – a key aspect of concurrent engineering in construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v.7, n.1, p.15-29, jan.2000.

KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. de S. K.O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575/2013). **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 9, n. 1, p. 89-102, 2014. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v9i1.89989>.

KIM, Yije; CHIN, Sangyoon; CHOO, Seungyeon. BIM data requirements for 2D deliverables in construction documentation. **Automation in Construction**, v. 140, p. 104340, 2022.

KUBICKI, S. et al. Assessment of synchronous interactive devices for BIM project coordination: Prospective ergonomics approach. **Automation in Construction**, v. 101, p. 160-178, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.009>.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão da Produção**, v. 20, n.4, p. 741-761, 2013.

LEE, Y. et al. Generation of Entity-Based Integrated Model View Definition Modules for the Development of New BIM Data Exchange Standards. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 34, n. 3, p. 04020011, 2020. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000888.

LEE, H. et al. Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements. **Automation in Construction**, v. 71, p. 49-61, Nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.04.008>.

LIMA, Rodrigo et al. Experience in the field of sustainability enhanced construction classification system. **WIT Transactions on The Built Environment**, v. 205, p. 15-24, 2021.

LIN, J. et al. A Natural-Language-Based Approach to Intelligent Data Retrieval and Representation for Cloud BIM. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 31(1), p. 18-33, May 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/mice.12151>.

LIU, A. W.; OLIVEIRA, L. A. de; MELHADO, S. B. **A gestão do processo de projeto em Arquitetura. O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia.** São Paulo: Oficina de textos, p. 64-79, 2011.

LIU, R. et al. BIM cloud score: Building information model and modeling performance benchmarking. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 4, p. 04016109, 2017.

LOBOS, D.; TREBILCOCK, M. Building performance information and graphs approach for the design of floor plans. **ArquiteturaRevista**, v. 10, n. 1, p. 23-30, Jan./Jun. 2014. DOI: 10.4013/arq.2014.101.03.

LUO, H.; GONG, P. A BIM-based Code Compliance Checking Process of Deep Foundation Construction Plans. **Journal of Intelligent & Robotic Systems**, v. 79, p. 549-576, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10846-014-0120-z>.

MACITILAL, S.; GÜNAYDIN, H. M. Computer representation of building codes for automated compliance checking. **Automation in Construction**, v. 82, p.43-58, out. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.018>.

MARCHIORI, F. F. 2009. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações.** Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2009.

MIRON, L. I. G.; FORMOSO, C. T. **Client Requirement Management in Building Projects.** In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11., Virginia, EUA, 2003.

MITSIDI. **Norma de Desempenho térmico de edificações residenciais: o que é e o que muda na nova versão?** MITSIDI, 2022. Disponível em <https://mitsidi.com/norma-de-desempenho-termico-de-edificacoes-residenciais-o-que-e-e-o-que-muda-na-nova-versao/>. Acesso em 09 fev. 2023

MALSANE, S. et al. Development of an object model for automated compliance checking. **Automation in Construction**, v. 49(PA), p. 51-58, Jan. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.10.004>.

NASCIMENTO, A. et al. **Abordagem sobre a norma de desempenho e seus aspectos jurídicos: uma contribuição para as perícias nas edificações.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, Foz do Iguaçu, 2017.

NAWARI, N. O. A Generalized Adaptive Framework (GAF) for automating code compliance checking. **Buildings**, v. 9, n. 4, p. 86, 2019. DOI: 10.3390/buildings9040086.

OKAMOTO, P. S. 2015. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

OTERO, J. A. 2018. **Ferramenta de gestão de riscos baseada na teoria dos conjuntos Fuzzy para suporte à garantia do desempenho de edificações habitacionais**. 2018. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

PATSOUMADAKIS, Emmanouil. 2021. **BIM without a 3D in early design stages**. Dissertação (Mestrado) – University of Twente, Enschede, 2021.

PEREIRA, R. M. S. 2013. **Sistemas de Classificação da Construção: síntese comparada de métodos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey Research methodology in management information systems: an assessment. **Journal of Management Information System**, v. 10, Issue 2, p.75-105, 1993. DOI: 10.1080/07421222.1993.11518001.

PREIDEL, C.; BORRMANN, A. Towards code compliance checking on the basis of a visual programming language. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 21, p. 402-421, Nov. 2016. DOI: <http://www.itcon.org/2016/25>.

PREIDEL, C.; BORRMANN, A. BIM-based Code Compliance Checking. In: Borrmann, A.; König, M.; Koch, C.; Beetz, J. (Eds): **Building Information Modeling – Technology Foundations and Industry Practice**, Springer, 2018

PREIDEL, C.; DAUM, S.; BORRMANN, A. Data retrieval from building information models based on visual programming. **Visualization in Engineering**, 5:18, Nov. 2017. DOI: 10.1186/s40327-017-0055-0.

ROMANO, F. V. 2003. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

RUSCHEL, R. C. et al. Building Information Modeling para projetistas. In: FABRICIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Eds.). **Qualidade no projeto de edifícios**. São Carlos: RiMa Editora e ANTAC, 2010. p.137-162

SANTOS, F. M. A. dos. 2017. **Impactos da aplicação da ABNT NBR 15.575/2013 nas empresas de edificações**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

SHIH, Shan-Ying. 2015. **Challenges associated with implementing BIM-enabled code-checking systems within the design process**. Tese (Doutorado em Filosofia) – Universidade de Newcastle, Newcastle, 2015.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CONSULTIVA. **Os impactos da Norma de Desempenho no setor da arquitetura e engenharia consultiva**. São Paulo: SINAENCO, 2015.

SILVA JUNIOR, M. A. 2016. **Parâmetros de desempenho incorporados em projetos de arquitetura com uso de aplicativo de modelagem BIM**. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, J. C. B.; AMORIM, S. R. L de. 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.

SOLIHIN, Wawan et al. Beyond interoperability of building model: a case for code compliance checking. *In: BPCAD WORKSHOP*, 2004.

SOUZA, F. R. 2016. **A gestão do processo de projeto em empresas incorporadoras e construtoras**. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SOUZA, J.; KERN, A.; TUTIKIAN, B. Análise quantiquantitativa da norma de desempenho (NBR N°15.575/2013) e principais desafios na implantação do nível superior em edificação residencial de multipavimentos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, V. 13, n. 1, p. 127-144, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v13i1.133842>.

VANLANDE, Renaud; NICOLLE, Christophe; CRUZ, Christophe. IFC and building lifecycle management. **Automation in construction**, v. 18, n. 1, p. 70-78, 2008.

VISSER, P. S. et al. Survey Research. *In: H.T. Reis, C. M. Judd (eds), Handbook of Research Methods in Social and Personality Psychology*. pp. 402-440, Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

WEBER, R. Design-science research. *In: Research Methods: Information, Systems and Contexts*. Chandos Publishing, 2018. p. 267-288.

WIBECK, V.; DAHLGREN, M. A.; ÖBERG, G. Learning in focus groups: An analytical dimension for enhancing focus group research. **Qualitative Research**, v. 7, n. 2, p. 249-267, May 2007. DOI: 10.1177/1468794107076023.

WON, J.; LEE, G. How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach. **Automation in Construction**, v. 69, p. 34-43, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.022>.

ZHANG, J.; EL-GOHARY, N. M. Semantic NLP-based information extraction from construction regulatory documents for automated compliance checking. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 30, n. 2, p. 04015014, 2016. DOI:10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000346.

ZHANG, C. et al. Interoperable validation for IFC building models using open standards. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 20, p.24-39, jan. 2015. Doi: <http://www.itcon.org/2015/2>.

