

**MODELO DE FLUXO PARA A INTEGRAÇÃO
DAS INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO DO
EDIFÍCIO DENTRO DO PROCESSO BIM**

FRANCIELLE COELHO DOS SANTOS

**TESE DE DOUTORADO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MODELO DE FLUXO PARA A INTEGRAÇÃO DAS
INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO DENTRO
DO PROCESSO BIM**

FRANCIELLE COELHO DOS SANTOS

**ORIENTADORA: MICHELE TEREZA MARQUES DE CARVALHO
CO-ORIENTADORA: MARIA CAROLINA G. O. BRANDSTETTER
TESE DE DOUTORADO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL**

**PUBLICAÇÃO: TD 7A/20
BRASÍLIA – DF, DEZEMBRO DE 2020**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MODELO DE FLUXO PARA A INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO
DESEMPENHO DO EDIFÍCIO DENTRO DO PROCESSO BIM**

FRANCIELLE COELHO DOS SANTOS

**TESE SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVESIDADE DE
BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA EM ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL.**

APROVADA POR:

**Prof^a Michele Tereza Marques de Carvalho, Dra. (PECC-UnB)
(Orientadora)**

**Prof^a Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter, Dra. (GECON-UFG)
(Coorientadora)**

**Prof. João Henrique da Silva Rêgo, Dr. (PECC-UnB)
(Examinador Interno)**

**Prof. Paulo Roberto Pereira Andery, Dr. (UFMG)
(Examinador Externo)**

**Prof. Silvio Burratino Melhado, Dr. (USP)
(Examinador Externo)**

BRASÍLIA/DF, 02 DE DEZEMBRO DE 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, FRANCIELLE COELHO DOS

Modelo de fluxo para a integração das informações do desempenho do edifício dentro do processo BIM. [Distrito Federal] 2020.

235p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Doutora, Estruturas e Construção Civil, 2020).

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Desempenho

2. Empreendimento de Construção

3. Edifício

4. Integração da informação

I. ENC/FT/UnB

II. Título (Doutora)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, F. C. (2020). **Modelo de fluxo para a integração das informações do desempenho do edifício dentro do processo BIM**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.TD-7A/20, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 235p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Francielle Coelho dos Santos.

TÍTULO: Modelo de fluxo para a integração das informações do desempenho do edifício dentro do processo BIM.

GRAU: Doutora

ANO: 2020

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Francielle Coelho dos Santos
Rua 4, nº 576, Qd. 62, Casa 05.
Setor Epaminondas I, 75805-180, Jataí-GO

Aos meus pais, por me apoiarem em todas as minhas escolhas!

Aos meus avós, por me ensinarem o significado de carinho!

AGRADECIMENTOS

Essa tese estava “uma bagunça” no início e precisava de mais que apenas minhas mãos para virar algo compreensível.

Antes de tudo agradeço às minhas orientadoras, Michele e Maria Carolina, que sempre deram um jeitinho para me atender e me ajudar a reorganizar as ideias. Agradeço também por todo direcionamento, paciência, amizade e por me ensinarem a ser uma professora melhor.

Aos meus pais, Isaura e Valdeir, por compreenderem a minha distância todos esses anos e por puxarem minha orelha toda vez que deixei essa distância grande demais.

À Vó e ao Vô, que me apresentaram o valor de cada segundo ao lado deles.

À minha irmã, nunca duvidei do amor e respeito mútuo que há entre nós.

Ao meu irmão Volney, que mesmo não tendo a consciência de tudo, ainda me ensina a ser uma pessoa melhor, seu amor sincero e simples é essencial em minha vida.

Agradeço, com muito carinho a todos da minha família, que de uma forma muito especial compreenderam as minhas ausências, fizeram orações e agora fazem questão de comemorar comigo essa conquista.

A todos os amigos, que nestes últimos anos tiveram o carinho de “me tirar da toca” e me proporcionar momentos incríveis, especialmente às minhas amigas, Kelly, Yoh, Lo, Marina, Débora e Lívia, que levantaram o meu astral durante todo o processo, saibam que o apoio de vocês manteve minha sanidade.

À Tia Marli, ao Tio Odilon (*in memoriam*) e a Carla, que cuidaram de mim todas as vezes que precisei ir a Brasília, fizeram da casa deles, a minha casa.

Aos engenheiros Jailton e Rodrigo e às engenheiras Lahuana e Cecile, pelo interesse e dedicação no desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Larsson, um cérebro incrível que embarcou na ideia desse trabalho e fazer dele muito maior que eu imaginei. Seu empenho e sua inteligência me deixaram perplexa.

Ao amigo Roger, por aprimorar minha escrita, me ajudar com as concordâncias e as vírgulas esquecidas no processo.

Ao IFG-Campus Jataí pela concessão do afastamento, possibilitando minha total dedicação aos estudos.

A Deus, por estar comigo nos dias alegres e também nos dias difíceis.

E finalmente aos meus alunos, em especial meus orientandos, juntos compartilhamos as mesmas angústias, obrigada pelo carinho e compreensão que tiveram comigo ao longo desse último ano, vocês são minha fonte de aprendizado e inspiração, mesmo quando sinto vontade de enforcar um ou dois!

Obrigada!

*...E o fim é belo, incerto, depende de como você vê
O novo, o credo, a fé que você deposita em você e só...*

Fernando Anitelli – O Anjo Mais Velho

RESUMO

MODELO DE FLUXO PARA A INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO DENTRO DO PROCESSO BIM.

Autora: Francielle Coelho dos Santos

Orientadoras: Michele Tereza Marques Carvalho (UnB) e Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter (UFG)

Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil

Brasília, dezembro de 2020

Do ponto de vista da construção, a questão sobre o desempenho deve ser tratada de forma confiável a partir de evidências existentes, sabe-se que a quantidade de informações necessárias é muito grande, o que torna esse processo cada vez mais complexo, em diversos setores. O objetivo geral desta tese é estabelecer um modelo de fluxo de informações para diferentes partes interessadas, a fim de envolvê-las no esforço colaborativo de melhoria contínua do desempenho do edifício envolvendo as fases do empreendimento de construção, incorporado ao BIM. Esta pesquisa adota a *Design Science Reserch* (DSR) como metodologia, que consiste em compreender as atividades de um sistema, bem como realizar mudanças e transformar as situações em busca de melhorias. A pesquisa foi dividida em três ciclos a saber: compreensão, desenvolvimento e consolidação. O ciclo compreensão iniciou-se com o mapeamento sistemático da literatura e posteriormente com o diagnóstico realizado com os profissionais do setor da construção civil por meio de entrevistas semiestruturadas e análise de documentos. Como resultado dessa fase, foi possível observar que o entendimento adequado dos aspectos relacionados ao desempenho do edifício em todas as fases do empreendimento tem o potencial de contribuir para o desenvolvimento de procedimentos para melhorar o fluxo de informações ou o processo de tomada de decisão. O ciclo desenvolvimento está relacionado com a elaboração e validação da solução proposta. O modelo de fluxo de informações proposto foi resultado da elaboração do Mapeamento das Informações de Desempenho (MID) e o *plug-in* NBR15575. O MID teve como objetivo identificar e definir as responsabilidades e fases das atividades de desempenho, o *plug-in* tem o intuito de auxiliar na aplicabilidade da norma de desempenho. O artefato desenvolvido foi apresentado e avaliado por profissionais do setor da construção, que refletiram sobre a quantidade de informações envolvidas no processo e ainda destacaram que a integração dos requisitos de desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção é essencial para melhoria dos processos internos, bem como a necessidade de garantir o envolvimento de todos os agentes. O ciclo consolidação consistiu em fazer uma reflexão sobre os resultados obtidos nas fases anteriores. O resultado do modelo é particularmente importante para todas as partes interessadas para priorizar as informações e atividades subjacentes em termos de sua criticidade para o desenvolvimento colaborativo entre os participantes. Observa-se que a integração das informações de desempenho do edifício deve interagir em todas as fases do empreendimento de construção. Vale ressaltar que gerenciar essas informações não é um processo simples e requer conhecimento contextual, liderança e habilidades de gestão e comunicação.

Palavras-chave: Desempenho. Empreendimento de Construção. Edifício. Integração da informação.

ABSTRACT

FLOW MODEL FOR INTEGRATING OF BUILDING PERFORMANCE INFORMATION WITHIN THE BIM PROCESS.

Author: Francielle Coelho dos Santos

Supervisors: Michele Tereza Marques Carvalho (UnB) e Maria Carolina Gomes de Oliveira Brandstetter (UFG)

Graduate Program in Structures and Civil Construction

Brasília, November of 2020

From the construction perspective, the performance matter must be reliably treated from existing evidence. It is known that the amount of information needed is extremely large, which makes this process increasingly complex in several sectors. The main objective of this thesis is to establish an information flow model for different stakeholders, in order to involve them in the collaborative effort to continuously improve the building performance encompassing the construction project phases, incorporated into BIM. This work adopts the Design Science Research (DSR) as methodology which consists of comprehending the activities of a system as well as making changes and transforming situations in order to seek improvements. The research was divided into three cycles: comprehension, development and consolidation. The comprehension cycle started with the systematic mapping of the literature and later with the diagnosis made with professionals in the civil construction sector through semi-structured interviews and document analysis. As a result of this phase, it was possible to observe that an appropriate understanding of aspects related to the building performance in all the construction project phases has the potential to contribute to the development of procedures to improve the flow of information or the decision-making process. The development cycle is related to the elaboration and validation of the proposed solution. The information flow model which was proposed is a result of elaboration of the Performance Information Mapping (PIM) for the construction project and the building, the plug-in NBR15575. The PIM aimed to identify and define both the responsibilities and the performance activities phases, while the plug-in aims to assist in the applicability of the Brazilian Performance Standard. The developed artifact was presented and evaluated by professionals in the civil construction sector who reflected about the amount of information involved in the process and also highlighted that the integration of the building performance requirements with the construction project phases is essential for the improvement of internal processes as well as the need to ensure the involvement of all agents. The consolidation cycle consisted of reflecting on the results obtained in the previous phases. The outcome of the model is particularly important for all stakeholders to prioritize the underlying information and activities in terms of their criticality for collaborative development among participants and to obtain the desired results from the project. It is observed that the integration of building performance information must interact in all phases of the construction project. It is also important to mention that managing this information is not a simple process and requires contextual knowledge, leadership, and communication and management skills.

Keywords: Performance. Construction Project. Building. Information Integration.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	21
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	21
1.2 JUSTIFICATIVA	23
1.3 QUESTÕES DA PESQUISA	28
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	29
1.5 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	31
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	31
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA	33
2.1 DESEMPENHO DO EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO	33
2.1.1 O papel das partes interessadas	36
2.1.1.1 Formação de equipes	38
2.1.1.2 Atividades de coordenação de projetos	39
2.1.1.3 Relação empresários-empreiteiros.....	40
2.1.1.4 Participação dos fornecedores no processo	42
2.1.1.5 Demandas e requisitos do cliente	44
2.1.2 Fases do empreendimento de construção	45
2.1.2.1 Definição do produto	49
2.1.2.2 O processo de projeto	51
2.1.2.3 O planejamento do empreendimento de construção.....	53
2.1.2.4 Processo de construção do edifício.....	54
2.1.2.5 Encerramento do empreendimento de construção.....	56
2.1.2.6 Uso, operação e manutenção do edifício	57
2.1.2.7 Monitoramento e controle	58
2.1.2.8 Retroalimentação	59
2.2 DESEMPENHO DO EDIFÍCIO	60
2.2.1 Regulamentação baseada no desempenho do edifício.....	62
2.2.2 A norma brasileira de desempenho do edifício	65
2.2.3 Requisitos e especificações de desempenho.....	70
2.3 A INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES	72
2.3.1 O uso do BIM na integração de informações dos processos de construção	75

2.3.2	A importância da interoperabilidade na integração da informação.....	77
CAPÍTULO 3 MÉTODO DE PESQUISA		79
3.1	ESTRATÉGIA DA PESQUISA	79
3.2	CONDUÇÃO DA PESQUISA FUNDAMENTADA EM DSR.....	86
3.2.1	Ciclo compreensão	88
3.2.1.1	Mapeamento sistemático da literatura	89
3.2.1.2	Critério de seleção dos participantes da pesquisa.....	93
3.2.1.3	Análise de documentos relacionados ao desempenho do edifício.....	94
3.2.1.4	Entrevistas	95
3.2.2	Ciclo desenvolvimento	96
3.2.2.1	Desenvolvimento da solução	97
3.2.2.2	Demonstração e validação do modelo	102
3.2.3	Ciclo de consolidação	103
3.3	FONTES DE EVIDÊNCIA.....	104
3.3.1.1	Análise de documentos	105
3.3.1.2	Entrevistas semiestruturada	105
CAPÍTULO 4 - COMPREENSÃO SOBRE O TEMA		106
4.1	EXPLICAÇÃO TEÓRICA DO PROBLEMA	106
4.1.1	Seleção dos artigos acadêmicos.....	106
4.1.2	Taxonomia do conceito de desempenho.....	108
4.2	CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PARTICIPANTES	110
4.3	EXPLICAÇÃO PRÁTICA SOBRE O PROBLEMA	112
4.3.1	Diagnóstico quanto à aplicabilidade da norma.....	112
4.3.1.1	Quanto ao processo existente	112
4.3.1.2	Aplicabilidade da norma de desempenho no contexto organizacional.....	113
4.3.1.3	Aplicabilidade da norma de desempenho no contexto das fases do empreendimento	114
4.3.1.4	Aplicabilidade das ferramentas de TI.....	120
4.3.1.5	Quanto à avaliação do desempenho	120
4.4	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	122
CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO		125

5.1 MAPEAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO	125
5.1.1 Coleta dos dados	126
5.1.2 Contribuições dos especialistas	126
5.2 FERRAMENTA DE INTEGRAÇÃO DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO	133
5.2.1 Estrutura do código.....	133
5.2.2 Roteiro de cadastramento das informações de desempenho do edifício	138
5.3 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE FLUXO DE INTEGRAÇÃO.....	145
5.3.1 As fases de integração da informação	147
5.3.1.1 Fase 1: Viabilidade	147
5.3.1.2 Fase 2: Projeto	148
5.3.1.3 Fase 3: Planejamento	148
5.3.1.4 Fase 4: Construção	152
5.3.1.5 Fase 5: Manutenção/operação	152
5.4 DEMONSTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ARTEFATO.....	155
5.4.1 Matriz das Informações de desempenho	155
5.4.1.1 Apresentação	155
5.4.1.2 Avaliação	156
5.4.2 <i>Plug-in</i> NBR 15575	156
5.4.2.1 Inserção dos dados.....	157
5.4.2.2 Gravação de vídeos para apresentação do modelo:	159
5.4.2.3 Apresentação dos vídeos e avaliação do <i>plug-in</i> :	159
5.4.3 Apresentação e avaliação do modelo de fluxo para a integração das informações	161
CAPÍTULO 6 – CICLO CONSOLIDAÇÃO.....	163
6.1 CONCLUSÕES QUANTO AO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS	
PROPOSTOS.....	163
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	166
REFERÊNCIAS	167
APÊNDICE A – DIAGNÓSTICO QUANTO A APLICABILIDADE DA NORMA.....	188
APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES DA NORMA DE	
DESEMPENHO.....	192

APÊNDICE C – CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS QUANTO AO DESEMPENHO DO empreendimento DE CONSTRUÇÃO E DESEMPENHO DO EDIFÍCIO E FASES DO empreendimento	205
APÊNDICE D – LISTA DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO NO empreendimento DE CONSTRUÇÃO	214
APÊNDICE E – LISTA DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO DO EDIFÍCIO ...	218
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO MODELO	220
APÊNDICE G – MATRIZ DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO DO empreendimento DE CONSTRUÇÃO	223
APÊNDICE H – MATRIZ DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO DO EDIFÍCIO	231
APÊNDICE I – VÍDEOS DE TREINAMENTO	235

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Lista de revistas acadêmicas e quantidade de artigos identificados durante o período de 2008 a 2018	107
Tabela 5.1 - <i>Ranking top 10</i> de informações de desempenho para cada fase do empreendimento de construção	126
Tabela 5.2 – <i>Ranking</i> de informações de desempenho.....	129
Tabela 5.3 – Matriz resultante do mapeamento das principais informações de desempenho de acordo com a fase do empreendimento e o agente envolvido	130
Tabela 5.4 – Resumo da avaliação dos entrevistados quando a utilidade e funcionalidade do <i>plug-in</i>	160
Tabela 5.5 – Avaliação dos entrevistados quanto à aplicabilidade das ferramentas no contexto organizacional das empresas	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Classificação das várias fases do empreendimento de construção.....	48
Quadro 2.2 – Requisitos de usuários ABNT NBR 15.575-1: 2013.....	68
Quadro 3.1 – Abordagens filosóficas de pesquisa.....	80
Quadro 3.2 – Tipologia dos artefatos	83
Quadro 3.3 – Perfil dos profissionais participantes da pesquisa	93
Quadro 3.4 – Levantamento dos requisitos e critérios do desempenho do edifício com foco no método de avaliação	94
Quadro 3.5 – Matriz de avaliação do desempenho do edifício quanto às fases do empreendimento de construção	97
Quadro 3.6 – Matriz de avaliação do desempenho do edifício quanto aos agentes envolvidos no empreendimento de construção	97
Quadro 4.1 – Caracterização geral das empresas	111
Quadro 4.2 – Caracterização dos profissionais participantes da pesquisa	111
Quadro 4.3 – Participação dos profissionais em cada etapa da pesquisa	112
Quadro 4.4 – Dificuldades e ganhos no processo de implementação da norma de desempenho de acordo com os relatos dos profissionais entrevistados	115
Quadro 4.5 – Como a Norma de Desempenho alterou o fluxo de informações na etapa de viabilidade do empreendimento.....	116
Quadro 4.6 – Aplicabilidade de ferramentas de TI	120
Quadro 4.7 – Identificação da avaliação do desempenho do edifício com base nas fases do empreendimento e os agentes envolvidos	120
Quadro 5.1 – Funções dos menus apresentados na Interface das Informações de Desempenho.	141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Delimitação da pesquisa.....	30
Figura 2.1 – Critérios de medição de desempenho do empreendimento de construção.....	35
Figura 2.2 - O interesse dos agentes nas fases do empreendimento de construção.....	37
Figura 2.3 – Processo de gerenciamento dos requisitos do cliente	45
Figura 2.4 – Interação dos grupos de processo dentro de um projeto ou fase.....	47
Figura 2.5 – Modelo conceitual para desenvolvimento da etapa de viabilidade.....	51
Figura 2.6 – Integração do planejamento com as fases do empreendimento de construção	54
Figura 2.7 - Estrutura sistemática proposta para o estágio de construção do edifício e as relações com as metas para o empreendimento final.....	56
Figura 2.8 – Participação dos agentes envolvidos no empreendimento de construção pelo processo tradicional versus integrado.....	73
Figura 2.9 - A integração nas fases iniciais pelo processo tradicional versus integrado.....	74
Figura 3.1 – A interação entre a abordagem filosófica, o projeto de pesquisa e os métodos de pesquisa	80
Figura 3.2 – Elementos-chave da abordagem da DSR	83
Figura 3.3 – As características da abordagem da DSR.....	84
Figura 3.4 – Delineamento da pesquisa.....	86
Figura 3.5 - Etapa básica para encontrar problemas práticos relevantes em DSR	88
Figura 3.6 – Estratégia de busca.....	90
Figura 3.7 - Sequência de trabalho para o desenvolvimento do modelo do fluxo de informações para a integração das informações de desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção.....	98
Figura 3.8 – Etapas de desenvolvimento do MID	99
Figura 3.9 – Exemplo para identificação das informações de desempenho de acordo com as partes interessadas, as fases do empreendimento e a classificação quanto DEC ou DE.....	100
Figura 3.10 – Faixa de opções do <i>Revit</i> ® com o acréscimo da guia NBR 15575.....	101
Figura 4.1 – Taxonomia do conceito de desempenho na indústria da construção	109
Figura 4.2 – Estrutura de integração do desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção.....	124
Figura 5.1 – Fluxo genérico de funcionamento do <i>plug-in</i>	135
Figura 5.2 – Recorte do código desenvolvido para o <i>plug-in</i>	135

Figura 5.3 – Interface do <i>plug-in</i> com o usuário – Relatório de informações por tipo de família	136
Figura 5.4 – Estrutura básica de utilização do <i>plug-in</i> integrado ao <i>Revit</i> ®	136
Figura 5.5 – Fluxo de informações do funcionamento do <i>plug-in</i>	137
Figura 5.6 – Ícone na barra do <i>Revit</i> ®.....	138
Figura 5.7 – <i>Plug-in</i> acionado - interface inicial	139
Figura 5.8 – Realização do cadastro da obra e da empresa	139
Figura 5.9 – Interface do <i>plug-in</i> com o usuário – painel de lançamento das informações de desempenho	139
Figura 5.10 – Tela de cadastro do agente envolvido no <i>plug-in</i>	140
Figura 5.11 – Interface informações de desempenho	141
Figura 5.12 – Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: análise de projeto	142
Figura 5.13 – Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: ensaio	143
Figura 5.14 - Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: verificação <i>in loco</i>	143
Figura 5.15 - Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: manual do usuário	143
Figura 5.16 – Tela do Relatório de informações de desempenho	144
Figura 5.17 – Tabela gerada para o <i>template</i> com informações de desempenho	144
Figura 5.18 - Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de viabilidade	149
Figura 5.19 - Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de projeto.....	150
Figura 5.20 – Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de planejamento.....	151
Figura 5.21 – Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de construção.....	152
Figura 5.22 – Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de manutenção/operação	154
Figura 5.23 – Modelo volumétrico da edificação utilizada para apresentação do modelo	157
Figura 5.24 – Exemplo do cadastro de agentes envolvidos para o método de avaliação “análise de projetos”	158

Figura 5.25 – Lançamento dos resultados do laudo de ensaio de campo de conforto acústico
..... 159

LISTA DE ABREVIACÕES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

API – *Application Programming Interface*

APO – Avaliação pós-ocupação

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

BIM – *Building Information Modeling*

BPE – *Building Performance Evaluation*

CAD – *Computer Aided Design*

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

DE – Desempenho do edifício

DEC – Desempenho do empreendimento de construção

DSR – *Design Science Research*

FVM – Ficha de Verificação de Materiais

IDE – *Integrated Development Environment*

IFC – *Industry Foundation Classes*

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização)

MID – Mapeamento de Informações de Desempenho

MSL – Mapeamento Sistemático da Literatura

NBR – Norma Brasileira

PCT – Plano de Controle Tecnológico

PIB – Produto Interno Bruto

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

PECC – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil

PMI – Project Management Institute

PQO – Plano de qualidade da obra

PSQ – Programa Setorial de Qualidade

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UnB – Universidade de Brasília

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o contexto no qual a pesquisa está inserida e qual a justificativa para a realização do tema proposto, além de apontar as questões de pesquisa, os objetivos e as delimitações do trabalho. Ao final do capítulo, é apresentada a estruturação desta tese.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A indústria da construção é frequentemente criticada por questões como falta de eficiência, baixa produtividade, desperdício de materiais, insatisfação dos clientes, atrasos nas entregas, resultando em empreendimentos que muitas vezes não conseguem atender às expectativas dos incorporadores e, conseqüentemente, exigindo que as empresas repensem seus processos e projetos sob uma crescente pressão competitiva (HANNA, 2016; HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2010; JIANG; LU, 2017; KÄRNÄ; JUNNONEN, 2016).

De acordo com Zavadskas *et al.* (2014), o principal objetivo de uma empresa construtora deve ser a sobrevivência no mercado competitivo da construção, porém isso depende da implementação bem-sucedida de novos processos dentro da organização. O setor da construção é importante para muitas economias em desenvolvimento em todo o mundo, pois desempenha um papel influente na transformação econômica de um país a fim de elevá-lo ao *status* de país desenvolvido (MAT ISA; SAMAN; PREECE, 2015; YAP; CHOW; SHAVAREBI, 2019). No Brasil, o Produto Interno Bruto (PIB) da indústria da construção está em queda desde 2014, conforme apontam dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), divulgados em maio de 2019. A retração da atividade econômica do setor no primeiro trimestre de 2019 chegou a 2,2%. A construção civil é considerada um importante setor para a economia brasileira, porque ela gera muitos empregos e impulsiona a renda de uma classe significativa de famílias brasileiras, gerando impacto positivo em outros setores, como consumo e investimentos. Assim sendo, o sucesso da indústria da construção civil muitas vezes leva à promoção e à manutenção do crescimento e da estabilidade econômica a longo prazo (KABIRIFAR; MOJTAHEDI, 2019).

Do ponto de vista da construção, a questão sobre o desempenho deve ser tratada de forma confiável a partir de evidências existentes, ou seja, deve haver uma linha de base compreensível e com objetivos de desempenho definidos, que possam ser comparáveis, derivados de medições, de pesquisas ou de avaliações (FREI; SAGERSCHNIG; GYALISTRAS, 2017).

Segundo Foliente *et al.* (2005), a abordagem para o desempenho tem como foco principal a descrição de qual processo de construção, produto e/ou serviço são necessários para alcançar – “o fim”, e não como devem ser alcançados – “os meios”. Neste sentido, a melhoria da eficiência do espaço de construção tornou-se uma preocupação primordial, especialmente em relação àqueles que envolvem edificações residenciais, que estão se tornando maiores e mais complexas, juntamente com a rápida urbanização global (CHEN *et al.*, 2019; LIU *et al.*, 2019). Finalizar um empreendimento com qualidade, dentro do orçamento e prazo planejado é o objetivo de todos os empresários do ramo da arquitetura, engenharia e construção (AEC) (CHOI *et al.*, 2019).

O surgimento de *softwares* e de infraestruturas de computação em nuvem possibilita recursos mais avançados para tomadas de decisão mais inteligentes, colaborações mais efetivas e redução de custos em operações mais modernas (ZAMAN *et al.*, 2019). Para as empresas de construção se adaptarem, é preciso, no entanto, estabelecer práticas eficazes de gerenciamento que integrem custos, tecnologia da informação, projeto, conhecimento e gerenciamento de riscos (PARK *et al.*, 2017).

A modernização torna a indústria da construção mais versátil, expansiva e complexa, exigindo dos especialistas mais qualificação dos seus serviços para inovação em seus empreendimentos. Além disso, os clientes exigem melhor qualidade e durabilidade, aumentando a importância da qualidade a longo prazo em empreendimentos de construção (CHEN; CHEN, 2007).

O desenvolvimento de produtos é fundamental para o sucesso de uma empresa, pois novos produtos proporcionam vantagem competitiva, sendo necessárias diretrizes e ferramentas de gerenciamento mais avançadas (WANG; FANG; LI, 2019; ZHANG; THOMSON, 2019). Nesse sentido, a indústria da AEC difere de outros setores produtivos por sua peculiaridade de construir produtos únicos, sua prototipagem exige um enorme compromisso de tempo e a intervenção de muitas pessoas com diferentes perfis profissionais (ZANCHETTA *et al.*, 2017).

As mudanças são exigidas pelo mercado da construção à medida que os avanços no desenvolvimento de novos materiais e o desenvolvimento tecnológico proporcionam aos

projetistas a busca por inovação e renovação no processo de projeto (GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015; LIU *et al.*, 2019). A variedade de materiais, de produtos, de soluções estruturais e de estilos arquitetônicos em que os projetistas precisam decidir e o enorme volume de informações relacionadas aos edifícios são um desafio para as equipes de projeto (GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015).

O número de informações necessárias para o desenvolvimento de um empreendimento de construção é muito grande, o que torna esse processo cada vez mais complexo, em diversas áreas. De modo geral, essas informações podem ser caracterizadas como: financeiras (ordens de compra, avaliações de pagamento e ordens de mudança), técnicas (catálogos de produtos, manuais técnicos e projetos), administrativas (recursos humanos e registros), etc. (NGUYEN, 2019; WONG; LAM, 2011).

1.2 JUSTIFICATIVA

Antes de iniciar a discussão propriamente dita, vale ressaltar que é extremamente relevante a definição e a classificação do termo desempenho. Esse “desempenho” é usado com vários significados nas atividades industriais e de negócios (ALMEIDA *et al.*, 2010). A palavra “desempenho” é utilizada de maneira informal e geralmente ligada a um nível de qualidade (SILVA *et al.*, 2014). De acordo com Matitz (2009, p. 17), “esse e outros termos, como sucesso, eficiência, eficácia, metas, objetivos, indicadores, entre outros, nem sempre são utilizados com rigor em termos de precisão conceitual e definição de operação”.

O desempenho pode ocorrer nos âmbitos do processo e do produto, sugerindo formas eficazes para avaliação de acordo com as atividades propostas para o empreendimento de construção. O desempenho do processo depende de métodos eficazes para gerenciar as diferentes fases de um empreendimento, sendo que os resultados do empreendimento dependem do cumprimento dos objetivos de tempo, custo e qualidade (DIN; ABD-HAMID; BRYDE, 2011; HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2010). Já o desempenho do produto pode ser definido como o comportamento em uso, em que o cliente, como pessoa, organização ou representante, é um importante fator de sucesso (KNOTTEN; LÆDRE; HANSEN, 2017).

O desempenho geral de um empreendimento de construção, segundo Mesa, Molenaar e Alarcón (2016), representa o processo de tomada de decisão estratégica de um proprietário e o impacto dessas decisões nos relacionamentos da cadeia de suprimentos, dos processos de projeto e dos

resultados de desempenho do produto. O gerenciamento eficiente destes recursos permitirá que a empresa use melhor seus recursos materiais, financeiros e humanos para alcançar uma maior qualidade e, em última análise, maiores lucros (ZAVADSKAS *et al.*, 2014), considerando que a qualidade dos produtos ou serviços não se concentra apenas na entrega final, mas também na qualidade de todo o processo (TAM; LE, 2007).

Já o conceito de desempenho ligado à edificação vem desde os tempos antigos, como era descrito em um artigo específico do código do rei Hamurabi, que reinou na Babilônia entre 1955 e 1913 a.C., o qual afirma: “Se um construtor constrói uma casa para alguém, e não a constrói adequadamente, e a casa que ele construiu cai e mata seu dono, esse construtor será morto” (KING, 2005, s/p).

O Código de Defesa do Consumidor brasileiro determina que responsabilidade é do construtor,

independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos (BRASIL, 1990, s/p).

Tanto no campo de pesquisa como em documentos padrões existentes, nacionais e internacionais, existe uma quantidade crescente de trabalhos que destacam as questões relacionadas aos requisitos do usuário e ao conceito de desempenho na construção (CBIC, 2013; ABNT NBR 15575-1, 2013; ISO 19208, 2016). A ABNT NBR 15575:2013 foi a primeira norma brasileira a estabelecer critérios de projeto e especificações mínimas, definindo responsabilidades aos agentes envolvidos em todas as fases do empreendimento: construtores, projetistas, fornecedores e usuários (GONÇALVES, 2018).

Com a função de garantir um padrão mínimo de qualidade e de desempenho para edificações residenciais, as normas de desempenho avaliam e regulamentam o setor da construção civil quanto ao atendimento às exigências do usuário ao longo da vida útil (LORENZI, 2013; SORGATO; MELO; LAMBERTS, 2013). A implementação de tais normas demanda adaptação nos processos das empresas do setor da construção civil, e agrega ao edifício mais qualidade na concepção, na elaboração e na construção, sendo que tudo isso constitui parte integrante da exigência do usuário (ABAURRE, 2014; SORGATO *et al.*, 2014; VANIER; LACASSE; PARSONS, 1996), ainda que muitos profissionais da indústria da construção considerem as normas de regulamentação como um documento muito técnico e nem sempre

julguem a infraestrutura, funções e expectativas sociais e institucionais (MEACHAM; VAN STRAALLEN, 2018).

A principal atualização das versões de janeiro de 2017 e junho de 2018 do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) está relacionada com o acréscimo dos requisitos da norma de desempenho, em que a organização terá que comprovar o desempenho dos componentes da edificação quanto aos requisitos do usuário estabelecidos na norma. Assim, as empresas terão que criar mecanismos de avaliação para cada um dos parâmetros, tanto no processo de projeto, quanto no Plano de Qualidade da Obra (PQO) (BRASIL, 2017; 2018). Além disso, o processo de projeto deverá assegurar que os requisitos de desempenho estão sendo devidamente considerados e tratados, incluindo aqui os procedimentos de análise crítica e validação (BRASIL, 2017; 2018).

No estudo de caso realizado por Oliveira e Mitidieri Filho (2012), foram consideradas as modificações necessárias no processo de projeto para atender à referida norma. Primeiramente, os autores reforçam a necessidade de modificações no processo de projeto de edifícios e, para isso, é necessária a qualificação dos projetistas. Outra questão levantada pelos autores é quanto aos aspectos de durabilidade e vida útil, nos quais destacam a importância da definição prévia de períodos de inspeção e a troca de materiais incorporados ao manual de uso, operação e manutenção do empreendimento. Por último, deve-se exigir dos fornecedores a apresentação de laudos técnicos sobre seus produtos.

Em estudo publicado por Paula, Uechi e Melhado (2013), identificou-se entre as empresas pesquisadas a insistência em manter uma postura passiva diante das demandas de mercado, tomando decisões de acordo com o momento, além de uma série de deficiências em suas práticas gerenciais, entre elas, destacam-se: (i) necessidade de atualização e de capacitação para sua implementação; (ii) estudo e aplicação de *softwares* de projeto para medição de desempenho; e (iii) ausência de documentação de ensaios em produtos, especialmente os brasileiros.

Kern, Silva e Kazmierczak (2014) compararam a norma brasileira de desempenho e o código técnico espanhol e identificaram algumas contribuições que foram utilizadas na implementação na Espanha e que poderiam ser consideradas no Brasil: (i) implantação gradual, que facilita a adaptação de profissionais e fornecedores; (ii) criação de meio de comunicação entre responsáveis pela Norma e usuários; (iii) definição de documentos e conteúdos para o

cumprimento da norma para projetistas, programas de divulgação e discussão com os principais fornecedores de cada área envolvida.

Okamoto e Melhado (2014) estudaram os impactos causados pela norma no processo de projeto e identificaram que (i) há a necessidade de coordenação entre leis e códigos de obras; (ii) construtoras e incorporadoras deverão rever os processos de projetos, de compras, de contratação, de construção e de pós-obra; (iii) as empresas deverão conhecer o comportamento de seus edifícios; (iv) os agentes participantes do processo não estão preparados para trabalhar com a norma; (v) existe pouco envolvimento das empresas para se adaptarem à nova realidade.

No trabalho de Santos *et al.* (2016), foram investigados projetistas e empresas construtoras na adoção de requisitos e de critérios de desempenho de edificações. Os autores observaram que existe a busca por conhecimento e aplicação dos itens da norma, mas ainda há o desafio no estabelecimento de rotinas próprias para atender aos requisitos da norma, no âmbito da especificação de materiais e da realização de novos ensaios.

Cotta e Andery (2016) estudaram o processo de projetos em empresas construtoras de médio e pequeno porte diante da necessidade de implementação da norma e listaram alguns desafios enfrentados pelas empresas: (i) falta de conhecimento a respeito da norma e das exigências associadas ao processo de projeto; (ii) falta de projetistas qualificados; (iii) falta de informações técnicas de materiais e de sistemas construtivos; (iv) processo de gestão de projetos pouco estruturado, com procedimentos e mecanismos de controle precários.

Já no trabalho de Pinheiro e Andery (2016), foi estudado o processo de projeto de sistemas prediais, focados na demanda de melhoria dos requisitos de desempenho das edificações. Estudaram aspectos como critérios para seleção de projetistas, definição de escopo dos projetos, mecanismos de coordenação e integração entre as especialidades e chegaram à conclusão de que a mudança de mentalidade das empresas e dos profissionais frente à melhoria da qualidade dos edifícios cresce a cada dia devido a própria consciência dos profissionais pela necessidade de melhoria e as novas exigências formais instauradas pela ABNT NBR 15575:2013.

Enquanto isso, na indústria da construção, a modelagem de informações da construção (BIM - *Building Information Modeling*) tem sido amplamente utilizada como uma metodologia de projeto auxiliada por computador (BINA; MOGHADAS, 2020). A utilização de recursos BIM, para o projeto e o gerenciamento das informações de desempenho do edifício ao longo das fases do empreendimento de construção, é vital para a operação da indústria da AEC (OTI *et al.*,

2016; ZANCHETTA *et al.*, 2017). Nesse sentido, aumentam os desafios exigidos aos projetistas e construtores quanto a integração das análises de desempenho dos edifícios no processo de projeto e construção (REEVES; OLBINA; ISSA, 2012).

O BIM é definido por Wong, Salleh e Rahim (2015, p. 3) “como um conjunto associado de processos de modelagem para produzir, inserir, compartilhar e gerenciar as informações em um modelo centralizado para melhorar os processos de projeto, construção, uso, operação e manutenção”. Em outras palavras, o gerenciamento das informações do edifício, nas diferentes fases do empreendimento, do projeto arquitetônico à manutenção pós-ocupação, pode ser suportado em um único ambiente tecnológico comum (SAMPAIO, 2015).

Ainda assim, é importante monitorar e verificar a edificação durante todas as fases do empreendimento de construção para garantir o desempenho e a durabilidade do edifício. O monitoramento e a verificação do desempenho do edifício envolvem diferentes interessados, como: ocupantes, incorporadores, contratados e departamentos de sistemas de gestão da qualidade. As informações de desempenho precisam ser compartilhadas e trocadas entre as diferentes partes interessadas. Como exemplo, pode-se citar os clientes, com preocupações relacionadas ao conforto ambiental¹, os construtores, com a necessidade de coletar informações da produtividade dos trabalhadores durante o estágio da construção, o pessoal do sistema de gestão da qualidade, com a necessidade de verificar se o sistema está em conformidade com os requisitos regulamentares.

Durante todo o processo de concepção de um empreendimento, vários são os objetivos e as metas desejadas entre todas as etapas deste processo, seja no desenvolvimento do projeto, na contratação de fornecedores e de empreiteiros, ou na entrega final do edifício e a busca pela satisfação do cliente. No entanto, todas estas etapas envolvem diferentes percepções entre os principais participantes sobre os critérios de avaliação do desempenho do produto e do processo.

Este estudo se insere na linha de pesquisa “gestão e sustentabilidade da construção civil” do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PECC) da Universidade de

¹ Quando se trata do conforto ambiental refere-se ao ambiente dos espaços internos e externos do edifício, incluindo ambiente interno de ar, ambiente térmico interno, ambiente de umidade interna, ambiente de som de construção e ambiente de luz de construção. O desempenho ambiental do edifício pode afetar significativamente a saúde e o bem-estar das pessoas (ZHONG *et al.*, 2018).

Brasília (UnB). Nessa linha dentro do conceito de desempenho de edificações e gestão do empreendimento de construção foram desenvolvidas:

- Maciel (2019) analisou a demanda energética para climatização de fachadas ventiladas para regiões climáticas brasileiras;
- Gonçalves (2018) estudou o fluxo de informações dentro do processo BIM como foco na avaliação do desempenho térmico, acústico e o custo das decisões projetuais;
- Otero (2018) elaborou uma ferramenta de gestão de riscos baseada na teoria dos conjuntos *fuzzy* para suporte à garantia do desempenho de edificações habitacionais
- Santos Filho (2016) analisou o desempenho térmico e acústico de fachadas ventiladas de porcelanato à luz da norma de desempenho em Brasília-DF

A relevância da presente tese centra-se no fluxo de integração das informações o desempenho do edifício, ao longo das fases de desenvolvimento do empreendimento de construção, tais como viabilidade, projeto, planejamento, construção e operação, utilizando o BIM. Parte-se do pressuposto de que as avaliações do edifício ocorrem não somente no nível do produto (acabado), como também durante as fases do empreendimento.

Nesse sentido, propõe-se um modelo que auxilie na inserção dos requisitos de desempenho do edifício ao longo do desenvolvimento de um empreendimento de construção, com o objetivo de dar suporte à integração dessas informações, tanto no gerenciamento das fases do empreendimento de construção como também no comprometimento dos profissionais envolvidos no processo.

1.3 QUESTÕES DA PESQUISA

Embora o conceito de desempenho tenha sido defendido por seu potencial para suportar muitos requisitos para o desenvolvimento de um empreendimento de construção nas últimas décadas, ainda é um desafio a integração das atividades relacionadas ao desempenho do edifício ao longo dos vários estágios de desenvolvimento empreendimento de construção. A questão que sustenta o desenvolvimento desta pesquisa de doutorado é:

É possível criar um contexto favorável para a gestão do empreendimento de construção que garanta o atendimento aos requisitos de desempenho do edifício,

não apenas nas soluções técnicas de projeto, mas também nas soluções ao longo do ciclo de vida da edificação pelas empresas construtoras?

A partir disso, as seguintes questões foram definidas:

Q1: Qual o impacto que a aplicação de regulamentos da construção provoca no gerenciamento de empreendimentos de construção?

Q2: De que forma as informações referentes ao desempenho do edifício podem ser gerenciadas ao longo das fases do empreendimento de construção?

Q3: Quais são as diferenças na percepção de desempenho das perspectivas dos agentes envolvidos?

Q4: Até que ponto essa integração entre PROCESSO e PRODUTO auxilia na melhoria do desempenho do edifício?

Q5: Até que ponto essa integração entre PROCESSO e PRODUTO pode ser um fator de sucesso do empreendimento de construção?

Q6: Como as decisões são tomadas no desenvolvimento do projeto para atingir esses objetivos?

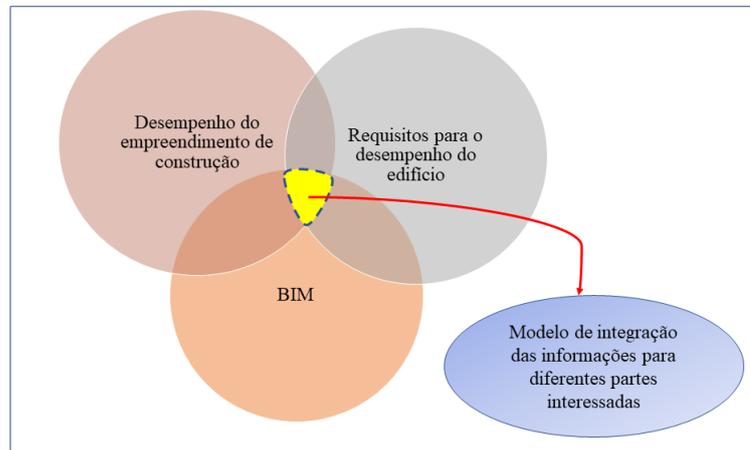
Todas estas questões foram levantadas após a realização do levantamento sistemático da literatura, em que foi identificado uma lacuna do conhecimento quanto ao efeito mediador entre o desempenho do edifício e o desempenho do empreendimento de construção. Além disso poucos estudos tentaram entender a relação dos agentes envolvidos em cada etapa desse processo. Para colmatar essa lacuna, essa pesquisa explora o conceito de desempenho na perspectiva das fases do empreendimento de construção e das várias partes interessadas na construção (cliente, construtores, fornecedores e contratados).

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A temática do presente estudo aborda um inter-relacionamento entre o desempenho do empreendimento de construção e os requisitos para a garantia do desempenho do edifício, bem como a ferramenta que possa auxiliar a integração destas informações ao longo das fases do empreendimento. Foram identificados os assuntos relacionados à temática da tese: desempenho

da edificação, desempenho do empreendimento de construção e avaliação de desempenho – maior ênfase foi dada aos dois primeiros assuntos, os quais contemplam abordagens necessárias para a garantia de desempenho do produto, conforme ilustrado na Figura 1.1.

Figura 1.1 – Delimitação da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2020)

Dentro do domínio do desenvolvimento do empreendimento de construção, esta pesquisa tratará das fases do empreendimento, com foco nas etapas de viabilidade, projeto, planejamento, construção, uso, operação e manutenção, monitoramento e retroalimentação.

Para a integração do desempenho do processo e os regulamentos de construção, no contexto desta tese, foi utilizada a ABNT NBR 15575:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho. No Brasil, esta norma tem como objetivo avaliar e regulamentar o setor da construção civil, fazendo com que as empresas garantam um padrão mínimo de qualidade das edificações residenciais para que atendam aos requisitos do usuário. Além disso, esta norma também apresenta as responsabilidades para cada agente envolvido, conduzindo-os a assumir mais responsabilidades por suas decisões e atitudes (OKAMOTO, 2015).

Tendo em vista a extensão das normas NBR 15575, a aplicação do *plug-in* NBR15575 proposto se restringe aos requisitos aplicados aos sistemas de vedações verticais internas e externas, descritos em sua parte 4, já que o objetivo desta pesquisa é torna-la como referência para aplicação e ampliação da ferramenta desenvolvida.

1.5 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral desta tese é estabelecer um modelo de fluxo de informações para diferentes partes interessadas, a fim de envolvê-las no esforço colaborativo de melhoria contínua do desempenho do edifício envolvendo as fases do empreendimento de construção, incorporado ao BIM.

Para este fim, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- a) conduzir um mapeamento sistemático da literatura (MSL) sobre a conexão entre o desempenho do empreendimento de construção e o desempenho do edifício;
- b) compreender as principais dificuldades e desafios na implementação de requisitos para o desempenho do edifício no contexto de desenvolvimento do empreendimento de construção;
- c) identificar e definir as responsabilidades e autoridades dos agentes envolvidos;
- d) desenvolver uma ferramenta que auxilie na aplicabilidade da norma de desempenho no desenvolvimento do empreendimento ao longo das etapas de projeto, construção, uso, operação e manutenção, incorporado ao BIM;
- e) assegurar a retroalimentação contínua do desempenho em cada etapa do projeto.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, os quais serão apresentados a seguir:

No Capítulo 1, são levantadas as justificativas da pesquisa com o estudo sobre os aspectos de gestão do empreendimento e os obstáculos existentes para a implementação da norma de desempenho nos processos da empresa. São definidas as questões que nortearam a pesquisa, sendo delimitado o escopo do trabalho e definidos os objetivos geral e específicos.

A revisão bibliográfica foi intensiva e buscou mapear o conhecimento a respeito do tema sob vários pontos de vista, tanto os de natureza tecnológica, quanto os gerenciais. Foram revistos os conceitos básicos sobre desempenho do empreendimento de construção e desempenho do edifício. Além disso, foi necessário buscar ferramentas que auxiliem esse processo integração da informação, neste caso integradas ao *Building Information Modeling* (BIM). Estes assuntos foram tratados no Capítulo 2.

Já o Capítulo 3 está voltado para a descrição da metodologia *Design Science Research* (DSR) adotada na pesquisa. Inicialmente são discutidos os conceitos e a justificativa para a escolha desse método, as estratégias de pesquisa, o delineamento, a descrição do desenvolvimento da pesquisa e as fontes de evidência.

O Capítulo 4 corresponde ao ciclo de compreensão da pesquisa, em que foram apresentados os resultados obtidos por meio do levantamento sistemático da literatura, referentes à identificação das informações de desempenho com base nos parâmetros do empreendimento de construção e do edifício. Em seguida, foi realizado o diagnóstico com profissionais do setor da construção civil quanto à aplicabilidade da norma de desempenho em empresas construtoras.

O Capítulo 5 apresenta a descrição do artefato desenvolvido, como foi realizado a sua apresentação aos profissionais participantes dessa pesquisa e a avaliação dos mesmos, além da análise quanto à sua aplicabilidade.

No Capítulo 6 estão apresentadas reflexões a respeito do desenvolvimento do tema, juntamente com as sugestões para trabalhos futuros que possam dar continuidade aos conhecimentos desenvolvidos nesta pesquisa.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem por objetivo a apresentação do conceito de desempenho. Inicia-se com a apresentação de alguns conceitos básicos de desempenho do empreendimento de construção. Foram discutidas as questões relacionadas ao papel das partes interessadas e as fases do empreendimento de construção. Em seguida, discute-se o desempenho das edificações, destacando aspectos de regulamentação da construção civil, a norma de desempenho no Brasil e os requisitos e especificações de desempenho. Para finalizar, discute-se sobre a importância da integração das informações, o uso do BIM e a importância da interoperabilidade.

2.1 DESEMPENHO DO EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO

Um projeto é “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” (PMI, 2017, p. 4). Quando se trata de um projeto voltado para o empreendimento de construção (*construction project*) corresponde a um conjunto de vários processos e atividades, conectados para executar de acordo com o que foi planejado (ZHU; MOSTAFAVI, 2017). Kim *et al.* (2015) conceituam como sendo um conjunto diversificado de partes interessadas que possuem sua própria hierarquia organizacional.

A indústria da construção é uma indústria baseada em projetos, sendo que empresas variadas compõem uma organização multidisciplinar temporária para construir várias instalações com base em contratos e especificações (ZHANG; NG, 2012).

Um empreendimento de construção evolui em diferentes estágios que representam diferentes processos e envolvem diferentes partes. Em cada etapa, o controle do processo é essencial. Tem como objetivo monitorar e controlar o desempenho do processo para atingir os objetivos finais do empreendimento. Os estágios iniciais do desenvolvimento do empreendimento, são cruciais para seu sucesso (HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2009, p. 2).

A implementação bem-sucedida de empreendimentos de construção nesse mercado competitivo desempenha um papel significativo no sucesso da empresa (KABIRIFAR; MOJTAHEDI, 2019). Os empreendimentos de construção precisam de coordenação para atender ao sucesso planejado (KABIRIFAR; MOJTAHEDI, 2019). A organização bem-sucedida do

relacionamento entre a coordenação e as partes interessadas parece dar uma contribuição significativa para o sucesso do empreendimento (HAQ *et al.*, 2018, 2019), pois os processos são resultado das decisões estratégicas e do gerenciamento entre seus participantes (MESA; MOLENAAR; ALARCÓN, 2016). Os processos são estabelecidos com a definição do escopo, o projeto e a construção. Os resultados são definidos pelos custos, pelo prazo e pela qualidade. Assim sendo, o desempenho geral de um empreendimento pode variar de acordo com suas características, tais como o tipo de empreendimento, a fase do empreendimento, o tipo de contrato e o suporte da alta direção (YU; JEON; KIM, 2015).

A literatura tem relatado problemas críticos relacionados ao desempenho de empreendimentos de construção, incluindo má qualidade, falta de controle no orçamento, falta de pontualidade, construção insegura, insatisfação do cliente e a falta de retroalimentação para um novo processo, o que aumenta a exigência de maior integração dos processos (KABIRIFAR; MOJTAHEDI, 2019; LI; LU; HUANG, 2009; WANG; FANG; FU, 2019). Torna-se crucial, portanto, definir especificamente cada fator e examinar como cada um interage com o sucesso do empreendimento (WANG; FANG; FU, 2019).

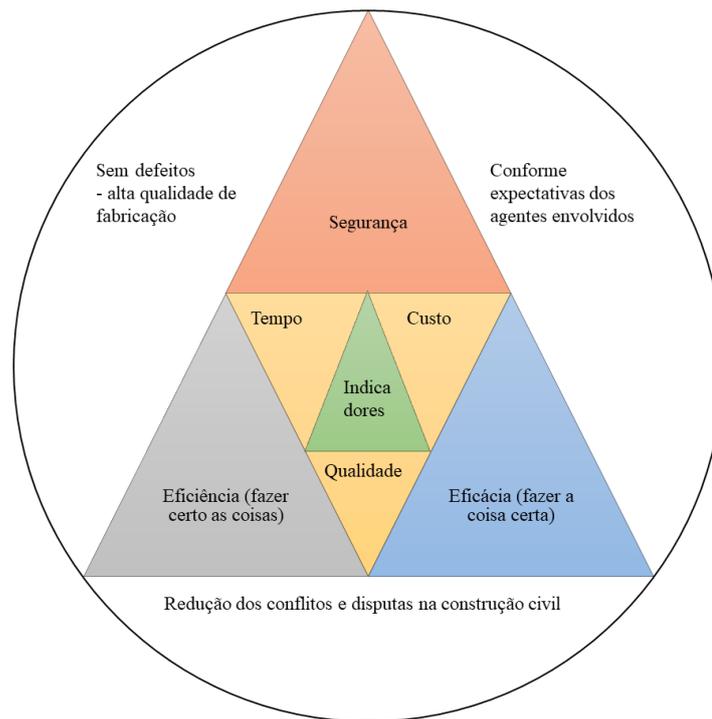
A avaliação do desempenho do produto, em alguns estudos tradicionais, baseia-se em fatores de tempo, de custo e de qualidade, frequentemente chamados de “triângulo de ferro”, porém esses fatores ignoram aspectos relacionados ao nível de complexidade de um empreendimento de construção (HERAVI; ILBEIGI, 2012; KULATUNGA; AMARATUNGA; HAIGH, 2011; NGACHO; DAS, 2013; TOOR; OGUNLANA, 2010; WANG *et al.*, 2016).

Tempo, custo e qualidade são os três elementos mais essenciais dos empreendimentos de construção, usados para determinar e medir o sucesso do projeto (KABIRIFAR; MOJTAHEDI, 2019; PARK, 2009). Isto significa que o desempenho do empreendimento pode ser definido como a medida em que as metas são alcançadas e permanece dentro do orçamento programado, com os padrões de qualidade mantidos, refletidos apropriadamente no seu sucesso (ZAMAN *et al.*, 2019).

Na pesquisa realizada por Toor e Ogunlana (2010), foram entrevistados agentes envolvidos em todo o processo de desenvolvimento de um empreendimento e os resultados demonstraram que os especialistas, apesar de conscientes sobre o popular “triângulo de ferro”, estão preocupados significativamente com a eficiência e a segurança dos empreendimentos e que, portanto, começam a pensar além das medidas tradicionais para avaliação de desempenho.

Na Figura 2.1, Toor e Ogunlana (2010) sugerem uma estrutura conceitual que devem ser consideradas na medição de desempenho em empreendimentos de construção. Existem três níveis nos quais os indicadores devem ser vistos: as questões relacionadas ao tempo, ao custo e à qualidade são o núcleo da avaliação do desempenho do empreendimento, que é convencionalmente conhecido como o triângulo de ferro (TOOR; OGUNLANA, 2010).

Figura 2.1 – Critérios de medição de desempenho do empreendimento de construção



Fonte: adaptado de Toor e Ogunlana (2010)

O triângulo de ferro não é mais a única medida com base nas quais o sucesso de um empreendimento deve ser avaliado. Critérios como a segurança, o meio ambiente e a eficiência se tornaram medidas de sucesso e são igualmente importantes para que um empreendimento seja executado no prazo, no orçamento e de acordo com as especificações (ALZHRANI; EMSLEY, 2013; TOOR; OGUNLANA, 2010).

É necessário, no entanto, construir um método padrão para avaliações de empreendimentos, de participantes e clientes (HWANG; TAN; SATHISH, 2013). Isso é essencial para garantir um equilíbrio sustentável entre esses elementos com referência ao sucesso dos empreendimentos de construção, sendo fundamental, particularmente, na execução dos deveres exigidos e das metas definidas para as principais partes interessadas vinculadas ao empreendimento (KABIRIFAR; MOJTAHEDI, 2019).

2.1.1 O papel das partes interessadas

O sucesso do projeto é diferente para diferentes partes interessadas (TOOR; OGUNLANA, 2010). É necessário compreender e posicionar os papéis de cada agente envolvido em todos os estágios de desenvolvimento do empreendimento e esclarecer seus direitos e responsabilidades para analisar a sua estrutura de governança (LI *et al.*, 2019). Quanto maior o nível de envolvimento entre as equipes, mais consistência haverá no desempenho do projeto (DIN; ABD-HAMID; BRYDE, 2011; GOSLING *et al.*, 2015).

Em um projeto típico de construção, inúmeras equipes são formadas temporariamente (WU *et al.*, 2019; ZHANG; NG, 2012), contemplando atividades realizadas por diversos agentes, os quais atuam de maneira sequencial e/ou simultânea (CROITOR, 2008). Para alcançar as metas de desempenho, várias disciplinas são envolvidas (infraestrutura, engenharia mecânica e elétrica, instalações hidrossanitárias e outras atividades relacionadas à construção), em diferentes estágios do empreendimento (GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015; MAT ISA; SAMAN; PREECE, 2015; WU *et al.*, 2019).

Zhang e Ng (2012) destacam a importância que os membros da equipe têm ao compartilharem seus conhecimentos diversos e estabelecerem entendimento mútuo, a fim de obter maior colaboração e buscar, em conjunto, soluções eficazes para melhoria da eficiência do trabalho. Esses tipos de projeto não são uma simples coleção de pequenos projetos individuais; ao contrário, eles são integrados por uma perspectiva organizacional para gerenciamento unificado e melhor coordenação (LI *et al.*, 2019).

A participação de empresários, projetistas, contratados, subcontratados, especialistas, consultores, entre outros, indica a natureza multidisciplinar dos empreendimentos de construção e essas partes interessadas geralmente apresentam uma gama de interesses que devem ser atendidos (CHEN; CHEN, 2007; JHA; CHOCKALINGAM, 2009; OPPONG; CHAN; DANSOH, 2017). As equipes têm heterogeneidades em relação a contextos culturais, conhecimentos, valores, habilidades e experiências profissionais (WU *et al.*, 2019). A partir de estudos de Göçer, Hua, Göçer (2015), a Figura 2.2 mostra o envolvimento das equipes ao longo das fases do empreendimento, em que diferentes agentes realizam avaliações ou estão interessados em resultados de avaliação.

Figura 2.2 - O interesse dos agentes nas fases do empreendimento de construção

Agentes envolvidos	Viabilidade	Projeto		Construção	Uso, operação e Manutenção		Demolição e reciclagem			
Proprietário (P) Usuário (U) Financiador (F) Corretor de imóveis (C) Incorporador (I)		P	I	P	I	P	U	R	P	
Projetista (Pr) Mão de obra (M) Engenheiros (E) Construtores (Co) Gestores de instalações (G)	Pr	M								
		Pr	M	Co	Pr	M	Pr	M	Pr	M
		G			G		G			
Autoridades				Regulação e especificações						

Fonte: adaptado de Göçer, Hua e Göçer (2015)

Kärnä e Junnonen (2016) destacam a necessidade de avaliação de desempenho de todos os envolvidos na produção do empreendimento a fim de aprimorar os pré-requisitos de colaboração, as habilidades dos participantes, além de agregar valor ao empreendimento. Independente da organização das relações entre os agentes, as informações coletadas e produzidas nas diversas fases do empreendimento estão conectadas, ainda que em diferentes níveis de intensidade, e exercem impactos sobre as demais atividades (CROITOR, 2008).

Uma vez que as partes trabalham em equipe e compartilham objetivos comuns, eles devem compartilhar recursos como conhecimento, informações e tecnologia. A troca de recursos depende das partes envolvidas, mantendo confiança absoluta ao não divulgar material confidencial a partes não autorizadas e ao não usar esse material para fins competitivos internos. Recomenda-se que as partes restrinjam o vazamento de dados confidenciais. Os recursos adequados devem ser aqueles que podem ser usados para atingir os objetivos comuns do empreendimento (CHEN; CHEN, 2007, p. 5).