ANEXO A – Classificação dos critérios da Norma de Desempenho

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC	
ABNT NBR 15575-1 - Requisitos Gerais	7. Desempenho estrutural	Estabilidade e Resistência estrutural: Evitar a ruína da estrutura pela ocorrência de algum estado-limite último.	1.Estado-limite último: As estruturas devem ser projetadas, construídas e montadas de forma a atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 15575-2, consideradas as especificidades registradas nas Normas Brasileiras vigentes.	Análise do projeto estrutural, verificando sua conformidade com as Normas Brasileiras específicas e com as premissas de projeto indicadas em 7.2.1.2 e na ABNT NBR 15575-2. <u>Normas a seguir:</u> ABNT NBR 6118; ABNT NBR 6122; ABNT NBR 7190; ABNT NBR 8800; ABNT NBR 9062; ABNT NBR 10837; ABNT NBR 14762 ou outras Normas Brasileiras de projeto estrutural vigentes.	Os estados-limites últimos devem ser caracterizados por: perda de equilíbrio, global ou parcial, admitida a estrutura como um corpo rígido; ruptura ou deformação plástica excessiva dos materiais; transformação da estrutura, no todo ou em parte, em sistema hipostático e instabilidade; Em casos particulares, pode ser necessário considerar outros estados-limites últimos, conforme as Normas Brasileiras específicas de projeto estrutural. Devem ser previstas nos projetos considerações sobre as condições de agressividade do solo, do ar e da água na época do projeto, prevendo-se as proteções aos sistemas estruturais e suas partes.	Análise de projeto	NÃO	NÃO
		Deformações, fissurações ocorrência de outras falhas: Circunscrever as deformações resultantes das cargas de serviço e as deformações impostas ao edifício habitacional ou sistema a valores que não causem prejuízos ao desempenho de outros sistemas e não causem comprometimento da durabilidade da estrutura	2.Estados-limites de serviço: O edifício habitacional ou o sistema deve ser projetado, construído e montado de forma a atender aos requisitos e critérios especificados nas ABNT NBR 15575-2 a ABNT NBR 15575-6.	Análise do projeto estrutural conforme Norma Brasileira específica e verificações estabelecidas nas ABNT NBR 15575-2 e ABNT NBR 15575-6.	O comportamento em serviço da edificação habitacional ou do sistema deve ser previsto em projeto, de forma que os estados-limites de serviço (ELS), por sua ocorrência, repetição ou duração, não causem efeitos estruturais que impeçam o uso normal da construção ou que levem ao comprometimento da durabilidade da estrutura.	Análise de projeto	NÃO	NÃO
	8. Segurança contra incêndio	Dificultar a ocorrência de princípio de incêndio: dificultar a ocorrência de princípio de incêndio por meio de premissas adotadas no projeto e na construção da edificação.	3.Proteção contra descargas atmosféricas: Os edifícios multifamiliares devem ser providos de proteção contra descargas atmosféricas, atendendo ao estabelecido na ABNT NBR 5419 e demais Normas Brasileiras aplicáveis, nos casos previstos na legislação vigente.	Análise do projeto ou inspeção em protótipo.	Onde houver ambiente enclausurado, devem ser atendidas a ABNT NBR 15526 e outras Normas Brasileiras aplicáveis.	Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		4. Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas: As instalações elétricas das edificações habitacionais devem ser projetadas de acordo com a ABNT NBR 5410 e Normas Brasileiras aplicáveis. Deve ser dada especial atenção para a prevenção de risco de ignição dos materiais em função de curto circuito e sobretensões.			Análise de projeto	NÃO	NÃO
		5. Proteção contra risco de vazamentos nas instalações de gás: As instalações de gás devem ser projetadas e executadas de acordo com as ABNT NBR 13523 e ABNT NBR 15526.			Análise de projeto	NÃO	NÃO
	Facilitar a fuga em situação de incêndio: facilitar a fuga dos usuários em situação de incêndio	6. Rotas de fuga: As rotas de saídas dos edifícios devem atender ao disposto na ABNT NBR 9077.	Análise do projeto ou inspeção em protótipo.	_____	Fatores Geométricos	PARCIAL	PARCIAL
	Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada: dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem de eventual incêndio.	7. Propagação superficial de chamas: Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termoacústico empregados na face interna dos sistemas ou elementos que compõem a edificação devem ter as características de propagação de chamas controladas, de forma a atender aos requisitos estabelecidos nas ABNT NBR 15575-3 a ABNT NBR 15575-5.	Inspeção em protótipo ou ensaios conforme Normas Brasileiras específicas.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
	Dificultar a propagação de incêndio: dificultar a propagação de incêndio para unidades contíguas. OBS: Caso não seja possível o atendimento ao critério de isolamento de risco à distância ou proteção (8.5.1), a edificação não é considerada independente e o dimensionamento das medidas de proteção contra incêndio deve ser	8. Isolamento de risco à distância: A distância entre edifícios deve atender à condição de isolamento, considerando-se todas as interferências previstas na legislação vigente. 9. Isolamento de risco por proteção: As medidas de proteção, incluindo no sistema construtivo o uso de portas ou selos corta-fogo devem possibilitar que o edifício seja considerado uma unidade independente.	Análise do projeto ou inspeção em protótipo, aplicando-se à ABNT NBR 6479 para a determinação da resistência ao fogo de portas e selos corta-fogo, bem como obedecendo-se à legislação vigente.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
					Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	feito considerando o conjunto de edificações como uma única.	10.Assegurar estanqueidade e isolamento: Os sistemas ou elementos de compartimentação que integram os edifícios habitacionais devem atender à ABNT NBR 14432 para minimizar a propagação do incêndio, assegurando estanqueidade e isolamento.			Especificação de projeto	SIM	SIM
	Segurança estrutural: minimizar o risco de colapso estrutural da edificação em situação de incêndio.	11.Minimizar o risco de colapso estrutural: A edificação habitacional deve atender à ABNT NBR 14432 e às normas específicas para o tipo de estrutura conforme citado em 8.6.2	Análise do projeto estrutural em situação de incêndio. Atendimento às Normas de projeto estrutural, como a seguir relacionadas: ABNT NBR 14323, para estruturas de aço; ABNT NBR 15200, para estruturas de concreto; para as demais estruturas, aplica-se o Eurocode correspondente, em sua última edição.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
	Sistema de extinção e sinalização de incêndio: dispor de sistemas de extinção e sinalização de incêndio	12.Equipamentos de extinção, sinalização e iluminação de emergência: O edifício habitacional deve dispor de sinalização, iluminação de emergência e equipamentos de extinção do incêndio conforme as ABNT NBR 9441, ABNT NBR 10898, ABNT NBR 12693, ABNT NBR 13434 e ABNT NBR 13714, atendendo à legislação vigente.	Análise do projeto ou inspeção em protótipo.	_____	Análise de Projeto + Especificação de projeto	PARCIAL	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
9. Segurança no uso e na operação.	Segurança na utilização do imóvel: Assegurar que tenham sido tomadas medidas de segurança aos usuários da edificação habitacional.	13.Segurança na utilização dos sistemas: Os sistemas não devem apresentar: a) rupturas, instabilizações, tombamentos ou quedas que possam colocar em risco a integridade física dos ocupantes ou de transeuntes nas imediações do imóvel; b) partes expostas cortantes ou perfurantes; c) deformações e defeitos acima dos limites especificados nas ABNT NBR 15575-2 a ABNT NBR 15575-6.	Análise do projeto ou inspeção em protótipo.	Devem ser previstas no projeto e na execução formas de minimizar, durante o uso da edificação, o risco de: a) queda de pessoas em altura b) acessos não controlados c) queda de pessoas em função de rupturas das proteções; d) queda de pessoas em função de irregularidades nos pisos, rampas e escadas e) ferimentos provocados por ruptura de subsistemas ou componentes. f) ferimentos ou contusões em função da operação das partes móveis de componentes g) ferimentos ou contusões em função da dessolidarização ou da projeção de materiais ou h) ferimentos ou contusões em função de explosão resultante de vazamento ou de confinamento de gás combustível.	Análise de projeto	NÃO	NÃO
	Segurança das instalações: Evitar a ocorrência de ferimentos ou danos aos usuários, em condições normais de uso.	14.Segurança na utilização das instalações: A edificação habitacional deve atender às exigências das Normas pertinentes, como, por exemplo, ABNT NBR 5410, ABNT NBR 5419, ABNT NBR 13523, ABNT NBR 15526 e ABNT NBR 15575-6.	Análise do projeto ou inspeção em protótipo.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
4. Estanqueidade;	Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação: assegurar estanqueidade às fontes de umidades externas ao sistema.	15.Estanqueidade à água de chuva e à umidade do solo e do lençol freático: atendimento aos requisitos especificados nas ABNT NBR 15575-3 a ABNT NBR 15575-5.	Análise do projeto e métodos de ensaio especificados nas ABNT NBR 15575-3 a ABNT NBR 15575-5.	Devem ser previstos nos projetos a prevenção de infiltração da água de chuva e da umidade do solo nas habitações, por meio dos detalhes indicados a seguir: a) condições de implantação dos conjuntos habitacionais; b) impermeabilização de porões e subsolos, jardins contíguos às fachadas e quaisquer paredes em contato com o solo c) impermeabilização de fundações e pisos em contato com o solo; d) ligação entre os diversos elementos da construção	Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
5. Desempenho térmico;	Estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação: Assegurar a estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção do imóvel em condições normais de uso.	16. Estanqueidade à água utilizada na operação e manutenção do imóvel: deverem ser previstos no projeto detalhes que assegurem a estanqueidade de partes do edifício que tenham a possibilidade de ficar em contato com a água gerada na ocupação ou manutenção do imóvel, devendo ser verificada a adequação das vinculações entre instalações de água, esgotos ou águas pluviais e estrutura, pisos e paredes, de forma que as tubulações não venham a ser rompidas ou desencaixadas por deformações impostas.	Análise do projeto e métodos de ensaio especificados nas ABNT NBR 15575-3 a ABNT NBR 15575-5.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
	Exigências de desempenho no verão: Apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional melhores ou iguais às do ambiente externo, à sombra, para o dia típico de verão, conforme simulação computacional.	17. Valores máximos de temperatura: O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como, por exemplo, salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior.	Simulação computacional conforme procedimentos apresentados em 11.2 da ABNT NBR 15575-1.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
	Exigências de desempenho no inverno: Apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional melhores que do ambiente externo, no dia típico de inverno, conforme 11.4.1, nas zonas bioclimáticas 1 a 5. Nas zonas 6, 7 e 8 não é necessário realizar avaliação de desempenho térmico para inverno.	18. Valores mínimos de temperatura: Os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo salas e dormitórios, no dia típico de inverno, devem ser sempre maiores ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3 °C.	Simulação computacional conforme procedimentos apresentados em 11.2 da ABNT NBR 15575-1.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
	Isolação acústica de vedações externas: Propiciar condições mínimas de desempenho acústico da edificação, com relação a fontes normalizadas de ruídos externos aéreos.	19. Desempenho acústico das vedações externas: A edificação deve atender ao limite mínimo de desempenho conforme estabelecido nas ABNT NBR 15575-4 e 15575-5.	Especificado na ABNT NBR 15575-4 e 15575-5.	_____	Simulação	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	Isolação acústica entre ambientes: Propiciar condições de isolação acústica entre as áreas comuns e ambientes de unidades habitacionais e entre unidades habitacionais distintas.	20.Isolação ao ruído aéreo entre pisos e paredes internas: Os sistemas de pisos e vedações verticais que compõem o edifício habitacional devem ser projetados, construídos e montados de forma a atender aos requisitos estabelecidos nas ABNT NBR 15575-3 e 15575-4.	Especificados nas ABNT NBR 15575-3 e ABNT NBR 15575-4.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
	Ruídos de impactos: Propiciar condições mínimas de desempenho acústico no interior da edificação, com relação a fontes padronizadas de ruídos de impacto.	21.Ruídos gerados por impactos: Os sistemas que compõem os edifícios habitacionais devem atender aos requisitos e critérios especificados nas ABNT NBR 15575-3 e ABNT NBR 15575-5.	Análise do projeto e atendimento aos métodos de ensaios especificados nas ABNT NBR 15575-3, e ABNT NBR 15575-5.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
13. Desempenho luminoso	Iluminação natural: Durante o dia, as dependências da edificação habitacional - sala de estar, dormitório, Copa/cozinha, e área de serviço, devem receber iluminação natural conveniente, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes. Para o período noturno, o sistema de iluminação artificial deve proporcionar condições internas satisfatórias para ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança.	22.Simulação: Níveis mínimos de iluminância natural: Contando unicamente com iluminação natural, os níveis gerais de iluminância nas diferentes dependências das construções habitacionais devem atender ao disposto na Tabela 13.1	As simulações para o plano horizontal, períodos da manhã (9:30h) e da tarde (15:30h), respectivamente para os dias 23 de abril e 23 de outubro e sua avaliação deve ser realizada com emprego do algoritmo apresentado na ABNT NBR 15215 –3, atendendo as condições listadas em 13.2.2.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
		23.Medição in loco: Fator de Luz Diurna (FLD): Contando unicamente com iluminação natural, o Fator de Luz Diurna (FLD) nas diferentes dependências das construções habitacionais deve atender ao disposto na Tabela 13.2 da ABNT NBR 15575-1 (Ver ISO 5034 – 1).	Realização de medições no plano horizontal, com o emprego de luxímetro portátil, erro máximo $\pm 5\%$ do valor medido, no período compreendido entre 9h e 15h, nas seguintes condições:	os requisitos de iluminância natural podem ser atendidos mediante adequada disposição dos cômodos (arquitetura), correta orientação geográfica da edificação, dimensionamento e posição das aberturas, tipos de janelas e de envidraçamentos, rugosidade e cores dos elementos (paredes, tetos, pisos etc), inserção de poços de ventilação / iluminação, eventual introdução de domus de iluminação, etc;	Simulação	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
15. Saúde, higiene e qualidade do ar;	Iluminação artificial: Propiciar condições de iluminação artificial interna satisfatórias, segundo as Normas Brasileiras vigentes, para ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança.	24. Níveis mínimos de iluminação artificial: Os níveis gerais de iluminação promovidos nas diferentes dependências dos edifícios habitacionais por iluminação artificial devem atender ao disposto na Tabela 13.3	Análise de projeto ou inspeção em protótipo, utilizando um dos métodos estabelecidos no Anexo B da ABNT NBR 15575-1, para iluminação artificial.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
	Proliferação de microorganismos: Propiciar condições de salubridade no interior da edificação, considerando as condições de umidade e temperatura no interior da unidade habitacional, aliadas ao tipo dos sistemas utilizados na construção.	25. Critério: O requisito mencionado deve atender aos critérios fixados na legislação vigente.	Verificação pelos métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
	Poluentes na atmosfera interna à habitação: Os materiais, equipamentos e sistemas empregados na edificação não podem liberar produtos que poluam o ar em ambientes confinados, originando níveis de poluição acima daqueles verificados no entorno. Enquadram-se nesta situação os aerodispersóides, gás carbônico e outros.	26. Critério: O requisito mencionado deve atender aos critérios fixados na legislação vigente.	Verificação pelos métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
	Poluentes no ambiente de garagem: Gases de escapamento de veículos e equipamentos não podem invadir áreas internas da habitação. O sistema de exaustão ou ventilação de garagens internas deve permitir a saída dos gases poluentes gerados por veículos e equipamentos.	27. Critério: O requisito mencionado deve atender aos critérios fixados na legislação vigente.	Verificação pelos métodos de ensaios estabelecidos na legislação vigente.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
16. Funcionalidade e acessibilidade;	Altura mínima de pé direito: Apresentar altura mínima de pé-direito dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas.	28. Altura mínima de pé direito: A altura mínima de pé-direito não pode ser inferior a 2,50 m. Em vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas admite-se que o pé-direito se reduza ao mínimo de 2,30m. Nos tetos com vigas, inclinados, abobadados ou, em geral, contendo superfícies salientes altura piso a piso e ou o pé-direito mínimo, devem ser mantidos, pelo menos, em 80 % da superfície do teto, admitindo-se na superfície restante que o pé-direito livre possa descer até ao mínimo de 2,30m.	Análise de projeto.	_____	Fatores Geométricos	SIM	SIM
	Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação: Apresentar espaços mínimos dos ambientes da habitação compatíveis com as necessidades humanas.	29. Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação: Para os projetos de arquitetura de unidades habitacionais, sugere-se prever no mínimo a disponibilidade de espaço nos cômodos do edifício habitacional para colocação e utilização dos móveis e equipamentos-padrão listados no Anexo X (de caráter informativo)	Análise de projeto.	_____	Fatores Geométricos	SIM	SIM
	Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida: A edificação deve prever o número mínimo de unidades para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida estabelecido na legislação vigente, e estas unidades devem atender aos requisitos da NBR 9050. As áreas comuns devem prever acesso a pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida e idosos.	30. Adaptações de áreas comuns e privativas: As áreas privativas devem receber as adaptações necessárias para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida nos percentuais previstos na legislação, e as áreas de uso comum sempre devem obedecer ao que estabelece a ABNT NBR 9050.	Análise de projeto.	O projeto deve prever para as áreas comuns e, quando contratado, também para as áreas privativas, as adaptações que normalmente referem-se a: a) acessos e instalações; b) substituição de escadas por rampas; c) limitação de declividades e de espaços a percorrer; d) largura de corredores e portas; e) alturas de peças sanitárias; f) disponibilidade de alças e barras de apoio.	Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
17. Conforto tátil e antropodinâmico.	<p>Possibilidade de ampliação da unidade habitacional: Para unidades habitacionais térreas e assobradadas de caráter evolutivo já comercializadas com previsão de ampliação, a incorporadora ou construtora deverá fornecer ao usuário projeto arquitetônico e complementares juntamente com o manual de uso, operação e manutenção com instruções para ampliação da edificação. Recomendando-se utilizar recursos regionais e os mesmos materiais e técnicas construtivas do imóvel original.</p>	<p>31.Ampliação de unidades habitacionais evolutivas: No projeto e na execução das edificações térreas e assobradadas de caráter evolutivo, deve ser prevista pelo incorporador ou construtor a possibilidade de ampliação, especificando-se os detalhes construtivos necessários para ligação ou a continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações. O incorporador ou construtor deve anexar ao manual de operação, uso e manutenção as especificações e detalhes construtivos necessários para ampliação do corpo da edificação, do piso, do telhado e das instalações prediais, considerando a coordenação dimensional e as compatibilidades físicas e químicas com os materiais disponíveis regionalmente sempre que possível.</p>	Análise de projeto.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
	<p>Conforto tátil e adaptação ergonômica: Não prejudicar as atividades normais dos usuários, dos edifícios habitacionais, quanto ao caminhar, apoiar, limpar, brincar e semelhantes. Não apresentar rugosidades, contundências, depressões ou outras irregularidades nos elementos, componentes, equipamentos e quaisquer acessórios ou partes da edificação.</p>	<p>32.Adequação ergonômica de dispositivos de manobra: Os elementos e componentes da habitação (trincos, puxadores, cremonas, guilhotinas etc.) devem ser projetados, construídos e montados de forma a não provocar ferimentos nos usuários. Relativamente às instalações hidrossanitárias, devem ser atendidas as disposições da ABNT NBR 15575-6. Os elementos e componentes que contam com Normalização específica (portas, janelas, torneiras e outros) devem ainda atender às exigências das respectivas Normas.</p>	Análise de projetos, métodos especificados nas Normas Brasileiras de cada componente.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
14. Durabilidade e Manutenibilidade	Adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra: Apresentar formato compatível com a anatomia humana. Não requerer excessivos esforços para a manobra emovimentação.	33. Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra: Os componentes, equipamentos e dispositivos de manobra devem ser projetados, construídos e montados de forma a evitar que a força necessária para o acionamento não exceda 10 N e nem o torque ultrapasse 20 Nm.	Análise de projetos, métodos de ensaio relacionados às Normas Brasileiras específicas dos componentes.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
	Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas que o compõem: Projetar os sistemas da edificação de acordo com valores teóricos preestabelecidos de Vida Útil de Projeto	34. Vida Útil de Projeto: O projeto deve especificar o valor teórico para a Vida Útil de Projeto (VUP) para cada um dos sistemas que o compõem, não inferiores aos estabelecidos na Tabela 14.1 da ABNT NBR 15575-1, e deve ser elaborado para que os sistemas tenham uma durabilidade potencial compatível com a Vida Útil de Projeto (VUP). Na ausência de indicação em projeto da VUP dos sistemas, admite-se que os valores adotados correspondem aos relacionados na Tabela 14.1 para o desempenho mínimo.	Análise do projeto.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
		35. Durabilidade: O edifício e seus sistemas devem apresentar durabilidade compatível com a Vida Útil de Projeto VUP preestabelecida em 14.2.1	A avaliação pode ser realizada conforme instruções em 14.2.4 da ABNT NBR 15575-1, relativamente à análise de projeto e dos elementos e componentes do sistema, da análise de campo e da realização e análise de ensaios.	As condições de exposição do edifício devem ser especificadas em projeto, a fim de possibilitar uma análise da Vida Útil de Projeto (VUP) e da durabilidade do edifício e seus sistemas. As especificações relativas à manutenção, uso e operação do edifício e seus sistemas que forem considerados em projeto para definição da Vida Útil de Projeto (VUP) devem estar também claramente detalhadas na documentação que acompanha o edifício ou subsidia sua construção.	Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
13. Impacto ambiental	<p>Manutenibilidade do edifício e de seus sistemas: Manter a capacidade do edifício e de seus sistemas e permitir ou favorecer as inspeções prediais, bem como as intervenções de manutenção previstas no manual de operação, uso e manutenção. Conforme responsabilidades estabelecidas na Seção 5 desta parte 1</p>	<p>36. Facilidade ou meios de acesso: Convém que os projetos sejam desenvolvidos de forma que o edifício e os sistemas projetados tenham o favorecimento das condições de acesso para inspeção predial através da instalação de suportes para fixação de andaimes, balancins ou outro meio que possibilite a realização da manutenção.</p>	<p>O projeto do edifício e de seus sistemas deve ser adequadamente concebido, de modo a possibilitar os meios que favoreçam as inspeções prediais e as condições de manutenção. A incorporadora ou construtora (no caso de não haver incorporação) deve fornecer ao usuário manual atendendo a ABNT NBR 14037. Na gestão de manutenção, deve-se atender a NBR 5674, para preservar as características originais da edificação, prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação de seus sistemas, elementos ou componentes.</p>	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
	<p>Utilização e reuso de água: As águas servidas provenientes dos sistemas hidrossanitários devem ser encaminhadas às redes públicas de coleta e, na indisponibilidade destas, deve-se utilizar sistemas que evitem a contaminação do ambiente local.</p>	<p>37. Critério: No caso de reuso de água para destinação não potável, esta deve atender aos parâmetros estabelecidos na Tabela 18.1 da ABNT NBR 15575-1.</p>	<p>Análise de projetos, métodos de ensaio relacionados às Normas Brasileiras específicas.</p>	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC	
ABNT NBR 15575-2 - Sistema Estrutural	7. Desempenho Estrutural	<p>Estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural: Apresentar um nível específico de segurança contra a ruína, considerando-se as combinações de carregamento de maior probabilidade de ocorrência, ou seja, aquelas que se referem ao estado-limite último. Elementos com função de vedação (paredes e divisórias, não estruturais) devem ter capacidade de transmitir à estrutura seu peso próprio e os esforços externos que sobre eles diretamente venham atuar, decorrentes de sua utilização.</p>	<p>38. Estado-limite último: atender às disposições aplicáveis das normas que abordam a estabilidade e a segurança estrutural para todos os componentes estruturais da edificação habitacional, incluindo-se as obras geotécnicas. Devem ser necessariamente consideradas nos projetos as cargas permanentes, acidentais (sobrecargas de utilização), devidas ao vento e a deformações impostas (variação de temperatura e umidade, recalques das fundações), conforme ABNT NBR 8681, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6122 e ABNT NBR 6123.</p>	Análise do projeto conforme normas citadas	O projeto deve apresentar a justificativa dos fundamentos técnicos com base em Normas Brasileiras ou, em sua ausência, com base nos Eurocodes ou em ensaios conforme 7.2.2.2.	Análise de projeto	NÃO	NÃO
		<p>Deformações ou estados de fissuração do sistema estrutural: Não ocasionar deslocamentos ou fissuras excessivas aos elementos de construção vinculados ao sistema estrutural, levando-se em consideração as ações permanentes e de utilização, nem impedir o livre funcionamento de elementos e componentes da edificação, tais como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento das instalações.</p>	<p>39. Estados-limites de serviço: Sob a ação de cargas gravitacionais, de temperatura, de vento (ABNT NBR 6123), recalques diferenciais das fundações (ABNT NBR 6122) ou quaisquer outras solicitações passíveis de atuarem sobre a construção, conforme ABNT NBR 8681, os componentes estruturais não devem apresentar: deslocamentos maiores que os estabelecidos nas normas de projeto estrutural (ABNT NBR 6118, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837 e ABNT NBR 14762) ou, na falta de Norma Brasileira específica, usar as Tabelas 1 ou 2; - fissuras com aberturas maiores que os limites indicados nas ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 9062, ou outra norma específica para o método construtivo adotado ou abertura superior a 0,6 mm em qualquer situação.</p>	Análise do projeto conforme normas citadas	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	<p>Impactos de corpo mole e corpo duro: Não sofrer ruptura ou instabilidade sob as energias de impacto indicadas nas Tabelas 3 a 5 da ABNT NBR 15575-2. São dispensadas da verificação deste requisito as estruturas projetadas conforme as ABNT NBR 6118, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837, ABNT NBR 14762, respeitado o descrito em 7.2.2.1 da ABNT NBR 15575-2</p>	<p>40. Critérios e níveis de desempenho para resistência a impactos de corpo mole: Sob ação de impactos de corpo mole, os componentes da estrutura: a) não devem sofrer ruptura ou instabilidade sob as energias de impacto estabelecidas nas Tabelas 3 a 5, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, escamações, delaminações e outros danos em impactos de segurança, respeitados os limites para deformações instantâneas e residuais dos componentes. b) não podem causar danos a outros componentes acoplados aos componentes sob ensaio.</p>	<p>As verificações da resistência e deslocamento dos elementos estruturais devem ser feitas por meio de ensaios de impacto de corpo mole, realizados em laboratório ou em protótipo ou obra, devendo o corpo-de-prova representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio/vinculações, conforme método de ensaio indicado no Anexo C</p>	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO
		<p>41. Critérios e níveis de desempenho para resistência a impactos de corpo duro: Sob a ação de impactos de corpo duro, os componentes da edificação não devem sofrer ruptura ou traspasseamento sob qualquer energia de impacto, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, lascamentos e outros danos em impactos de segurança. As Tabelas 6 a 8 da ABNT NBR 15575-2 apresentam os critérios de desempenho. Considerando a possibilidade de melhoria da qualidade da edificação, são recomendados os valores constantes no Anexo E para os níveis de desempenho intermediário (I) e superior (S).</p>	<p>Verificação da resistência e depressão provocada pelo impacto de corpo duro, por meio de ensaios em laboratório executados em protótipos ou obra, devendo o corpo-de-prova representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio/vinculações, conforme método de ensaio indicado no Anexo D. Os guarda-corpos instalados em terraços, coberturas e outros devem atender às exigências da ABNT NBR 14718.</p>	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
14. Durabilidade e Manutenibilidade	<p>Durabilidade do sistema estrutural: Conservar a segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil.</p>	<p>42.Vida útil de projeto do sistema estrutural: A estrutura principal e os elementos que fazem parte do sistema estrutural, comprometidos com a segurança e a estabilidade global da edificação, devem ser projetados e construídos de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizados conforme preconizado em projeto e submetidos a intervenções periódicas de manutenção e conservação, segundo instruções contidas no manual de operação, uso e manutenção, devem manter sua capacidade funcional durante toda a vida útil de projeto, conforme estabelecido na Seção 14 e Anexo C da ABNT NBR 15575-1:2013.</p>	<p>pela análise do projeto ou por ensaios ou por aplicação de modelos conforme explicitado a seguir: -análise do projeto, considerando a adequação dos materiais, detalhes construtivos adotados visando o atendimento às disposições previstas nas normas específicas utilizadas no projeto; -ensaios físico-químicos e ensaios de envelhecimento acelerado -aplicação de modelos para previsão do avanço de frentes de carbonatação, cloretos, corrosão e outros</p>	<p>O projeto deve mencionar as normas aplicáveis, as condições ambientais vigentes na época do projeto e a utilização prevista da edificação.</p>	<p>Análise de projeto</p>	NÃO	NÃO
	<p>Manutenção do sistema estrutural: A fim de que seja alcançada a Vida Útil de Projeto (VUP) para a estrutura e seus elementos, conforme ABNT NBR 15575-1, devem ser previstas e realizadas manutenções preventivas sistemáticas e, sempre que necessário, manutenções com caráter corretivo. Estas últimas devem ser realizadas assim que o problema se manifestar, impedindo que pequenas falhas progridam às vezes rapidamente para extensas patologias. As manutenções devem ser realizadas obedecendo-se ao manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo incorporador ou construtora e às boas práticas, de acordo com a ABNT NBR 5674.</p>	<p>43.Manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural: O manual de operação, uso e manutenção do sistema estrutural deve prever: a) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (sobrecargas não previstas no projeto estrutural, abertura de vãos de portas ou janelas em paredes estruturais, ampliações verticais não previstas, perfuração de peças estruturais para passagem de dutos e outros); b) periodicidade, forma de realização e forma de registro das inspeções prediais; c) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções; e d) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção.</p>	<p>Verificação do atendimento às diretrizes das ABNT NBR 5674, ABNT 15575-1 e ABNT NBR 14037 constantes no manual de operação, uso e manutenção das edificações.</p>	<p>—————</p>	<p>Especificação de projeto</p>	SIM	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
ABNT NBR 15575-3 - Sistemas de Pisos	7. Desempenho Estrutural	Estabilidade e resistência estrutural: Não apresentar ruína, seja por ruptura ou perda de estabilidade, e nem falhas que coloquem em risco a integridade física do usuário.	44.Critério: Para assegurar estabilidade e segurança estrutural, a camada estrutural do sistema de pisos da edificação deve atender aos critérios especificados na ABNT NBR 15575-2.	Análise de projeto e métodos indicados na ABNT NBR 15575-2.	Indicadas na ABNT NBR 15575-2.	Ensaio	PARCIAL NÃO
		Limitação dos deslocamentos verticais: Limitar os deslocamentos verticais da camada estrutural do sistema de piso, bem como a ocorrência de fissuras ou quaisquer falhas, de forma a atender às exigências dos usuários da edificação habitacional.	45.Critério: A camada estrutural do sistema de pisos da habitação deve atender aos critérios especificados na ABNT NBR 15575-2.	Análise de projeto e métodos indicados na ABNT NBR 15575-2.	Indicadas na ABNT NBR 15575-2.	Análise de projeto	NÃO NÃO
		Resistência a impactos de corpo-duro: Resistir aos impactos de corpo-duro previsíveis nas condições normais de serviço, sem apresentar ruína no sistema de pisos.	46.Critérios e níveis de desempenho para resistência a impactos de corpo duro: Sob a ação de impactos de corpo duro, o sistema de pisos não pode sofrer ruptura ou traspassemento sob qualquer energia de impacto, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, lascamentos e outros danos em impactos de segurança.	Verificação da resistência ao impacto de corpo duro, por meio de ensaios em laboratório executados em protótipos ou na própria obra, devendo o corpo-de-prova representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio/vinculações, e respeitar as normas de aplicação da camada de acabamento.	_____	Ensaio	PARCIAL NÃO
		Cargas verticais concentradas: Resistir a cargas verticais concentradas previsíveis nas condições normais de serviço, sem apresentar ruína ou danos localizados nem deslocamentos excessivos.	47.Critérios e níveis de desempenho para resistência a impactos de corpo duro: Sob a ação de impactos de corpo duro, o sistema de pisos não pode sofrer ruptura ou traspassemento sob qualquer energia de impacto, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, lascamentos e outros danos em impactos de segurança.	Realização do ensaio para verificação da resistência do sistema de piso, a cargas verticais concentradas, de acordo com os procedimentos descritos no Anexo B.	_____	Ensaio	PARCIAL NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
8. Segurança ao fogo	Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada: Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e não gerar fumaça excessiva capaz de impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.	48.Avaliação da reação ao fogo da face inferior do sistema de piso: A face inferior do sistema de pisos (camada estrutural) deve classificar-se como: a) I ou II A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha; b) I, II A ou III A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas; c) I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação, d) I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, de poços de elevadores e monta-cargas e de átrios, porém, com Dm (Densidade específica ótica máxima de fumaça) inferior a 100. Os materiais empregados nas camadas do sistema de piso, desde que protegidos por barreiras incombustíveis que não se desagreguem em situação de incêndio, ou que contenham juntas através das quais o miolo possa ser afetado, devem classificar-se como I, II A ou III A.	O enquadramento dos materiais na primeira categoria (I, Incombustíveis) é feita com base no método de ensaio ISO 1182 - Buildings materials - non-combustibility test, conforme classificação dos materiais de acordo com as Tabelas 2 ou 3. O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base é a ABNT NBR 9442 "Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio", conforme classificação dos materiais de acordo com a Tabela 2.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
		49.Avaliação da reação ao fogo da face superior do sistema de piso: A face superior do sistema de piso, compostos pela camada de acabamento incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo, deve classificar-se como I, II A, III A ou IV A em todas as áreas da edificação, com exceção do interior das escadas onde deve classificar-se como I ou II A, com $Dm \leq 100$. Estas classificações constam da tabela 4	O enquadramento da camada de acabamento incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo, na primeira categoria I (incombustíveis) é feita com base no método de ensaio ISO 1182 - Buildings materials - non-combustibility test, conforme a Tabela 4.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	Difícultar a propagação do incêndio, da fumaça e preservar a estabilidade estrutural da edificação	50. Resistência ao fogo de elementos de compartimentação entre pavimentos e elementos estruturais associados: Os valores de resistência ao fogo que devem ser atendidos são definidos em função da altura da edificação, entendida como a medida em metros do piso mais baixo ocupado ao piso do último pavimento.	Ensaio conforme a ABNT NBR 5628, avaliação técnica, método tabular para elementos estruturais de concreto (ABNT NBR 15200), ou por métodos analíticos segundo a ABNT NBR 15200 ou a ABNT NBR 14323.	_____	Análise de projeto	NÃO	NÃO
		51. Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas: As aberturas existentes nos pisos para as transposições das instalações elétricas e hidráulicas, devem ser dotadas de selagem corta-fogo, apresentando tempo de resistência ao fogo idêntico ao exigido para o sistema de piso, tendo em conta a altura da edificação.	A resistência ao fogo da selagem corta-fogo, considerada como um tipo de vedador, deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a ABNT NBR 6479.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
		52. Selagem corta-fogo de tubulações de materiais poliméricos: As tubulações de materiais poliméricos com diâmetro interno superior a 40 mm que passam através do sistema de piso devem receber proteção especial representada por selagem capaz de fechar o buraco deixado pelo tubo ao ser consumido pelo fogo abaixo do piso. Tais selos podem ser substituídos por prumadas enclausuradas (Critério 8.3.5 da ABNT NBR 15575-3).	A resistência ao fogo da selagem corta-fogo, considerada como um tipo de vedador, deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a ABNT NBR 6479.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
		53. Registros corta-fogo nas tubulações de ventilação: As tubulações de ventilação e ar condicionado que transpassarem os pisos devem ser dotadas de registros corta-fogo, devidamente instalados no nível de cada piso, apresentando resistência ao fogo igual à exigida para o sistema de piso.	A resistência ao fogo do registro corta-fogo, considerado como um tipo de vedador, deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a ABNT NBR 6479.	_____	Especificação de projeto Análise de Projeto	PARCIAL	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		<p>54.Prumadas enclausuradas: As prumadas totalmente enclausuradas por onde passam as instalações de serviço, como esgoto e águas pluviais, não necessitam ser seladas desde que as paredes que as compoñham sejam corta-fogo e apresentem resistência ao fogo, no mínimo, idêntica àquela exigida para o piso.</p>	A resistência ao fogo das paredes corta-fogo deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a ABNT NBR 10636.	_____	Análise de Projeto + Ensaio	PARCIAL	NÃO
		<p>55.Prumadas de ventilação permanente: Os dutos de ventilação/exaustão permanentes de banheiros, integralmente compostos por materiais incombustíveis, ou seja, Classe I, conforme Tabela 2 e cujas paredes ou tubulações que as constituam sejam corta-fogo, apresentando resistência ao fogo, no mínimo, idêntica ao sistema de piso, deverão ter todas as suas derivações nos banheiros protegidas por grades de material intumescente, cuja resistência ao fogo mínima seja idêntica à do sistema de piso.</p>	O enquadramento dos materiais na primeira categoria I (incombustíveis) é feita com base no método de ensaio ISO 1182 - Buildings materials - non-combustibility test . A resistência ao fogo das paredes corta-fogo deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a ABNT NBR 10636. A resistência ao fogo das grades, consideradas como um tipo de vedador, deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a ABNT NBR 6479.	_____	Especificação de projeto Análise de Projeto	PARCIAL	PARCIAL
		<p>56.Prumadas de lareiras, churrasqueiras, varandas gourmet e similares: Os dutos de exaustão de lareiras, churrasqueiras e similares devem ser integralmente compostos por materiais incombustíveis, ou seja, Classe I, conforme Tabela 2, devem ser dispostos de forma a não implicarem em risco de propagação de incêndio entre pavimentos, ou no próprio pavimento onde se originam, e devem atender apenas uma lareira ou churrasqueira e/ou as conexões com prumada coletiva.</p>	PO enquadramento dos materiais na primeira categoria I (incombustíveis) é feita com base no método de ensaio ISO 1182 - Buildings materials - non-combustibility test. Deve ser procedida a análise de projeto.	_____	Especificação de projeto Análise de Projeto	PARCIAL	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		<p>57.Escadas, elevadores e monta-cargas: As escadas devem ser enclausuras com paredes e portas corta-fogo. A resistência ao fogo das paredes deve ser de, no mínimo, 120 minutos, quando a altura da edificação não superar 120 m e 180 minutos para edifícios mais altos. As portas corta-fogo, quando o hall de acesso à escada for isento de carga de incêndio, devem apresentar resistência ao fogo de, no mínimo, 60 e 90 minutos, respectivamente, para escadas com antecâmara (duas portas empregadas) e sem antecâmara (uma porta empregada). Quando o hall de acesso não for isento de carga de incêndio, as portas devem apresentar resistência ao fogo de 120 minutos. As paredes que conformam os poços de elevadores e monta-cargas devem apresentar resistência ao fogo, na categoria corta-fogo, idêntica aos sistemas de pisos. As portas de andar de elevadores e monta-cargas, caso localizadas em hall isento de carga de incêndio, devem apresentar resistência ao fogo, na categoria pára-chamas, de 30 minutos, no mínimo. Caso localizadas em halls não isentos de carga de incêndio, devem ser corta-fogo com tempo de resistência ao fogo idêntico ao do sistema de piso.</p>	<p>Escadas, elevadores e monta-cargas: análise de projeto e avaliações de resistência ao fogo de acordo com as normas ABNT NBR 10636 e ABNT NBR 6479, respectivamente para elementos fixos e móveis.</p>	<p>_____</p>	<p>Especificação de projeto</p>	<p>SIM</p>	<p>SIM</p>