A coordenação e o relacionamento contínuo entre os agentes envolvidos são necessários ao longo de todas as fases do empreendimento; o sucesso depende muito da gestão eficiente das partes envolvidas, das suas interfaces e da capacidade de solucionar problemas que podem ser causados pela má gestão das comunicações durante todas as fases de desenvolvimento do empreendimento (ENSHASSI; MOHAMED; ABUSHABAN, 2009; SHOKRI *et al.*, 2016). Para Sinesilassie, Tabish e Jha (2017), existindo conflito entre os participantes, o espírito de equipe ficaria prejudicado, levando à divisão e à falta de cooperação entre o grupo.

É fundamental, portanto, entender as expectativas de diversos participantes ao longo do desenvolvimento do empreendimento e considerar os fatores relevantes que afetam a implementação de novos processos e encontrar condições colaborativas mais eficazes (PARK, 2009).

2.1.1.1 Formação de equipes

Devido às características únicas de cada empreendimento de construção, vale a pena explorar os efeitos da diversidade de equipes no seu desempenho final (WU *et al.*, 2019). Essas equipes, ao mesmo tempo, devem compartilhar metas e objetivos comuns, transferindo um ambiente de confiança e compromisso, formando uma parceria (GOSLING *et al.*, 2015; MOLLAOGLU; SPARKLING; THOMAS, 2015).

Na esfera do trabalho em equipe, sabe-se que é difícil fazer com que todos os integrantes estejam cientes das contribuições de outros participantes. Por isso, o principal objetivo ao lidar com equipes multidisciplinares deve ser aprimorar o envolvimento, a interação e a comunicação entre os membros das unidades de negócios dentro das organizações (BAIDEN; PRICE, 2011; LAURENT; LEICHT, 2019). Essa característica multidisciplinar é um dos principais fatores que podem influenciar no sucesso ou fracasso do empreendimento, pois leva a possíveis divergências e conflitos em relação às especificações, afetando o seu desempenho (WU *et al.*, 2019).

As equipes devem ser definidas antes da assinatura dos contratos (ainda na fase de viabilidade) (CHEN; CHEN, 2007). Algumas reuniões iniciais devem ser organizadas para trocar expectativas e objetivos entre as partes interessadas. Essas reuniões regulares podem ser aproveitadas para realizar a avaliação do subcontratado (geralmente realizada mensalmente), o que os estimulam a reconhecerem as deficiências no fornecimento de materiais e/ ou serviços, com o objetivo de melhorar seu desempenho durante o processo de construção (NG; TANG, 2008).

A equipe selecionada deve contribuir para a realização das tarefas, mas também deve estar preparada para controlar os processos resultantes e os conflitos de relacionamento que possam surgir (WU *et al.*, 2019). Segundo Sinesilassie, Tabish e Jha (2017, p. 14), “os conflitos seriam prejudiciais ao bom andamento do trabalho e, eventualmente, atrasam a conclusão de todos os trabalhos que exigem cooperação e coordenação entre os diferentes grupos”.

Meng (2012) lista as causas internas e externas dos fatores que influenciam o mau desempenho do empreendimento de construção:

As causas externas que, geralmente, estão fora do controle das equipes do empreendimento podem incluir condições climáticas adversas, condições imprevistas do local, flutuação do mercado e mudanças regulatórias. As causas internas do mau desempenho podem ser geradas pelo cliente, pelo projetista, pelo contratado, pelo consultor e por vários fornecedores que fornecem mão de obra, materiais e equipamentos (MENG, 2012, p. 2).

A equipe de desenvolvimento do empreendimento trabalhando de forma integrada permite que o gestor tenha uma visão mais abrangente de todo o processo. Todos os agentes envolvidos precisam estar cientes, orientados e monitorados, para maior controle dos custos, do prazo e da qualidade. O relacionamento entre o gestor e esses agentes deve ser planejado para melhor definição de uma estratégia de comunicação sobre as possíveis mudanças ao longo das fases do empreendimento, lembrando que cada projeto tem sua especificidade e cabe ao gestor ter um bom relacionamento com todos os agentes envolvidos.

2.1.1.2 Atividades de coordenação de projetos

Qualquer projeto envolve a interação entre diferentes participantes e a maioria das atividades requer um entendimento adequado das necessidades de cada um (SINESILASSIE; TABISH; JHA, 2017). Essa relação entre as partes interessadas, as atividades e as informações podem, portanto, ter uma influência substancial sobre os resultados dos projetos (CROITOR, 2008; OPPONG; CHAN; DANSOH, 2017).

Do ponto de vista organizacional, a coordenação dos agentes envolvidos começa com a definição de objetivos para ações diretas e respostas às demandas das partes interessadas (OPPONG; CHAN; DANSOH, 2017). A coordenação de projetos desempenha um papel notadamente importante, já que é responsável por atuar diretamente nos entraves existentes nas interfaces do projeto, entre as diversas disciplinas, e com a etapa de construção da obra (CROITOR, 2008). Isso resulta em otimização interna do processo de planejamento e agendamento dos requisitos em um nível de projeto (BEMELMANS; VOORDIJK; VOS, 2013).

Para Wang *et al.* (2016), os desafios para o gerenciamento de um empreendimento de construção estão principalmente na falta de detalhamento nos projetos, na complexidade técnica, na dificuldade de coordenação de cada especialidade, na relação custo-benefício das

opções de projeto e na construtibilidade². Melhorar a construtibilidade dos projetos é de responsabilidade de todos os envolvidos (TRIGUNARSYAH, 2007).

Jha e Chockalingam (2011) identificaram os fatores críticos relacionados a atrasos no projeto. Entre eles estão a competência³ do gerente do empreendimento, o monitoramento e o *feedback* dos participantes, o compromisso de todos, a interação entre participantes externos e a boa coordenação entre os mesmos.

Como muitas partes estão envolvidas em um projeto (cliente, consultor, contratado e subcontratados), a comunicação e a coordenação com outras partes são fatores cruciais para a conclusão oportuna do projeto. A comunicação eficaz evita a maioria dos atrasos. Devem ser estabelecidos canais adequados de comunicação e coordenação entre as várias partes durante cada fase da construção. Problemas com a comunicação podem resultar em mal-entendidos e, portanto, atrasos na construção (GÜNDÜZ; NIELSEN; ÖZDEMİR, 2013, p. 7).

Captar e controlar todos os objetivos do projeto orientado para o ciclo de vida do edifício, envolvem dados de vários processos requer um esforço de coordenação significativo (SILVA *et al.*, 2016). Assim, a participação do coordenador de projetos, desde as primeiras etapas do empreendimento, é importante para garantir que as informações relevantes para as etapas subsequentes sejam obtidas logo no início (CROITOR, 2008). É necessário que haja um agente que coordene as diversas fases do empreendimento, da concepção do produto à pós-entrega da obra e que consolide e distribua as informações e definições técnicas relativas a projetos entre os demais agentes envolvidos (CROITOR, 2008).

Uma vez que as alternativas e as interdependências das decisões de projeto são muitas vezes complexas para serem avaliadas por apenas uma pessoa, os projetos são regularmente coordenados durante as reuniões da equipe, nas quais os especialistas explicam seus projetos e apresentam as implicações de suas alternativas (SCHADE; OLOFSSON; SCHREYER, 2011).

2.1.1.3 Relação empresários-empreiteiros

Os empreiteiros são os participantes mais importantes do projeto e seu comportamento tem ganhado cada vez mais atenção para melhorar o desempenho (LIU *et al.*, 2019). O desempenho de um empreiteiro pode ser impactado pelo desempenho de outros empreiteiros durante a

² A construtibilidade também é definida como a capacidade da condição do projeto de permitir a utilização ideal dos recursos de construção (O'CONNOR; RUSCH; SCHULZ, 1987).

³ Competência: Recursos técnicos, habilidades de liderança e recursos de monitoramento fazem parte da competência do gerente de projetos (JHA; CHOCKALINGAM, 2011).

construção de várias formas, pois, quando um empreiteiro não consegue concluir uma tarefa com base no prazo estabelecido, os serviços subsequentes atrasarão no início atividades (ABBASIAN-HOSSEINI; LIU; HSIANG, 2017).

Os empreiteiros envolvidos em uma construção constituem uma rede que envolve pessoas, organizações, equipes, etc. A conformidade dos serviços é uma das influências desta rede. Nesse sentido, a qualificação se faz necessária para o sucesso do empreendimento (DOLOI, 2009; KÄRNÄ; JUNNONEN, 2016).

O processo de parceria percorre todo o ciclo de vida de um empreendimento de construção, que pode durar alguns anos (por exemplo, as parcerias de projeto) e até se espalhar para uma série de empreendimentos em um relacionamento estratégico de longo prazo (por exemplo, parceria estratégica) (HONG; CHAN; CHAN, 2012, p. 11).

Wang *et al.* (2016) testaram em empresas chinesas as relações entre os empreiteiros, as parcerias, os gestores de projeto e os resultados dos empreendimentos entregues. Os autores verificaram que a parceria está envolvida em todas as áreas, especialmente entre clientes e projetistas. Ainda segundo o estudo, para melhorar sistematicamente a capacidade de gerenciamento do projeto, deve-se concentrar esforços em quatro fatores: planejamento e construção, resolução de conflitos, otimização do projeto e utilização de técnicas inovadoras.

As vantagens da parceria incluem compartilhamento de risco, resolução de problemas aliados, melhoria de vantagens competitivas, aumento de novos mercados, impulsos de produção e benefício; tudo isto em conjunto resulta no sucesso do empreendimento (CHEN; CHEN, 2007). O estudo realizado por Wang *et al.* (2016) revelou que a formação de parcerias pode ajudar os empreiteiros a ganhar a confiança das partes interessadas, o que é significativo para o sucesso a longo prazo dos contratados nos mercados competitivos. Por exemplo, Jha e Chockalingam (2011) consideram que uma boa comunicação entre a equipe envolvida e os fornecedores garante a chegada oportuna de suprimentos.

No entanto, Zhang e Qian (2016) observaram uma falta de clareza nesta relação proprietário-empreiteiro em empreendimentos de construção, caracterizados pela temporalidade e pelos riscos de pagamento. As relações contratuais entre as empresas muitas vezes são baseadas em práticas de trabalho comum, cláusulas contratuais secundárias e obrigações morais (LEHTIRANTA *et al.*, 2012). Normalmente, após o projeto básico, sugere-se que os proprietários do empreendimento exijam em contratos as especificações técnicas detalhadas

para garantir o desempenho final do produto (XIA *et al.*, 2016). Essas especificações desempenham um papel importante para garantir a satisfação do cliente final (STRAUB, 2010).

Na prática tradicional, empreiteiros e fornecedores não têm ou têm muito pouco envolvimento no estágio de estudo de viabilidade do empreendimento. No entanto, considera-se valioso consultar fornecedores e prestadores de serviços para obter orientação sobre como melhorar a construtibilidade do projeto e obter um melhor entendimento sobre a influência de métodos alternativos de construção, materiais e plantas na sustentabilidade do empreendimento. Como os empreiteiros e fornecedores são conhecedores do processo de construção e das características de vários materiais e instalações de construção, seus papéis em contribuir para uma melhor sustentabilidade do empreendimento são significativos. Eles podem fornecer informações e sugestões sobre os efeitos ambientais das atividades de construção e vários materiais e instalações, tais como geração de resíduos, poluição do ar e sonora, incertezas seguras, consumo de energia, poluição da água (SHEN *et al.*, 2010 p. 4).

De acordo com Menches *et al.* (2008), os empreiteiros dependem de uma série de processos para preparar um empreendimento para desempenho bem-sucedido, envolvendo: preparação, orçamento, planejamento, pré-construção, construção, gerenciamento, controle e encerramento do empreendimento.

A interação entre proprietário e empreiteiro pode produzir efeitos positivos ou negativos no desempenho organizacional (CHEN; ZHANG; ZHANG, 2014). Com uma forte solidariedade entre as partes, o bom relacionamento de longo prazo deve ser cultivado (ZHANG; QIAN, 2016).

2.1.1.4 Participação dos fornecedores no processo

O termo fornecedor abrange subcontratados, fornecedores de materiais, fornecedores de serviços, etc. (BEMELMANS; VOORDIJK; VOS, 2013). De acordo com Straub (2010), os fornecedores são participantes ativos no processo de desenvolvimento geral de um empreendimento.

No caso de fornecedores de serviços, os critérios de seleção são essenciais para verificar se possuem, de fato, os recursos necessários para oferecer uma entrega de alta qualidade (STRAUB, 2010). Da mesma forma que ocorre com os sistemas construtivos, o processo de seleção de fornecedores desenvolvido deve ser flexível o suficiente para atender aos requisitos de gerenciamento de materiais para uma grande variedade de produtos (SAFA *et al.*, 2014).

Percebe-se que cabe aos fornecedores a adaptação de materiais e componentes às exigências de especificações técnicas, especialmente a disponibilização das informações sobre o desempenho, que é uma prática pouco usual na cadeia de fornecimento da construção civil brasileira (SILVA *et al.*, 2014, p. 10).

A aquisição e o gerenciamento de materiais de construção envolvem desafios relacionados à redução de estoque, agilidade na entrega e aumento do controle de materiais, diminuindo o custo total do empreendimento (SAFA *et al.*, 2014). Para alcançar o desempenho exigido em um empreendimento de construção, os contratantes principais dependem cada vez mais dos seus fornecedores (BEMELMANS; VOORDIJK; VOS, 2013). Além disso, o aumento da complexidade dos componentes individuais leva as empresas a buscarem por consultores que são excepcionalmente proficientes no projeto de um componente específico, pois esses indivíduos também têm uma compreensão muito melhor dos meios e métodos necessários para construir e instalar o componente (HALLOWELL; TOOLE, 2009).

Os critérios para seleção e avaliação dos fornecedores levantados por Watt, Kayis e Willey (2010) são: organização, experiência, histórico, qualidade, capacidade, custo, registro de segurança, indicações de outras empresas e relação cliente-fornecedor. Quanto mais rigoroso for o critério de seleção, maior a qualidade das empresas contratadas (LING; ANG, 2013). A falta de avaliação do desempenho do fornecedor durante a avaliação do desempenho da construção reduz a possibilidade de melhoria no setor de suprimentos da construção, ignorando questões de custo, tempo e deficiências de qualidade (THUNBERG; PERSSON, 2013).

Além disso, Eriksson e Westerberg (2011) destacam a importância do ambiente colaborativo, ou seja, a confiança e o compromisso entre os parceiros, de modo que afetem as relações entre esses fatores e os critérios de sucesso. Como exemplo, Azambuja, Ponticelli e O'Brien (2014) salientam a integração entre fornecedores e empreiteiros como uma vantagem competitiva de mercado.

Portanto, não é suficiente concentrar-se apenas em melhorias no processo de produção e atendimento ao cliente, uma vez que o processo de fornecimento de materiais também precisa ser avaliado, para identificar potenciais de melhorias e evitar falhas que poderão se propagar para os processos de produção e de atendimento ao cliente (THUNBERG; PERSSON, 2013).

2.1.1.5 Demandas e requisitos do cliente

O cliente como pessoa, organização ou representante é um importante fator de sucesso (KNOTTEN; LÆDRE; HANSEN, 2017). A qualidade de um produto, independentemente de ser um edifício, é uma avaliação de quão bem suas qualidades (ou suas características, ou atributos) atendem às necessidades do cliente (GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015). Na construção, a satisfação desse cliente pode ser determinada pela medida em que uma instalação física (produto) e um processo de construção (serviço) atendem e/ou excedem as suas expectativas (LEHTIRANTA *et al.*, 2012).

São os clientes que formam suas percepções de qualidade, prazo, orçamento e escopo do empreendimento a partir de suas interações com os agentes envolvidos, tais como contratados, subcontratados e supervisores do local (KNOTTEN; LÆDRE; HANSEN, 2017; NGUYEN, 2019). Como, pode-se apresentar a seguinte situação: o cliente pode direcionar os seus requisitos para a área de sustentabilidade e isso precisa ser claramente transmitido à equipe de projeto durante o processo de *briefing*⁴ (RIBA, 2020).

Do ponto de vista do cliente, o setor AEC também precisa envolvê-lo mais no processo de projeto para garantir que os objetivos do negócio, conforme expressados, sejam atendidos (REN; ANUMBA; YANG, 2013; SCHADE; OLOFSSON; SCHREYER, 2011). Como, pode-se apresentar a seguinte situação: o projeto do produto é iniciado pelos requisitos do mercado que, por sua vez, são baseados na compreensão dos requisitos do cliente em potencial (REN; ANUMBA; YANG, 2013).

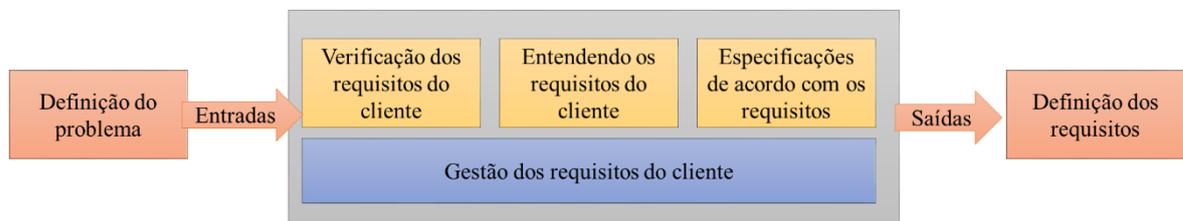
O desempenho de um empreendimento, quando utilizado como referência para medir a satisfação do cliente, reconhece a importância de entender, avaliar e gerenciar as expectativas de forma que os requisitos sejam atendidos (ABI SHDID *et al.*, 2018; LEHTIRANTA *et al.*, 2012). Portanto, é necessário controlar o escopo ao longo das fases do empreendimento, de forma que mais atenção deve ser dada ao gerenciamento do escopo do empreendimento a fim de garantir o seu sucesso (LING *et al.*, 2008).

A Figura 2.3 apresenta o modelo do processo de gerenciamento dos requisitos do cliente, desenvolvido por Haponava e Al-Jibouri (2012). De acordo com os autores, a análise começa

⁴ Processo de *briefing*: identificação precisa das necessidades e requisitos reais do cliente e na sua transmissão à equipe do projeto (SHEN, 2006).

na fase de viabilidade, em que os requisitos do cliente devem ser identificados, priorizados e traduzidos em requisitos neutros para o desenvolvimento da solução.

Figura 2.3 – Processo de gerenciamento dos requisitos do cliente



Fonte: adaptado de Haponava e Al-Jibouri (2012)

É por essa razão que, para Negendahl (2015), é responsabilidade dos projetistas (ou equipes de projeto) pesar e interpretar os requisitos do cliente e informá-lo sobre as consequências de seus requisitos, pois apenas com uma base informada permite-se que o cliente entenda o que está pedindo.

Além disso, uma distinção entre os requisitos técnicos e de serviços ajudará na compreensão do duplo impacto do produto e do processo na percepção de sucesso do cliente. A qualidade técnica refere-se ao que o cliente recebe durante sua interação com uma empresa e é o resultado do processo de produção do serviço (LEHTIRANTA *et al.*, 2012). Também é responsabilidade da equipe de projeto ter um bom relacionamento com os principais clientes e garantir que o conceito de qualidade seja completamente compreendido (JHA; CHOCKALINGAM, 2009).

2.1.2 Fases do empreendimento de construção

O ciclo de vida do produto corresponde à “série de fases pelas quais um projeto passa, do início à conclusão” (PMI, 2017, p. 18). As fases do projeto, neste caso, são “um conjunto de atividades do projeto relacionadas de maneira lógica, culminando na conclusão de uma ou mais entregas” (PMI, 2017, p. 18).

O mapeamento de informações ao longo de todas as fases do empreendimento é complicado pelo número de fases identificadas na literatura (NOKTEHDAN *et al.*, 2019; PARK, 2009; TRIGUNARSYAH, 2007; ZOU; ZHANG, 2009). De acordo com Noktehdan *et al.* (2019), é comum os ciclos de vida do projeto serem divididos em fases baseadas na transferência dos principais produtos (por exemplo, mudança de requisitos para projeto, construção para

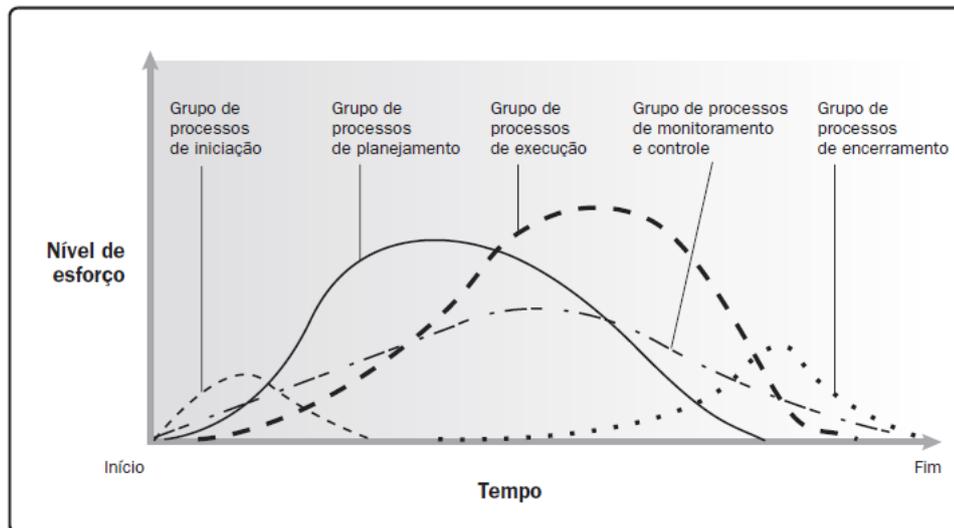
operações e assim por diante) e nas especializações envolvidas no projeto (por exemplo, arquitetos, projetistas e engenheiros).

“Muitos dos processos dentro do gerenciamento de projetos possuem o conceito de elaboração progressiva em ciclos iterativos de criação do projeto, que envolvem a experimentação do usuário, geração de *feedbacks* e revisão do projeto” (PMI, 2017, p. 147). Para cumprir os objetivos do projeto, o guia PMBOK agrupa as atividades de gerenciamento em cinco “Grupos de Processos de gerenciamento de Projetos”, são eles:

- **Grupo de processos de iniciação:** consiste na definição de um novo projeto ou uma nova fase, alinhado às expectativas das partes interessadas e o objetivo do projeto.
- **Grupo de processos de planejamento:** consiste na definição do escopo total do esforço e detalhamento das atividades necessárias para alcançar esses objetivos. A natureza de um projeto pode exigir o uso de ciclos de retroalimentações periódicas para análise adicional.
- **Grupo de processos de execução:** Consiste nos processos executados para conclusão do trabalho que foi definido na etapa de planejamento. Este grupo envolve coordenar recursos, gerenciar o engajamento das partes interessadas, integrar e executar as atividades do projeto.
- **Grupo de processos de monitoramento e controle:** consiste nos processos necessários para acompanhar, analisar e ajustar o progresso e o desempenho do projeto; identificar quaisquer áreas nas quais serão necessárias as mudanças no plano; e iniciar as respectivas mudanças.
- **Grupo de processos de encerramento:** consiste na conclusão ou encerramento formal de um projeto, fase ou contrato. Além disso, verifica-se se os processos definidos estão concluídos em todos os grupos.

Os grupos de processos não são as fases do projeto, mas são processos que interagem dentro de cada fase, ou seja, é possível que todos os grupos de processos correspondam em uma única fase (viabilidade, concepção, projeto, construção, operação, etc.), conforme ilustrado na Figura 2.4 (PMI, 2017). De acordo com Silva (2014), esse grupo de processos pode se referir ao empreendimento como um todo (*project*), ao projeto, à construção ou a todos esses.

Figura 2.4 – Interação dos grupos de processo dentro de um projeto ou fase



Fonte: PMI (2017)

Quando se trata do projeto voltado para o empreendimento de construção, como mostrado nas seções anteriores, ele é caracterizado por sua natureza única, com objetivos de desempenho predefinidos, envolve vários agentes, diferentes fases do empreendimento (EJOHWOMU; OSHODI; LAM, 2017; HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2010). A circulação de informações varia de acordo com as diferentes fases de desenvolvimento do empreendimento e deve ser monitorada cuidadosamente a fim de garantir a relevância e a atualização das informações (EMMITT, 2014).

É possível encontrar inúmeras estruturas de orientação na literatura, as quais podem inspirar os profissionais a alcançar melhores práticas, aumentar conhecimento e implementar ferramentas e sistemas de forma eficaz para várias tarefas e em todas as fases do empreendimento (ALHARBI; EMMITT; DEMIAN, 2015). Como poderá ser visto no Quadro 2.1, pesquisas diferentes incluem diferentes níveis de detalhes para descrever as fases do empreendimento de construção, dependendo do foco de seus estudos.

Dentre as atividades desenvolvidas durante as fases do empreendimento de construção, é possível citar o Plano de Trabalho da *Royal Institute of British Architects* (RIBA, 2020), iniciado em 1963, com o intuito de fornecer uma estrutura que apresentasse maior clareza às diferentes etapas de um empreendimento. Esse trabalho inicial foi continuamente revisado e atualizado ao longo dos anos, seguindo uma tendência nas abordagens de gerenciamento de empreendimentos de construção (EMMITT, 2014; RIBA, 2020).

Quadro 2.1 – Classificação das várias fases do empreendimento de construção.

Pesquisadores	Fases do empreendimento de construção							
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Fase 8
Zou e Zhang (2009)	Viabilidade		Projeto			Construção	Operação	
Park (2009)	Pré-projeto		Projeto		Compras	Construção	Pós-construção	
Hastak <i>et al.</i> (2007, 2008)	Planejamento do empreendimento		Projeto		Gerenciamento dos materiais	Construção	<i>Start-up</i>	
Al Ahababi (2014)	Definição de estratégia	Requisitos do empreendimento	Compras integradas	Proposta baseada em BIM	Projeto Integrado	Construção	Operação	
Lu <i>et al.</i> (2017)	Projeto				-	Construção	Operação	Renovação/ <i>Retrofit</i>
Lim e Mohamed (1999)	Concepção	Planejamento	Projeto		Propostas	Construção	Operação	
Gerth <i>et al.</i> (2013)	Concepção e desenvolvimento do empreendimento		Projeto, estimativa de custos e planejamento da produção			Construção	Entrega e ocupação	
Wang e Chong (2015)	Pré-construção					Construção	Manutenção e operação	
Göçer, Hua e Göçer (2015)	Processo <i>upstream</i>		Projeto			Construção	Uso	Demolição/ reciclagem
Tatari, Castro-Lacouture e Skibniewski (2008)	Proposta do empreendimento e <i>Marketing</i>	Planejamento do empreendimento	Projeto e Construção		Compras	Construção e Controle do projeto	Encerramento e operação	
RIBA (2020)	Definição de estratégia	Preparação do <i>Briefing</i>	Concepção do projeto	Coordenação espacial	Projeto técnico	Construção	Entrega e Encerramento	Uso

Fonte: Autoria Própria (2020)

A primeira tarefa é discutir e acordar um plano apropriado para o empreendimento, levando em consideração os parâmetros do cliente que serão atendidos e os recursos do escritório de projeto (EMMITT, 2014; MESA; MOLENAAR; ALARCÓN, 2016). Durante esta etapa, várias opções são estudadas com detalhes suficientes para estabelecer a viabilidade do empreendimento (MESA; MOLENAAR; ALARCÓN, 2016). O cronograma deve indicar claramente datas críticas e estabelecer uma programação para reuniões da equipe de projeto, revisões estratégicas e os dados de aprovação, bem como a definição de custos e os impactos do empreendimento (EMMITT, 2014). No estágio de projeto, os membros de cada equipe especialista aprimoram as alternativas escolhidas, desde a parte de projeto conceitual até os detalhamentos e especificações. Projetos, especificações e estimativas são preparados durante este processo (MESA; MOLENAAR; ALARCÓN, 2016).

O planejamento deve consistir em um estudo preliminar de viabilidade em um estágio inicial, o que pode levar a grandes decisões (NA *et al.*, 2016). A fase de construção é a realização física dos projetos. Este processo envolve a administração de contratos e a gestão e controle das operações de construção (MESA; MOLENAAR; ALARCÓN, 2016).

Uma vez que o edifício esteja concluído e entregue ao cliente, o processo entrará no próximo estágio: de operação e de manutenção (NA *et al.*, 2016). Em última análise, todo edifício chegará ao fim da vida para ser desativado, envolvendo a demolição e a limpeza para se preparar para a construção de outro novo prédio (HALPIN; SENIOR, 2012). Para Wang *et al.* (2016), é crucial compreender as causas subjacentes profundas para melhorar o gerenciamento do empreendimento para que todos os envolvidos no processo, integrem de maneira ideal os recursos, considerando as fases do empreendimento de construção.

2.1.2.1 Definição do produto

A organização das informações do empreendimento, tais como projeto, a construção e a qualidade dos materiais são exemplos de fatores que contribuem para a satisfação do cliente. Sendo assim, é importante destacar que os estágios iniciais para o desenvolvimento de um empreendimento de construção são críticos para o seu sucesso geral (PARK, 2009). A definição do produto ocorre na primeira etapa de um empreendimento de construção, para estabelecer claramente o que será, a fim de que se obtenha resultados bem-sucedidos (XIA *et al.*, 2016). Embora seja importante garantir a qualidade do produto durante a fase de construção, isso é

igualmente importante para alcançar a qualidade nas fases iniciais, como análise, planejamento e projeto (TOOR; OGUNLANA, 2010).

De acordo com Schade, Olofsson e Schreyer (2011), a etapa de definição do produto é caracterizada por um processo de decisão contínuo e interdisciplinar, baseado no cumprimento de metas que muitas vezes são parcialmente contraditórias, mas possuem um grande impacto no desempenho do ciclo de vida de um edifício, além de possuir interdependências e incertezas. Isto significa que o projeto está evidentemente conectado a definições de funções e processos colaborativos, o que também implica na definição do desempenho da edificação envolvendo uma extensão de indicadores quantitativos e qualitativos (NEGENDAHL, 2015). Para Zhang e Thomson (2019, p. 5), “a essência do desenvolvimento de produtos é a integração de múltiplos conhecimentos⁵ para alcançar as funções desejadas”.

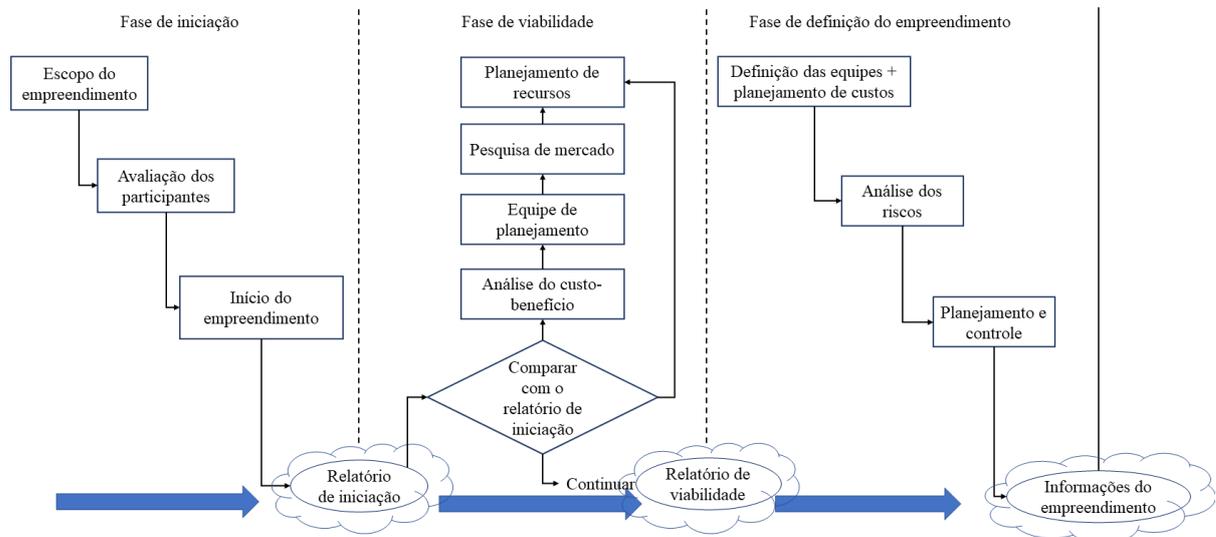
Dependendo da parte interessada, os requisitos de desempenho definem os objetivos do edifício a ser construído para uma finalidade específica, independente de qual solução possa ser escolhida, e podem ser divididos em sub-objetivos individuais, com diferentes atores (FREI; SAGERSCHNIG; GYALISTRAS, 2017; SZIGETI; DAVIS, 2005).

Quando as informações do escopo do empreendimento são claras e bem definidas, os projetistas têm maior flexibilidade e opções de desenvolverem soluções de projeto qualificadas e inovadoras (XIA *et al.*, 2016). Segundo Zimina, Ballard, Pasquire (2012), dedicar um tempo e um esforço maiores para a etapa de viabilidade com os principais envolvidos na equipe é importante para o planejamento de negócios, bem como definir os recursos e as funções desejadas. À medida que o desenvolvimento do produto avança, o custo e o esforço para alterar um projeto aumentam, por isso é melhor detectar possíveis problemas o mais cedo possível (HOLT; BARNES, 2010).

Devido a essa natureza multidisciplinar, o desenvolvimento de um produto é geralmente dividido em tarefas gerenciáveis, atribuídas a profissionais de várias disciplinas (ZHANG; THOMSON, 2019). Haponava e Al-Jibouri (2009) desenvolveram um modelo conceitual da etapa de viabilidade mostrado na Figura 2.5.

⁵ O conhecimento nesse contexto é definido como o entendimento necessário para criar produtos e o grau de maturidade ou “know-how” sobre produtos utilizados por projetistas (ZHANG; THOMSON, 2019).

Figura 2.5 – Modelo conceitual para desenvolvimento da etapa de viabilidade



Fonte: adaptado de Haponava e Al-Jibouri (2009)

As fases propostas do estágio de viabilidade e suas definições foram divididas pelos autores da seguinte forma:

1. Fase de iniciação - fase em que as opções são listadas como uma base para análise dos requisitos do cliente.
2. Fase de viabilidade - fase em que as opções projeto são analisadas e a melhor opção é escolhida.
3. Fase de definição do empreendimento - fase em que a melhor opção é definida, bem como a decisão da continuidade do empreendimento.

A definição do produto corresponde ao primeiro passo entre as fases de um empreendimento de construção e se inicia com a estruturação das ideias, ou seja, a definição do escopo. Esses esforços crescem à medida que as ideias são amadurecidas e as ações passam a ser mais efetivas. É durante a fase inicial de um empreendimento que se busca ter uma visão geral das tarefas e dos trabalhos que nele serão envolvidos, preparando para a etapa de detalhamento e especificações do produto.

2.1.2.2 O processo de projeto

O processo do projeto é uma atividade de engenharia complexa porque requer colaboração entre equipes multidisciplinares, já que envolve muitos agentes com diferentes interesses, em que a

principal meta é alcançar o equilíbrio entre os objetivos competitivos, como segurança, confiabilidade, desempenho e custo (HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2009; REN; ANUMBA; YANG, 2013). É nesta etapa que ocorre a elaboração do escopo geral do empreendimento, do documento com o programa funcional de arquitetura, além da inclusão do escopo do ambiente construído (ex.: edifícios, estruturas, infra-estrutura, instalações e equipamentos), juntamente com uma estimativa conceitual de custos, qualidade e um conjunto de padrões para o projeto (TAM; LE, 2007; ZHAI *et al.*, 2009).

Um empreendimento de construção envolve uma ampla gama de disciplinas diferentes (arquitetura, estrutura, serviços de construção, hidrossanitário, elétrico) trabalhando juntos por um período relativamente curto no projeto e construção de um edifício (REN; ANUMBA; YANG, 2013). Por este motivo, Knotten, Lædre e Hansen (2017) destacam a importância da experiência, da qualidade e da habilidade dos coordenadores de projeto para gerenciamento do processo.

Um bom projeto, normalmente, inclui uma abordagem detalhada em conceitos, análise, procedimentos detalhados de construção, rigor e precisão (ABI SHDID *et al.*, 2018). Um determinado projeto possui qualidade se ele proporcionar ao produto características que atendam às necessidades dos usuários e assegurem sua adequação ao uso (HINO; MELHADO, 2001).

Durante o processo de desenvolvimento, os projetistas aplicam tanto o conhecimento disciplinar para satisfazer cada função, como precisam entender outros conhecimentos para integrar as diferentes funções em um produto inteiro (ZHANG; THOMSON, 2019). Por esse motivo, o desenvolvimento do projeto também se baseia no atendimento aos requisitos técnicos de desempenho e processamento, confiabilidade e análises adequadas (ABI SHDID *et al.*, 2018).

Quando se trata de questões relacionadas ao desempenho funcional da edificação, bem como os custos e os resultados financeiros, vale ressaltar que a qualidade do projeto é fundamental para a qualidade final da edificação, o que torna benéfico para o empreendimento poder controlar o desempenho do processo nos estágios iniciais do processo de construção (HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2009; HINO; MELHADO, 2001). Sendo assim, o pensamento sistemático dos processos que envolvem o desenvolvimento do empreendimento de construção ajuda a identificar e a compreender várias interdependências, interações e dinâmicas de

feedback entre os componentes de um sistema definido e seus impactos no desempenho (ZHU; MOSTAFAVI, 2017). Os projetistas, porém, com um bom conhecimento do produto que está sendo desenvolvido, estão cientes de atividades interdependentes além de suas próprias tarefas (ZHANG; THOMSON, 2019).

2.1.2.3 O planejamento do empreendimento de construção

O planejamento de uma construtora pode ser definido como um sistema de gerenciamento de negócios que integra todos os processos e dados da empresa e dos negócios relacionados aos empreendimentos, incluindo projeto, planejamento, aquisição, construção e uso, operação e manutenção (TATARI; CASTRO-LACOUTURE; SKIBNIEWSKI, 2008). Assim, para muitos autores, o planejamento, geralmente, está associado a um impacto maior ou a um relacionamento mais forte com as métricas que medem o desempenho do empreendimento (KANG; O'BRIEN; MULVA, 2013; WANG; YU; CHAN, 2012).

Segundo Ansari (2019), elaborar o planejamento de um empreendimento de construção confiável é um procedimento complicado. Esse processo requer a identificação de todas as atividades a serem executadas antes da conclusão do empreendimento (ZWIKAEL, 2009). Os atrasos na construção podem acontecer em virtude de incompatibilidades entre projetos e especificações, da falta de coordenação entre especialistas e projetistas, de projetistas com pouco conhecimento de construção, além do tipo, da localização, das dimensões e do prazo de execução estipulado para o empreendimento, que podem interromper o plano inicial e causar conflitos de recursos (ANSARI, 2019; HOSSAIN; CHUA, 2014; ZHU; MOSTAFAVI, 2017).

De acordo com Tatari, Castro-Lacouture e Skibniewski (2008), a funcionalidade do planejamento em empresas de construção abrange as fases do empreendimento por causa da integração entre os dados e os processos. A interação entre os componentes do empreendimento deve ser cuidadosamente tratada para lidar com as possíveis mudanças durante o estágio de construção (ANSARI, 2019). Por outro lado, isso indica que empreendimentos mal definidos não só têm mais probabilidade de sofrer pedidos de mudança, mas também que os impactos são maiores (em porcentagem) assim que as requisições de mudança ocorrem (WANG; YU; CHAN, 2012).

Tatari, Castro-Lacouture e Skibniewski (2008) estruturaram essa integração correlacionada com as implicações para as fases do empreendimento de construção, conforme apresentado na Figura 2.6.

Figura 2.6 – Integração do planejamento com as fases do empreendimento de construção



Fonte: adaptado de Tatari, Castro-Lacouture e Skibniewski (2008)

Assim sendo, melhorar o desempenho dos prazos de entrega do empreendimento requer um sistema de apoio em relação à decisão que monitore com precisão as atividades e o progresso correspondente, preveja potenciais conflitos de recursos e realoque recursos de tal forma que as consequências negativas sejam minimizadas (ANSARI, 2019).

2.1.2.4 Processo de construção do edifício

De acordo com Dulaimi, Ling e Bajracharya (2003, p. 1), “a construção é uma atividade baseada em projeto que precisa ser realizada por várias partes. Cada parte é uma entidade organizacional separada que possui seus próprios interesses e recompensas finais esperadas do empreendimento”. A construção é o estágio de realização dos parâmetros e o valor realizado pode ser diferente do que foi projetado.

Segundo Haponava e Al-Jibouri (2010), um processo de construção começa ainda na fase de projeto com a produção de especificações detalhadas para os passos a serem seguidos e as restrições a serem observadas durante a construção da obra. Os autores afirmam que, uma vez estabelecidas as especificações e os acordos contratuais, a principal tarefa de gerenciamento é controlar o desempenho do processo em curso de acordo com as especificações e os requisitos

estipulados e tomar medidas corretivas, se necessário, para garantir conformidade com metas de desempenho.

Toole e Hallowell (2005) classificaram as atividades de construção como as que estão ligadas ao desempenho da edificação e as que estão ligadas ao processo. As atividades que estão ligadas ao desempenho da edificação afetam o funcionamento do edifício concluído, ou seja, o edifício não terá o desempenho pretendido se a tarefa não for concluída com eficácia. Além disso, tais atividades têm consequências para o usuário final. A segunda classificação envolve o processo de construção quando se trata de duração, custo, nível de segurança, entre outros que, neste caso, afetam todas as empresas e indivíduos associados à construção de um edifício, mas não os usuários finais. Vale ressaltar que essas atividades são interdependentes das escolhas de meios e métodos construtivos.

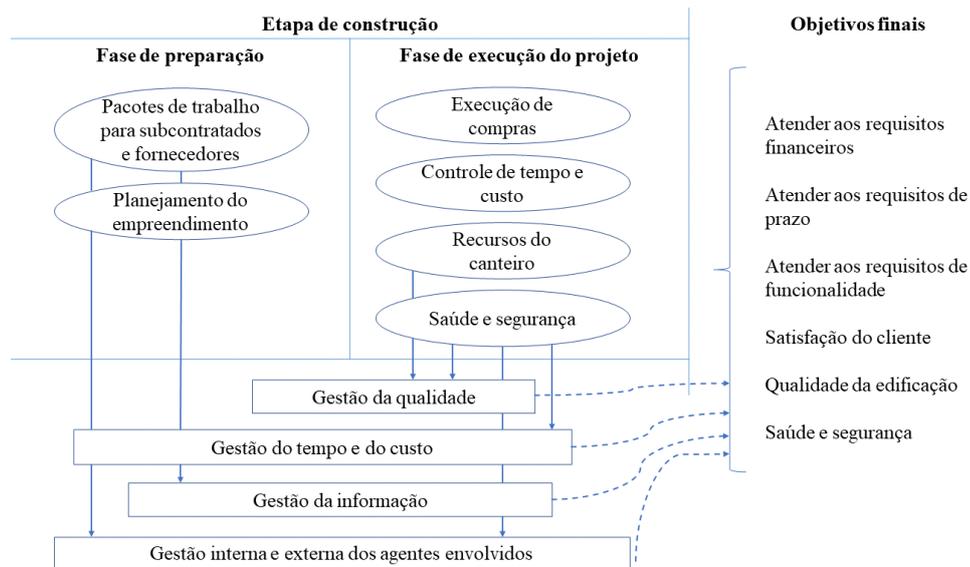
Por outro lado, sabe-se que em um empreendimento de construção, a escolha do método construtivo adotado influencia na duração de cada atividade, que podendo exigir recursos adicionais ou mais eficientes, como, por exemplo, pagar horas extras aos funcionários para aumentar a produtividade ou reduzir o tempo de conclusão (ZHANG; LI, 2010). Nesse caso, o compartilhamento de conhecimento entre as equipes de construção é importante para melhorar o desempenho do empreendimento e o seu resultado final (ZHANG; NG, 2012).

Haponava e Al-Jibouri (2010) desenvolveram uma estrutura sistemática da etapa de construção dividindo-a em duas fases: preparação e construção (Figura 2.7). De acordo com os autores, é durante a fase de preparação que as informações de produção são finalizadas na forma de planos, coordenadas entre as disciplinas de projeto e construção. Quando se trata do gerenciamento das informações nessa interface, deve-se incluir a participação de especialistas em tarefas específicas, isto é, sincronizar os vários profissionais de engenharia (por exemplo, engenharia mecânica, engenharia elétrica e outras partes relacionadas) para atender a diferentes restrições (por exemplo, revisões de projeto causadas por solicitações de alterações) durante o projeto executivo (TEERAJETGUL; CHAREONNGAM, 2008).

A complexidade da conexão entre o projeto arquitetônico e o processo de construção é gerada por vários públicos de diferentes origens e experiências profissionais, além da interação entre eles (GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015). É impossível dominar completamente as condições reais do local de trabalho com antecedência; isso não é tão fácil quanto parece devido ao ambiente dinâmico em torno do projeto durante sua construção (WANG; YU; XUE, 2007; ZHANG; NG,

2012). Assim sendo, é necessária uma atenção considerável ao controle do processo sobre a conformidade do trabalho final em relação às especificações do projeto, pois isso afeta diretamente a qualidade do produto final (ZHANG; NG, 2012).

Figura 2.7 - Estrutura sistemática proposta para o estágio de construção do edifício e as relações com as metas para o empreendimento final



Fonte: adaptado de Haponava e Al-Jibouri (2010)

Na fase final da construção, são realizadas inspeções em todo o edifício, resultando em uma lista de tarefas, na qual constam os itens que precisam ser concluídos antes da aceitação e ocupação do edifício, com o objetivo de garantir que as expectativas dos clientes, bem como os padrões e as normas obrigatórias, sejam atendidas no edifício construído (PREISER; HARDY; SCHRAMM, 2018).

2.1.2.5 Encerramento do empreendimento de construção

O encerramento da construção consiste na entrega do edifício ao cliente e, nesse caso, a fase final do ciclo de vida é iniciada (HALPIN; SENIOR, 2012). Na indústria da construção, o encerramento de um empreendimento é um aspecto importante, pois a sua conclusão bem-sucedida leva a uma alta satisfação do cliente (ANDERSON; KOVACH, 2014; HERAVI; ILBEIGI, 2012; HOSSAIN; CHUA, 2014). Além disso, garantir a conclusão do empreendimento dentro do prazo, de acordo com a qualidade especificada e dentro dos custos previstos, assegura com mais frequência o bom desempenho do empreendimento (LUO *et al.*, 2017; MESA; MOLENAAR; ALARCÓN, 2016; TOOR; OGUNLANA, 2010).

Na realidade, para grande parte dos empreendimentos de construção, as informações são executadas de forma sequencial, o projeto é seguido pela construção e cada uma das fases é realizada pelos próprios membros da equipe, aumentando o tempo geral de conclusão do empreendimento (HOSSAIN; CHUA, 2014). Conseguir gerenciar isso, no entanto, requer cooperação entre clientes e contratados para deter excessos orçamentários e/ou atrasos no cronograma (ANDERSON; KOVACH, 2014). Quando há interesses compartilhados, é muito importante que todos os envolvidos lidem racionalmente com conflitos relacionados às atividades de desenvolvimento do empreendimento, pois todos buscarão pelo encerramento ideal, além de confiar que todos os esforços estão focados em um mesmo objetivo (CHEN; ZHANG; ZHANG, 2014).

Por esse motivo, Emmitt (2014) considera que, dentre os desafios para a conclusão bem-sucedida do edifício, está a troca oportuna de informações precisas e o gerenciamento da rede de atividades inter-relacionadas e interdependentes. Se o gerente do empreendimento não possuir esse conhecimento, não será capaz de orientar e controlar as atividades que devem ser realizadas para a sua conclusão no tempo estipulado (SINESILASSIE; TABISH; JHA, 2017).

Durante essa fase, as organizações podem dispor de ferramentas para avaliação das práticas implementadas associadas ao rendimento da produção, por exemplo (GURMU; AIBINU, 2017). Nesse caso, todo o aprendizado deve ser documentado, as lições podem ser aprendidas com o empreendimento encerrado e as melhorias podem ser planejadas para um novo empreendimento (GURMU; AIBINU, 2017; NOKTEHDAN *et al.*, 2019).

2.1.2.6 Uso, operação e manutenção do edifício

Uma vez que a fase de construção é finalizada, o edifício é entregue ao cliente, iniciando a próxima etapa: a de uso, operação e manutenção, que se concentra na operação do edifício ao longo da vida (NA *et al.*, 2016). Considera-se que há uma diferença entre o desempenho que um edifício poderia proporcionar, conforme previsto em projeto, e o que ele oferece efetivamente em uso (MARTINCIGH *et al.*, 2016). O monitoramento do desempenho do edifício na fase de operação, portanto, é muito importante para a comparação com as metas estabelecidas na fase de projeto (LU *et al.*, 2017). Além disso, o trabalho de manutenção contínua e de longo prazo é necessário para garantir a segurança e a usabilidade do edifício durante toda a sua vida útil (JIANG *et al.*, 2016).

Com o tempo, o edifício tende a se degradar durante sua ocupação, “levando a uma redução no valor do edifício até que não seja mais adequado para os ocupantes” (NA *et al.*, 2016). Para isso, o usuário precisa de informações relacionadas ao projeto e à construção do edifício, tais como acessórios e equipamentos fornecidos, que ajudarão a operar e manter o edifício com segurança razoável (RIBA, 2020).

Nesse sentido, Straub (2010) também destaca uma questão importante no cenário de manutenção, no qual o construtor precisa ter conhecimento completo do processo de degradação do edifício, realizando as atividades de manutenção iniciais, monitorando as manutenções planejadas e a satisfação do cliente final durante as intervenções de manutenção.

Para melhorar o desempenho do edifício, é necessário um diagnóstico da situação, bem como investigar o funcionamento dos edifícios (OLIVIA; CHRISTOPHER, 2015). No geral, os planos de manutenção incluem manutenção corretiva e preventiva (STRAUB, 2010), sendo que a preventiva deve ser realizada para evitar a perda de desempenho de um componente do edifício, e a corretiva normalmente é realizada após uma falha (STRAUB, 2010).

Jiang *et al.* (2016) listaram alguns problemas associados à falta de gerenciamento de manutenção, tais como: aumento de custos de manutenção a longo prazo, necessidades intensivas de manutenção dispersa (que intensificam os desafios dos métodos tradicionais), alta intensidade de trabalho, baixa eficiência e isolamento de informações.

Nesse caso, no estudo de Na *et al.* (2016), os autores chegaram à conclusão de que um modelo de gestão eficaz contribui para reduzir os problemas e manter o desempenho do edifício a longo prazo, porém isso envolve todas as partes interessadas no ciclo de vida do edifício.

Emmitt (2014) ressalta que a alocação de recursos para questões de pós-entrega do edifício é um elemento essencial para o gerenciamento, já que permite ao escritório funcionar de maneira eficiente e ajuda a garantir recurso suficiente para manter um serviço profissional após a conclusão do empreendimento.

2.1.2.7 Monitoramento e controle

De acordo com Vanhoucke (2019, p. 1), “monitorar o desempenho dos empreendimentos em andamento e controlar seu resultado esperado tomando ações corretivas é uma tarefa crucial para qualquer gerente de projeto”. Isso ocorre porque os gerentes necessitam observar o

andamento do empreendimento e fornecer informações corretas para direcionar sua tomada de decisão (HADIAN; RAHIMIFARD, 2019).

O controle do do desenvolvimento do empreendimento é realizado para medir o desempenho em cada fase, possibilitando a identificação de problemas potenciais e a necessidade de ações corretivas, além de gerar indicadores desses possíveis desvios entre o desempenho real e o planejado (HADIAN; RAHIMIFARD, 2019; VANHOUCKE, 2019). Por esse motivo, vários pesquisadores relatam que a conclusão bem-sucedida de um empreendimento de construção de acordo com o escopo, tempo e custo acordados é uma tarefa difícil e crítica (HADIAN; RAHIMIFARD, 2019; HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2010; KABIRIFAR; MOJTAHEDI, 2019; VANHOUCKE, 2019).

Haponava e Al-Jibouri (2010) destacam a importância de controlar não apenas a qualidade do produto, mas também os vários processos envolvidos no desenvolvimento de um empreendimento de construção, para que seja possível atingir satisfatoriamente os objetivos do produto final. Assim, os participantes do projeto podem prever melhor a probabilidade de sucesso, além de poder tomar medidas para evitar empreendimentos mal sucedidos, identificar problemas de empreendimentos atuais e criar medidas corretivas (KÄRNÄ; JUNNONEN, 2016). Como exemplo, pode-se mencionar o monitoramento do edifício com relação ao consumo de energia, o que pode fornecer informações sobre a eficácia de regulamentos e instrumentos na redução do consumo real de energia (OLIVIA; CHRISTOPHER, 2015).

Quando se trata de atividades de monitoramento a serem usadas para medir o desempenho do edifício, esse tipo de atividade visa fornecer *feedback* aos projetistas para melhorar o projeto e o desempenho de empreendimentos futuros (OLIVIA; CHRISTOPHER, 2015). Isso mostra que as informações necessárias para o monitoramento e a verificação podem ser conseguidas por meio de diversas fontes de dados, sendo que o compartilhamento de informações é necessário entre as partes interessadas (ZHONG *et al.*, 2018).

2.1.2.8 Retroalimentação

Lições aprendidas sobre riscos identificados desde as primeiras fases do projeto são revisadas para determinar se riscos semelhantes podem se repetir durante o restante do projeto (PMI, 2017). O conhecimento do produto é a compreensão do produto específico a ser projetado, desenvolvido principalmente a partir de experiências anteriores obtidas em projetos

semelhantes (ZHANG; THOMSON, 2019). Os estudos de *feedback* do usuário são uma importante fonte de conhecimento em que os ocupantes fornecem informações sobre o desempenho do edifício em uso (VISCHER, 2018). De acordo com Becker (2018, p. 223), “é uma ferramenta inestimável para aumentar a probabilidade de que tempo, dinheiro e esforço investidos em tais empreendimentos alcancem benefícios antecipados para usuários-alvo”.

A falta de acompanhamento e de monitoramento das edificações por parte dos projetistas após a ocupação é frequente e bons casos permanecem despercebidos, ou os mesmos erros são repetidos (EMMITT, 2014; GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015; MENEZES *et al.*, 2012). De acordo com Göçer, Hua e Göçer (2015), os projetistas não aprendem com as lições dos projetos concluídos e, conseqüentemente, acabam repetindo erros que poderiam ser evitados. Por outro lado, quando erros de projeto são identificados, a extensão do retrabalho que surge depende do momento em que é identificado no ciclo de vida do projeto (LOPEZ; LOVE, 2012). Sendo assim, o aprendizado sistemático do processo e do produto deve fazer parte do sistema de gerenciamento do escritório (EMMITT, 2014).

A incorporação estratégica de *feedback* de etapas específicas do processo é um componente essencial de uma abordagem reflexiva do gerenciamento. Da mesma forma, o *feedback* do edifício em uso ajudará a identificar o conhecimento a ser incorporado nos projetos atuais e futuros. A experiência deve ser incorporada nas principais fases do empreendimento, em particular na fase de resumo, para ajudar a informar novos projetos, beneficiando-se de boas práticas e ajudando a evitar que práticas ruins sejam repetidas de projeto para projeto. Ferramentas apropriadas de coleta de dados precisam ser usadas, os dados analisados e o conhecimento compartilhado no escritório e, quando apropriado, nas equipes do projeto. O fracasso em incorporar oportunidades de aprendizado geralmente resultará em perda de conhecimento valioso, não por qualquer relutância em analisar o desempenho, mas porque outras tarefas se tornam mais prementes e as oportunidades passam (EMMITT, 2014, p. 135-136).

2.2 DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

O conceito de desempenho do edifício, descrito por Foliente (2006), está relacionado com a integração entre o processo de construção (um acordo mútuo de partes interessadas), o produto de construção (o resultado de um projeto ou processo de construção) e o serviço de construção.

De acordo com Silva *et al.* (2014, p. 5), esse conceito “envolve a consideração de necessidades humanas que devem ser satisfeitas pelo edifício a fim de que este cumpra suas funções ao longo de sua vida útil”.

Göçer, Hua e Göçer (2015, p. 20) definem o desempenho do edifício como “as atitudes dos componentes do sistema do edifício sob efeitos naturais e artificiais no tempo e atendendo às necessidades dos usuários no sentido mais amplo: as necessidades de ocupação e as necessidades da comunidade circundante”.

Os requisitos construtivos geralmente são prescritivos, explicitando exatamente como algo deve ser feito. Por outro lado os requisitos de desempenho apenas descrevem o nível de desempenho exigido e deixam ao projetista a tarefa de descrever como isso será alcançado (GÜLKAN; SÖZEN, 2018), considerando que regulamentos prescritivos são úteis para os agentes fiscalizadores ao verificar a compatibilidade da construção com as especificações realizadas em projeto, conforme apresentado no Guia do *Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee* (IRCC, 2010). Ainda segundo o guia, é complicado definir o nível de desempenho real entregue comparado às especificações, ou quais são os métodos alternativos às especificações que podem existir. Além disso, eles podem ser expressos em termos qualitativos ou quantitativos, ou ambos (FREI; SAGERSCHNIG; GYALISTRAS, 2017).

Portanto, a essência de como o desempenho do edifício difere da prática tradicional é que ele não prescreve como fazer as coisas. Em uma abordagem baseada no desempenho, todas as decisões, escolhas e *tradeoffs* começam com o desempenho em uso necessário, em vez das soluções prescritas para responder às necessidades declaradas. O fornecedor responde com uma oferta que inclui o desempenho estimado dessa oferta (SZIGETI; DAVIS, 2005, p. 11).

Tais requisitos ainda exigem definições rigorosas para que o desempenho adequado possa ser avaliado pela agência reguladora da construção (GÜLKAN; SÖZEN, 2018). Muitas partes interessadas no processo de regulamentação da construção ainda veem os regulamentos como documentos em grande parte técnicos e que nem sempre consideram infraestruturas, funções e expectativas sociais e institucionais, especialmente do lado do mercado (MEACHAM; VAN STRAALLEN, 2018).

Segundo Almeida *et al.* (2010), entre as vertentes de avaliação do desempenho da construção, as informações podem ser organizadas em termos de tópicos como requisitos de desempenho (funcional, técnico, econômico, ambiental, social, etc.), como partes interessadas que se relacionam com esses requisitos de desempenho (usuários finais, proprietários, bancos, seguradoras, gerentes de propriedades, projetistas, construtores, fornecedores, agências de classificação, autoridades etc.) ou como uma percepção do desempenho da construção (desempenho do produto, desempenho do processo e/ou desempenho do serviço).

Sem a avaliação do desempenho do edifício é possível que alguns dos problemas gerados durante a construção passem despercebidos e ampliem a diferença de desempenho (GUPTA; GREGG, 2016).