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
9. Segurança no uso e na operação	Coefficiente de atrito da camada de acabamento: Tornar segura a circulação dos usuários, evitando escorregamentos e quedas.	58.Coefficiente de atrito dinâmico: A camada de acabamento dos sistemas de pisos da edificação habitacional deve apresentar coeficiente de atrito dinâmico em conformidade aos valores apresentados na ABNT NBR 13818/Anexo N. São considerados ambientes em que se requer resistência ao escorregamento: áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços.	Realização de ensaios de acordo com a ABNT NBR 13818/Anexo N na condição projetada de uso (molhada ou seca).	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
	Segurança na circulação: Prevenir lesões em seus usuários, provocadas por quedas decorrentes de irregularidades localizadas.	59.Desníveis abruptos: Para áreas privativas de um mesmo ambiente eventuais desníveis abruptos no sistema de piso de até 5 mm não demandam tratamento especial. Desníveis abruptos superiores a 5 mm devem ter sinalização que garanta a visibilidade do desnível, por exemplo, por mudanças de cor, testeiras, faixas de sinalização. Para as áreas comuns deve ser atendida a ABNT NBR 9050.	Análise de projeto ou de protótipo do sistema de piso que inclua as juntas entre seus componentes.	O projeto deve recomendar cuidados específicos para as camadas de acabamento de sistemas de pisos aplicadas em escadas ou rampas (acima de 5% de inclinação) e nas áreas comuns.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		60.Frestas: Os sistemas de pisos não podem apresentar abertura máxima de frestas (ou juntas sem reenchimento), entre componentes do piso, maior que 4 mm, excetuando-se o caso de juntas de movimentação em ambientes externos.	Análise de projeto ou de protótipo do sistema de piso que inclua as juntas entre seus componentes.	_____	Especificação de projeto	SIM	SIM
	Segurança no contato direto: Prevenir lesões em seus usuários, provocadas pelo contato direto de partes do corpo com a superfície do sistema de piso.	61.Arestas contundentes: A superfície do sistema de piso não pode apresentar arestas contundentes. A superfície do sistema de piso também não pode liberar fragmentos perfurantes ou contundentes, em condições normais de uso e manutenção, incluindo as atividades de limpeza.	Análise de projeto ou de protótipo do sistema de piso que inclua as juntas entre seus componentes.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC	
10. Estanqueidade	Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente: Evitar condições de risco à saúde dos usuários e deterioração da camada de acabamento dos pisos e áreas adjacentes.	62. Estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente: Os sistemas de pisos devem ser estanques à umidade ascendente, considerando-se a máxima altura do lençol freático prevista para o local da obra.	Análise de projeto, conforme as ABNT NBR 9575 e ABNT NBR 9574, ou inspeções in loco.	O projeto deve indicar o sistema construtivo que impeça a ascensão para o sistema de piso da umidade ascendente quanto a: a) estanqueidade à umidade; b) resistência mecânica contra danos durante a construção e utilização do imóvel; c) previsão eventual de um sistema de drenagem.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO	
	Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molháveis da habitação: Áreas molháveis não são estanques e, portanto, o critério de estanqueidade não é aplicável. Esta informação deve constar no Manual de Uso e Operação.	63. _____	_____	_____	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas: Impedir a passagem da umidade para outros elementos construtivos da habitação.	64. Estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas: Os sistemas de pisos de áreas molhadas não podem permitir o surgimento de umidade, permanecendo a superfície inferior e os encontros com as paredes e pisos adjacentes que os delimitam secos, quando submetidos a uma lâmina de água de no mínimo 10 mm em seu ponto mais alto, por 72 h. Para todas as áreas molhadas comuns deve-se atender a ABNT NBR 9575. Para as áreas privativas molhadas, caso sejam utilizados os tipos de sistema de impermeabilização previstos na ABNT NBR 9575, deve-se atender a ABNT NBR 9574.	A superfície da face inferior e os encontros com as paredes e pisos adjacentes, reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, devem permanecer secos, quando submetidos a uma lâmina de água de no mínimo 10mm em seu ponto mais alto, por 72 h. Para todas as áreas molhadas comuns deve-se atender a ABNT NBR 9574. Para as áreas privativas molhadas, caso sejam utilizados os tipos de sistema de impermeabilização previstos na ABNT NBR 9575, deve-se atender o método da ABNT NBR 9574.	_____	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO
12. Desempenho	Níveis de ruído admitidos na habitação	65. Ruído de impacto em sistema de pisos: Avaliar o som resultante de ruídos de impacto (caminhamento, queda de objetos e outros) entre unidades habitacionais.	Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional. Deve-se utilizar um dos métodos de 12.2.1 para a determinação dos valores do nível de pressão	_____	Simulação	NÃO	NÃO	

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
14. Durabilidade e manutenibilidade			sonora padrão ponderado, $L'_{nT,w}$.				
		66.Isolamento de ruído aéreo dos sistemas de pisos entre unidades habitacionais: Avaliar o isolamento de som aéreo de ruídos de uso normal (fala, TV, conversas, música) e uso eventual (áreas comuns, áreas de uso coletivo).	Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional. Utilizar um dos métodos de 12.2.1 para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível ponderada, DnT,w .	_____	Simulação	NÃO	NÃO
	Resistência à umidade do sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis: Resistir à exposição à umidade, em condições normais de uso, sem apresentar alterações em suas propriedades que comprometam seu uso.	67.Ausência de danos em sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis pela presença de umidade: O sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis, seguindo corretamente as normas de instalação dos mesmos e recomendações dos fabricantes, expostos a uma lâmina de água 10 mm na cota mais alta, por um período de 72 h, não podem apresentar, após 24 h da retirada da água, danos como bolhas, fissuras, empolamentos, destacamentos, descolamentos, delaminações, eflorescências e desagregação superficial. A alteração de tonalidade, visível a olho nú, frente a umidade é permitida desde que informada previamente pelo fabricante e, neste caso, deve constar no Manual de Uso e Operação do Usuário.	Realização do ensaio descrito no Anexo C	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
16. Funcionalidade e Acessibilidade	Resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos: Resistir à exposição aos agentes químicos normalmente utilizados na edificação ou presentes nos produtos de limpeza doméstica.	68. Ausência de danos em sistemas de pisos pela presença de agentes químicos: A resistência química dos sistemas de pisos depende das solicitações de uso e do tipo de camada de acabamento utilizada.	Todos os componentes utilizados na camada de acabamento devem resistir ao ataque químico de agentes conforme estabelecido em normas específicas dos produtos. Para os componentes utilizados na camada de acabamento que não possuem normas específicas de resistência ao ataque químico, utilizar as metodologias de ensaio apresentadas no Anexo D, conforme a área de aplicação: seca ou molhada/molhável.	O projeto deve considerar para a seleção da camada de acabamento as principais características de uso de cada ambiente.	Especificação de Projeto	SIM	SIM
	Resistência ao desgaste em uso: Resistir aos esforços mecânicos associados às condições normais de uso específicas para cada ambiente.	69. Desgaste por abrasão: As camadas de acabamento da habitação devem apresentar resistência ao desgaste devido aos esforços de uso, de forma a garantir a vida útil estabelecida em projeto conforme a ABNT NBR 15575-1.	O método de avaliação deste requisito depende da camada de acabamento especificada em projeto, devendo desta forma ser respeitadas as Normas prescritivas aplicáveis aos diferentes materiais: ABNT NBR 7686, ABNT NBR 8810, ABNT NBR 9457, ABNT NBR 13818, ABNT NBR 14833-1, ABNT NBR 14851-1, ABNT NBR 14917-1, NBR 7374, e outras, conforme o caso.	O projeto deve considerar para a seleção da camada de acabamento as principais características de uso e condições de exposição de cada ambiente.	Especificação de Projeto	SIM	SIM
	Sistema de pisos para pessoas portadoras de deficiência física ou pessoas com mobilidade reduzida: Propiciar mobilidade e segurança em função das áreas de uso.	70. Sistema de piso para área privativa: O sistema de piso deve estar adaptado à moradia de pessoas portadoras de deficiência física ou pessoas com mobilidade reduzida (pmr). 71. Sistema de piso para área comum: O sistema de piso deve atender à ABNT NBR 9050.	Análise do projeto e atendimento à ABNT NBR 9050.	O projeto deve especificar a sinalização e locais da sinalização, além de considerar a adequação da camada de acabamento dos degraus das escadas e das rampas, bem como deve especificar desníveis entre as alturas das soleiras	Análise de projeto	NÃO	NÃO
					Análise de projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
ABNT NBR 15575-4 - Sistemas de Vedações Verticais Sistemas Externos (SVEE)	17. Conforto tátil, visual e antropodinâmico	Homogeneidade quanto à planeza da camada de acabamento do sistema de piso: Não comprometer o efeito visual desejado ou a estética.	72.Planeza: A planeza da camada de acabamento ou superfícies regularizadas para a fixação de camada de acabamento das áreas comuns e privativas deve apresentar valores iguais ou inferiores a 3 mm com régua de 2 metros em qualquer direção. Este critério não se aplica a camadas de acabamento em relevo ou àqueles que, por motivos arquitetônicos, assim foram projetados.	As irregularidades graduais não devem superar 3 mm em relação a uma régua de 2 metros de comprimento em qualquer direção. (não se aplica nas regiões de mudança de plano do sistema de piso)	—	Análise de execução	PARCIAL NÃO
	7. Desempenho estrutural	Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos e externos: Apresentar nível de segurança considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil da edificação habitacional ou do sistema.	73.Estado-limite último: As vedações verticais internas e externas, com função estrutural, devem ser projetadas, construídas e montadas de forma a atender às exigências de 7.2 da ABNT NBR 15575-2 e as disposições aplicáveis das Normas Brasileiras que abordam a estabilidade e a segurança estrutural de vedações verticais externas e internas, conforme o caso.	Cálculos ou ensaios previstos em 7.2 da ABNT NBR 15575-2, quando se tratar de sistema estrutural. O ensaio previsto de compressão excêntrica, considerando três repetições, limita-se a SVVIE estruturais destinados a edificações habitacionais de até cinco pavimentos.	Quando se tratar de vedação vertical interna ou externa com função estrutural, o projeto deve mencionar a Norma Brasileira atendida, conforme o caso (ABNT NBR 6118, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8798, ABNT NBR 8545, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837, ABNT NBR 15812, ABNT NBR 14974-2, ou ABNT NBR 15270-2.)	Análise de Projeto	NÃO NÃO
		Deslocamentos, fissuração e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas: Limitar os deslocamentos, fissurações e falhas a valores aceitáveis, de forma a assegurar o livre funcionamento de elementos e componentes da edificação habitacional.	74.Limitação de deslocamentos, fissuração e descolamentos: Os SVVIE, considerando as combinações de carregamentos, devem atender os limites de deslocamentos instantâneos (dh) e residuais (dhr) indicados na Tabela 1 da ABNT NBR 15575-4, sem apresentar falhas que caracterizem o estado limite de serviço. Estes limites aplicam-se, a princípio, a SVVIE destinados a edificações habitacionais de até cinco pavimentos. Os SVVIE com função estrutural também devem atender as exigências de 7.3 da ABNT NBR 15575-2.	1. Para sistemas de vedações verticais externas e internas com função estrutural, efetuar cálculos ou ensaio previstos em 7.3 da ABNT NBR 15575-2. 2. Para sistemas de vedações verticais externas sem função estrutural, realizar ensaio-tipo, análise de projeto ou cálculos, considerando também os esforços que simulam as ações horizontais devidas ao vento. 3. Para avaliar in loco o funcionamento dos componentes.	O projeto deve mencionar a função estrutural ou não das vedações verticais internas ou externas, indicando também, no caso daquelas com função estrutural, as normas utilizadas.	Análise de Projeto + Ensaio	PARCIAL NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	<p>Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas: Resistir às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, lavatórios, hidrantes, quadros e outros).</p>	<p>75.Capacidade de suporte para as peças suspensas: Os SVVIE da edificação habitacional, com ou sem função estrutural, sob ação de cargas devidas a peças suspensas não devem apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos (dh) ou deslocamentos horizontais residuais (dhr), lascamentos ou rupturas, nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem seu esmagamento.</p>	<p>Ensaio-tipo, em laboratório ou protótipo, de acordo com o método de ensaio indicado no Anexo A . Os critérios são verificados nas condições previstas pelo fornecedor, incluindo detalhes típicos, tipos de fixação e reforços necessários para fixação da peça suspensa.</p>	<p>O projeto deve indicar as cargas de uso. O projeto deve indicar os dispositivos e sistemas de fixação, incluindo detalhes típicos. O projeto deve estabelecer as cargas de uso ou de serviço a serem aplicadas, para cada situação específica, os dispositivos ou sistemas de fixação previstos, os locais permitidos para fixação de peças suspensas, se houver restrições, devendo mencionar também as recomendações e limitações de uso. Havendo limitações quanto ao tipo de mão francesa, o fornecedor deve informá-las e deve fazer constar de seus catálogos técnicos.</p>	Ensaio	PARCIAL	NÃO
	<p>Impacto de corpo-mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural: Resistir aos impactos de corpo mole.</p>	<p>76.Resistência a impactos de corpo mole: Sob ação de impactos progressivos de corpo mole, os SVVIE não devem : a) sofrer ruptura ou instabilidade (impactos de segurança), que caracterize o estado limite último, para as correspondentes energias de impacto b) apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de falha (impactos de utilização) que possa comprometer o estado de utilização, observando-se ainda os limites de deslocamentos instantâneos e residuais c) provocar danos a componentes, instalações ou aos acabamentos acoplados ao SVVIE, de acordo com as energias de impacto</p>	<p>Realização de ensaio de tipo em laboratório ou em campo, de acordo com a ABNT NBR 11675.</p>	<p>O projeto deve: a) assegurar a fácil reposição dos materiais de revestimento empregados; b) explicitar que o revestimento interno da parede de fachada multicamada não é integrante da estrutura da parede, nem considerado no contraventamento, quando for o caso.</p>	Ensaio	PARCIAL	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas – para casas térreas – com ou sem função estrutural: Resistir aos impactos de corpo mole.	77. Resistência a impactos de corpo mole: Sob ação de impactos progressivos de corpo mole, os SVVIE não devem :a) sofrer ruptura ou instabilidade (impactos de segurança), que caracterize o estado limite último, para as correspondentes energias de impactob) apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de falha (impactos de utilização) que possa comprometer o estado de utilização, observando-se ainda os limites de deslocamentos instantâneos e residuaisc) provocar danos a componentes, instalações ou aos acabamentos acoplados ao SVVIE, de acordo com as energias de impacto	_____	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO
	Ações transmitidas por portas: Resistir a ações transmitidas por portas.	78. Ações transmitidas por portas internas ou externas: Os SVVIE das edificações habitacionais, com ou sem função estrutural, devem permitir o acoplamento de portas e apresentar desempenho que satisfaça as seguintes condições: -Quando as portas forem submetidas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não devem apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações , etc. -Sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240 J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não deve ocorrer arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Admite-se, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissurações e estilhaçamentos.	O fechamento brusco da porta deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15930-2.	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural: Resistir aos impactos de corpo duro.	79. Resistência a impactos de corpo duro: Sob ação de impactos progressivos de corpo mole, os SVVIE não devem apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de dano, apresentar ruptura ou traspasse sob ação dos impactos de corpo duro	Realização de ensaio de tipo, em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo B da ABNT NBR 15575-4 ou com a ABNT NBR 11675.	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO
	Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas: Resistir à ação das cargas de ocupação que atuam nos guarda-corpos e parapeitos da edificação habitacional: a) esforço estático horizontal; b) esforço estático vertical; c) resistência a impactos.	80. Ações estáticas horizontais, estáticas verticais e de impactos incidentes em guarda-corpos e parapeitos: Os guarda-corpos de edificações habitacionais devem atender o disposto na ABNT NBR 14718, relativamente aos esforços mecânicos e demais disposições previstas. Os parapeitos de janelas devem atender aos esforços mecânicos, da mesma forma que os guarda-corpos. No caso de impactos de corpo mole e corpo duro são aplicáveis os critérios previstos em 7.4.1, 7.5.1 e 7.7.1	Realização de ensaio de tipo, em laboratório ou em campo, de acordo com os métodos de ensaio indicados na ABNT NBR 14718. No caso de parapeitos, adotar as diretrizes gerais dos métodos previstos na ABNT NBR 14718 e os métodos para ensaios de impacto previstos nesta norma	_____	Fatores Geométricos + Análise de Projeto + Ensaio	PARCIAL	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
8. Segurança contra incêndio	Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada: Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e não gerar fumaça excessiva capaz de impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio	81.Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos: As superfícies internas das vedações verticais externas (fachadas) e ambas as superfícies das vedações verticais internas devem classificar-se como: a) I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha; b) I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas; c) I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação, d) I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com Dm inferior a 100. Os materiais empregados no meio das paredes (miolo), sejam externas ou internas, devem classificar-se como I, II A ou III A.	Método de ensaio conforme ABNT NBR 9442, com algumas exceções, onde deve-se utilizar o EN 13823.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
	Dificultar a propagação do incêndio	82.Avaliação da reação ao fogo da face externa das vedações verticais que compõem a fachada: As superfícies externas das paredes externas (fachadas) devem classificar-se como I ou II B.	Método de ensaio conforme ABNT NBR 9442, com algumas exceções, onde deve-se utilizar o EN 13823.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
	Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação	83.Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação: Os sistemas ou elementos de vedação vertical que integram as edificações habitacionais devem atender a ABNT NBR 14432 para controlar os riscos de propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação em situação de incêndio.	A resistência ao fogo dos elementos estruturais constituintes do SVVIE deve ser comprovada em ensaios	_____	Ensaio	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
10. Estanqueidade	Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (fachadas): Ser estanques à água proveniente de chuvas incidentes ou de outras fontes.	84. Estanqueidade à água de chuva, considerando-se a ação dos ventos, em sistemas de vedações verticais externas (fachadas): Para as condições de exposição indicadas na Tabela 11, e conforme as regiões de exposição ao vento indicadas na Figura 1, os sistemas de vedação vertical externa da edificação habitacional, incluindo a junção entre a janela e a parede devem permanecer estanques e não apresentar infiltrações	Ensaio tipo e análise de projeto	O projeto deve indicar os detalhes construtivos para as interfaces e juntas entre componentes, a fim de facilitar o escoamento da água e evitar a sua penetração para o interior da edificação. Esses detalhes devem levar em consideração as solicitações a que os componentes da vedação externa estarão sujeitos durante a vida útil de projeto da edificação habitacional.	Análise de Projeto+Ensaio	PARCIAL	NÃO
	Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrente da ocupação do imóvel: Não permitir infiltração de água, através de suas faces, quando em contato com áreas molháveis e molhadas.	85. Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água –Áreas molhadas: A quantidade de água que penetra não deve ser superior a 3 cm ³ , por um período de 24 h, numa área exposta com dimensões de 34 cm x 16 cm.	Análise de projeto ou realização de ensaio de estanqueidade, conforme método estabelecido no a Anexo D	O projeto deve mencionar os detalhes executivos dos pontos de interface do sistema.	Análise de Projeto+Ensaio	PARCIAL	NÃO
		86. Estanqueidade de vedações verticais internas e externas em contato com áreas molháveis: Não deve ocorrer presença de umidade perceptível nos ambientes contíguos, desde que respeitadas as condições de ocupação e manutenção previstas em projeto e descritas no manual de uso e operação.	Analisar o projeto ou proceder à inspeção visual a 1,0 m de distância, quando em campo.	O projeto deve contemplar os detalhes construtivos necessários.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
11. Desempenho térmico	Adequação de paredes externas: Apresentar transmitância térmica e capacidade térmica que proporcionem pelo menos desempenho térmico mínimo estabelecido em 11.2.1 para cada zona bioclimática estabelecida na ABNT NBR 15220-3.	87. Transmitância térmica de paredes externas - valores na tabela 13 da ABNT NBR 15575-4.	Cálculos conforme a ABNT NBR 15220-2. Este método está sendo considerado como simplificado para efeito de análise conforme ABNT NBR 15575-4.	_____	Simulação	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		88.Capacidade térmica de paredes externas: Os valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (CT) das paredes externas estão apresentados na Tabela 14.	Cálculos conforme procedimentos apresentados na ABNT NBR 15220-2.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
	Aberturas para ventilação: Apresentar aberturas, nas fachadas das habitações, com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes de longa permanência.	89.Critério Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação com áreas que atendam à legislação específica do local da obra. Na ausência desta, devem ser adotados os valores da tabela 15	Análise do projeto arquitetônico	_____	Fatores Geométricos	SIM	SIM
12. Desempenho acústico	Níveis de ruído admitidos na habitação	90.Critério Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação externa (fachada e cobertura, no caso de casas térreas e sobrados, e somente fachada, nos edifícios multipiso), verificada em ensaio de campo	Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional. Deve-se utilizar um dos métodos de campo de 12.2.1 para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível, D2m,nT,w.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
		91.Critério Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação entre ambientes, verificada em ensaio de campo	Utilizar um dos métodos de campo de 12.2.1 para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível, DnT,w.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
14. Durabilidade e Manutenibilidade	Paredes externas: Devem ser limitados os deslocamentos, fissurações e falhas nas paredes externas, incluindo seus revestimentos, em função de ciclos de exposição ao calor e resfriamento que ocorrem durante a vida útil do edifício.	92.Ação de calor e choque térmico: As paredes externas, incluindo seus revestimentos, submetidas a dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, não devem apresentar: - deslocamento horizontal instantâneo, no plano perpendicular ao corpo-de-prova, superior a h / 300, onde h é a altura do corpo de prova; - ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloramentos e outros danos que possam comprometer a utilização do SVVE.	Ensaio em laboratório conforme método apresentação no Anexo E	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC	
	<p>Vida útil de projeto dos sistemas de vedações verticais internas e externas: Manter a capacidade funcional e as características estéticas, ambas compatíveis com o envelhecimento natural dos materiais durante a vida útil de projeto de acordo com o Anexo C da ABNT NBR 15575-1.</p>	<p>93.Vida útil de projeto Os sistemas devem apresentar Vida Útil de Projeto (VUP) igual ou superior aos períodos especificados na ABNT NBR 15575-1, e ser submetidos a manutenções preventivas (sistemáticas) e, sempre que necessário, a manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.</p>	Verificação do atendimento aos prazos constantes no Anexo C da ABNT NBR 15575-1, e verificação da realização das intervenções constantes no manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo incorporador e/ou pela construtora, bem como evidências das correções.	O projeto deve mencionar o prazo de substituição e manutenções periódicas para os componentes que apresentem vida útil de projeto menor do que aquelas estabelecidas para o SVVIE.	Especificação de Projeto	PARCIAL	PARCIAL	
	<p>Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas: Manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, desde que submetidos às intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos fornecedores.</p>	<p>94.Manual de operação, uso e manutenção dos sistemas de vedação vertical: Manutenções preventivas e, sempre que necessário, manutenções com caráter corretivo, devem ser previstas e realizadas.</p>	Análise do manual de operação, uso e manutenção das edificações, considerando-se as diretrizes gerais das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037.	O fabricante do produto, o construtor, o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações verticais internas e externas: (a)caixilhos, esquadrias e demais componentes (b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (c)periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções; (d) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção (e)menção às normas aplicáveis.	Especificação de Projeto	SIM	PARCIAL	
ABNT NBR 15575-5	7. Desempenho estrutural	<p>Resistência e deformabilidade: Apresentar um nível satisfatório de segurança contra a ruína e não apresentar avarias ou deformações e deslocamentos que prejudiquem a funcionalidade do SC ou dos sistemas contíguos, considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a</p>	<p>95.Comportamento estático: O SC da edificação habitacional deve ser projetado, construído e montado de forma a atender às exigências de 7.2.1 e 7.3.1 da ABNT NBR 15575-2:2013.</p>	Conforme 7.2.2.1 e 7.3.2.1 da ABNT NBR 15575-2.	O projeto deve: a) considerar o disposto em 7.2.3 ABNT NBR 15575-2:2013. b) especificar os insumos, os componentes e os planos de montagem.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	vida útil de projeto da edificação habitacional.	96.Risco de arrancamento de componentes do SC sob ação do vento: Sob ação do vento calculada conforme ABNT NBR 6123 não podem ocorrer remoção ou danos de componentes do SC sujeitos à esforços de sucção.	Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais. Quanto aos efeitos de sucção, pode-se realizar ensaio conforme ABNT NBR 5643, adotando-se adaptações necessárias para cada SC.	O projeto deve estabelecer: a) as considerações sobre a ação do vento, principalmente nas zonas de sucção; b) detalhes de fixação; c) influência positiva ou não das platibandas; d) no caso de emprego de lastro sobre o sistema de impermeabilização a resistência de aderência ou peso próprio deve ser suficiente para não ser removido pela ação das intempéries.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Solicitações de montagem ou manutenção: Suportar cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem ou de manutenção.	97.Cargas concentradas: As estruturas principal e secundária, quer sejam reticuladas ou treliçadas, devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1 kN aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os seguintes limites de deslocamento (dv) em função do vão (L): ¼ barras de treliças: $dv \leq L / 350$; ¾ vigas principais e terças: $dv \leq L / 300$; ¾ vigas secundárias: $dv \leq L / 180$.	Os deslocamentos sob ação das cargas concentradas podem ser determinados por meio do cálculo estrutural, quando as propriedades dos materiais ou componentes do telhado forem conhecidas ou quando se dispuser de modelos de cálculo, ou por meio da realização de ensaios, conforme detalhado em 7.2.1.1.1. e 7.2.1.1.2	Os projetos devem: a) mencionar a vida útil de projeto, adotando-se prazos não inferiores aos indicados na ABNT NBR 15575-1; b) incluir memória de cálculo; c) relacionar as Normas Brasileiras, estrangeiras ou internacionais adotadas.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		98.Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários: Os SC acessíveis aos usuários devem suportar a ação simultânea de três cargas, de 1 kN cada uma, com pontos de aplicação constituindo um triângulo equilátero com 45 cm de lado, sem que ocorram rupturas ou deslocamentos.	As rupturas ou deslocamentos sob ação das cargas concentradas podem ser determinados por meio do cálculo estrutural, quando as propriedades dos materiais ou componentes do telhado forem conhecidos ou quando se dispuser de modelos de cálculo ou por meio da realização de ensaios, conforme detalhado em 7.2.2.1.1 e 7.2.2.1.2 da ABNT NBR 15575-5.	O projeto deve especificar em detalhes os locais acessíveis (ver requisitos da Seção 16 da ABNT NBR 15575-1:2013).	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
8. Segurança contra incêndio	Solicitações dinâmicas em sistemas de coberturas e em coberturas-terraço acessíveis aos usuários: Possibilitar o uso dos sistemas de cobertura de acordo com o previsto em projeto sem ocasionar danos à edificação ou aos usuários.	99.Impacto de corpo mole em sistemas de coberturas-terraço acessíveis aos usuários: Os SC devem ser projetados, construídos e montados de forma a atender às exigências da Tabela 5 da ABNT NBR 15575-2:2013.	Conforme 7.4.1.1 e 7.4.2.1 da ABNT NBR 15575-2:2013. Ensaio	O projeto deve estabelecer o tipo de utilização prevista para o SC.	Ensaio	PARCIAL	NÃO
		100.Impacto de corpo-duro em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários: Os SC devem ser projetados, construídos e montados de forma a atender 7.3.2 da ABNT NBR 15575-2:2013 atendendo à tabela 8.			Ensaio	PARCIAL	NÃO
	Solicitações em forros Possibilitar a fixação de luminárias e outras cargas de ocupação.	101.Peças fixadas em forros: Os forros devem suportar a ação da carga vertical correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração no mínimo igual a 3,0. Para carga de serviço limita-se a ocorrência de falhas e o deslocamento à L/600 , com valor máximo admissível de 5mm , onde L é o vão do forro . A carga mínima de uso é de 30 N.	Realização de ensaio, em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo B e verificação da carga máxima conforme manual de uso e operação e manutenção .	O projeto do forro deve mencionar a carga máxima a ser suportada pelo forro, bem como as disposições construtivas e sistemas de fixação das peças. O construtor/incorporador deve informar a carga máxima de projeto no manual de operação, uso e manutenção.	Especificação de Projeto	SIM	SIM
	Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados: Não sofrer avarias sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais, desde que os valores de impacto nas telhas não ultrapassem os critérios descritos em 7.5.1 .	102.Resistência ao impacto: Sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não deve sofrer ruptura ou traspasseamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0 J. É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem perda de estanqueidade do telhado.	Resistência ao impacto - Realização de ensaio em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo C	O projeto deve mencionar a adequação do telhado sob ação do granizo	Ensaio	PARCIAL	NÃO
	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento: Dificultar a propagação de chamas no ambiente de origem do incêndio e não criar impedimento visual que	103.Avaliação da reação ao fogo da face interna do Sistema de Cobertura das edificações: A superfície inferior das coberturas e subcoberturas, ambas as superfícies de forros, ambas as supe0rfícies de	O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados no sistema de cobertura é o ABNT NBR 9442 "Materiais	O projeto deve estabelecer os indicadores de reação ao fogo dos componentes do SC e as implicações na propagação de chamas e geração de fumaça.	Especificação de Projeto	SIM	SIM