2.2.1 Regulamentação baseada no desempenho do edifício

A conformidade com as normas de construção é um item que agora aparece nas diretrizes de todas as construtoras e isso depende da escolha de uma equipe competente de projeto e de construção (HAMZA; GREENWOOD, 2009). O conceito fundamental por trás dos regulamentos de construção é o reconhecimento de que as soluções aceitáveis representam uma expressão implícita dos níveis de desempenho da construção admissíveis para a sociedade (IRCC, 2010). As empresas de construção devem garantir a conformidade com as leis e os regulamentos, ao passo que forneçam produtos para os usuários finais em conformidade com o estabelecido em contratos (ALMEIDA *et al.*, 2010).

Fundamentalmente, os regulamentos de construção fornecem diretrizes para o desempenho básico dos componentes do projeto, construção e avaliação (CHENG; HE; YEN, 2008; MEACHAM; VAN STRAALLEN, 2018). Um regulamento voltado para a construção é um recurso adequado para ser adotado como requisito legal estabelecido na legislação de planejamento, saúde e segurança (GÜLKAN; SÖZEN, 2018; RIBA, 2020; TUBBS, 2001, 2004). Consiste em documentos que especificam os requisitos mínimos legais, em termos de atributos específicos e de nível de desempenho (FOLIENSTE *et al.*, 2005). Também são amparados por normas técnicas que contêm os métodos e critérios de avaliação e os detalhes sobre o que deve ser considerado necessário ou aceitável para ser julgado em conformidade (TUBBS, 2004).

Um dos grandes desafios para a utilização da abordagem de desempenho na construção civil é a tradução das necessidades dos usuários em requisitos e critérios que possam ser mensurados de maneira objetiva, dentro de determinadas condições de exposição e uso, e que sejam viáveis, técnica e economicamente, dentro da realidade de cada sociedade, região ou país (BORGES; SABBATINI, 2008, p. 6).

Em geral, existe uma “lacuna de desempenho” entre o que é planejado e a realidade do edifício, também caracterizada como um assunto complexo e multifacetado que frequentemente é tratado apenas de maneira fragmentada (FREI; SAGERSCHNIG; GYALISTRAS, 2017; HU *et al.*, 2016).

Surgiram, em resposta à falta de flexibilidade em relação às normas prescritivas de construção, bem como à deficiência de um setor que promova a inovação, uma tendência geral à desregulamentação (SZIGETI; DAVIS, 2005; TUBBS, 2001). Além disso, questões relacionadas à doença generalizada, à morte e à destruição que ocorreram nos centros urbanos como resultado de condições insalubres e eventos de risco significativos, e do mandato social e político para mitigar esses riscos como parte do redesenvolvimento urbano, também foram fatores que influenciaram o desenvolvimento desses regulamentos (MEACHAM, 2016).

Enquanto o conceito de desempenho de edifícios lida com questões como a eficiência no local de trabalho, os benefícios de uma instalação ou a funcionalidade geral, os regulamentos de construção têm o foco direcionado à saúde, à segurança, à acessibilidade, à proteção de propriedade, à sustentabilidade e à eficiência energética (HAMZA; GREENWOOD, 2009; MEACHAM, 2016; TUBBS, 2001). Como tal, os primeiros regulamentos de construção abordaram questões como requisitos mínimos para segurança contra incêndio e para resistência de materiais, resiliência estrutural a riscos naturais, segurança nos sistemas de aquecimento e saneamento para os ocupantes (MEACHAM, 2016).

Essa relação entre desempenho e regulamentos de construção é importante porque, sem a estrutura apropriada dentro do sistema regulatório geral da construção, a inovação e a transparência para fins comerciais procuradas por meio de uma abordagem de desempenho não serão realizadas (TUBBS, 2001).

Deve-se notar que o escopo das regulamentações de construção varia de um país para outro devido às expectativas da sociedade e geralmente à maneira como o sistema regulatório geral está estruturado (TUBBS, 2001). Tendo em vista esse objetivo, diversas pesquisas e iniciativas oficiais relacionadas aos regulamentos baseados em desempenho do edifício contribuíram com estruturas mais ou menos sofisticadas que estão sendo usadas em ambientes regulatórios e não regulatórios.

Em todo o mundo, o Conselho Internacional de Pesquisa e Inovação no Edifício e Construção (*Council for Research and Innovation in Building and Construction* – CIB) começou a tratar dessa questão em 1953, com o objetivo de estimular e facilitar a cooperação internacional e o intercâmbio de informações entre organizações governamentais para constituir uma estrutura conceitual que pudesse ser adotada por todos.

Em 1996, seis países tomaram medidas para desenvolver, implementar, gerenciar e apoiar regulamentos baseados em desempenho do edifício e criaram um fórum no qual poderiam discutir experiências, questões e oportunidades associadas a sistemas regulatórios de construção (ALMEIDA *et al.*, 2010; IRCC, 2010). Este fórum, o Comitê Inter-Jurisdicional de Colaboração Regulatória (*Inter-Jurisdictional Regulatory Collaboration Comitee - IRCC*), atualmente conta com membros de 17 (dezesete) países – Alemanha, Austrália, Áustria, Canadá, China, Inglaterra, Holanda, Japão, Nova Zelândia, Noruega, Escócia, Cingapura, Espanha, Suécia e EUA.

Muitos países que são membros do IRCC desenvolveram e implementaram ambientes de construção baseados em desempenho, por meio de regulamentos e normas, com foco em:

- desenvolver critérios de desempenho claros, bem apoiados e quantificados (métricas) para uso em códigos de construção;
- investigar se pode existir uma referência comum para o desempenho real; e
- investigar até que ponto experiências anteriores podem servir como referência para novos projetos.

Em 2000, na União Europeia (UE) foi criada a Rede Temática PeBBu (*Performance Based Buildings*, ou Construção Baseada em Desempenho).

Na Europa, o *Eurocode* é um código de construção pan-europeu que praticamente substituiu os antigos códigos nacionais de construção em que cada país desenvolveu seu próprio anexo nacional para localizar o conteúdo no *Eurocode* (GÜLKAN; SÖZEN, 2018).

No Brasil, o desenvolvimento do conceito de desempenho foi iniciado na década de 1980, por meio dos trabalhos realizados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) para o Banco Nacional da Habitação (BNH) e depois para a Caixa Econômica Federal (CEF), denominado “Critérios Mínimos de Desempenho”, em que foram sistematizados requisitos e critérios para avaliação de desempenho de habitações térreas unifamiliares, contemplando a segurança estrutural, a segurança ao fogo, a estanqueidade, o conforto hidrotérmico, o conforto acústico e a durabilidade (BORGES; SABBATINI, 2008; OLIVEIRA; MITIDIERI FILHO, 2012; SILVA *et al.*, 2014). A primeira versão da norma de desempenho brasileira foi lançada em 2008.

Devido à complexidade decorrente das alterações propostas na Norma, o prazo para entrar em vigor, inicialmente em 2010, foi prorrogado para 2012 e, posteriormente, para julho de 2013.

De um modo geral, dois pontos importantes impulsionaram a uniformidade dos regulamentos, o setor da construção e materiais de construção, que podem operar com mais eficiência se tiverem um conjunto de regras, e o setor de seguros, que almeja o fornecimento de um código atualizado que possa ser facilmente avaliado para o propósito de definição das taxas (GÜLKAN; SÖZEN, 2018). De acordo com os autores, porém, a prática de desenvolver, aprovar e impor códigos de construção varia consideravelmente entre as nações.

Meacham e van Straalen (2018) identificaram vários desafios políticos e técnicos, incluindo a falta de uma base comum para estabelecer expectativas de desempenho, com métricas quantificadas e os mecanismos robustos para incorporar novos objetivos de forma que efetivamente integre uma diversidade de contribuições das partes interessadas.

Seja desenvolvido pelo governo central ou outro, um conjunto nacionalmente consistente de regulamentos de construção e padrões relacionados oferece fortes vantagens em termos de uniformidade na entrega, certeza no mercado (para projetistas, fornecedores, contratados) e confiança do consumidor. Para a indústria da construção e os fabricantes de produtos de construção, a regulamentação estabelecida nacionalmente significa que eles não precisam alterar produtos, projeto ou métodos de construção para atender a vários requisitos (IRCC, 2010, p. 37).

Qualquer decisão política relacionada ao ambiente construído deve levar em conta a forma de lei e o ambiente regulatório de uma jurisdição, bem como o relacionamento e equilíbrio com as forças de mercado, quer se esteja operando em um ambiente mais regulado ou mais voltado para o mercado (MEACHAM; VAN STRAALLEN, 2018). Ainda assim, parte do desafio é que os sistemas regulatórios de construção, baseados em desempenho, embora semelhantes em estrutura, podem variar significativamente na implementação dentro das organizações (MEACHAM, 2016).

2.2.2 A norma brasileira de desempenho do edifício

A norma brasileira de desempenho das edificações habitacionais, a ABNT NBR 15575:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho, foi desenvolvida com base na *ISO 6241:1984 – Performance standards in building – Principles for their preparation and factors to be*

*consider*⁶, que definiu a listra mestra dos fatores a serem considerados para os padrões de desempenho. Com a entrada em vigor dessa norma, a prática de projetar com esse enfoque tem sido incorporada ao processo de projeto, forçando os diversos setores da indústria da construção civil - desde projetistas, construtores e fornecedores - a buscarem melhorias em seus sistemas em todo o ciclo de vida do edifício, de modo a atender aos requisitos praticados pela norma e garantir sua empregabilidade (HENNEMANN *et al.*, 2017; KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014; OKAMOTO; MELHADO, 2014; OLIVEIRA; MITIDIERI FILHO, 2012).

Para que os requisitos e critérios de desempenho sejam incorporados desde a fase de concepção, bem como os métodos avaliativos, nas definições do programa de necessidades do usuário, é preciso focar no comportamento em uso, na função a que se destina e nas condições de exposição⁷ (LORENZI, 2013; OKAMOTO; MELHADO, 2014; OLIVEIRA; MITIDIERI FILHO, 2012; PAULA; UECHI; MELHADO, 2013). Isso quer dizer que o atendimento aos requisitos do usuário representa as suas necessidades durante a vida útil⁸ da edificação (KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014; OTERO, 2018).

A Norma de Desempenho não é prescritiva, uma vez que ela não indica como o edifício deve ser construído, mas trata-se de uma norma descritiva, a qual estabelece requisitos para que a edificação tenha o desempenho desejado (mínimo, intermediário e superior), a vida útil e a garantia para os principais sistemas que compõem as edificações, independente do sistema construtivo adotado (CHVATAL, 2014; KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014; SORGATO *et al.*, 2014).

Para cada necessidade do usuário e condição de exposição são estabelecidas sequências de requisitos (exigências qualitativas), de critérios (exigências quantitativas) e de respectivos métodos de avaliação aplicáveis para cinco subsistemas dos edifícios habitacionais que devem ser cumpridos durante a vida útil de cada sistema de construção (ABNT, 2013). A Norma de Desempenho é dividida em seis partes:

⁶ Atualmente esta norma foi revisada e substituída pela ISO 19208:2016 – *Framework for specifying performance in buildings*.

⁷ Segundo a NBR 15575:2013, as condições de exposição são um conjunto de ações atuantes sobre a edificação habitacional, incluindo cargas gravitacionais, ações externas e ações resultantes da ocupação.

⁸ Segundo a NBR 15575:2013, a vida útil corresponde ao período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção.

- a) Requisitos gerais (parte 1);
- b) Sistemas estruturais (parte 2);
- c) Sistemas de piso (parte 3);
- d) Sistemas de vedações verticais internas e externas (parte 4);
- e) Sistemas de coberturas (parte 5); e
- f) Sistemas hidrossanitários (parte 6).

Essa norma é direcionada para tecnologias construtivas tradicionais e inovadoras⁹ (OLIVEIRA; MITIDIARI FILHO, 2012). O objetivo final, portanto, é atender às diversas exigências do usuário, sendo que cada parte da norma foi organizada seguindo uma sequência de exigências necessárias para a vida útil mínima obrigatória das construções (ABNT, 2013):

- a) Segurança: desempenho estrutural; segurança ao fogo e segurança no uso e operação;
- b) Habitabilidade: estanqueidade à água; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade e conforto tátil e antropodinâmico;
- c) Sustentabilidade: durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental.

Em seu amplo escopo, a norma especifica critérios mínimos de desempenho e métodos de avaliação para cada necessidade do usuário, além de definir as incumbências e intervenções necessárias para a vida útil mínima obrigatória das construções, tornando a tarefa difícil devido à quantidade de informações que precisam ser levadas em consideração, incluindo a conscientização dos projetistas, construtores, fornecedores e usuários (COTTA, 2017; SILVA *et al.*, 2014). O Quadro 2.2 apresenta os requisitos de desempenho previstos na Parte 1 da Norma de Desempenho.

O uso da metodologia de análise de desempenho exige o envolvimento de diferentes áreas do conhecimento, o que requer a adaptação de diferentes agentes do setor da construção,

⁹ É necessária a realização de ensaios e análises específicas quando uma tecnologia construtiva é considerada inovadora e ainda não existem parâmetros de desempenho publicados (OLIVEIRA; MITIDIARI FILHO, 2012).

especialmente projetistas, construtores, fornecedores e fiscalização do poder público (COTTA, 2017; SILVA *et al.*, 2014).

Quadro 2.2 – Requisitos de usuários ABNT NBR 15.575-1: 2013

	Exigências do usuário	Requisitos do usuário
Segurança	Desempenho Estrutural	Estabilidade e resistência estrutural Deformações, fissurações ocorrência de outras falhas
	Segurança contra incêndio	Dificultar o princípio do incêndio Facilitar a fuga em situação de incêndio Dificultar a inflamação generalizada Dificultar a propagação do incêndio Segurança estrutural Sistema de extinção e sinalização de incêndio
	Segurança no uso e na operação	Segurança na utilização do imóvel Segurança das instalações
Habitabilidade	Estanqueidade	Estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação Estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação
	Desempenho térmico	Exigências de desempenho no verão Exigências de desempenho no inverno
	Desempenho acústico	Isolação acústica de vedações externas Isolação acústica entre ambientes Ruídos de impactos
	Desempenho lumínico	Iluminação natural Iluminação artificial
	Saúde, higiene e qualidade do ar	Proliferação de microrganismos Poluentes na atmosfera interna à habitação Poluentes no ambiente de garagem
	Funcionalidade e acessibilidade	Altura mínima de pé direito Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação Adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida Possibilidade de ampliação da unidade habitacional
	Conforto tátil e antropodinâmico	Conforto tátil e adaptação ergonômica Adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra
Sustentabilidade	Durabilidade e manutenibilidade	Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas que o compõem Manutenibilidade do edifício e de seus sistemas
	Adequação ambiental	Projeto e implantação de empreendimentos Seleção e consumo de materiais Consumo de água e deposição de esgotos no uso e ocupação da habitação Consumo de energia no uso e ocupação da habitação

Fonte: ABNT (2013)

Além disto, surgiu a demanda acadêmica para a progressiva introdução de novos conceitos no processo de formação de arquitetos e engenheiros civis (SILVA *et al.*, 2014). Segundo Paula, Uechi e Melhado (2013, p. 2), isso requer uma preparação por parte das empresas para atender à norma de desempenho, devido aos vários processos envolvidos:

- a) planejamento estratégico, considerando que a discussão da norma não é nova e deveria estar inserida no planejamento;

- b) gestão de pessoas, pela necessidade de capacitação;
- c) gestão financeira, pelo investimento em capacitação, *softwares* e equipamentos, entre outros.

As responsabilidades de cada agente da construção são apresentadas na norma de forma clara, para que assumam as responsabilidades por suas ações (OKAMOTO, 2015). Dessa forma, no desenvolvimento de projetos, houve um processo de transformação na forma de conceber os edifícios residenciais envolvendo toda a cadeia produtiva – projetistas, consultores, construtores, fornecedores e usuários – e todos os agentes envolvidos terão de modificar suas práticas trabalho e melhorar a qualificação técnica dos profissionais (OKAMOTO; MELHADO, 2014; OLIVEIRA; MITIDIÉRI FILHO, 2012). Em resumo, as várias interfaces existentes entre componentes, elementos, subsistemas e prazos de vida útil resultam na adaptação dos projetos como *feedback* ao desempenho planejado (OLIVEIRA; MITIDIÉRI FILHO, 2012; OTERO, 2018).

Quanto aos agentes envolvidos na construção do edifício, Okamoto (2015, p. 17) destaca que essa equipe “se vê obrigada a seguir os projetos elaborados e registrar formalmente qualquer alteração necessária ao longo de suas atividades, a fim de possibilitar serviços de assistência técnica e manutenção mais adequados, incluindo o uso e operação da edificação”.

Nestes termos, construtores e incorporadores têm atuação importante na garantia do desempenho das edificações residenciais, pois compartilham as responsabilidades com os projetistas, os fornecedores de materiais e de serviços e os outros participantes do processo (OTERO, 2018).

Em relação à fase de implantação da obra, a ABNT NBR 15575-1: 2013 estabelece que os projetos de arquitetura, de estruturas, de fundações e de contenções, e outras eventuais obras geotécnicas, devem levar em consideração as características da área de implantação do empreendimento, avaliando-se riscos previsíveis¹⁰ do projeto (ABNT, 2013). Estas análises devem ser realizadas com o objetivo de evitar prejuízos à segurança e à funcionalidade da edificação (ANDRADE, 2019).

Muitas fábricas também já disponibilizam laudos de ensaios em que consultores criam modelos para auxiliar na comprovação de atendimento à norma e alguns construtores já realizam ensaios

¹⁰ Como riscos previsíveis, exemplifica-se: presença de aterro sanitário na área de implantação do empreendimento, contaminação do lençol freático, presença de agentes agressivos no solo e outros riscos ambientais (ABNT, 2013).

em componentes, elementos e sistemas construtivos, precavendo-se de eventual demanda futura (CBIC, 2013). Para o usuário, aumenta a exigência e a proteção para requisitos mínimos pré-estabelecidos nesta norma (SANTOS *et al.*, 2016).

2.2.3 Requisitos e especificações de desempenho

Especificar níveis de desempenho mínimo de uma edificação é fundamentalmente um julgamento de valor que requer alguma forma de tomada de decisão coletiva (MEACHAM; VAN STRAALLEN, 2018), pois a natureza multidisciplinar do setor de AEC apresenta muitos desafios para a captura, a integração e a avaliação eficazes dos dados de desempenho da construção (HU *et al.*, 2016).

As especificações de desempenho descrevem o resultado exigido e fica a cargo do construtor ou do fornecedor atender a esse requisito. Sendo assim, “a natureza do desempenho pode ser definida pelo resultado desejado ou por referências a padrões” (DESIGN BUILDINGS WIKI, 2020, s/p). Além disso, “as especificações destinam-se a abordar amplamente classes de edifícios, elas não têm a capacidade de explicar diferenças reais na forma como o desempenho apropriado pode ser fornecido para cada edifício ou estrutura única” (IRCC, 2010, p. 21).

A tomada de decisão voltada para o desempenho do edifício nos estágios iniciais do projeto é uma tarefa complexa, envolvendo interdependências entre variáveis, o que intensifica o processo de induzir orientações de projeto específicas (IRCC, 2010). A ideia geral é que as especificações correspondam a um conjunto de requisitos de desempenho, possibilitando a definição de soluções técnicas adequadas que atendam a esses requisitos, quanto à disponibilidade e ao custo (PHAM; BOXHALL; SPEKKINK, 2006). Os chamados “requisitos de desempenho” estão ligados às necessidades funcionais do cliente e às funções específicas de um componente de construção (STRAUB, 2010).

Por esse motivo, para Oliveira e Mitidieri Filho (2012), a seleção da tecnologia construtiva é um importante fator para determinação do desempenho da edificação, já que é preciso considerar a sua aplicação e a interface com os demais subsistemas. Por outro lado, de acordo com o relatório apresentado pelo IRCC (2010), deixar essa definição apenas por conta do mercado pode variar significativamente o nível mínimo de desempenho da construção, dentro e entre as comunidades, em uma variedade de funções de construção.

Segundo Foliente *et al.* (2005, p. 57), “os requisitos de desempenho expressam, em termos objetivos, mensuráveis e independentes da solução, as propriedades de um edifício, de um espaço ou de parte do edifício necessárias para facilitar o uso pretendido”. Em um sentido mais amplo, os requisitos de desempenho incluem soluções prescritivas e métodos de verificação (TUBBS, 2004). Para isso, é fundamental que as universidades e os institutos de pesquisa na área de construção definam continuamente o desempenho do edifício de maneira consistente com o nível atual de conhecimento e de tecnologia (CZARNECKI; VAN GEMERT, 2016).

Costa *et al.* (2013) destacam, portanto, que um edifício pode ter infinitos objetivos de desempenho, porém é necessário que aspectos específicos disso sejam categorizados a fim de fornecer uma representação mais clara para o gerente de construção. Sendo assim, o principal objetivo é apoiar a transformação das necessidades do usuário em requisitos de desempenho e gerenciar os processos de projeto, de construção, de operação e de manutenção, atingindo o desempenho desejado ao longo da vida útil (FOLIENTE *et al.*, 2005).

O processo de caracterização da construção e a definição dos requisitos de desempenho do edifício dependem de uma estrutura para a integração entre vários agentes envolvidos, incluindo a identificação, a avaliação, a comunicação e a análise, sempre com foco nos requisitos do usuário (MAY, 2001), já que isso depende de um fluxo de informações bem estruturado para integrar as várias partes interessadas, os dados, as ferramentas e os métodos para desenvolver uma decisão acordada sobre a caracterização da construção, dentro dos padrões legais e regulamentares (MEACHAM; VAN STRAALLEN, 2018). Ou seja, são listados os diversos objetivos de desempenho associados e relacionados a um aspecto específico da operação de construção, deixando transparecer como esses serão atingidos (COSTA *et al.*, 2013; GÜLKAN; SÖZEN, 2018).

De acordo com Tam e Le (2007), o estabelecimento dos requisitos de desempenho começa no início do projeto. No guia *Design Buildings Wiki* (2020) estão listados itens que precisam ser levados em consideração ao definir o perfil de desempenho mínimo de uma edificação:

- Garantir que o desempenho que foi especificado não pode ser entregue sem alcançar o resultado desejado;
- Garantir que o cliente possa testar se o nível de desempenho oferecido foi alcançado (ou seja, sempre que possível, a especificação deve ser objetiva e não subjetiva);

- Exigir evidências de conformidade com a especificação (resultados dos testes dos fabricantes, cálculos, registros de testes, fornecimento de amostras e modelos, etc.);
- Garantir que os testes de conformidade sejam economicamente praticáveis;
- Garantir que há elementos de especificação prescritiva e que os itens de desempenho possam ser adequadamente integrados ao restante dos trabalhos.

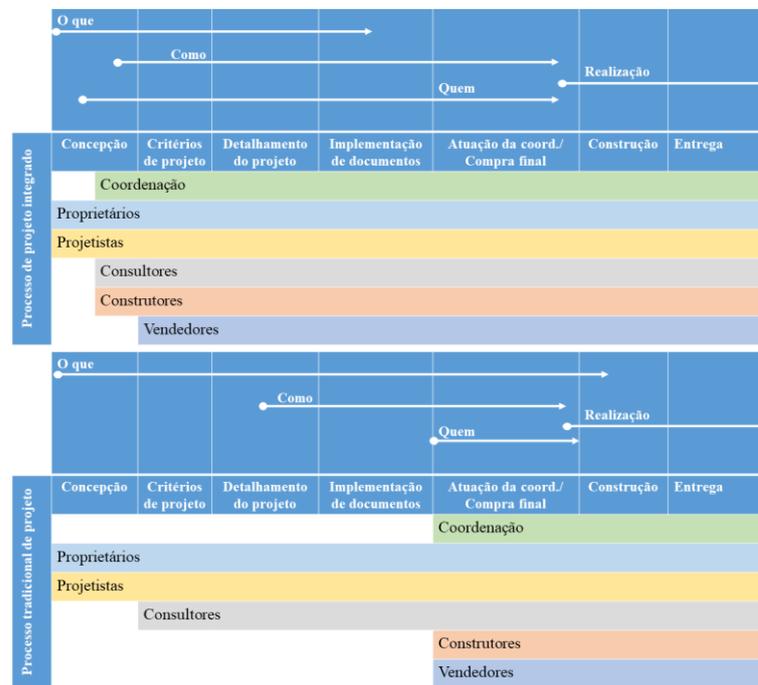
Em resumo, existe a necessidade de conhecimento das considerações relevantes de desempenho do sistema construtivo, detalhes técnicos e custo-benefício para o estabelecimento de padrões significativos dentro da organização (MAY, 2001). Nesse caso, Meacham (2016) destaca que parte do desafio é que os regulamentos baseados em desempenho, embora semelhantes na estrutura, podem variar significativamente na implementação. Isso indica que os procedimentos de planejamento, de projeto, de construção e de manutenção devem ser gerenciados e executados corretamente para garantir que todas as variáveis de desempenho possam ser atendidas (ALMEIDA *et al.*, 2015).

2.3 A INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Juntamente com a complexidade trazida pela variedade de agentes envolvidos com diferentes interesses em todo o processo do empreendimento de construção, as informações necessárias para uma tomada de decisão eficaz, que geralmente estarão descoordenadas e isoladas, faz a integração de informações ser um desafio essencial para o setor da construção civil (SANCHEZ; HAMPSON; LONDON, 2018). No contexto de empreendimentos de construção, todos fazem parte da estrutura organizacional do projeto. Desde o primeiro momento possível, diferentes tipos de objetos de limite são historicamente criados pelas várias partes para garantir a comunicação e a coordenação (AL AHBABI, 2014; FORMAN, 2018).

A tomada de decisão é influenciada pelo conhecimento e pela experiência de todos os principais participantes (AL AHBABI, 2014). Assim, “a integração de informações na indústria da construção deve ser em grande parte o grau em que o conhecimento é compartilhado, transferido ou difundido entre esses níveis de pesquisa” (REMPILING; KURUL; OTI, 2019, p. 74). A Figura 2.8 ilustra as diferenças da participação dos agentes envolvidos entre o processo tradicional e o integrado.

Figura 2.8 – Participação dos agentes envolvidos no empreendimento de construção pelo processo tradicional versus integrado



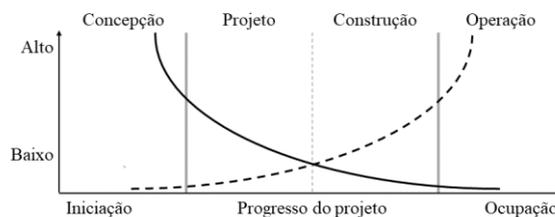
Fonte: adaptado de Rempling, Kurul e Oti (2019)

Com base na Figura 2.8, pode-se observar que existe uma complexidade para integração de informações que está relacionada com a quantidade de dados gerados e coletados em paralelo por setores específicos, mesmo não levando em consideração as necessidades de outras partes interessadas ou as fases de desenvolvimento do empreendimento (SANCHEZ; HAMPSON; LONDON, 2018).

Em um processo de projeto convencional, somente após as definições do proprietário e do arquiteto, outros projetistas e consultores se envolvem no processo. Os engenheiros de obra acabam entrando em um estágio muito tardio no processo, o que impede a otimização do projeto e da funcionalidade do edifício (MCDONALD; PERSRAM, 2012). Nesse modelo, quase não há troca entre os projetistas, cada um deles desempenha suas próprias funções, levando a incompatibilidades no projeto e, em seguida, gerando alterações que demandam mais recursos humanos e recursos de tempo, prolongando o período de construção e aumentando os custos de investimento na construção (ZHENG; CHEN, 2018). Para evitar isso, os parceiros devem estabelecer um alto nível de entendimento sobre o que podem oferecer por meio da colaboração e quais funcionalidades são necessárias para que o BIM atenda aos requisitos dos clientes (AL AHBABI, 2014).

No caso do processo integrado da informação, as metas e as estratégias do empreendimento relacionadas ao desempenho do edifício tornam-se otimizadas por meio de uma abordagem colaborativa e interdisciplinar. Além disso, o proprietário se envolve mais ativamente desde o início do que no processo convencional (MCDONALD; PERSRAM, 2012). Esse foco nas fases iniciais baseia-se no entendimento de que os custos associados às mudanças aumentam à medida que o empreendimento avança, enquanto a capacidade de afetar os resultados diminui nas fases posteriores, conforme ilustrado na Figura 2.9 (MEISTAD *et al.*, 2018).

Figura 2.9 - A integração nas fases iniciais pelo processo tradicional versus integrado



Fonte: adaptado de Meistad *et al.* (2018).

A integração de informações entre diferentes profissionais e usuários em relação a novas prioridades, portanto, não é apenas sobre como os dados e as informações fluem entre os vários atores. É também sobre as oportunidades que esses atores têm para usar as informações localmente de maneira significativa, por exemplo, como base para arquitetos e engenheiros durante o processo de projeto e para os departamentos de operações formularem seus requisitos para a fase operacional antes do início da construção (FORMAN, 2018, p. 191).

Além de mudar a tomada de decisão do projeto, a redefinição de fases é impulsionada por dois conceitos principais: a integração de informações e a capacidade de modelar e simular o projeto com precisão usando ferramentas BIM, já que são as três primeiras fases do projeto integrado (conceituação, definição de critérios e projeto executivo) que envolvem mais esforço das partes envolvidas comparado ao fluxo tradicional (AL AHBABI, 2014).