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	dificulte a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.	<p>materiais isolantes térmicos e absorventes acústicos e outros incorporados ao sistema de cobertura do lado interno da edificação devem classificar-se como I, II A ou III A da tabela 1 ou da tabela 2, de acordo com o método de avaliação previsto. No caso de cozinhas, a classificação deve ser I ou II A.</p>	<p>de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio”, conforme classificação dos materiais de acordo com a Tabela 1, com algumas exceções</p>				
		<p>104.Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações: A face externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II ou III da tabela 3</p>	<p>O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados no sistema de cobertura é o ABNT NBR 9442 “Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio”, conforme classificação dos materiais de acordo com a tabela 3, com algumas exceções</p>				
	Resistência ao fogo do Sistema de Cobertura	<p>105.Resistência ao fogo do SC: A resistência ao fogo da estrutura do SC deve atender as exigências da ABNT NBR 14432, considerando um valor mínimo de 30 minutos. No caso de unidade habitacional unifamiliar geminada até 2 pavimentos devem ser atendidas as seguintes condições: 1 – Na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás o valor da resistência ao fogo mínima do SC é de 30 minutos. 2 - Caso nos demais ambientes o SC não atenda esta condição, deve ser previsto um septo vertical entre unidades habitacionais com resistência ao fogo mínima de 30 minutos. No caso de unidade habitacional unifamiliar, isolada, até 2</p>	<p>A resistência ao fogo é comprovada em ensaios realizados conforme a ABNT NBR 5628. A comprovação do atendimento ao critério pode também ser feita por meio de avaliação técnica, atendendo às exigências da ABNT NBR 14432, ou com base em resultados de ensaios de tipo previamente realizados, ou por métodos analíticos segundo as ABNT NBR 15200 (para estruturas de concreto), ou ABNT NBR 14323 (para estruturas de aço ou mistas de aço e concreto).</p>	<p>O projeto e o dimensionamento das estruturas devem ser realizados conforme o estabelecido na ABNT NBR 15575-2. O projeto do SC ou das paredes de geminação deve prever componentes que se prolongue até a face inferior do telhado, sem a presença de frestas, com resistência ao fogo de 30 minutos, caso o SC não apresente esta resistência mínima ao fogo.</p>	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		pavimentos exige-se resistência ao fogo de 30 minutos somente na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás.					
61. Segurança no uso e na operação	Integridade do sistema de cobertura: Não apresentar partes soltas ou destacáveis sob ação do peso próprio e sobrecarga de uso.	106.Risco de deslizamento de componentes: Sob ação do peso próprio e sobrecarga de uso eventuais deslizamentos dos componentes não devem permitir perda da estanqueidade do SC. Os SC com mantas impermeabilizantes não podem apresentar escorrimto ou delaminação.	Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais, e montagens experimentais segundo os métodos de ensaio do Anexo D	O projeto deve : a) estabelecer a inclinação máxima do SC a fim de evitar o não deslizamento dos seus componentes . Acima da inclinação máxima, o projeto deve estabelecer os meios de fixação; b) correlacionar os produtos especificados às Normas vigentes de projeto e execução ou, na sua ausência, informar a metodologia de ensaios para verificação do atendimento aos critérios da ABNT NBR 15575-5.	Fator Geométrico + Análise de Projeto	PARCIAL	PARCIAL
	Manutenção e operação: Propiciar condições seguras para sua montagem e manutenção, bem como para a operação de dispositivos instalados sobre ou sob o SC.	107.Guarda-corpos em coberturas acessíveis aos usuários: Lajes de cobertura das edificações, destinadas à utilização corrente dos usuários da habitação (solariums, terraços, jardins e semelhantes), devem ser providas de guarda corpos conforme ABNT NBR 14718. No caso de coberturas que permitam o acesso de veículos até o guarda corpo, o mesmo deve resistir a carga horizontal concentrada com intensidade de 25 kN, aplicada a 50 cm a partir do piso .Caso haja uma barreira fixa que impeça o acesso ao	Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais, execução de ensaios conforme ensaios constantes nos Anexos da ABNT NBR 14718.	O projeto deve correlacionar os produtos especificados à ABNT NBR 14718 e às normas vigentes de produtos.	Fatores Geométricos + Análise de Projeto + Ensaio	PARCIAL	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		guarda corpo , esta deve resistir às mesmas cargas.					
		<p>108.Platibandas: Sistemas ou platibandas previstos para sustentar andaimes suspensos ou balancins leves devem suportar a ação dos esforços atuantes no topo e ao longo de qualquer trecho, pela força F (do cabo), majorada conforme ABNT NBR 8681, associados ao braço de alavanca (b) e distância entre pontos de apoio conforme figura do anexo F, fornecidos ou informados pelo fornecedor do equipamento e dos dispositivos.</p>	Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais e execução de ensaios conforme Anexo F, ou montagens experimentais.	O projeto deve: a) especificar o binário resistente máximo; b) constar dados que permitam ao incorporador e/ou ao construtor indicar no manual de operação, uso e manutenção a possibilidade ou não de fixação de andaimes suspensos através de ganchos e às condições de utilização de dispositivos destinados à ancoragem de equipamentos de sustentação de andaimes e de cabos de segurança para o uso de proteção individual, conforme esquema estabelecido em projeto.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		<p>109.Segurança no trabalho em sistemas de coberturas inclinadas: Os SC inclinados com declividade superior a 30 % devem estar providos de dispositivos de segurança suportados pela estrutura principal.</p>	Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais, execução de ensaios de tração nos dispositivos de fixação por meio de uma força horizontal igual ou maior que 3 kN, aplicada na posição mais desfavorável.	O projeto deve estabelecer: a) o uso de dispositivos ancorados na estrutura principal, de forma a possibilitar o engate de cordas, cintos de segurança e outros equipamentos de proteção individual, para declividades superiores a 30 %; b) os meios de acesso para a realização de manutenção.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
10. Estanqueidade		<p>110. Possibilidade de caminamento de pessoas sobre o sistema de cobertura: Telhados e lajes de cobertura devem propiciar o caminamento de pessoas, em operações de montagem, manutenção ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto e manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas.</p>	<p>Análise do projeto em face das premissas estabelecidas em 9.2.4.2, verificação e validação dos cálculos estruturais e/ou ensaios de laboratoriais, conforme Anexo G</p>	<p>O projeto deve: a) delimitar as posições dos componentes dos telhados que não possuem resistência mecânica suficiente para o caminamento de pessoas; b) indicar a forma das pessoas deslocarem-se sobre os telhados.</p>	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		<p>111. Aterramento de sistemas de coberturas metálicas: Sistemas de cobertura constituídos por estrutura e/ou por telhas metálicas devem ser aterrados, a fim de propiciar condução das descargas e a dissipação de cargas eletrostáticas eventualmente acumuladas nas telhas pelo atrito com o vento, bem como para inibir eventuais problemas de corrosão por corrente de fuga (contato acidental com componentes eletrizados), para tanto deve atender a ABNT NBR 5419-Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.</p>	<p>Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura e atendimento às ABNT NBR 13571 e ABNT NBR 5419</p>	<p>O projeto deve:</p> <p>a) levar em consideração o projeto do sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPTA) e aterramento de cargas eletrostáticas;</p> <p>b) mencionar o atendimento às ABNT NBR 13571 e ABNT NBR 5419.</p>	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	<p>Condições de salubridade no ambiente habitável: Ser estanques à água de chuva, evitar a formação de umidade e evitar a proliferação de insetos e microorganismos.</p>	<p>112. Critério de impermeabilidade: O SC não deve apresentar escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes. Aceita-se o aparecimento de manchas de umidade, desde que restritas a no máximo 35% da área das telhas.</p>	<p>Ensaio de impermeabilidade conforme ABNT NBR 5642.</p>	<p>O projeto deve prever detalhes construtivos que assegurem a não ocorrência de umidade e de suas consequências estéticas no ambiente habitável.</p>	Análise de Projeto + Ensaio	PARCIAL	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		<p>113. Estanqueidade do SC: Durante a vida útil de projeto do sistema de cobertura, não deve ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento, considerando-se as condições de exposição indicadas na Tabela 1 e Figuras 2 da ABNT NBR 15575-5, considerando-se todas as suas confluências e interações com componentes ou dispositivos (parafusos, calhas, vigas-calha, lajes planas, componentes de ancoragem, arremates, regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas, e subcoberturas), bem como os encontros de componentes com chaminés, tubos de ventilação, clarabóias e outros, em face das movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais em contato, aliados aos componentes ou materiais de rejuntamento.</p>	Ensaio da estanqueidade à água do SC de acordo com o método apresentado no Anexo D, com base nas condições de ensaio descritas na Tabela 2.	O projeto deve estabelecer a necessidade do cumprimento da regularidade geométrica da trama da cobertura, durante a vida útil de projeto, a fim de que não resulte prejuízo à estanqueidade do SC	Análise de Projeto + Ensaio	PARCIAL	NÃO
		<p>114. Estanqueidade das aberturas de ventilação: O SC não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões das aberturas de ventilação, constituídas por entradas de ar nas linhas de beiral e saídas de ar nas linhas das cumeeiras, ou de componentes de ventilação. As aberturas e saídas de ventilação não devem permitir o acesso de pequenos animais para o interior do ático ou da habitação.</p>	Análise das premissas de projeto e das especificações técnicas dos componentes utilizados.	O projeto deve detalhar e posicionar os sistemas de aberturas e de saídas que atendam ao critério de estanqueidade e ventilação de maneira que o ático permaneça imune à entrada de água e de animais dentro das condições previstas em projeto.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		<p>115.Captação e escoamento de águas pluviais: O sistema de cobertura deve ter capacidade para drenar a máxima precipitação passível de ocorrer, na região da edificação habitacional, não permitindo empoçamentos ou extravasamentos para o interior da edificação habitacional, para os áticos ou quaisquer outros locais não previstos no projeto da cobertura.</p>	Análise das premissas de projeto e verificação da compatibilidade entre as aberturas.	<p>O projeto deve:</p> <p>a) considerar as disposições da ABNT NBR 10844; b) compatibilizar entre si os projetos de arquitetura do telhado, da impermeabilização, elaborado de acordo com a ABNT NBR 9575 e a NBR 9574, e deste sistema; c) especificar os caimentos; d) especificar os sistemas de impermeabilização; e) especificar o sistema de águas pluviais; f) detalhar os elementos que promovem a dissipação ou afastamento do fluxo de água das superfícies das fachadas</p>	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		<p>116.Estanqueidade para SC impermeabilizado: Os SC impermeabilizados devem:</p> <p>a) No teste da lâmina d'água ser estanques por no mínimo 72 h; b) Manter a estanqueidade ao longo da vida útil de projeto do SC;</p>	Análise de projeto e atendimento às premissas de projeto, e do memorial de execução, considerando as disposições das ABNT NBR 9575. Os produtos que não possuem Normas Brasileiras específicas devem atender a normas estrangeiras ou internacionais, estando sujeitos à análise.	<p>O projeto deve especificar:</p> <p>a) todos os materiais necessários; b) condições de armazenagem e de manuseio; c) equipamentos de proteção individual necessários; d) acessórios, ferramentas, equipamentos, processos e controles envolvidos na execução do sistema de impermeabilização; e) as normas utilizadas; f) forma de execução; g) detalhes construtivos e de fixação; e h) todos os detalhes compatibilizados</p>	Análise de Projeto + Ensaio	PARCIAL	NÃO
11. Desempenho térmico	<p>Isolação térmica da cobertura: Apresentar transmitância térmica e absorptância à radiação solar que proporcionem um desempenho térmico apropriado para cada zona bioclimática.</p>	<p>117.Transmitância térmica: Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das coberturas, considerando fluxo térmico descendente, em função das zonas bioclimáticas, encontram-se indicados na Tabela 3.</p>	Determinação da transmitância térmica, por meio de método simplificado , conforme procedimentos apresentados na ABNT NBR 15220-2.	_____	Simulação	NÃO	NÃO
12. Desempenho acústico	<p>Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos:Avaliar o isolamento de som aéreo de fontes de emissão externas.</p>	<p>118.Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos, em campo.</p>	Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional.	_____	Simulação	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	Nível de ruído de impacto nas coberturas acessíveis de uso coletivo: Avaliar o som resultante de ruídos de impacto (caminhamento, queda de objetos e outros), naquelas edificações que facultam acesso coletivo à cobertura.	119.Nível de ruído de impacto nas coberturas acessíveis de uso coletivo	Devem ser avaliados os dormitórios e as salas de estar da unidade habitacional.	_____	Ensaio + Simulação	PARCIAL	NÃO
14. Durabilidade e manutenibilidade	Vida útil de projeto dos sistemas de cobertura: Apresentar vida útil de projeto conforme períodos especificados na Parte 1 da ABNT NBR 15575, desde que o SC seja submetido a intervenções periódicas de manutenção e conservação.	120.Vida útil de projeto: Demonstrar o atendimento à vida útil de projeto estabelecida na Parte 1 da ABNT NBR 15575.	O Anexo C da Parte 1 da ABNT NBR 15575:2013 contém a metodologia aplicável.	No projeto devem constar o prazo de substituição e as operações de manutenções periódicas pertinentes.	Especificação de Projeto + Análise de Projeto	PARCIAL	PARCIAL
		121.Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas: A superfície exposta dos componentes pigmentados, coloridos na massa, pintados, esmaltados, anodizados ou qualquer outro processo de tingimento pode apresentar grau de alteração máxima de 3, após exposição acelerada durante 1 600 h em câmara/lâmpada com arco de xenônio.	Avaliação da alteração da cor segundo a NBR ISO 105-A02 (escala cinza), após exposição acelerada conforme Anexo H.	O projeto deve especificar gama de cores que atendem ao critério 14.1.2 e informar os tempos necessários para manutenção, a fim de que não haja perdas da absorvância, em face das alterações ao longo do tempo.	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		122.Manual de operação, uso e manutenção das coberturas: Os fabricantes, quer do SC, quer dos componentes, quer dos subsistemas, bem como o construtor e o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar todas as condições de uso, operação e manutenção dos SC, conforme sua especificidade, como definido nas premissas de projeto e na norma ABNT NBR 5674.	Análise do manual de operação, uso e manutenção dos SC.	Condições: a) características gerais de funcionamento dos componentes, aparelhos ou equipamentos constituintes da cobertura, ou que com esta interfiram ou guardem direta relação; b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada; c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções.	Especificação de Projeto	SIM	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC	
ABNT NBR 15575-6 - Sistemas Hidrossanitários	16. Funcionalidade e acessibilidade	Manutenção dos equipamentos e dispositivos ou componentes constituintes e integrantes do SC: Possibilitar a instalação, manutenção e desinstalação de dispositivos e equipamentos necessários à operação da edificação habitacional.	123. Instalação, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos da cobertura: O SC deve ser passível de proporcionar meios pelos quais permitam atender fácil e tecnicamente às vistorias, manutenções e instalações previstas em projeto.	Análise dos projetos de arquitetura conforme ABNT NBR 13532, ABNT NBR 9575, ABNT NBR 5419, ABNT NBR 10844.	O projeto deve: a) compatibilizar o disposto nas ABNT NBR 5419, ABNT NBR 10844 e ABNT NBR 9575; b) prever todos os componentes, materiais e seus detalhes construtivos integrados ao SC; c) prever meios de acesso. d) quando houver possibilidade prevista de processos evolutivos do SC, respeitando a legislação pertinente, devem ser indicados os componentes, materiais e detalhes construtivos indicados para ampliação do SC.	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	7. Segurança estrutural	Resistência mecânica dos sistemas hidrossanitários e das instalações: Resistir às solicitações mecânicas durante o uso.	124. Tubulações suspensas: Os fixadores ou suportes das tubulações, aparentes ou não, assim como as próprias tubulações, devem resistir, sem entrar em colapso, a cinco vezes o peso próprio das tubulações cheias d'água para tubulações fixas no teto ou em outros elementos estruturais, bem como não apresentar deformações que excedam 0,5 % do vão.	Realização de ensaio tipo, em laboratório ou em campo.	_____	Ensaio	NÃO	NÃO
			125. Tubulações enterradas: As tubulações enterradas devem manter sua integridade.	Verificar em projeto a existência de berços e envelopamentos, ou berços ou envelopamentos consubstanciados em memórias de cálculo constantes no projeto ou em bibliografias	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
			126. Tubulações embutidas: As tubulações embutidas não devem sofrer ações externas que possam danificá-las ou comprometer a estanqueidade ou o fluxo.	Verificar em projeto, nos pontos de transição entre elementos (parede x piso, parede x pilar, e outros), a existência de dispositivos que assegurem a não transmissão de esforços para a tubulação.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	Solicitações dinâmicas dos sistemas hidrossanitários: Não provocar golpes e vibrações que impliquem risco à sua estabilidade estrutural.	127.Sobrepessão máxima no fechamento de válvulas de descarga: As válvulas de descarga, metais de fechamento rápido e do tipo monocomando não devem provocar sobrepessões no fechamento superiores a 0,2 MPa.	As válvulas de descarga utilizadas nos sistemas hidrossanitários, quando ensaiadas, devem atender ao estabelecido na ABNT NBR 15857.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		128.Altura manométrica máxima: O sistema hidrossanitário deve atender à altura manométrica máxima estabelecida na ABNT NBR 5626.	Verificar em projeto as alturas manométricas mais desfavoráveis para os componentes.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		129.Sobrepessão máxima quando da parada de bombas de recalque: A velocidade do fluido deve ser inferior a 10 m/s.	Verificar a menção no projeto da velocidade do fluido prevista. O projeto pode estabelecer velocidades acima de 10 m/s, desde que estejam previstos dispositivos redutores	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		130.Resistência a impactos de tubulações aparentes: As tubulações aparentes fixadas até 1,5 m acima do piso devem resistir aos impactos que possam ocorrer durante a vida útil de projeto, sem sofrerem perda de funcionalidade (impacto de utilização) ou ruína (impacto limite), conforme Tabela 1	Aplicar os impactos de corpo mole e duro às tubulações aparentes até 1,5 m do piso, fixadas (montadas em protótipo em laboratório) de acordo com as especificações de projeto, observando-se as características do ensaio apresentadas na Tabela 2.	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO
	8. Segurança contra incêndio	Combate a incêndio com água: Dispor de reservatório domiciliar de água fria, superior ou inferior, de volume de água necessário para o combate a incêndio, além do volume de água necessário para o consumo dos usuários, aplicável para aqueles casos em que a edificação necessitar de sistema de hidrante.	131.Reserva de água para combate a incêndio: O volume de água reservado para combate a incêndio deve ser estabelecido segundo a legislação vigente ou, na sua ausência, segundo a ABNT NBR 13714.	Verificação do projeto conforme Anexo A.	_____	Análise de Projeto	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
9. Segurança no uso e operação	Combate a incêndio com extintores Dispor de extintores conforme legislação vigente na aprovação do projeto.	132.Tipo e posicionamento de extintores: Os extintores devem ser classificados e posicionados de acordo com a ABNT NBR 12693.	Verificação do projeto e in loco.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Evitar propagação de chamas entre pavimentos: Evitar a propagação de incêndio entre pavimentos.	133.Evitar propagação de chamas entre pavimentos: Quando as prumadas de esgoto sanitário e ventilação estiverem aparentes em alvenaria ou no interior de shafts, devem ser fabricadas com material não propagante de chamas.	Análise de projeto. Caso seja necessário verificar se o material da tubulação é não propagante à chama, deve-se adotar a ISO 1182.	_____	Análise de Projeto + Especificação de Projeto	PARCIAL	PARCIAL
	Risco de choques elétricos e queimaduras em sistemas de equipamentos de aquecimento e eletrodomésticos ou eletroeletrônicos: Evitar queimaduras e choques elétricos quando em operação e uso normal.	134.Aterramento das instalações, dos aparelhos aquecedores, dos eletrodomésticos e dos eletroeletrônicos: Todas as tubulações, equipamentos e acessórios do sistema hidrossanitário deve ser direta ou indiretamente aterrados conforme ABNT NBR 5410.	Verificação do projeto.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		135.Corrente de fuga em equipamentos: Os equipamentos devem atender às ABNT NBR 12090 e ABNT NBR 14016, limitando-se à corrente de fuga, para outros aparelhos, em 15 mA.	Os equipamentos, quando ensaiados, devem atender às ABNT NBR 12090 e ABNT NBR 14016.Demais equipamentos, quando ensaiados, não devem exceder 15 mA	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		136.Dispositivos de segurança em aquecedores elétricos de acumulação: Os aparelhos elétricos de acumulação utilizados para o aquecimento de água devem ser providos de dispositivo de alívio para o caso de sobrepessão e também de dispositivo de segurança que corte a alimentação de energia em caso de superaquecimento.	Verificação da existência do dispositivo de alívio de pressão na especificação do aparelho.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
	Risco de explosão, queimaduras ou intoxicação por gás: Não apresentar riscos de explosão ou intoxicação, aos usuários, durante o uso.	137. Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás: Os aparelhos de acumulação a gás, utilizados para o aquecimento de água devem ser providos de dispositivo de alívio para o caso de sobrepressão e também de dispositivo de segurança que corte a alimentação do gás em caso de superaquecimento.	Verificação da existência do dispositivo de alívio de sobrepressão e do dispositivo de segurança na especificação do aparelho, conforme ABNT NBR 10540 e indicado no projeto. Verificação na etiqueta ou no folheto do aquecedor das características técnicas do equipamento para certificar o limite de temperatura máxima.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		138. Instalação de equipamentos a gás combustível: O funcionamento do equipamento instalado em ambientes residenciais deve ser feito de maneira que a taxa máxima de CO2 não ultrapasse o valor de 0,5 %.	Verificação dos detalhes construtivos, por meio da análise do projeto arquitetônico e de inspeção do protótipo, quanto ao atendimento às ABNT NBR 13103, NR-13 e ABNT NBR 14011.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Permitir utilização segura aos usuários.	139. Prevenção de ferimentos: As peças de utilização e demais componentes dos sistemas hidrossanitários que são manipulados pelos usuários não devem possuir cantos vivos ou superfícies ásperas.	Atender às ABNT NBR 10281, ABNT NBR 10283, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11778, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 12483, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14011, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14534, ABNT NBR 14580, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15097-1, ABNT NBR 151097-2, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267, ABNT NBR 15423, ABNT NBR 15491, ABNT NBR 15704-1, ABNT NBR 15705 ABNT NBR 15857	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
10. Estanqueidade		140. Resistência mecânica de peças e aparelhos sanitários: As peças e aparelhos sanitários devem possuir resistência mecânica aos esforços a que serão submetidos na sua utilização e apresentar atendimento às ABNT NBR 10281, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11778, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 12483, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14011, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14534, ABNT NBR 14580, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15097-1, ABNT NBR 151097-2, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267, ABNT NBR 15423, ABNT NBR 15491, ABNT NBR 15704-1, ABNT NBR 15705 ABNT NBR 15857.	De acordo os métodos de ensaios prescritos nas ABNT NBR 10281, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11778, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 12483, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14011, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14534, ABNT NBR 14580, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15097-1, ABNT NBR 151097-2, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267, ABNT NBR 15423, ABNT NBR 15491, ABNT NBR 15704-1, ABNT NBR 15705 ABNT NBR 15857.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		Temperatura de utilização da água: Quando houver sistema de água quente para os pontos de utilização nos edifícios habitacionais, o sistema deve prever formas de prover ao usuário que a temperatura da água na saída do ponto de utilização seja limitada.	141. Temperatura de aquecimento: As possibilidades de mistura de água fria, regulagem de vazão e outras técnicas existentes no sistema hidrossanitário, no limite de sua aplicação, devem permitir que a regulagem da temperatura da água na saída do ponto de utilização atinja valores abaixo de 50°C.	Os equipamentos, quando ensaiados conforme as ABNT NBR 12090, ABNT NBR 14011 e ABNT NBR 14016, devem atender ao critério.	No caso de uso de válvula de descarga, deve haver coluna exclusiva para abastecê-la, saindo diretamente do reservatório, não podendo estar ligado nenhum outro ramal nesta coluna.o projeto atende à ABNT NBR 7198.	NÃO	NÃO
		Estanqueidade das instalações dos sistemas hidrossanitários de água fria e água quente: Apresentar estanqueidade quando sujeitos às pressões previstas no projeto.	142. Estanqueidade à água das instalações de água: As tubulações do sistema predial de água não devem apresentar vazamento quando submetidas, durante 1h., à pressão hidrostática de 1,5 vez o valor da pressão prevista, em projeto, nesta mesma seção, e, em nenhum caso, devem ser testadas a pressões inferiores a 100 kPa. A tubulação de água quente é testada com água à temperatura de 80C, durante 1h.	As tubulações devem ser ensaiadas conforme prescrito nas ABNT NBR 5626, ABNT NBR 7198 e ABNT NBR 8160.	_____	Ensaio	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
		<p>143. Estanqueidade à água de peças de utilização: As peças de utilização não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão hidrostática prevista nas ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 7198. Os reservatórios devem ser estanques conforme ABNT NBR 13210, ABNT NBR 14799 e as demais Normas Brasileiras pertinentes. Os metais sanitários devem ser estanques conforme ABNT NBR 10281, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267, ABNT NBR 15423, ABNT NBR 15704-1, ABNT NBR 15705 e ABNT NBR 15857.</p>	<p>As peças de utilização devem ser ensaiadas conforme as ABNT NBR 5626, ABNT NBR 15097-1, ABNT NBR 15097-2 e ABNT NBR 11778. Os reservatórios quando ensaiados segundo as ABNT NBR 5649, ABNT NBR 8220, ABNT NBR 14799, ABNT NBR 14863 devem ser estanques. Os metais sanitários devem ser ensaiados conforme as ABNT NBR 10281, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14162, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 14878, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267, ABNT NBR 15423, ABNT NBR 15704-1, ABNT NBR 15705 e ABNT NBR 15857.</p>	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		<p>144. Estanqueidade das instalações de esgoto e de águas pluviais: As tubulações dos sistemas prediais de esgoto sanitário e de águas pluviais não devem apresentar vazamento quando submetidas à pressão estática de 60 kPa, durante 15 min se o ensaio for feito com água, ou de 35 kPa, durante o mesmo período de tempo, caso o ensaio seja feito com ar.</p>	<p>As tubulações devem ser ensaiadas conforme as prescrições constantes das ABNT NBR 8160 e ABNT NBR 10844.</p>	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO
		<p>145. Estanqueidade à água das calhas: As calhas, com todos os seus componentes, do sistema predial de águas pluviais devem ser estanques.</p>	<p>Obturar a saída das calhas e enchê-las com água até o nível de transbordamento, verificando vazamentos.</p>	_____	Ensaio	PARCIAL	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
14. Durabilidade e manutenibilidade	Vida útil de Projeto das instalações hidrossanitárias: Manter a capacidade funcional durante vida útil de projeto conforme períodos especificados na ABNT NBR 15575-1, desde que o sistema hidrossanitário seja submetido às intervenções periódicas de manutenção e conservação.	146.Critério para a vida útil de projeto: Demonstrar o atendimento à Tabela 14.1 da ABNT NBR 15575-1:2012.	O Anexo C da ABNT NBR 15575-1:2012 contém dispositivos aplicáveis.	O projeto deve fazer constar o prazo de substituição e manutenções periódicas pertinentes.	Análise de Projeto + Especificação de Projeto	PARCIAL	PARCIAL
		147.Projeto e execução das instalações hidrossanitárias: A qualidade do projeto e da execução dos sistemas hidrossanitários deve assegurar o atendimento às Normas Brasileiras pertinentes.	Verificação ao atendimento do projeto à lista de verificação detalhada no Anexo A.	_____	Análise de Projeto + Análise de Execução	NÃO	NÃO
		148.Durabilidade dos sistemas, elementos, componentes e instalação: Os elementos, componentes e instalação dos sistemas hidrossanitários devem apresentar durabilidade compatível com a vida útil de projeto. O Anexo C, da ABNT NBR 15575-1 contém instruções sobre esta abordagem.	O Anexo C da ABNT NBR 15575-1 contém disposições aplicáveis conforme o material.	_____	Análise de Projeto + Análise de Execução	NÃO	NÃO
	Manutenibilidade das instalações hidráulicas, de esgotos e de águas pluviais: Permitir inspeções, quando especificadas em projeto, do sistema hidrossanitário.	149.Inspeções em tubulações de esgoto e águas pluviais: Nas tubulações de esgoto e águas pluviais, devem ser previstos dispositivos de inspeção para que qualquer ponto da tubulação possa ser atingido por uma haste flexível, conforme preconizado nas ABNT NBR 8160 e ABNT NBR 10844.	Verificação do projeto ou inspeção em protótipo.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		150.Manual de operação, uso e manutenção das instalações hidrossanitárias: O fornecedor do SH, elementos ou componentes que compõem a edificação habitacional devem especificar todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas hidrossanitárias, incluindo o "Como Construído".	Análise do manual de operação, uso e manutenção das edificações, considerando-se as diretrizes gerais das ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037, e do manual das áreas comuns.	_____	Análise de Projeto + Especificação de Projeto	PARCIAL	PARCIAL