A adoção do BIM para a integração da informação permite que os projetistas colaborem no modelo, sendo que, a qualquer alteração realizada por um projetista, outros poderão ter acesso imediatamente por meio da nuvem (ZHENG; CHEN, 2018). O BIM se estende para abranger as diferentes fases dos processos do empreendimento de construção, em que uma grande quantidade de dados é gerada (AL-GHAMDI; BILEC, 2017).

2.3.1 O uso do BIM na integração de informações dos processos de construção

Tradicionalmente, os sistemas de informação desempenham um papel essencial na gestão de um negócio, de uma empresa ou de um projeto, dando apoio para a tomada de decisões (GOLZARPOOR; HAAS; RAYSIDE, 2016). Estas tecnologias na indústria da construção visam à melhoria da produtividade do projeto e da construção, a funcionalidade das instalações, além de reduzir o desperdício (ABDIRAD, 2017).

O BIM é reconhecido como um ambiente virtual de projeto e construção, cujo objetivo é facilitar as comunicações entre todos os agentes envolvidos, fornecendo uma estrutura para desenvolver modelos de produtos ricos em dados (ZHONG *et al.*, 2018; LU *et al.*, 2013). Apesar de uma ampla gama de definições do BIM, é possível chegar a um consenso de que o não se trata de um simples modelo tridimensional (3D), mas sim de um processo para melhorar o desempenho durante todo o ciclo de vida dos edifícios, que, inclusive, devem ser abordados nos processos de adoção e de adaptação (ABDIRAD, 2017; LU *et al.*, 2013).

O BIM mudou fundamentalmente a forma como abordamos o projeto, a construção e as operações na indústria da construção civil (FRANZ; MESSNER, 2019). Tem sido amplamente utilizado e implementado para criar, organizar, armazenar, recuperar, manipular e distribuir informações, além de apresentar um impacto positivo na produtividade e no desempenho do projeto em várias fases do empreendimento de construção (GOLZARPOOR; HAAS; RAYSIDE, 2016; WANG; CHONG, 2015).

A implementação do BIM em empreendimentos de construção pode melhorar os fluxos de trabalho e apoiar a coordenação de informações durante todas as fases do empreendimento entre diferentes partes interessadas e, assim, erros de projeto e de construção podem ser diagnosticados e abordados antes de causar atrasos nos processos (FRANZ; MESSNER, 2019; WANG; CHONG, 2015; ZHU; MOSTAFAVI, 2017).

O BIM, portanto, é uma abordagem para gerar e gerenciar dados de construção em todo o seu ciclo de vida (ARENSMAN; OZBEK, 2012). Schade, Olofsson e Schreyer (2011) observaram um crescimento na disponibilidade de dados de projetos estruturados sob a forma de BIM e consequentemente aumentando as oportunidades de visualizações e análises para apoiar a tomada de decisões da equipe. Dessa forma, as organizações que procuram a transição para o

BIM devem ser capazes de compreender os benefícios e quantificar seu impacto para assegurar a viabilidade do processo de implementação ao longo das etapas do empreendimento, uma vez que isso envolve vários riscos, que impedem os usuários de garantir os benefícios potenciais (POIRIER; STAUB-FRENCH; FORGUES, 2015; ZHAO *et al.*, 2017).

No entanto, os fatores humanos, como treinamentos, habilidades e atitudes diferentes, devem ser considerados e avaliados na adoção do BIM (ABDIRAD, 2017), ou seja, a iniciativa depende de um nível de maturidade relativamente dos agentes envolvidos, porque um modelo só faz sentido quando os usuários estão dispostos a usá-lo (LU *et al.*, 2013; WANG; CHONG, 2015).

Entre as metas a serem alcançadas com a implementação do BIM, estão a agilidade nos processos, que se tornam mais conscientes e mais eficientes (tempo e custo), redução do desperdício e melhoria da funcionalidade em diferentes fases do empreendimento, o que facilita a produção de múltiplas alternativas de projeto (ABDIRAD, 2017; NEGENDAHL, 2015). Vale ressaltar que o custo associado à implementação do BIM pode ser compensado pelo benefício da economia alcançada (ZHAO *et al.*, 2017).

Como forma de integração das informações, o BIM percorre todas as etapas do processo de construção ao longo das fases do empreendimento, o que possibilita que todos os participantes obtenham as informações necessárias no momento adequado, auxiliando na compreensão do projeto e reduzindo erros comuns (YAN; XIE; MENG, 2014)

Negendahl (2015) estudou a utilização desses modelos na etapa inicial de desenvolvimento do projeto com a integração de ferramentas de simulação, chegando à conclusão de que: primeiro, deve-se relacionar as formas da edificação com as ferramentas de projeto e as ferramentas de simulação podem ser integradas. Para isso, é necessário definir os usuários e os requisitos para utilização dessas ferramentas. Segundo, os requisitos para empreendimentos de construção são compostos por elementos quantitativos (ex.: consumo de energia, iluminação à luz do dia, custo, etc.) e elementos qualitativos (ex.: impacto social, planejamento espacial, estética, etc.). O projeto do edifício visa a satisfazer múltiplos critérios de desempenho que sejam mensuráveis.

Badi e Diamantidou (2017) compararam dois empreendimentos de construção na Grécia, sendo um que utilizou o BIM e um que não o fez. Os resultados da pesquisa revelaram a capacidade da ferramenta para melhorar o diálogo entre os agentes com o projeto habilitado para o BIM,

exibindo maior densidade de comunicação, laços mais fortes e proximidade entre os envolvidos, indicando maior qualidade de informação.

Sabe-se que implementar o BIM nos processos da AEC não é uma tarefa simples. Por isso, o papel desempenhado pelo gestor de projetos é essencial para proporcionar a integração da ferramenta BIM aos processos da empresa. A migração das atividades CAD (*Computer Aided Design*) para o BIM deve ser realizada com a consciência de que inicialmente demandará treinamentos e padronização dos procedimentos, mas a tendência é que após o período de transição haja aumento na produtividade.

2.3.2 A importância da interoperabilidade na integração da informação

Ao longo das fases do desenvolvimento do empreendimento de construção, os participantes do processo produzem e trocam muitas informações. No contexto da integração de informações, é fundamental que todos os dados produzidos por diferentes participantes do projeto possam acessados digitalmente para possibilitar a troca e a retroalimentação de informações, mesmo que em diferentes aplicativos/*softwares*, sem perda de informações (FOLIENSTEIN *et al.*, 2005).

O *Industry Foundation Classes* (IFC) é um esquema de dados BIM aberto que visa resolver o problema de interoperabilidade na troca de dados entre diferentes sistemas (ZHONG *et al.*, 2018). Na sua essência, permite que todo o setor de ativos construídos melhore o compartilhamento de informações ao longo das fases do empreendimento (PRADHAN; AKINCI; HAAS, 2011). Cada plataforma de criação de modelos oferece diferentes representações do sistema de construção basicamente de acordo com o padrão do IFC (ZANCHETTA *et al.*, 2017). Isso ajuda a harmonizar a comunicação entre modelos, propriedade dos dados e linguagens, sistemas de *software* de diferentes plataformas, tornando o compartilhamento de dados fácil, confiável e rápido (REMPLENG; KURUL; OTI, 2019; SPAGNOLO, 2018).

Zhao *et al.* (2017) identificaram que mesmo sob a circunstância de todos os participantes do projeto estarem dispostos a implementar o BIM, a eficácia do compartilhamento e da colaboração de informações pode ser negativamente impactada por questões tecnológicas. Além disso, os autores verificaram que a falta de conhecimento sobre como lidar efetivamente com questões de interoperabilidade tende a resultar na reinserção de dados e reduz a automação que deveria ter sido oferecida pelo BIM, ou até agravar os problemas tecnológicos.

Por esse motivo, visando a um processo de projeto e construção mais integrado, bem como à melhoria da qualidade e da eficiência nos processos de construção, a linguagem do IFC tem o objetivo de facilitar a comunicação e a integração de informações relacionadas à construção entre os ambientes de modelagem BIM e outros ambientes de *software* compatíveis com o IFC (PAUWELS *et al.*, 2011). A interoperação, portanto, é um desafio para esses sistemas, para que ocorra a integração de informações ao longo de todo o ciclo de vida dos edifícios, requerendo interoperabilidade eficaz (SPAGNOLO, 2018).

Todo o processo de construção pode ser otimizado se todas as partes interessadas ao longo das fases de desenvolvimento do empreendimento conseguirem encontrar as informações necessárias e compartilhar conjuntos de dados novos ou existentes de maneira direta e sem conflitos (SPAGNOLO, 2018). O desenvolvimento de novas e aprimoradas ferramentas de TIC, juntamente com mudanças culturais, pode permitir uma interoperabilidade mais universal. Isso também permitiria aproveitar ao máximo o BIM como uma nova abordagem para o planejamento, o projeto e a entrega de ativos (SPAGNOLO, 2018).

Assim, surge a questão de um método eficiente para estruturar dados simples do projeto, além de descobrir padrões ocultos nesses dados (MARZOUK; ENABA, 2019). A tecnologia BIM, de fato, torna possível reconhecer o sistema de relações que vincula cada entidade a todo o sistema. Isso cria um banco de dados relacional e padronizado que cresce com as fases de definição do empreendimento (ZANCHETTA *et al.*, 2017).

CAPÍTULO 3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta o método de pesquisa adotado para alcançar os objetivos propostos na pesquisa. Ele desdobra-se na estratégia de pesquisa, no delineamento, na descrição dos estudos realizados, incluindo as fontes de evidência, e nas ferramentas utilizadas na avaliação do artefato desenvolvido.

3.1 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

A pesquisa é um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos (GIL, 2002). A escolha de um método de pesquisa se baseia na natureza do problema ou questão da pesquisa a ser abordada, as experiências pessoais dos pesquisadores e as necessidades do estudo na área (CRESWELL, 2013), a fim de encontrar soluções/respostas para as questões de pesquisa (FELLOWS; LIU, 2015).

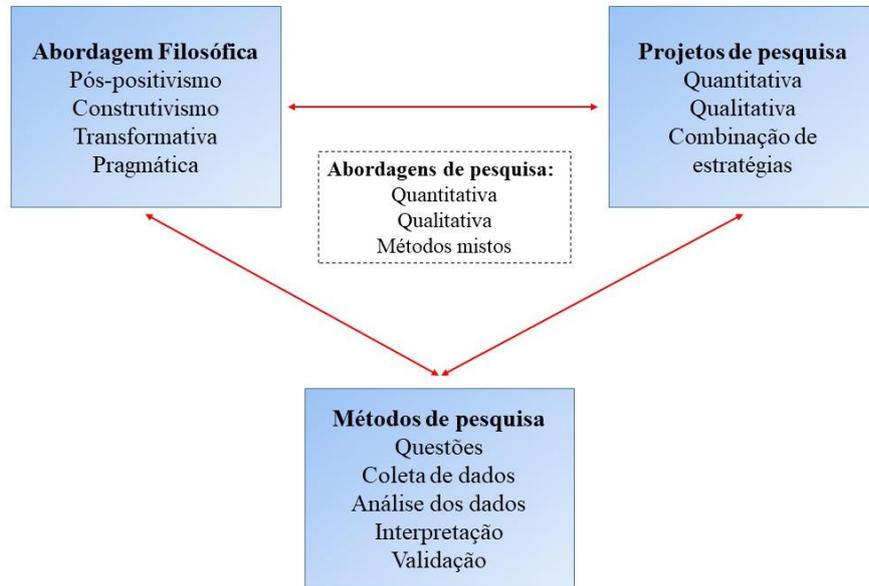
Há a necessidade de que os pesquisadores deixem claro as principais ideias que serão tratadas no seu procedimento de investigação a fim de explicar a escolha da abordagem metodológica (CRESWELL, 2013). Cabe ao pesquisador aprofundar o conhecimento¹¹ que fornece matérias-primas a partir das quais a pesquisa é realizada, e essa base de conhecimento é composta por fundamentos e metodologias (HEVNER *et al.*, 2004).

Segundo Creswell (2013), o desenvolvimento de um método de pesquisa envolve várias decisões, dependendo de qual abordagem deve ser usada para estudar um determinado tema. Além disso, uma abordagem de pesquisa também envolve pressupostos filosóficos, os procedimentos de investigação (chamados de projeto de pesquisa) e métodos específicos de pesquisa de coleta, análise e interpretação de dados. A inter-relação entre estes três componentes é apresentada na Figura 3.1. Ainda, segundo o autor há pouco mencionado, os pressupostos filosóficos planejados para o estudo precisam ser pensados de modo mais

¹¹ O termo "conhecimento", quando focado no desenvolvimento de produtos ou na concretização de um modelo, é usado para compreender métodos, regras ou ferramentas e fornece suporte adequado ao método DSR (BIRKHOFER; WÁLDELE, 2005).

abrangente, pois o procedimento de investigação está relacionado a essa abrangência e é por meio dos métodos ou procedimentos específicos que a abordagem é traduzida na prática.

Figura 3.1 – A interação entre a abordagem filosófica, o projeto de pesquisa e os métodos de pesquisa



Fonte: Adaptado de Creswell (2013)

De acordo com Creswell (2013), o desenvolvimento de um trabalho científico pode ocorrer a partir das abordagens filosóficas apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Abordagens filosóficas de pesquisa

Abordagem filosófica	Descrição
Pós-positivismo	Trata-se de uma filosofia determinista em que causas (provavelmente) determinam efeitos ou resultados. Apresenta uma abordagem reducionista na medida em que a intenção é reduzir as ideias em um pequeno e discreto conjunto para testar, como as variáveis que compõem hipóteses e questões de pesquisa.
Construtivismo	Tipicamente associada à abordagem da pesquisa qualitativa. Os construtivistas buscam compreender o mundo em que vivem e trabalham. Cabe ao pesquisador procurar a complexidade das visualizações, em vez de reduzir os significados em algumas categorias ou ideias. Quanto mais aberto o questionamento, melhor como o pesquisador escuta atentamente o que as pessoas dizem ou fazem em suas configurações de vida.
Transformativa/ Participativa	Esta posição surgiu durante os anos 80 e 90 a partir de indivíduos que sentiram que os pressupostos pós-positivistas impuseram leis estruturais e teorias que não se encaixavam em indivíduos marginalizados em nossa sociedade ou questões de poder e justiça social, discriminação e opressão que precisavam ser abordadas. Pode ser aplicada por meio de questões específicas que precisam ser abordadas para falar sobre questões sociais importantes do dia a dia (capacitação, desigualdade, opressão, dominação, supressão, alienação, etc.). Esta abordagem ainda pode contar com os participantes da pesquisa para ajudarem a conceber questões, coletar dados, analisar informações ou obter as recompensas da pesquisa.

Quadro 3.1 – Abordagens filosóficas de pesquisa (continuação)

Abordagem filosófica	Descrição
Pragmática	Existe uma preocupação com as aplicações - o que funciona - e as soluções para os problemas. Os pesquisadores enfatizam o problema da pesquisa e usam todas as abordagens disponíveis para entender o problema. Os pragmatistas não veem o mundo como uma unidade absoluta. Os pesquisadores individuais têm liberdade de escolha, sendo livres para escolher os métodos, técnicas e procedimentos de pesquisa que melhor atendam às suas necessidades e propósitos.

Fonte: Adaptado de Creswell (2013)

Analisando os pressupostos filosóficos apresentados por Creswell (2013), a abordagem mais aderente é a do pragmatismo, em que as reivindicações de conhecimento surgem de ações, situações e consequências ao invés de condições antecedentes (pós-positivismo). Além disso, o desenvolvimento deste trabalho está pautado em um problema real no setor da construção civil e na necessidade de contribuir para a consolidação da área de conhecimento a integração das informações do desempenho em empresas construtoras. Há uma preocupação sobre “*o que*” e “*como*” funciona e suas respectivas soluções para os problemas, ou seja, os métodos deixam de ser importantes e a solução do problema se torna mais importante, dando liberdade aos pesquisadores para utilizar todas as abordagens para entender o problema.

Com relação às pesquisas sociais, entende-se que a abordagem metodológica desta pesquisa se enquadra na *Design Science Research* (DSR) ou *Constructive Research* (CR), uma vez que, nesse contexto, ela se encaixa em compreender as atividades de um sistema, bem como realizar mudanças e transformar as situações em busca de melhorias, mais especificamente por se tratar de uma abordagem pragmática.

O objetivo principal da *Design Science* (DS) pode ser comparado com o das ciências naturais, em que as interações científicas são descritas sem referência à aplicação prática direta. Neste caso, a DS serve como uma ponte para entender o mundo técnico (BEITZ, 1994).

Birkhofer (2011, p. 333) define DS como “um conjunto de teorias, paradigmas, modelos, métodos e conhecimentos que descrevem e explicam um fundamento comprovado do que é o *design*, o que acontece durante o *design* e como melhorá-lo”.

A abordagem da DSR é um método orientado para a solução de problemas enfrentados na sociedade ou na organização para melhorar sistemas existentes. Depende de diferentes ferramentas de coleta de dados e, portanto, contribui para aprimorar a teoria da disciplina a que é aplicada (BEMELMANS; VOORDIJK; VOS, 2013; DRESH; LACERDA; ANTUNES

JÚNIOR, 2015; OYEGOKE, 2011). Isso significa que, com a ajuda de métodos científicos, a DSR tem como objetivo analisar sistemas técnicos (produtos, processos), sua relação com seu ambiente (humano, natureza, outros sistemas) e os processos usados para projetá-los (BEITZ, 1994).

A DSR busca, a partir do conhecimento do problema, construir e avaliar artefatos¹² que permitam transformar situações e alterar suas condições para estados melhores ou desejáveis (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). De acordo com Birkhofer e Wäldele (2005), a DSR tem a função de generalizar o conhecimento usado em uma área específica para um tipo de produto ou cadeia de processos específica, em todas as fases do desenvolvimento do produto. A representação de problemas de *design* e a geração e avaliação de soluções de *design* são, portanto, as principais tarefas da DSR (MARCH; STOREY, 2008).

Embora os pesquisadores precisem ajustar as questões formuladas no início da pesquisa às propriedades do artefato representadas por um modelo específico (BIRKHOFER; WÄLDELE, 2005), o direcionamento destas pesquisas envolve uma sequência de atividades especializadas, que conecta os dados empíricos às questões de pesquisa e, em última instância, produz um produto inovador, ou seja, o artefato de *design* (HEVNER *et al.*, 2004; OYEGOKE, 2011)..

Nos trabalhos de Kasanen, Lukka e Siitonen (1993) e Lukka (2003) estão listadas as principais características da DSR:

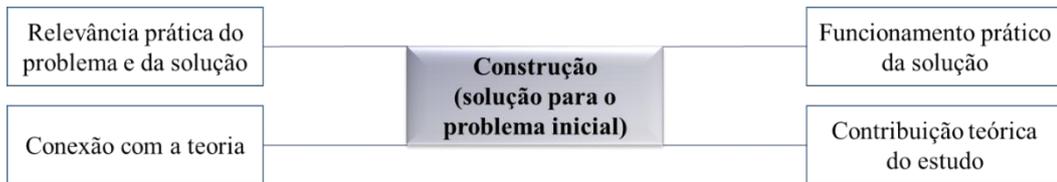
- a) foco em problemas do mundo real considerados relevantes para serem resolvidos na prática;
- b) produção de uma solução inovadora destinada a resolver o problema inicial da sociedade ou organização;
- c) implementação da solução desenvolvida e o teste para sua aplicabilidade prática;
- d) envolvimento e cooperação entre o pesquisador e os participantes da pesquisa, a fim de propiciar um aprendizado baseado na experimentação;
- e) conexão explícita de um conhecimento teórico prévio;

¹² Artefato: algo que é construído pelo homem; interface entre o ambiente interno e o ambiente externo de um determinado sistema (DRESCH, 2013).

f) foco especialmente nas descobertas empíricas em relação à teoria.

A Figura 3.2 ilustra os elementos-chave da abordagem da DSR de acordo com as definições de Kasanen, Lukka e Siitonen (1993) e Lukka (2003).

Figura 3.2 – Elementos-chave da abordagem da DSR



Fonte: Adaptado de Kasanen, Lukka e Siitonen (1993) e Lukka (2003)

De acordo com Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 65), a DSR é “o método que fundamenta e operacionaliza a condução da pesquisa quando o objetivo a ser alcançado é um artefato ou uma prescrição”. Esses artefatos são representados de uma forma estruturada, muitas vezes por meio de técnicas gerenciais de resolução de problemas, uma sequência de atos, um processo, um sistema ou uma ferramenta, que podem variar de *software*, lógica formal e matemática rigorosa, descrições informais de linguagem natural, modelos, diagramas e planos (BEMELMANS; VOORDIJK; VOS, 2013; HEVNER *et al.*, 2004; OYEGOKE, 2011). As tipologias do artefato estão detalhadas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Tipologia dos artefatos

Descrição		
Artefatos	Constructos	Elementos conceituais usados para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções.
	Modelos	Conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Representam a realidade tanto das variáveis de determinado sistema como suas relações. Precisam ter condições de capturar a estrutura geral da realidade, buscando assegurar sua utilidade.
	Métodos	Conjunto de passos necessários para desempenhar determinada tarefa (algoritmo ou orientação). Podem estar ligados aos modelos, sendo que as etapas dos métodos podem utilizar partes do Modelo. Referem-se à construção e representação das necessidades de melhoria de um determinado sistema.
	Instanciações	Correspondem à execução do artefato em seu ambiente. São os artefatos que operacionalizam outros artefatos (constructos, modelos e métodos). Demonstram a viabilidade e a eficácia dos artefatos construídos.
	Design Propositions	Referem-se às contribuições teóricas que podem ser feitas por meio da aplicação da DSR. O artefato que for uma contribuição teórica originária da DSR é apresentado como a generalização de uma solução para uma classe de problemas.

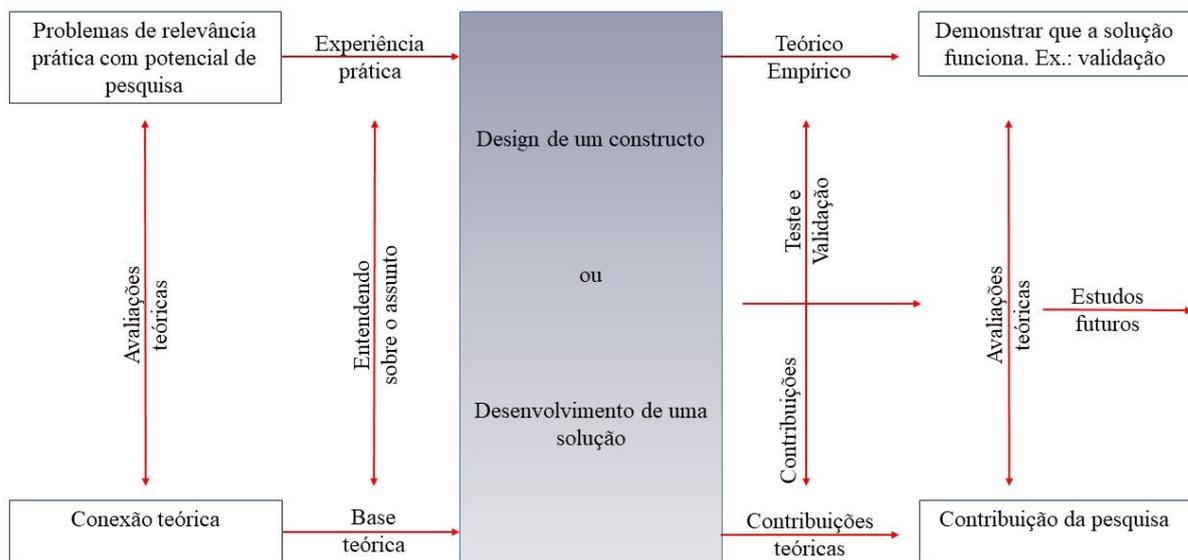
Fonte: adaptado de Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015) e March e Smith (1995)

A sequência de trabalho na DSR pode ser modelado a partir de um ponto de vista geral, iniciando com uma abordagem abstrata e detalhando, área por área, até que o objetivo final da

documentação do produto seja obtido (BIRKHOFER, 2011). Oyegoke (2011) estrutura a DSR basicamente em três ciclos de atividades intimamente relacionadas, incluindo: o ciclo de relevância, o ciclo de desenvolvimento e o ciclo de validação.

De acordo com Hevner (2007), todos esses ciclos precisam estar evidentes em uma pesquisa relacionada à *design science* para obter artefatos aplicáveis de acordo com o ambiente contextual no qual os artefatos estão incorporados. Na estrutura de pesquisa aplicada por Oyegoke (2011), na Figura 3.3, está apresentada a condução da DSR e sua relação com o desenvolvimento de soluções consideradas relevantes para serem resolvidas na prática.

Figura 3.3 – As características da abordagem da DSR



Fonte: Adaptado de Oyegoke (2011)

A DSR inicia com a identificação da relevância de pesquisa, a qual une o ambiente contextual do projeto de pesquisa às atividades de *design science*, ou seja, a verificação do potencial de pesquisa através de revisões teóricas de literatura e fundamentadas com experiência prática (HEVNER, 2007; OYEGOKE, 2011). Os problemas de pesquisa identificados são usados para propor questões que abordam o problema (OYEGOKE, 2011). Isso compreende epistemologia, teoria e questões técnicas que fornecem a posição filosófica, além de dar o contexto e informar o estudo. Esta etapa permite ao pesquisador conectar as atividades da DSR com a base de conhecimento de fundamentos científicos, experiência e conhecimento que informam o projeto de pesquisa (HEVNER, 2007).

A próxima etapa corresponde ao desenvolvimento da solução do problema. O desenvolvimento de um artefato a partir de uma pesquisa fundamentada em *design* é a prova da sua validade (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). As questões sendo resolvidas por meio deste artefato devem provar que têm condições de ser operacionalizadas e, assim, determinarem sua capacidade de trabalho e adequação (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; OYEGOKE, 2011).

Por fim, a avaliação adicional de um novo artefato em um determinado contexto organizacional oferece a oportunidade de aplicar métodos empíricos, ou teóricos, ou quantitativos, ou qualitativos, ou ambos, para demonstrar que a solução criada funciona (HEVNER *et al.*, 2004; OYEGOKE, 2011). A solução pode ser validada por meio da triangulação de diferentes abordagens, dependendo do trabalho em questão.

Nesta etapa, deve haver interação entre as atividades principais da construção e avaliação dos artefatos e processos de *design* da pesquisa (HEVNER, 2007), uma vez que a avaliação do artefato fornece informações de *feedback* e uma melhor compreensão do problema, a fim de melhorar tanto a qualidade do produto quanto o processo de *design* (HEVNER *et al.*, 2004). Ainda assim é importante notar que este processo não é um padrão linear como apresentado ou *post hoc*, mas um processo dinâmico e interativo entre diferentes fases (OYEGOKE, 2011).

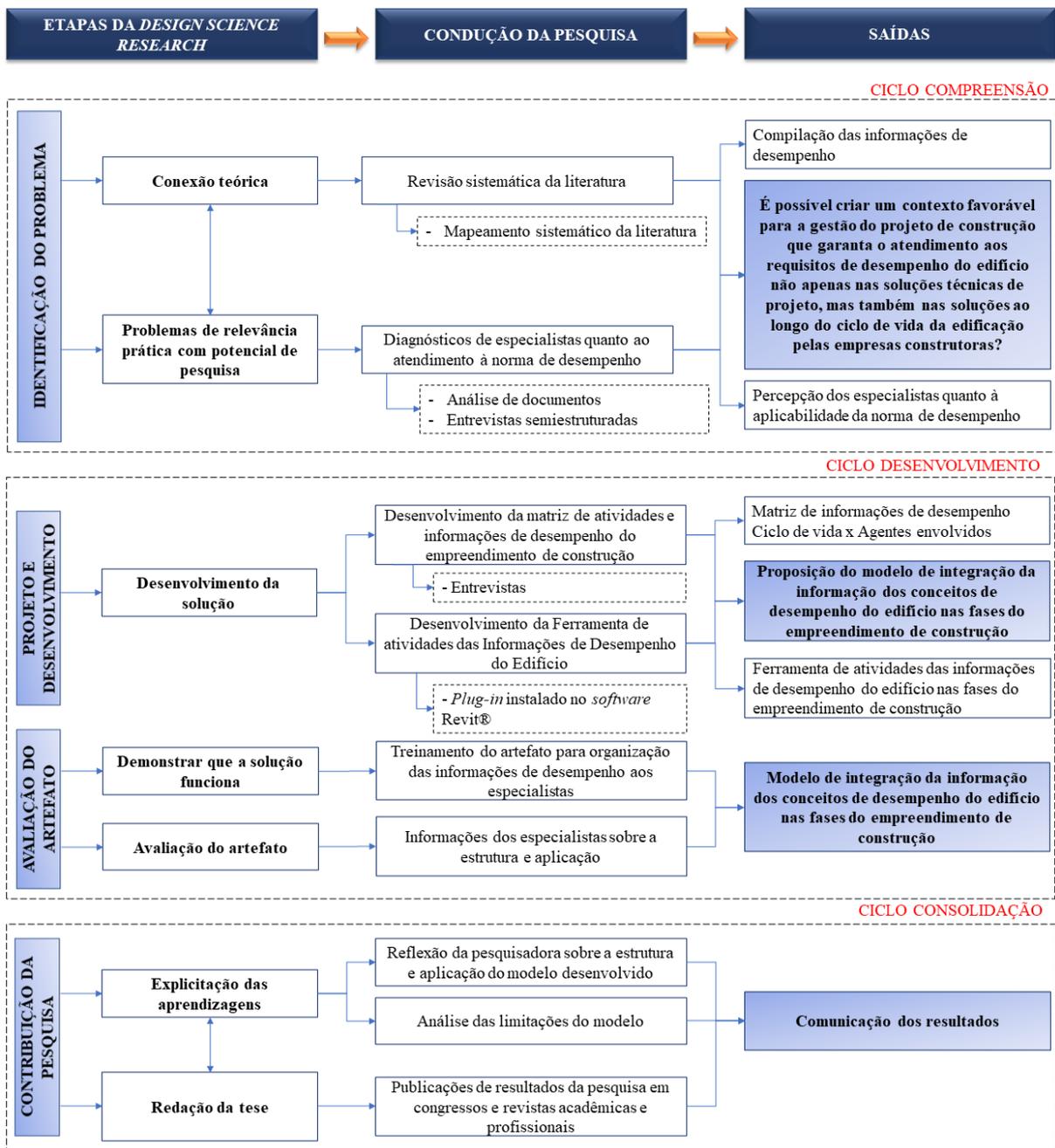
Para Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015), as soluções geradas devem ser passíveis de generalização para uma determinada classe de problemas, permitindo que outros pesquisadores ou profissionais possam replicar o conhecimento obtido. As contribuições teóricas e de pesquisa devem ser destacadas, pois, segundo Hevner (2007), são essenciais para vender a pesquisa para o público acadêmico. Em resumo, o estudo, se aplicável, também deve abranger a aplicabilidade da solução, a restrição na sua aplicação e outros estudos (OYEGOKE, 2011).

Nesse sentido, o artefato proposto nesta pesquisa é um modelo de fluxo de informações para diferentes partes interessadas, a fim de envolvê-las no esforço colaborativo de melhoria contínua do desempenho do edifício envolvendo as fases do empreendimento de construção, incorporado ao BIM. Para atingir este objetivo, iniciou-se com a identificação dos problemas de relevância prática com potencial de pesquisa, por meio do mapeamento sistemático da literatura e a fundamentação com a experiência de profissionais do setor. Essa conexão entre as duas partes permitiu um melhor desenvolvimento da solução, que será validada por meio de reuniões para apresentação do modelo e testes para verificação da sua aplicabilidade.

3.2 CONDUÇÃO DA PESQUISA FUNDAMENTADA EM DSR

A Figura 3.4 apresenta a estrutura metodológica organizada em três ciclos: a compreensão, o desenvolvimento e a consolidação.

Figura 3.4 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2020)

O primeiro ciclo trata da compreensão do tema. Teve como intuito obter um entendimento profundo sobre o tópic e encontrar um problema de relevância prática a fim de abranger os

níveis teóricos e práticos da pesquisa. Esse ciclo inicia-se com o mapeamento sistemático da literatura (MSL), relativa ao desempenho do empreendimento de construção e o desempenho do edifício, com o objetivo de identificar a possibilidade de integrar estes assuntos e estabelecer o fluxo de informações ao longo das fases do empreendimento de construção.

O MSL foi realizado a fim de identificar a lacuna do conhecimento referente ao tema abordado, porém a revisão bibliográfica se estendeu ao longo das outras fases da pesquisa. Outros tópicos foram incorporados posteriormente, tais como as fases do empreendimento de construção, o papel das partes interessadas e a integração da informação. A saída dessa etapa consistiu na compilação das informações de desempenho do empreendimento de construção e desempenho do edifício, classificadas de acordo com as fases do empreendimento de construção.

A segunda etapa do ciclo de compreensão corresponde ao diagnóstico com profissionais do setor da construção civil por meio de entrevistas semiestruturadas (apresentado na íntegra no Apêndice A) e análise de documentos relacionados ao desempenho do edifício. Esse diagnóstico foi realizado a fim de verificar a forma de condução das informações de desempenho do edifício nas fases de desenvolvimento do empreendimento. Como saída dessa etapa, foi possível identificar a percepção dos profissionais do setor da construção civil quanto à aplicabilidade da norma de desempenho.

A fundamentação do ciclo de compreensão consiste na conexão entre a teoria e a prática, sendo que a saída dessa análise é o estabelecimento da questão principal que envolve a temática desta pesquisa: É possível criar um contexto favorável para a gestão do empreendimento de construção que garanta o atendimento aos requisitos de desempenho do edifício, não apenas nas soluções técnicas de projeto, mas também nas soluções ao longo do ciclo de vida da edificação pelas empresas construtoras?

O ciclo de atividades do desenvolvimento envolve interações entre o desenvolvimento e a avaliação do artefato. Seu foco foi a criação de uma proposta para a solução do problema, baseada nos dados coletados no ciclo de compreensão. Trata-se da construção do artefato, assim como a implementação e testes práticos de avaliação do modelo proposto.

Dentro do quadro da abordagem da DSR, o ciclo de análise e reflexão corresponde à explicitação das aprendizagens. A comunicação dos resultados tem como objetivo mostrar as conexões teóricas e práticas da solução apresentada, como também uma reflexão sobre os resultados obtidos desta tese.

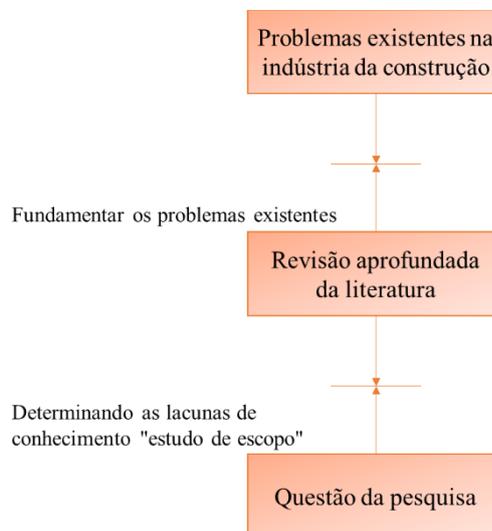
3.2.1 Ciclo compreensão

Segundo Lukka (2003), nessa fase, o pesquisador deve prestar atenção às questões práticas e teóricas. Deve buscar encontrar um problema com potencial de pesquisa que pode ser conduzido por interesse do pesquisador em estudar uma nova ou interessante informação, resolver um problema existente na indústria (ex.: a insatisfação do proprietário ou do cliente em termos de prazos de entrega prolongados, orçamentos superados e a falta de padrões de qualidade) (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; OYEGOKE, 2011).

Segundo Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015) e Oyegoke (2011), nesta etapa é preciso buscar o máximo de informações possíveis, assegurando a completa compreensão de suas facetas, causas e contexto por meio do entendimento teórico do que foi feito até à data (revisão da literatura).

Esta fase, segundo Oyegoke (2011), baseia-se na abordagem do pragmatismo, com consequências nas crenças/práticas e teorias, como mostra a Figura 3.5.

Figura 3.5 - Etapa básica para encontrar problemas práticos relevantes em DSR



Fonte: Adaptado de Oyegoke (2011)

Oyegoke (2011) cita duas abordagens que podem ser usadas para identificação dos problemas práticos, a saber as evidências baseadas na experiência da prática, ou dos praticantes, ou a evidência do trabalho teórico dos pares.

Essa fase da pesquisa se assemelha muito a qualquer tipo de estudo de campo (LUKKA, 2003). Várias abordagens de pesquisa podem ser aplicadas em diferentes atividades, e todas as

atividades do processo da DSR podem contribuir para o corpo de conhecimento relacionado ao campo de estudo ou estudos relacionados ao trabalho de pesquisa (OYELERE *et al.*, 2017). O pesquisador começa a entrar no domínio da organização com o objetivo de obter uma visão profunda do estado original das coisas por meio de entrevistas, observações, análises de arquivo, etc.

O MSL e os aspectos práticos dos problemas identificados são importantes para obter uma compreensão completa do fenômeno visado (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; OYEGOKE, 2011). Além disso, os problemas práticos devem ser fundamentados pelo estudo da literatura e também podem ser encontrados a partir de testes de proposição que irão indicar lacunas no conhecimento por meio da revisão da literatura (OYEGOKE, 2011). Vale destacar que a principal saída da etapa de compreensão é o conhecimento geral e abrangente do problema a ser solucionado (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; OYEGOKE, 2011).

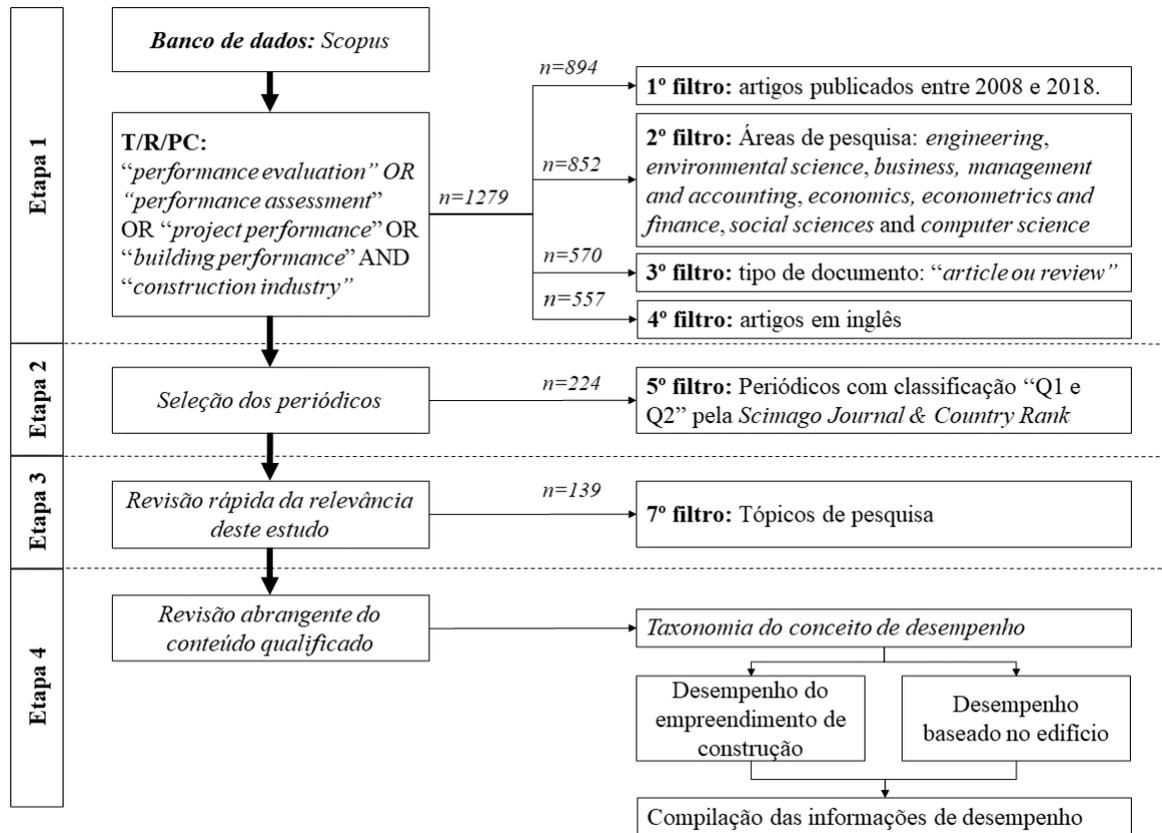
O problema prático também pode ser uma pergunta intrigante, uma circunstância inesperada ou uma clara necessidade identificada de mudança ou melhoria, devendo ser substanciado pelo estudo da literatura (OYEGOKE, 2011; OYELERE *et al.*, 2017), sendo a saída dessa etapa a questão da pesquisa formalizada (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Neste sentido, com base no MSL realizado, foi desenvolvida uma taxonomia dos assuntos relacionados ao desempenho ao longo das fases do empreendimento de construção. Além disso, foram realizados diagnósticos nas empresas construtoras por meio de entrevistas com os profissionais do setor da construção civil e análises de documentos (projetos, contratos, laudos técnicos, consultorias, etc.) com o objetivo de verificar os procedimentos gerenciais já adotados por estas empresas.

3.2.1.1 Mapeamento sistemático da literatura

O método de mapeamento sistemático da literatura utilizado por vários autores, como, Al-Sharif e Kaka (2004), Hu *et al.*, (2015), Ke *et al.*, (2009), Li, Shen e Xue (2014), foi o adotado neste trabalho. Os processos de seleção adotados por esses autores incluem várias etapas, como definição do banco de dados, regras de pesquisa e entendimento dos dados coletados, conforme apresentado na Figura 3.6.

Figura 3.6 – Estratégia de busca



Fonte: Autoria Própria (2020)

Com base nisso, o quadro de pesquisa compreende as quatro etapas seguintes:

a) Etapa 1: regras de pesquisa

A primeira etapa desse trabalho consiste na escolha de um mecanismo de busca para identificar os periódicos que publicaram a maioria dos artigos sobre desempenho na indústria da construção. O *Elsevier Scopus* foi selecionado como o banco de dados da literatura, as razões para a seleção desse mecanismo de busca são as seguintes:

1. À sua abrangência relativamente ampla no domínio da pesquisa de construção, o processo de indexação mais rápido e a disponibilidade de publicações mais recentes, em comparação com as demais bases de dados, como *Web of Science*, *Google Scholar* ou *PubMed* (HOSSEINI *et al.*, 2018; MEHO; ROGERS, 2008; YIN *et al.*, 2019);
2. Tem uma ampla cobertura de publicações em periódicos (YIN *et al.*, 2019);

3. É uma escolha melhor para tópicos de pesquisa na área de engenharias (MONGEON; PAUL-HUS, 2016).

Uma pesquisa detalhada foi conduzida usando “título/resumo/palavras-chave” (T/R/PC), os termos de busca utilizados foram: “*performance evaluation*” OR “*performance assessment*” OR “*project performance*” OR “*building performance*” AND “*construction industry*”. Todos os artigos selecionados foram publicados entre 2008 e 2018.

Trabalhos com estes termos específicos incluídos no T/R/PC foram considerados como tendo preenchido os pré-requisitos deste estudo. A pesquisa foi ainda limitada a áreas de assunto de “*business, management and accounting*”, “*computer science*”, “*decision science*”, “*economics, econometrics and finance*”, “*engineering*”, “*environmental science*” and “*social sciences*”.

Apenas artigos e revisões foram selecionados para essa pesquisa, para garantia de qualidade de contribuição acadêmica (CHAREF; ALAKA; EMMITT, 2018; JIN *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2020). Os artigos da conferência, por outro lado, são normalmente escritos para compartilhar as descobertas preliminares da pesquisa e indicar que mais trabalho será realizado para promover os objetivos específicos da pesquisa. Além disso, artigos de periódicos muitas vezes passam por várias rodadas de revisão por pares e, portanto, fornecem informações mais rigorosas de qualidade superior em comparação com artigos de conferências (JIN *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2020). Por esse motivo, incluir apenas artigos de periódicos em uma revisão da literatura é uma abordagem comumente aceita para garantir a consistência e a alta qualidade do trabalho revisado (HOSSEINI *et al.*, 2018; ORAEE *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2020).

b) Etapa 2: seleção dos periódicos

Como o foco do presente estudo foi revisar o conceito de desempenho no âmbito do empreendimento de construção e baseado no edifício, todos os periódicos selecionados têm um grande impacto e uma posição de destaque na comunidade de pesquisa nas áreas da AEC, garantindo, assim, a qualidade das publicações. Para isso, os artigos foram selecionados em periódicos com classificação “Q1” e “Q2”, de acordo com o *ranking* do *Scimago Journal & Country Rank*.

c) Etapa 3: revisão rápida da relevância deste estudo

Nesse estágio, foi realizada a revisão dos resumos, apenas uma amostra menor foi considerada relevante e selecionada para revisão detalhada a fim de identificar interesses de pesquisa, tópicos e resultados do projeto. Vale ressaltar que as análises a seguir são baseadas apenas nos dados coletados pela abordagem de amostragem específica. O escopo deste estudo não é abordar a população completa de artigos no segmento deste estudo, mas apenas analisar a tendência nas áreas da AEC.

d) Etapa 4: estrutura taxonômica do conceito de desempenho

Nessa etapa do mapeamento, foi realizada uma análise abrangente do conteúdo qualificado. Em seguida, explorou-se a tendência de pesquisa no desempenho na indústria da construção. Com base no método utilizado por Jabareen (2009), que visa à descrição dos dados e o fenômeno alvo, a análise de conteúdo se concentra em descrever uma abordagem em vez de gerar teorização. Nesse sentido, o método descrito é apropriado e extremamente útil para a construção de estruturas conceituais a partir de textos multidisciplinares.

O resultado dessa rigorosa revisão - com base nas palavras-chave dos artigos revisados e em suas teorias subjacentes - é o desenvolvimento de uma taxonomia que sintetiza as conexões do estudo do desempenho em quatro etapas:

1. Especificação o domínio dos objetos a serem classificados. Neste estudo, o domínio dos objetos são os artigos de pesquisa relacionados ao desempenho na indústria da construção.
2. Leitura extensiva e categorização dos dados selecionados. Com base nas palavras-chave dos artigos e suas teorias subjacentes, este estudo categorizou o conceito de desempenho com base em 4 níveis, a saber, “processo e produto”, “fases do empreendimento”, “avaliação do desempenho” e “agentes envolvidos”. As fases do empreendimento foram identificadas com base na teoria de gerenciamento de projetos; o produto considerado nesse caso foi o edifício; o processo está relacionado à gestão do empreendimento de construção; as avaliações de desempenho foram levantadas de acordo com a necessidade de monitoramento e controle de todas as fases do empreendimento.
3. Agrupamento dos conceitos que tenham semelhança com um novo conceito. Os artigos foram categorizados quanto a descrição do processo ou do produto e quanto à fase do empreendimento de construção em que está inserido ou na avaliação do desempenho.

4. Síntese dos conceitos. Após identificar os grupos específicos, examinou criticamente os artigos de pesquisa dentro de cada grupo, para revelar os objetivos de pesquisa, contribuições e lacunas de conhecimento em cada grupo de estudo. Posteriormente uma taxonomia foi desenvolvida para sintetizar os temas dos atuais esforços acadêmicos na conexão do conceito de desempenho na indústria da construção.

Após a leitura mais abrangente das publicações e registro em planilha, a compilação da lista de informações e atividades relacionadas ao desempenho, contendo todos os parâmetros que influenciam o desempenho do empreendimento de construção e do edifício, foi o ponto de partida para o desenvolvimento do artefato deste trabalho.

3.2.1.2 Critério de seleção dos participantes da pesquisa

Os critérios apresentados no Quadro 3.3 foram definidos para auxiliar na escolha dos profissionais do setor da construção civil. Foram levados em consideração para traçar o perfil do entrevistado: (i) participação em pelo menos um empreendimento em andamento ou concluído com foco na norma de desempenho; (ii) empreendimentos voltados para o mercado imobiliário residencial; (iii) participação em grupos de estudo relacionados ao conhecimento da norma, ligados à Comunidade da Construção ou ao Sinduscon; (iv) participação nos processos relacionados ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da empresa; (v) interesse pelo tema desempenho das edificações e/ou gestão de empreendimentos de construção; (vi) disponibilidade para compartilhamento de informações.

Quadro 3.3 – Perfil dos profissionais participantes da pesquisa

PERFIL DO ENTREVISTADO	
Nome:	Formação:
Cargo:	Tempo na empresa:
Tempo de formação:	Números de empreendimentos que já participou?
Idade:	Em qual etapa? () Projeto () Construção () Assistência técnica
Conhecimentos específicos e habilidades:	Participou de algum empreendimento com as exigências da norma de desempenho?
Você teve algum treinamento relacionado ao atendimento à norma de desempenho?	Quais os critérios e parâmetros da sua especialidade são abordados quando se trata da aplicação da norma de desempenho?

Fonte: Autoria Própria (2020)

3.2.1.3 Análise de documentos relacionados ao desempenho do edifício

A pesquisa documental consistiu inicialmente na consulta à ABNT NBR 15575: 2013 para o levantamento dos critérios de análise do desempenho dos componentes em estudo e das informações necessárias para a sua avaliação. Todos os critérios de desempenho foram listados e divididos de acordo com o método de avaliação (análise de projetos, simulações, ensaios, verificações *in loco* e análise do manual uso, operação e manutenção). Essa análise inicial serviu como base para o desenvolvimento do *plug-in* NBR 15575. No Quadro 3.4 está apresentada a estrutura básica para o levantamento dos requisitos de desempenho do edifício.

Quadro 3.4 – Levantamento dos requisitos e critérios do desempenho do edifício com foco no método de avaliação

Desempenho do edifício				Avaliação		Observações
Parte	Requisitos	Critério	Descrição	Método	Perfil de desempenho	

Fonte: adaptado de ABNT (2013)

Nas colunas **Parte**, **Requisitos**, **Critério** e **Descrição** foram listados todos os requisitos e critérios conforme apresentados na norma. A coluna **avaliação** identifica o método recomendado pela norma para identificar a forma que o item deve ser avaliado, se é realizado por meio de ensaios, verificações *in loco*, simulações ou análise de projeto, análise do manual de uso, operação e manutenção, além de identificar em qual nível de desempenho o critério foi atendido, de acordo com os valores relativos aos níveis mínimo (M), intermediário (I), superior (S), ou atende as premissas de projeto. Convém ressaltar um critério de desempenho pode ter mais de um método de avaliação, o qual corrobora para ser listado mais de uma vez na planilha.

A última coluna serve para preenchimento referente aos comentários, caso houvesse a necessidade de detalhar alguma especificidade encontrada no decorrer da análise da norma. O roteiro com o detalhamento da parte 4 da norma de desempenho encontra-se no Apêndice B.

Ainda na etapa de análise de documentos, foram analisados os procedimentos internos das empresas nas quais os profissionais selecionados participavam, para verificar como se dão os processos de trabalho e a participação desse profissional, bem como suas responsabilidades no dia-a-dia das empresas.

3.2.1.4 Entrevistas

Para alcançar os objetivos definidos e responder às questões desta pesquisa, essa fase foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com profissionais do setor da construção de edifícios, atuantes diretamente nos processos gerenciais das empresas, além de participarem ativamente na implantação dos requisitos da norma.

O raciocínio por trás da seleção dessas características tem como principal objetivo o de fornecer uma estrutura para facilitar a colaboração. Além disso, deve-se considerar a necessidade de verificar a troca de informações entre os participantes envolvidos no gerenciamento do empreendimento e seus componentes com foco no desempenho do edifício, como também a integração destas informações.

As entrevistas foram compostas principalmente por perguntas abertas destinadas a evitar a limitação das respostas dos participantes. A combinação desses métodos efetivamente proporcionou a conscientização de um problema geral existente na indústria da construção, relacionado aos baixos níveis de desempenho da edificação e as dificuldades para gerenciar as informações necessárias ao longo das fases do empreendimento de construção para garantia desse desempenho.

O roteiro de perguntas foi direcionado, incluindo um componente de introdução e um componente de perguntas abertas (encontra-se listado no Apêndice A). O propósito do roteiro de investigação nesta fase de compreensão é analisar como os profissionais aplicam os requisitos de desempenho do edifício ao longo das fases do empreendimento de construção.

As perguntas abertas são relacionadas ao nível de aplicabilidade da norma de desempenho nos processos da empresa, bem como o processo de gestão do empreendimento. Na etapa de introdução, foram definidas questões para traçar os perfis da construtora, do entrevistado e do empreendimento estudado. A primeira rodada de perguntas está direcionada à identificação do processo de projeto existente, e também à análise do gerenciamento do empreendimento ao longo de suas fases de desenvolvimento. A segunda rodada de perguntas está relacionada com a existência e os impactos da implementação da norma.

Durante esta fase, foram investigados a estruturação da empresa e analisados os fluxos de trabalho desde a fase de concepção até o usuário. Neste sentido, essa etapa foi importante para compreender como a empresa construtora está gerenciando as informações necessárias para a

aplicação da norma de desempenho ao longo de todas as fases de desenvolvimento do empreendimento, além de identificar as dificuldades de gestão ao longo desse processo.

Posteriormente, os profissionais foram consultados, pois sabe-se que cada tipo de avaliação ocorre em diferentes etapas do empreendimento, sendo gerenciadas por diferentes agentes. Para identificar essas questões juntamente com os entrevistados, foram criadas duas matrizes para identificar os agentes envolvidos e em qual etapa do empreendimento de construção esta avaliação do desempenho da edificação está inserida.

No preenchimento do Quadro 3.5, o entrevistado identificou em que momento do empreendimento de construção acontecem as avaliações do desempenho do edifício; no Quadro 3.5 – Matriz de avaliação do desempenho do edifício quanto às fases do empreendimento de construção

Método de avaliação →	Análise de projeto	Análise do manual de uso, operação e manutenção	Ensaio	Simulações	Verificação <i>in loco</i>
Fases do empreendimento ↓					
Viabilidade					
Projeto					
Planejamento					
Construção					
Manutenção, operação					

Fonte: Autoria Própria (2020)

Quadro 3.6, o entrevistado identificou quais são as pessoas envolvidas no processo, em paralelo com o tipo de avaliação do desempenho do edifício. Dentre eles, estão os projetistas, coordenador de projetos, engenheiro da obra, setor de compras, fornecedor do produto, empresa especializada, consultores, incorporador e usuário.

3.2.2 Ciclo desenvolvimento

Com base nos dados e nos conhecimentos obtidos no ciclo de compreensão, segue a fase de desenvolvimento do artefato. Os objetivos dessa atividade são definir requisitos e expectativas com base no problema prático identificado, em uma interpretação e síntese aprofundadas da revisão contextual da literatura (OYEGOKE, 2011; OYELERE *et al.*, 2017). O capítulo 2

explicou em detalhes a importância de gerenciar as informações de desempenho no âmbito do produto e do processo.

Esse ciclo foi dividido em duas etapas iterativas, com foco no desenvolvimento e validação da solução proposta, explicadas mais detalhadamente nas seções a seguir.

3.2.2.1 Desenvolvimento da solução

Os dados obtidos na primeira etapa da pesquisa foram o ponto de partida para o desenvolvimento do artefato (Objetivos A e B). A Figura 3.7 mostra o fluxo de trabalho para o desenvolvimento do modelo do fluxo de informações para diferentes partes interessadas, para integração das comunicações do desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção.

Quadro 3.5 – Matriz de avaliação do desempenho do edifício quanto às fases do empreendimento de construção

Método de avaliação →	Análise de projeto	Análise do manual de uso, operação e manutenção	Ensaio	Simulações	Verificação <i>in loco</i>
Fases do empreendimento ↓					
Viabilidade					
Projeto					
Planejamento					
Construção					
Manutenção, operação					

Fonte: Autoria Própria (2020)

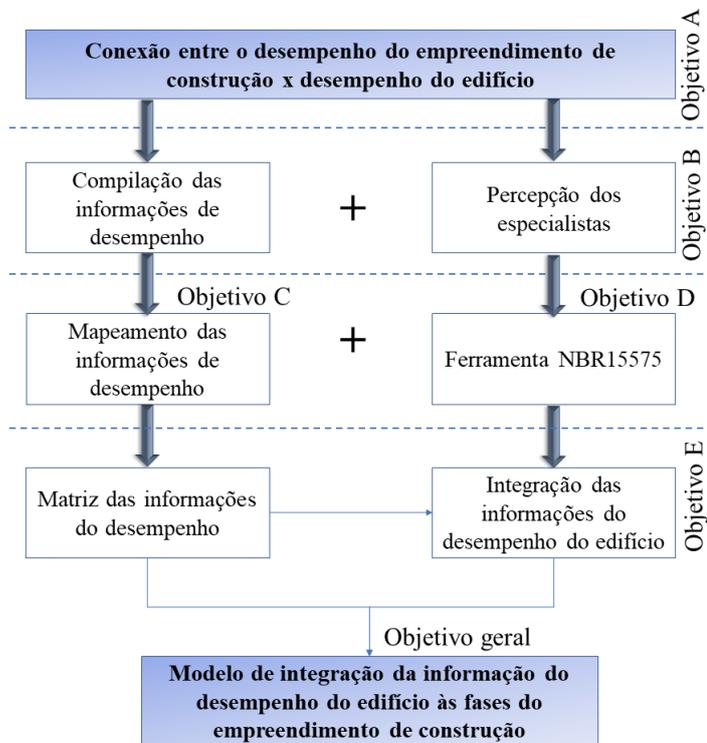
Quadro 3.6 – Matriz de avaliação do desempenho do edifício quanto aos agentes envolvidos no empreendimento de construção

Método de avaliação →	Análise de projeto	Análise do manual de uso, operação e manutenção	Ensaio	Simulações	Verificação <i>in loco</i>
Agentes envolvidos ↓					
Construtor/ incorporador					
Gerente de obras					

Método de avaliação → Agentes envolvidos↓	Análise de projeto	Análise do manual de uso, operação e manutenção	Ensaio	Simulações	Verificação <i>in loco</i>
Coordenador de projetos					
Gerente da qualidade					
Projetistas					
Consultores					
Comprador (suprimentos)					
Engenheiros de obra					
Fornecedores/ Empreiteiros/ Consultores					
Clientes/ usuário					

Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 3.7 - Sequência de trabalho para o desenvolvimento do modelo do fluxo de informações para a integração das informações de desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção



Fonte: Autoria Própria (2020)

a) Mapeamento das informações de desempenho

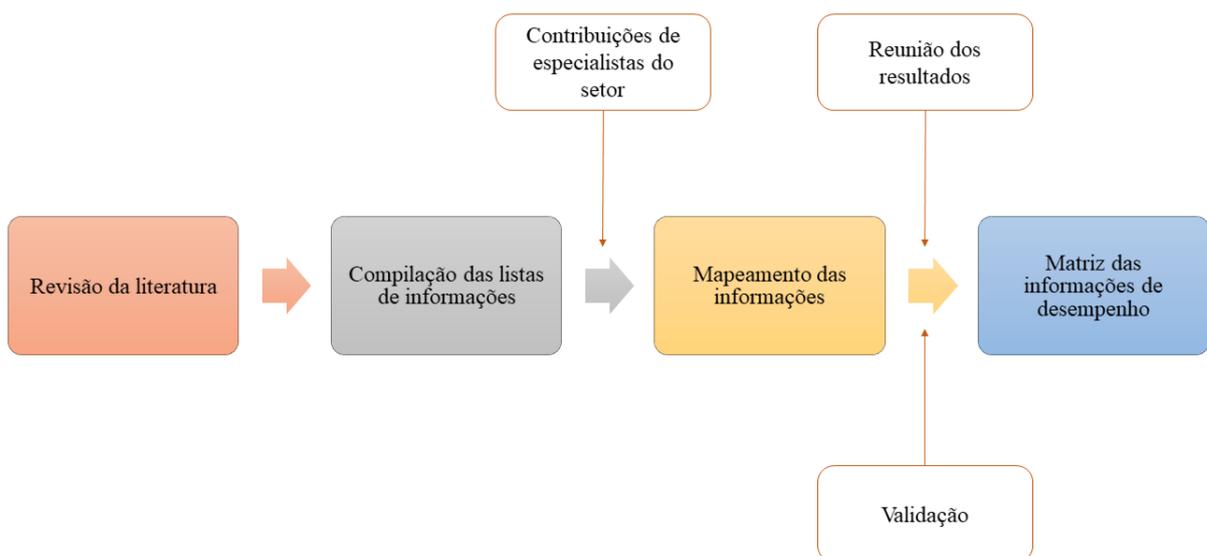
A parte relacionada à compilação das informações de desempenho e percepção dos profissionais foi baseada nos resultados da revisão sistemática da literatura com o desenvolvimento do conceito do desempenho, na qual foram listadas informações que precisam ser consideradas para garantia do desempenho, tanto do processo como do edifício (Apêndices D e E).