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
15. Saúde, higiene e qualidade do ar	Contaminação da água a partir dos componentes das instalações: Evitar a introdução de substâncias tóxicas ou impurezas.	151.Independência do sistema de água: O sistema de água fria deve ser separado fisicamente de qualquer outra instalação que conduza água não potável ou fluida de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável. Os componentes da instalação do sistema de água fria não devem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados.	Verificação do projeto quanto ao atendimento às ABNT NBR 5626, ABNT NBR 5648, ABNT NBR 5688, ABNT NBR 7542, ABNT NBR 13206, ABNT NBR 15813-1, ABNT NBR 15813-2, ABNT NBR 15813-3, ABNT NBR 15884-1, ABNT NBR 15884-2, ABNT NBR 15884-3, ABNT NBR 15939-1, ABNT NBR 15939-2 e ABNT NBR 15939-3. Verificação da menção em projeto da utilização de componentes que assegurem a não existência de substâncias nocivas ou presença de metais pesados.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Contaminação biológica da água na instalação de água potável: Não utilizar material ou componente que permita o desenvolvimento de bactérias ou outras atividades biológicasque provoquem doenças.	152.Risco de contaminação biológica das tubulações: Todo componente de instalação aparente deve ser fabricado de material lavável e impermeável para evitar a impregnação de sujeira ou desenvolvimento de bactérias ou atividades biológicas.Aspectos sobre o atendimento, método de avaliação e níveis se encontram indicados na ABNT NBR 15575-1.	_____	_____	Análise de Projeto + Especificação de Projeto	PARCIAL	PARCIAL
		153.Risco de estagnação da água: Os componentes da instalação hidráulica não devem permitir o empocamento de água.	Os tanques, pias de cozinha e válvulas de escoamento devem ser ensaiados de acordo com as normas ABNT NBR 12450, ABNT NBR 12451, ABNT NBR 15097-1, ABNT NBR 11778 e ABNT NBR 15423.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
	Contaminação da água potável do sistema predial: Não ser passível de contaminação por qualquer fonte de poluição ou agentes externos.	154.Tubulações e componentes de água potável enterrados: Os componentes do sistema de instalação enterrados devem ser protegidos contra a entrada de animais ou corpos estranhos.	Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 8160.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

Parte da Norma	Requisito/Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
16. Funcionalidade e acessibilidade	Contaminação por refluxo de água: Não permitir o refluxo ou retrossifonagem.	155.Separação atmosférica: A separação atmosférica por ventosas (ou dispositivos quebradores de vácuo) deve atender às exigências da ABNT NBR 5626.	Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 5626.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Ausência de odores provenientes da instalação de esgoto: Não permitir o retorno de gases aos ambientes sanitários.	156.Estanqueidade aos gases: O sistema de esgotos sanitários deve ser projetado de forma a não permitir a retrossifonagem ou quebra do selo hídrico.	Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 8160.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Contaminação do ar ambiente pelos equipamentos: Não deve haver possibilidade de contaminação por geração de gás.	157.Teor de poluentes: Os ambientes não devem apresentar teor de CO2 superior a 0,5 %, e de CO superior a 30 ppm.	Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 13103	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Funcionamento das instalações de água: Satisfazer às necessidades de abastecimento de água fria e quente.	158.Dimensionamento da instalação de água fria e quente: O sistema predial de água fria e quente deve fornecer água na pressão, vazão e volume compatíveis com o uso, associado a cada ponto de utilização, considerando a possibilidade de uso simultâneo.	Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 7198.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
		159.Funcionamento de dispositivos de descarga: As caixas e válvulas de descarga devem obedecer ao disposto nas ABNT NBR 15491 e ABNT NBR 15857 no que diz respeito à vazão e volume de descarga.	Verificação do volume de descarga de acordo com o método de ensaio estabelecido na ABNT NBR 15857.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		Funcionamento das instalações de esgoto: Coletar e afastar, até a rede pública ou sistema de tratamento e disposição privados, os efluentes gerados pela edificação habitacional.	160.Dimensionamento da instalação de esgoto: O sistema predial de esgoto deve coletar e afastar nas vazões com que normalmente são descarregados os aparelhos sem que haja transbordamento, acúmulo na instalação, contaminação do solo ou retorno a aparelhos não utilizados.	Verificação do projeto quanto ao atendimento das ABNT NBR 8160, ABNT NBR 7229 e ABNT NBR 13969.	_____	Análise de Projeto	NÃO

Parte da Norma	Requisito/ Descrição	Critério/Descrição	Métodos de Avaliação	Premissas de Projeto	Classificação	dRofus	IFC
17. Conforto tátil e antropodinâmico	Funcionamento das instalações de águas pluviais: Coletar e conduzir água de chuva.	161. Dimensionamento de calhas e condutores: As calhas e condutores devem suportar a vazão de projeto, calculada a partir da intensidade de chuva adotada para a localidade e para um certo período de retorno.	Verificação do projeto quanto ao atendimento à ABNT NBR 10844.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO
	Conforto na operação dos sistemas prediais: Prover manobras confortáveis e seguras aos usuários.	162. Adaptação ergonômica dos equipamentos: As peças de utilização, inclusive registros de manobra, devem possuir volantes ou dispositivos com formato e dimensões que proporcionem torque ou força de acionamento de acordo com as normas de especificação de cada produto, além de serem isentos de rebarbas, asperezas ou ressaltos que possam causar ferimentos.	Inspeccionar, in loco, as peças de utilização. Se o componente possuir declaração do fabricante ou embalagem que assegure o atendimento às normas vigentes sobre os componentes específicos, o sistema está isento desta verificação.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
18. Adequação ambiental	Uso racional da água: Reduzir a demanda da água da rede pública de abastecimento e o volume de esgoto conduzido para tratamento sem aumento da probabilidade de ocorrência de doenças ou da redução da satisfação do usuário representada pelas condições estabelecidas nesta parte da ABNT NBR 15575.	163. Consumo de água em bacias sanitárias: As bacias sanitárias devem ser de volume de descarga de acordo com as especificações da ABNT NBR 15097-1.	Ensaio das bacias constantes na ABNT NBR 15097-1.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
		164. Fluxo de água em peças de utilização: Recomenda-se que as peças de utilização possuam vazões que permitam tornar o mais eficiente possível o uso da água nele utilizadas, o que implica na redução do consumo de água a valores mínimos necessários e suficientes para o bom funcionamento dessas peças e para a satisfação das exigências do usuário.	As vazões dos metais sanitários devem ser verificadas de acordo com os métodos de ensaios descritos nas ABNT NBR 10281, ABNT NBR 11535, ABNT NBR 11815, ABNT NBR 13713, ABNT NBR 14390, ABNT NBR 14877, ABNT NBR 15206, ABNT NBR 15267, ABNT NBR 15704-1, ABNT NBR 15705.	_____	Especificação de Projeto	SIM	SIM
	Contaminação do solo e do lençol freático: Não contaminar o solo ou o lençol freático.	165. Tratamento e disposição de efluentes: Os sistemas prediais de esgoto sanitário devem estar ligados à rede pública de esgoto ou a um sistema localizado de tratamento e disposição de efluentes, atendendo às ABNT NBR 8160, ABNT NBR 7229 e ABNT NBR 13969.	Verificar no projeto se o sistema predial de esgoto sanitário está ligado à rede pública ou a um sistema localizado de tratamento e disposição.	_____	Análise de Projeto	NÃO	NÃO

ANEXO B – Códigos de Programação em Python

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

edificio = modelo_ifc.by_type("IfcBuilding")[0]
altura_total = edificio.ElevationOfRefHeight
paredes = modelo_ifc.by_type("IfcWall")
for parede in paredes:
    propriedade = parede.IsDefinedBy[0]
    objetos_relacionados = propriedade.RelatedObjects[0]
    primeira_propriedade = objetos_relacionados.HasProperties[0]
    if "TRRF" in primeira_propriedade.Name:
        valor = primeira_propriedade.NominalValue.wrappedValue
        if 6 <= altura_total <= 12 and valor > 30:
            print("Aprovado")
        elif 12 < altura_total <= 23 and valor > 60:
            print("Aprovado")
        elif 23 < altura_total <= 30 and valor > 90:
            print("Aprovado")
        elif altura_total > 30 and valor > 120:
            print("Aprovado")
        else:
            print("Reprovado")

```

Critério 10

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc') #Iluminação Artificial (Lux)

lista_propriedades = modelo_ifc.by_type('IfcRelDefinesByProperties')
for item in lista_propriedades:
    defi_prop = item.RelatingPropertyDefinition
    if defi_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
        list_propriedades = defi_prop.HasProperties
        for propriedades in list_propriedades:
            if propriedades.Name == 'Iluminação Artificial (lux)':
                ifspace = item.RelatedObjects
                for espaco in ifspace:
                    valor_projeto = propriedades.NominalValue.wrappedValue
                    if espaco.Name == '13-65 23 00':
                        if valor_projeto >= 200:
                            print('Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial')
                            print('Avaliação do valor de Lux')
                            print('Nome do espaço: ', espaco.LongName)
                            print('Referencia: 200')
                            print('Valor Encontrado: ', valor_projeto)
                            print('Resultado: Aprovado')
                    if espaco.Name == '13-65 23 00':
                        if valor_projeto < 200:
                            print('Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial')
                            print('Avaliação do valor de Lux')
                            print('Nome do espaço: ', espaco.LongName)
                            print('Referencia: 200')
                            print('Valor Encontrado: ', valor_projeto)
                            print('Resultado: Reprovado')
                    if espaco.Name == '13-57 13 15 11' or espaco.Name == '13-65 19 00' or espaco.Name == '13-23 17 00' or espaco.Name == '13-65 17 00':
                        if valor_projeto >= 100:
                            print('Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial')
                            print('Avaliação do valor de Lux')
                            print('Nome do espaço: ', espaco.LongName)
                            print('Referencia: 100')
                            print('Valor Encontrado: ', valor_projeto)
                            print('Resultado: Aprovado')
                    if espaco.Name == '13-57 13 15 11' or espaco.Name == '13-65 19 00' or espaco.Name == '13-23 17 00' or espaco.Name == '13-65 17 00':
                        if valor_projeto < 100:
                            print('Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial')
                            print('Avaliação do valor de Lux')
                            print('Nome do espaço: ', espaco.LongName)
                            print('Referencia: 100')
                            print('Valor Encontrado: ', valor_projeto)
                            print('Resultado: Reprovado')
                    if espaco.Name == '13-25 11 11' or espaco.Name == '13-23 11 13' or espaco.Name == '13-21 13 00':
                        if valor_projeto >= 75:
                            print('Critério 24 - Níveis mínimos de iluminação artificial')
                            print('Avaliação do valor de Lux')
                            print('Nome do espaço: ', espaco.LongName)
                            print('Referencia: 75')
                            print('Valor Encontrado: ', valor_projeto)
                            print('Resultado: Aprovado')

```

Critério 24

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

materiais = modelo_ifc.by_type("IfcMaterial")
for material in materiais:
    if "Legislacao Vigente" in material.HasProperties[0].Name:
        valor = material.HasProperties[0].NominalValue.wrappedValue
        if valor == "NBRXXXX":
            print("Aprovado", valor)
        else:
            print("Reprovado", valor)

```

Critério 26

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_covering = modelo_ifc.by_type ('IfcCovering')

relacao_espacial = modelo_ifc.by_type ('IfcRelContainedInSpatialStructure')
for relacao in relacao_espacial:
    estruturas = relacao.RelatingStructure
    elementos = relacao.RelatedElements
    if estruturas.is_a() == 'IfcSpace':
        for lista_de_elementos in elementos:
            if lista_de_elementos.is_a() == 'IfcCovering':
                for representacao in lista_de_elementos.Representation.Representations:
                    item = representacao.Items
                    for lista_item in item:
                        for posicao in lista_item.Position.Location:
                            altura_projetada = posicao[2]
                            altura_NBR_desempenho = 2.50
                            altura_NBR_desempenho2 = 2.30
                            if estruturas.Name == '13-65 13 00' or estruturas.Name == '13-25 11 11':
                                if altura_projetada < altura_NBR_desempenho2:
                                    print('Reprovado', 'h=', altura_projetada, estruturas.LongName)
                            else:
                                print('Aprovado', 'h=', altura_projetada, estruturas.LongName)
                            if estruturas.Name != '13-65 13 00' and estruturas.Name != '13-25 11 11':
                                if altura_projetada < altura_NBR_desempenho:
                                    print('Reprovado', 'h=', altura_projetada, estruturas.Name, estruturas.LongName)
                            else:
                                print('Aprovado', 'h=', altura_projetada, estruturas.LongName)

```

Critério 28

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

lista_propriedades = modelo_ifc.by_type('IfcRelDefinesByProperties')
for propriedades in lista_propriedades:
    prop_spaces = propriedades.RelatedObjects
    for lista_geral in prop_spaces:
        if lista_geral.is_a() == 'IfcSpace':
            prop_relacionada = propriedades.RelatingPropertyDefinition
            if prop_relacionada.Name == 'Dimensions':
                tipo_prop = prop_relacionada.HasProperties
                for tipo_de_propriedade in tipo_prop:
                    if tipo_de_propriedade.Name == 'Area':
                        area = tipo_de_propriedade.NominalValue
                        area_banheiro_NBR = 2.28
                        area_quarto_solteiro_NBR = 6.0
                        area_quarto_casal_NBR = 7.25
                        area_sala_estar_jantar_NBR = 12.0
                        area_cozinha_NBR = 3.76
                        area_servico_NBR = 1.50
                        if lista_geral[2] == '13-65 13 00':
                            if area[0] < area_banheiro_NBR:
                                print('Reprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_banheiro_NBR)
                            else:
                                print('Aprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_banheiro_NBR)
                        if lista_geral[2] == '13-65 19 00 1':
                            if area[0] < area_quarto_solteiro_NBR:
                                print('Reprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_quarto_solteiro_NBR)
                            else:
                                print('Aprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_quarto_solteiro_NBR)
                        if lista_geral[2] == '13-65 19 00 2':
                            if area[0] < area_quarto_casal_NBR:
                                print('Reprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_quarto_casal_NBR)
                            else:
                                print('Aprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_quarto_casal_NBR)
                        if lista_geral[2] == '13-65 19 00':
                            if area[0] < area_sala_estar_jantar_NBR:
                                print('Reprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_sala_estar_jantar_NBR)
                            else:
                                print('Aprovado', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_sala_estar_jantar_NBR)
                        if lista_geral[2] == '13-65 23 00':
                            if area[0] < area_cozinha_NBR:
                                print('Reprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_cozinha_NBR)
                            else:
                                print('Aprovado', 'espaço=', lista_geral[7], 'Area modelo=', area[0], 'Referencia=', area_cozinha_NBR)

```

Critério 29


```
#32 e 33 -> dispositivos de manobra (ergonomia e força respectivamente - trincos;puxadores - janelas e portas e metais, como torneira e descarga)
import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ=EX-10004-PTIPO=R01_MOD.ifc')
```

```
relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType') #IfcDoorStyle IfcWindowStyle
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcDoorStyle':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            if lista_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
                prop = lista_prop.HasProperties
                for lista in prop:
                    if lista.Name == 'OmniClass Number':
                        if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.30.10.21.11':
                            objeto = item.RelatingType
                            for lista_prop2 in propriedades:
                                if lista_prop2.is_a() == 'IfcPropertySet':
                                    todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                                    for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                        if lista_propriedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                            if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('7177'):
                                                print('Aprovado',',',objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                            else:
                                                print('Reprovado',',',objeto.Name,lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
```

```
relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType') #IfcDoorStyle IfcWindowStyle
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcWindowStyle':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            if lista_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
                prop = lista_prop.HasProperties
                for lista in prop:
                    if lista.Name == 'OmniClass Number':
                        if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.30.20.00':
                            objeto = item.RelatingType
                            for lista_prop2 in propriedades:
                                if lista_prop2.is_a() == 'IfcPropertySet':
                                    todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                                    for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                        if lista_propriedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                            if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('7177'):
                                                print('Aprovado',',',objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                            else:
                                                print('Reprovado',',',objeto.Name,lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
```

Critério 32 e Critério 33

```
import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ=EX-10004-PTIPO=R01_MOD.ifc')
```

```
lista_propriedades = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByProperties')
for item in lista_propriedades:
    defi_prop = item.RelatingPropertyDefinition
    if defi_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
        list_propriedades = defi_prop.HasProperties
        for propriedades in list_propriedades:
            if propriedades.Name == 'Classe - Reação ao Fogo ( Ensaio )':
                objetos = item.RelatedObjects
                for elemento in objetos:
                    if elemento.is_a() == 'IfcStair':
                        for propriedadesII in list_propriedades:
                            if propriedadesII.Name == 'DM - Reação ao Fogo ( Ensaio )':
                                valor_projetoII = propriedadesII.NominalValue.wrappedValue
                                x = valor_projetoII
                                y = int(x)
                                if y < 100:
                                    print(elemento.Name, y, 'Aprovado')
                                if y > 100:
                                    print(elemento.Name, y, 'Reprovado')

                                valor_projeto = propriedades.NominalValue.wrappedValue
                                if valor_projeto == 'IIA' or valor_projeto == 'I':
                                    print(elemento.Name,valor_projeto, 'Aprovado')
                                else:
                                    print(elemento.Name,valor_projeto, 'Reprovado')
```

Critério 48

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

#Ambientes privativos e comuns
relacao_piso = modelo_ifc.by_type ('IfcSlabType')
for tipo_piso in relacao_piso:
    pset = tipo_piso.HasPropertySets
    for prop in pset:
        propriedade = prop.HasProperties
        for singlevalue in propriedade:
            if singlevalue.Name == 'Classe - Reação ao Fogo':
                classe = singlevalue.NominalValue.wrappedValue
                if classe == 'IVA' or classe == 'IIIA' or classe == 'IIA' or classe == 'I':
                    print('Aprovado',',', 'Nome=',tipo_piso.Name,'Classe de Reação ao Fogo=',classe,)
                else:
                    print('Reprovado',',', 'Nome=',tipo_piso.Name,'Classe de Reação ao Fogo=', classe)

```

Critério 49

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

edificio = modelo_ifc.by_type("IfcBuilding")[0]
altura_total = edificio.ElevationOfRefHeight
lajes = modelo_ifc.by_type("IfcSlab")
for laje in lajes:
    propriedade = laje.IsDefinedBy[0]
    objetos_relacionados = propriedade.RelatedObjects[0]
    primeira_propriedade = objetos_relacionados.HasProperties[0]
    if "Selagem - Tempo de resistência ao fogo" in primeira_propriedade.Name:
        valor = primeira_propriedade.NominalValue.wrappedValue
        if 12 <= altura_total <= 23 and valor > 60:
            print("Aprovado")
        elif 23 < altura_total <= 30 and valor > 90:
            print("Aprovado")
        elif 30 < altura_total <= 120 and valor > 120:
            print("Aprovado")
        else:
            print("Reprovado")

```

Critério 51


```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

#para tubulações poliméricas acima do térreo
#quando não for prumada enclausurada

relacao_level = modelo_ifc.by_type ('IfcBuildingStorey')
x = relacao_level[0]
y = relacao_level[-1]
subsolo = -x.Elevation
topo = y.Elevation
if 0 < subsolo <= 10:
    sub_ref = 60
    print('subsolo',sub_ref)
if subsolo > 10:
    sub_ref = 90
    print('subsolo',sub_ref)
if 0 < topo <= 12:
    topo_ref = 30
    print('topo',topo_ref)
if 12.1 < topo <= 23:
    topo_ref=60
    print('topo',topo_ref)
if 23 < topo <= 30:
    topo_ref=90
    print('topo',topo_ref)
if 30 < topo <= 120:
    topo_ref=120
    print('topo',topo_ref)
if 120 < topo:
    topo_ref=180
    print('topo',topo_ref)

lista_propriedades = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByProperties')
for item in lista_propriedades:
    defi_prop = item.RelatingPropertyDefinition
    if defi_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
        list_propriedades = defi_prop.HasProperties
        for propriedades in list_propriedades:
            if propriedades.Name == 'Selagem Corta Fogo (Resistencia)':
                valor_selagem = propriedades.NominalValue.wrappedValue

                element = item.RelatedObjects
                for objeto in element:
                    nome = objeto.Name
                    if valor_selagem >= topo_ref:
                        print('Aprovado', ',', nome, ',', valor_selagem)

```

Critério 52

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_level = modelo_ifc.by_type ('IfcBuildingStorey')
y = relacao_level[-1]
topo = y.Elevation
if 0 < topo <= 120:
    topo_ref = 120
    print(topo,',',topo_ref, 'minutos')
if 120 < topo:
    topo_ref=180
    print(topo,',',topo_ref, 'minutos')

lista_propriedades = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByProperties')
for item in lista_propriedades:
    objetos = item.RelatedObjects
    for obj in objetos:
        if obj.is_a() == 'IfcWallStandardCase':
            defi_prop = item.RelatingPropertyDefinition
            if defi_prop.is_a() == 'IfcPropertySet':
                list_propriedades = defi_prop.HasProperties
                for propiedades in list_propriedades:
                    if propiedades.Name == 'Tempo de Resistencia ao Fogo (minutos) Ensaio':
                        valor_projeto = propiedades.NominalValue.wrappedValue
                        if valor_projeto >= topo_ref:
                            print(obj.GlobalId,obj.Name, valor_projeto,'Aprovado')
                        else:
                            print(obj.GlobalId,obj.Name, valor_projeto,'Reprovado')

```

Critério 57

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

lista_limite_espaco = modelo_ifc.by_type('IfcRelSpaceBoundary')
for RellimiteEspaco in lista_limite_espaco:
    espaco_relacionado = RellimiteEspaco.RelatingSpace
    #area de serviço
    if espaco_relacionado.Name == '13-65 17 00':
        elementos = RellimiteEspaco.RelatedBuildingElement
        if elementos is not None:
            if elementos.is_a() == 'IfcSlab':
                nome_revestimento2 = elementos.ObjectType

#elementos > paredes que existem ao redor do espaço

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcSlabType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propiedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        nome_revestimento = tipo_objeto.Name
        for lista_prop2 in propiedades:
            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                if lista_propriedades.Name.__contains__('Coeficiente de Atrito Dinamico'):
                    coeficiente = lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue
                    if nome_revestimento2 == nome_revestimento:
                        if coeficiente >= 0.4:
                            print('Aprovado', ',', espaco_relacionado.LongName, ',', nome_revestimento2)
                        else:
                            print('Reprovado', ',', espaco_relacionado.LongName, ',', nome_revestimento)

```

Critério 58

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcSlabType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'Frestas (mm)':
                    if lista.NominalValue.wrappedValue <= 4:
                        print('Aprovado', ',', tipo_objeto.Name, lista.NominalValue.wrappedValue, 'mm')
                    else:
                        print('Reprovado', ',', tipo_objeto.Name, lista.NominalValue.wrappedValue, 'mm')

```

Critério 60

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcSlabType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'Omniclass Number':
                    #pisos ceramico
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23-15 17 13 13 13':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('10545'):
                                        print('Aprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    else:
                                        print('Reprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

                    #pisos de madeira
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23-15 17 13 11':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('15799'):
                                        print('Aprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    else:
                                        print('Reprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

```

Critério 68 e Critério 69

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

lista_limite_espaco = modelo_ifc.by_type ('IfcRelSpaceBoundary')
for RelimiteEspaco in lista_limite_espaco:
    espaco_relacionado = RelimiteEspaco.RelatingSpace
    if espaco_relacionado.Name == '13-65 23 00':
        elementos = RelimiteEspaco.RelatedBuildingElement
        if elementos is not None:
            if elementos.is_a() == 'IfcWallStandardCase':
                nome_revestimento2 = elementos.ObjectType

                relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
                for item in relacao_tipo:
                    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcWallType':
                        tipo_objeto = item.RelatingType
                        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
                        nome_revestimento = tipo_objeto.Name
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Classe - Reação ao Fogo'):
                                    reação_ao_fogo = lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue
                                    if nome_revestimento2 == nome_revestimento:
                                        if reação_ao_fogo == 'I' or reação_ao_fogo == 'IIA' or reação_ao_fogo == 'IIIA':
                                            print('Aprovado', ',', 'espaco=', espaco_relacionado.LongName, ',', nome_revestimento2, ',', 'Classe - Reação ao Fogo=', reação_ao_fogo)
                                        else:
                                            print('Reprovado', ',', 'espaco=', espaco_relacionado.LongName, ',', nome_revestimento2, ',', 'Classe - Reação ao Fogo=', reação_ao_fogo)

```

Critério 81 e Critério 7

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcWallType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'Omniclass Number':
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23-15 21 11 13':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Classe - Reação ao Fogo'):
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue == 'I' or 'IIB':
                                        print('Aprovado', objeto.Name, ',', lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    else:
                                        print('Reprovado', objeto.Name, ',', lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

```

Critério 82

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

#para Zona 1 a 7
#para quarto de casal de um AP especifico

lista_limite_espaco = modelo_ifc.by_type('IfcRelSpaceBoundary')
for RellimiteEspaco in lista_limite_espaco:
    espaco_relacionado = RellimiteEspaco.RelatingSpace
    if espaco_relacionado.LongName == 'DORMITÓRIO 01':
        elemento = RellimiteEspaco.RelatedBuildingElement
        if elemento is not None:
            if elemento.is_a() == 'IfcWindow':
                nome_janela = elemento.ObjectType

                relacao_tipo = modelo_ifc.by_type('IfcRelDefinesByType')
                for item in relacao_tipo:
                    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcWindowStyle':
                        estilo = item.RelatingType
                        nome = estilo.Name
                        prop = estilo.HasPropertySets
                        for propriedades in prop:
                            if propriedades.Name == 'Dimensions':
                                propri = propriedades.HasProperties
                                for area in propri:
                                    if area.Name == 'Area de Abertura':
                                        if nome_janela == nome:
                                            valor_abertura = area.NominalValue.wrappedValue

                                lista_propriedades = modelo_ifc.by_type('IfcRelDefinesByProperties')
                                for propriedades in lista_propriedades:
                                    prop_spaces = propriedades.RelatedObjects
                                    for lista_geral in prop_spaces:
                                        if lista_geral.is_a() == 'IfcSpace':
                                            prop_relacionada = propriedades.RelatingPropertyDefinition
                                            if prop_relacionada.Name == 'Dimensions':
                                                tipo_prop = prop_relacionada.HasProperties
                                                for tipo_de_propriedade in tipo_prop:
                                                    if tipo_de_propriedade.Name == 'Area':
                                                        area = tipo_de_propriedade.NominalValue.wrappedValue
                                                        if lista_geral.LongName == 'DORMITÓRIO 01':

                                                            if valor_abertura >= area*0.07:
                                                                print('Aprovado', ',', lista_geral.LongName)
                                                            else:
                                                                print('Reprovado', ',', lista_geral.LongName)

```

Critério 89

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcCoveringType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'Omniclass Number':
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23-15 19 23 11':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Carga Vertical (N)'):
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue >= 30:
                                        print('Aprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    else:
                                        print('Reprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

```

Critério 101

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcCoveringType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop2 in propriedades:
            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                if lista_propriedades.Name == 'Classe - Reação ao Fogo':
                    valor = lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue

                    if valor == 'I' or valor == 'IIA':
                        print('Aprovado', ',', tipo_objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                    if valor == 'IIIA':
                        print('Atenção', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                    if valor != 'I' and valor != 'IIA' and valor != 'IIIA':
                        print('Reprovado', ',', tipo_objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

```

Critério 103

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

slabs = modelo_ifc.by_type("ifcslab")
propriedades = slabs.IsDefinedBy[0]
objetos = propriedades.RelatedObjects[0]
lista_propriedades = objetos.HasProperties[0]
if "Reação ao Fogo" in lista_propriedades.Name:
    valor = lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue
    if valor in ['I', 'II', 'III']:
        print('Aprovado', valor)
    else:
        print('Reprovado', valor)

```

Critério 104


```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

#para telhas
relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcBeamType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'OmniClass Number':
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.13.39.17.21':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name == 'Grau de Alteração de cor':
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue <= 3:
                                        print('Aprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    else:
                                        print('Reprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

```

Critério 121

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcDistributionElementType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'OmniClass Number':
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.45.05.14.17':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('12090') or lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('12090'):
                                        print('Aprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    else:
                                        print('Reprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

```

```

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcDistributionElementType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'OmniClass Number':
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.45.05.14.31':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('16727') or lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('16727'):
                                        print('Aprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    else:
                                        print('Reprovado', ',', objeto.Name, lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)

```

Critério 127 e Critério 135

```

import ifcopenshell

modelo_ifc = ifcopenshell.open('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

elementos_hidraulicos = modelo_ifc.by_type("IfcFlowSegment")
for lista in elementos_hidraulicos:
    propriedade = lista.IsDefinedBy[0]
    objeto = propriedade.RelatedObjects[0]
    lista_propriedades = objeto.HasProperties[0]
    if "Velocidade do Fluido" in lista_propriedades.Name:
        valor = lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue
        if valor > 10:
            print('Reprovado')
        else:
            print('Aprovado')

```

Critério 129

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open (''287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcBuildingElementProxyType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propriedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propriedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'OmniClass Number':
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.31.29.13.13':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propriedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propriedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propriedades.Name.__contains__('Dispositivo'):
                                    if lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue is True:
                                        print('Critério: 136 e 137 - Dispositivos de segurança em aquecedores de acumul
                                        print('Avaliação de presença de: ', lista_propriedades.Name)
                                        print('Nome do elemento identificado: ',objeto.Name)
                                        print('Referencia: True')
                                        print('Valor Encontrado: ', lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                        print('Resultado: Aprovado')
                                    else:
                                        print('Critério: 136 e 137 - Dispositivos de segurança em aquecedores de acumul
                                        print('Avaliação de presença de: ', lista_propriedades.Name)
                                        print('Nome do elemento identificado: ',objeto.Name)
                                        print('Referencia: True')
                                        print('Valor Encontrado: ', lista_propriedades.NominalValue.wrappedValue)
                                        print('Resultado: Reprovado')

```

Critério 136 e Critério 137

```

import ifcopenshell
modelo_ifc = ifcopenshell.open ('287-ARQ-EX-10004-PTIPO-R01_MOD.ifc')

relacao_tipo = modelo_ifc.by_type ('IfcRelDefinesByType')
for item in relacao_tipo:
    if item.RelatingType.is_a() == 'IfcDistributionElementType':
        tipo_objeto = item.RelatingType
        propiedades = tipo_objeto.HasPropertySets
        for lista_prop in propiedades:
            prop = lista_prop.HasProperties
            for lista in prop:
                if lista.Name == 'OmniClass Number': #Lavatorios
                    if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.45.05.14.14':
                        objeto = item.RelatingType
                        for lista_prop2 in propiedades:
                            todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                            for lista_propiedades in todas_prop_do_elemento:
                                if lista_propiedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                    if lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('16728') or lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__(
                                        print('Aprovado',',',objeto.Name, 'Norma listada=',lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue)
                                    )
                                else:
                                    print('Reprovado',',', objeto.Name, 'Norma listada=', lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue)

                #tanques
                if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.45.00.00':
                    objeto = item.RelatingType
                    for lista_prop2 in propiedades:
                        todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                        for lista_propiedades in todas_prop_do_elemento:
                            if lista_propiedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                if lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('16749') or lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__(
                                    print('Aprovado',',',objeto.Name, 'Norma listada=', lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue)
                                )
                            else:
                                print('Reprovado',',', objeto.Name, 'Norma listada=', lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue)

                #bacias sanitarias
                if lista.NominalValue.wrappedValue == '23.45.05.14.31':
                    objeto = item.RelatingType
                    for lista_prop2 in propiedades:
                        todas_prop_do_elemento = lista_prop2.HasProperties
                        for lista_propiedades in todas_prop_do_elemento:
                            if lista_propiedades.Name.__contains__('Norma' or 'norma'):
                                if lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__('16727') or lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue.__contains__(
                                    print('Aprovado',',',objeto.Name, 'Norma listada=', lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue)
                                )
                            else:
                                print('Reprovado',',', objeto.Name, 'Norma listada=', lista_propiedades.NominalValue.wrappedValue)

```

Critérios 139,140,143,153,159,162,163 e 164