O desenvolvimento do mapeamento de informações de desempenho (MID), correlacionadas às fases do empreendimento de construção e aos agentes envolvidos, foi desenvolvido juntamente com os profissionais participantes da pesquisa, de forma a atender o objetivo específico C: identificar e definir as responsabilidades e autoridades dos agentes envolvidos (Figura 3.8).

Foram apresentadas aos entrevistados as listas de informações e uma matriz, cujos princípios são o eixo Y para representar as informações do desempenho, enquanto o eixo X representa as fases do empreendimento (

Figura 3.9). Para elaboração do mapeamento, os entrevistados indicaram os agentes envolvidos de acordo com as suas atribuições e responsabilidades em cada fase do empreendimento de construção, baseadas na classificação quanto ao desempenho do empreendimento de construção (DEC), ou ao desempenho do edifício (DE).

Figura 3.8 – Etapas de desenvolvimento do MID



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 3.9 – Exemplo para identificação das informações de desempenho de acordo com as partes interessadas, as fases do empreendimento e a classificação quanto DEC ou DE

FASES DO EMPREENDIMENTO →	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓					
Informação 1	Agente 01 Agente 02 . . Agente n	Agente 01 Agente 02 . . Agente n	Agente 01 Agente 02 . . Agente n		
Informação 2		Agente 01 Agente 02 . . Agente n			Agente 01 Agente 02 . . Agente n
...			Agente 01 Agente 02 . . Agente n		
Informação n	Agente 01 Agente 02 . . Agente n				Agente 01 Agente 02 . . Agente n

Fonte: Autoria Própria (2020)

Como estratégia de análise, as informações de desempenho foram contabilizadas e avaliadas de acordo com a frequência citada pelos entrevistados (f_{ID}). Para desenvolver o f_{ID} , avalia-se a frequência para cada informação considerada na fase do empreendimento de construção e para o agente envolvido, por meio da Equação 3.1.

$$f_{ID} = \frac{n_i}{N \cdot A} \quad (3.1)$$

n_i é o número de vezes que o evento ocorreu em um experimento ou estudo (número de vezes que a informação foi citada na amostra); A corresponde ao número máximo que essa informação pode ser citada na matriz (o produto resultante do número de fases pelo número total de agentes envolvidos no processo); e N corresponde ao número de entrevistados.

Todas as informações foram classificadas de acordo com a pontuação do índice de importância. Ao fazer isso, dois métodos simples são aplicáveis:

1. classificação conforme a frequência de cada informação de desempenho;
2. classificação conforme a frequência de cada informação para cada fase do empreendimento individual.

Para o primeiro, as informações com impacto significativo podem ser negligenciadas, pois a importância é geralmente compensada pelo menor nível de impacto em outros objetivos das fases do empreendimento ou na responsabilização dos agentes envolvidos. Em comparação

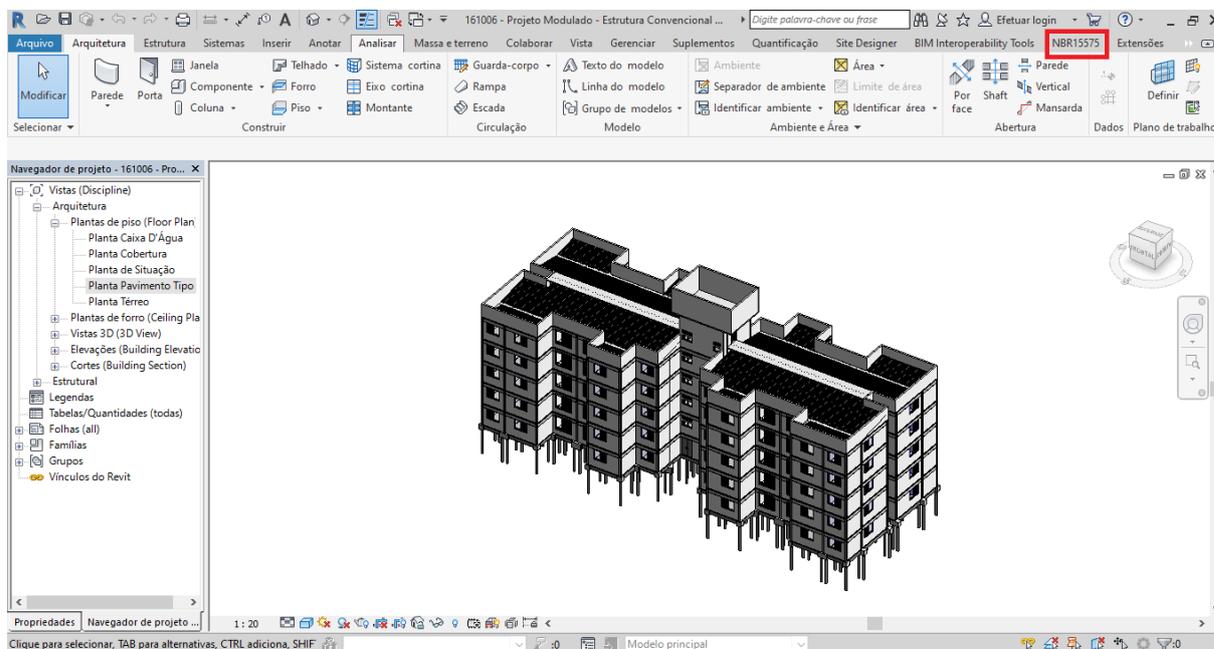
com o segundo, é possível identificar as principais informações relevantes para cada fase do empreendimento e para cada agente envolvido.

b) Desenvolvimento do *plug-in*

Mediante a constatação de que mesmo em empresas com seus processos bem estruturados ainda havia dificuldade para organizar as informações necessárias para o atendimento à norma de desempenho, foi elaborada a Ferramenta NBR 155575, de forma a atender o objetivo específico D: desenvolver uma ferramenta que auxilie na aplicabilidade da norma de desempenho no desenvolvimento do empreendimento ao longo das etapas de projeto, construção, uso, operação e manutenção, incorporado ao BIM.

Para isso, foi proposto um *plug-in* instalado no *software* da Autodesk Revit®, o qual permite que o usuário faça o preenchimento dos requisitos de desempenho do edifício, tais como especificações de projeto, resultados de simulações, resultados de ensaios e definição de responsabilidades como parâmetros do modelo os quais possibilitam um monitoramento das informações e a criação de um banco de dados, além disso permite o lançamento de informações, como os dados da obra, do modelo e dos agentes envolvidos (Figura 3.10).

Figura 3.10 – Faixa de opções do Revit® com o acréscimo da guia NBR 15575



Fonte: Autoria Própria (2020)

Quando acionado, o *plug-in* apresentará, ao usuário do programa, janelas que irão conter informações de desempenho do edifício a serem preenchidas por profissionais da área de AEC

ao longo das fases do empreendimento de construção, além de auxiliar na tomada de decisão para garantir o monitoramento e o atendimento aos requisitos da norma de desempenho.

As atividades que envolvem o sucesso do empreendimento de construção como um todo devem ser gerenciadas, estar visíveis e disponibilizadas para todos os agentes envolvidos no projeto, sendo possível o cumprimento do objetivo específico E: assegurar a retroalimentação contínua do desempenho em cada etapa do projeto. A ferramenta desenvolvida para a integração dos conceitos de desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção foi imediatamente seguida por dois níveis: a apresentação e o *feedback* coletado em cada nível.

3.2.2.2 Demonstração e validação do modelo

Essa etapa teve como objetivo apresentar a solução proposta aos profissionais participantes da pesquisa. Na atividade demonstrada, uma versão inicial da solução implementada é usada como um caso ilustrativo, ou na vida real, com o objetivo de analisar a viabilidade da solução (OYELERE *et al.*, 2017).

A utilidade, qualidade e eficácia de um artefato de projeto devem ser rigorosamente demonstradas por métodos de avaliação¹³ bem executados (HEVNER *et al.*, 2004). Dada a natureza inerentemente iterativa da abordagem da DSR, o artefato inicial precisa ser avaliado e redesenhado até que uma solução satisfatória seja encontrada (POURNADER; TABASSI; BALOH, 2015). De acordo com Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015), é nessa fase que o investigador deve observar e medir o comportamento do modelo na solução do problema.

Por se tratar de uma pesquisa construtiva, o artefato gerado necessitou ser avaliado. Nessa etapa, os dados gerados foram reunidos e comparados visando a propor a versão final do modelo, considerando as contribuições dos participantes da pesquisa. A abordagem metodológica proposta para validação do artefato será do tipo qualitativa e exploratória, uma vez que o aspecto investigado (fases do empreendimento com foco na aplicação da norma de desempenho) ocorre em contextos sociais (equipes multidisciplinares). Para a validação do modelo, o uso de múltiplas fontes de evidência pode aumentar o nível de validade.

¹³ A avaliação deve incluir a integração do artefato na infraestrutura técnica do ambiente de negócios (HEVNER *et al.*, 2004).

Com base no modelo elaborado, entrevistas detalhadas foram realizadas para apresentar e discutir o conteúdo disponibilizado no modelo com profissionais experientes para obter *insights* sobre a relevância e aplicabilidade potencial do modelo. Ainda foi possível identificar os aspectos que possam melhorar o modelo e, assim, permitir melhor receptividade e aplicabilidade da ferramenta.

Nas reuniões foram apresentados:

- Conteúdo do modelo: proposta e atividades que devem ser desenvolvidas em cada fase do empreendimento;
- Operacionalização do modelo proposto.

Assim, o modelo proposto foi avaliado quanto à utilidade e aplicabilidade para avaliação do artefato desenvolvido. Foi desdobrado de acordo com as ferramentas desenvolvidas no artefato. Os critérios de avaliação estão apresentados no Apêndice F - Questionário para avaliação do artefato. As fontes de evidências utilizadas para tal avaliação foram reuniões e entrevistas.

Nessa ocasião, foram feitos questionamentos sobre os objetivos do desenvolvimento da estrutura conceitual em que foi possível obter contribuições dos entrevistados no sentido de buscar o alinhamento da estrutura teórica com os processos de negócio, ampliando mais o seu escopo inicial. Uma escala de *Likert* de cinco pontos foi usada como formato de resposta para diferentes variáveis, com os valores atribuídos variando de 1 = Discordo totalmente a 5 = Concordo totalmente. Algumas questões abertas foram deixadas no questionário para que o entrevistado deixasse suas recomendações e sugestões (parte interessada do empreendimento de construção) para serem levadas em consideração.

3.2.3 Ciclo de consolidação

O objetivo dessa etapa, segundo Dresh, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 132), “é assegurar que a pesquisa realizada possa servir de referência e como subsídio para a geração de conhecimento, tanto no campo prático quanto no teórico”. Ou seja, a abordagem da DSR requer que, além das contribuições teóricas do estudo, sejam especificadas as limitações de pesquisa e as áreas para estudos futuros (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; OYEGOKE, 2011). Na *Design Science*, as generalizações mais importantes são realizadas na forma de modelos de produtos, que representam propriedades específicas de sistemas técnicos (BIRKHOFFER; WÄLDELE, 2005).

Neste sentido, a DSR exige que a solução dada para o artefato deve adicionar ao corpo de conhecimento as contribuições teóricas a serem postadas; a novidade e o escopo da aplicação devem ser claramente indicados (OYEGOKE, 2011). A maior vantagem do uso desses modelos é fornecer aos projetistas métodos simples, razoáveis e fáceis de usar para realizar uma variedade de tarefas (BIRKHOFER, 2011). Modelar a realidade parece ser cada vez mais um fator-chave na fundação da *design science* como um corpo de itens bem definidos e relacionados (BIRKHOFER, 2011).

Esta fase teve como objetivo fazer uma reflexão sobre os resultados obtidos nas fases anteriores, bem como sobre as contribuições da pesquisa nas duas empresas selecionadas. Pretende-se que com os resultados da validação, o modelo desenvolvido indique abordagens inovadoras no sentido de correlacionar a aplicabilidade e gerenciamento da Norma de Desempenho com as etapas do empreendimento ao longo de suas fases de desenvolvimento, bem como que contribua para o conhecimento teórico, apontando a aplicabilidade prática do modelo desenvolvido e indicando pesquisas futuras. Essa fase se encerra com a redação da tese.

3.3 FONTES DE EVIDÊNCIA

Segundo Yin (2010), a evidência de um procedimento de investigação pode vir de várias fontes, tais como: documentação, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Independentemente das fontes utilizadas, o autor descreve os três princípios essenciais ao início da coleta de dados:

1. o uso de múltiplas fontes de evidência, não apenas uma;
2. a criação de um banco de dados do estudo de caso;
3. manutenção de um encadeamento de evidências.

Tais fontes de evidência são fundamentais para garantir a operacionalização dos métodos de pesquisa e do método de trabalho definido (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). Neste sentido, o desenvolvimento desta pesquisa não ficou restrito a uma estratégia de investigação em função da amplitude do problema investigado. A seguir, serão detalhadas as estratégias utilizadas nesta pesquisa.

3.3.1.1 Análise de documentos

O uso mais importante de documentos é corroborar para valorizar as evidências oriundas de outras fontes, podendo fornecer detalhes específicos e colaborar com informações obtidas (YIN, 2010). Ainda é possível realizar algumas conclusões a partir das documentações, as quais evidenciam determinados tópicos para serem investigados mais a fundo (YIN, 2010).

3.3.1.2 Entrevistas semiestruturada

Segundo Yin (2010), as entrevistas são fontes essenciais de informação para os estudos de caso porque permitem a interação entre o pesquisador e o entrevistado. Além disso, podem ser descritas como um processo comunicativo através do qual o pesquisador extrai informações de uma pessoa ou informante (AL AHBABI, 2014).

A escolha da entrevista semiestruturada como uma das técnicas de coleta de dados ocorre por ser um instrumento flexível que permite a reformulação da pergunta em busca de um maior entendimento dos dados coletados (DRESH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015), que torna as informações extraídas fortemente influenciadas pelo entrevistado, que age e interpreta seu ambiente com base em suas experiências anteriores (AL AHBABI, 2014).

CAPÍTULO 4 - COMPREENSÃO SOBRE O TEMA

A primeira fase deste trabalho requer compreensão profunda do tema para dar embasamento teórico para a criação do artefato inovador. Essa fase tem como principal objetivo esclarecer o problema inicial da pesquisa, posicionar o problema na prática em que ele aparece, formular a questão com precisão e demonstrar a importância do problema (OYELERE *et al.*, 2017).

Neste capítulo, foram discutidos os resultados obtidos no ciclo de compreensão por meio do MSL e o diagnóstico com especialistas quanto à aplicabilidade da Norma de Desempenho em seus processos.

4.1 EXPLICAÇÃO TEÓRICA DO PROBLEMA

A revisão da literatura ajuda a determinar se o tema vale a pena ser estudado e fornece informações sobre como o pesquisador pode limitar o alcance a uma área de pesquisa necessária (CRESWELL, 2014). O objetivo de realizar o MSL é fundamental para examinar o desenvolvimento de pesquisas em uma disciplina específica (LI; SHEN; XUE, 2014).

Uma extensa revisão da literatura foi realizada para atender aos objetivos desta pesquisa, especialmente sobre as necessidades e justificativas da realização. Esta revisão de literatura foi abordada e discutida em detalhes no Capítulo 2 desta tese. Nesse item, estão apresentados a quantificação bibliométrica e a compilação da lista de informações de desempenho para o empreendimento de construção (DEC) e desempenho dos edifícios (DE).

4.1.1 Seleção dos artigos acadêmicos

A revisão sistemática da literatura foi usada para determinar o embasamento teórico da pesquisa. O banco de dados eletrônico utilizado foi o *Scopus*. O período de análise ocorreu entre 2008 e 2018. Os documentos considerados foram artigos e revisões em inglês. Os termos de busca utilizados foram: “*performance evaluation*” OR “*performance assessment*” OR “*project performance*” OR “*building performance*” AND “*construction industry*”. Como resultado da Etapa 1, a quantidade total de artigos identificados pelo mecanismo de busca *Scopus* foi de 557,

com uma média de 50 (cinquenta) artigos por ano, em 158 (cento e cinquenta e oito) periódicos diferentes no período estudado.

Na Etapa 2, a busca foi mais refinada, fazendo referência à lista de classificação do *Scimago Journal & Country Rank*, nas áreas de AEC. Foram selecionados os periódicos com classificação “Q1” e “Q2” e as conferências cadastradas nesse banco de dados na área de engenharia. Com base nesse critério, foram selecionados 33 (trinta e três) periódicos amplamente reconhecidos como periódicos-alvo para seleção dos artigos, totalizando 224 (duzentos e vinte e quatro) artigos.

Na Etapa 3, os resumos foram analisados, a fim de identificar interesses de pesquisa. Nesta etapa, 139 (cento e trinta e nove) artigos foram considerados para a revisão detalhada. A Tabela 4.1 mostra os 27 (vinte e sete) periódicos com classificação “Q1” e “Q2”, bem como o número de artigos selecionados após a leitura dos resumos.

Tabela 4.1 – Lista de revistas acadêmicas e quantidade de artigos identificados durante o período de 2008 a 2018

Year →	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	Total
Journal ↓												
Alexandria Engineering Journal								1				1
Architectural Engineering and Design Management		1										1
Architectural Science Review				1								1
Archives of Civil and Mechanical Engineering					1							1
Automation in Construction		1		2		1		2	3	3	2	14
Building and Environment		1	1	1		1	2			1		7
Building Research and Information	3	1					1		2	1	2	10
Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering		1										1
Computers in Industry	1											1
Construction and Building Materials	1											1
Construction Innovation				1			1			1		3
Construction Management and Economics	1	1	1	1			5	1	2	3	2	17
Energy and Buildings	1				1			1				3
Engineering, Construction and Architectural Management	1	3				2	1	2	1			10
Expert Systems with Applications							1			2		3
Facilities							1					1
Informes de la Construcción				1								1
Journal of Architectural Engineering	1											1
Journal of Asian Architecture and Building Engineering				1								1
Journal of Building Engineering	1	2		1								4
Journal of Building Performance Simulation									1			1

Tabela 4.1 – Lista de revistas acadêmicas e quantidade de artigos identificados durante o período de 2008 a 2018
(continuação)

Year →	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	Total
Journal ↓												
Journal of Cleaner Production	1	1				1			1			4
Journal of Construction Engineering and Management	3	2	4	1	5	4	4	1	2	5	4	35
Journal of Management in Engineering	3		2	1		1	1	3			1	12
Production Planning and Control											1	1
Quality Engineering					1							1
Sustainable Cities and Society	2	1										3
Total	16	15	8	11	8	10	17	11	12	16	12	139

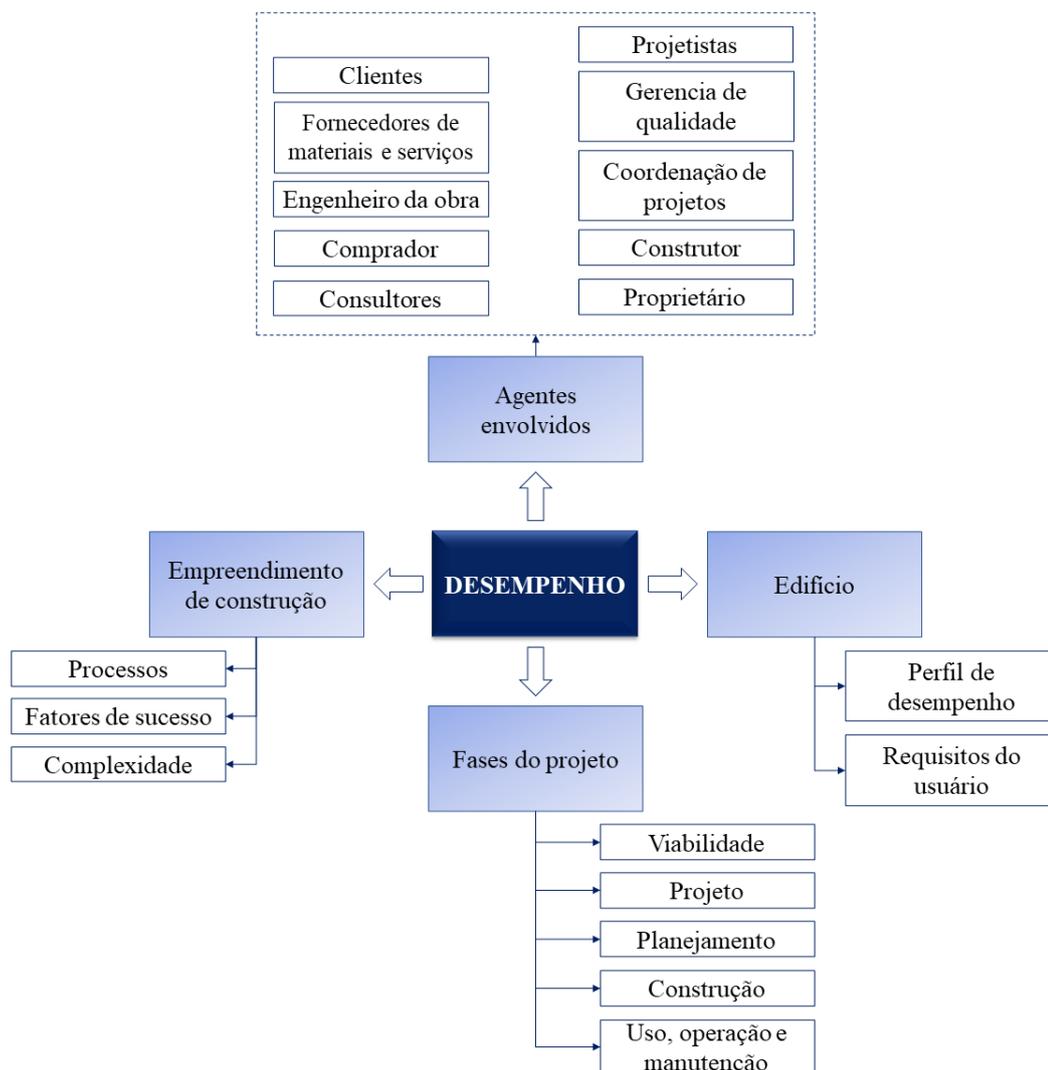
Fonte: Autoria Própria (2020)

Como resultado dessa análise inicial dos títulos, resumos e palavras-chave, os artigos foram classificados quanto ao desempenho do empreendimento de construção e desempenho do edifício e, em seguida, quanto à conexão com a fase do empreendimento que foi abordada na pesquisa. Os artigos foram mapeados e listados no Apêndice C.

4.1.2 Taxonomia do conceito de desempenho

Entre os 139 (cento e trinta e nove) estudos selecionados na Etapa 3 do mapeamento sistemático, existe uma variedade de pesquisas relacionadas ao estudo de desempenho no campo da construção, incluindo o desempenho com foco no sucesso do empreendimento de construção e com foco no edifício, desde a concepção até a entrega do edifício ao usuário. Além disso, pode-se destacar a participação de vários agentes em todas essas fases, o que sugere a necessidade de formas eficazes de avaliar o desempenho de acordo com as atividades do desenvolvimento do empreendimento. Uma taxonomia foi desenvolvida, portanto, para coletar informações de desempenho no nível do empreendimento de construção e do edifício. A Figura 4.1 mostra o quanto o estudo do desempenho no campo da indústria da construção requer uma abordagem multidisciplinar, sendo necessária uma melhor compreensão de tais fenômenos, pois ele pode estar associado ao produto (edifício), ou ao processo (empreendimento de construção).

Figura 4.1 – Taxonomia do conceito de desempenho na indústria da construção



Fonte: Autoria Própria (2020)

Como resultado da taxonomia do conceito de desempenho no campo da indústria da construção, foi possível observar que o entendimento adequado desses fatores em todas as fases do empreendimento de construção tem o potencial de contribuir para o desenvolvimento de procedimentos para melhorar o fluxo de informações ou o processo de tomada de decisão.

Isso, porém, requer uma maior integração entre as medidas de sucesso do empreendimento de construção, como também a eficiência do edifício ao longo das fases de desenvolvimento do empreendimento. Para isso, as informações que influenciam o desempenho no campo da indústria da construção foram levantadas na literatura e listadas em 2 etapas, sendo a primeira quanto às informações de desempenho do empreendimento de construção (Apêndice D) e a segunda quanto às informações de desempenho do edifício (Apêndice E).

Esta pesquisa propôs que o conceito de desempenho no campo da indústria da construção teria necessidade de conter um entendimento completo das necessidades do produto em todas as fases do empreendimento, embora isso amplie o escopo da avaliação, uma vez que nenhum estudo até agora discutiu a integração dos requisitos do produto em processos que auxiliam no desenvolvimento de empreendimentos de construção. Os seguintes fatores também foram considerados para a adoção bem-sucedida dos aspectos de desempenho:

- Estabelecer estratégias para avaliação e monitoramento de produtos em todas as fases do empreendimento;
- Desenvolver estratégias para melhorar o fluxo de informações como forma de garantir desempenho integrado nos quatro níveis de estudo;
- Garantir o compromisso total de todas as partes interessadas em todas as etapas;
- Garantir um *feedback* contínuo de desempenho em cada estágio do empreendimento.

Esses fatores devem ser considerados no nível estratégico da empresa. Paralelamente, o BIM apresenta um grande potencial para mitigar muitos desses fatores, o que pode ser uma opção útil para envolver diferentes partes interessadas, em diferentes processos, como um esforço colaborativo para acompanhamento das informações de desempenho da edificação.

4.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PARTICIPANTES

Esta pesquisa envolveu três empresas construtoras atuantes na construção de edifícios residenciais com múltiplos pavimentos, sendo uma em Samambaia (DF) e duas sediadas em Goiânia (GO). Os dados apresentados foram coletados por meio reuniões que ocorreram entre dezembro/2017 e julho/2018. Nesse período, as empresas estavam se mobilizando para atender às questões da norma de desempenho, com base na atualização do PBQP-H. O Quadro 4.1 apresenta uma caracterização geral das empresas, destacando o tempo, segmento e região de atuação no mercado, número de empreendimentos aprovados após a validade da norma de desempenho, certificações e implementação do BIM.

A pesquisa envolveu sete profissionais do setor da construção civil, os quais fazem parte do quadro funcional das empresas selecionadas, todos com experiência em empreendimentos de construção de obras residenciais de múltiplos pavimentos, sendo dois profissionais de Brasília

e cinco de Goiânia. Todos os participantes selecionados já haviam participado de pelo menos um empreendimento que se enquadrava na exigibilidade da norma de desempenho. O Quadro 4.2 apresenta a caracterização geral dos profissionais participantes da pesquisa, destacando a região de atuação, empresa, formação e cargo de ocupação na empresa em que trabalha.

Quadro 4.1 – Caracterização geral das empresas

Empresa e Informação	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Tempo de atuação (anos)	42 anos	14 anos	20
Segmento de atuação	Edifícios residenciais	Edifícios residenciais	Diversas áreas da engenharia ¹⁴
Região de atuação	Samambaia (DF)	Goiânia (GO)	Goiânia e região metropolitana (GO)
Número de projetos de arquitetura aprovados após a validade da norma de desempenho	5	3	3
Certificações	- ISO 9001 - PBQP-H nível A	- ISO 9001 - PBQP-H nível A	- ISO 14001 - OSHAS 18001 - ISSO 9001 - PBQP-H nível A
Fase de implementação dos conceitos BIM	Compatibilização dos projetos	Compatibilização dos projetos	Compatibilização dos projetos, orçamentos e planejamento
Número de participantes selecionados	2	2	3

Fonte: Autoria Própria (2020)

Quadro 4.2 – Caracterização dos profissionais participantes da pesquisa

Agentes	Empresa	Formação	Cargo	Tempo de formação	Tempo na empresa
AGENTE 01	A	Engenharia Civil	Gerente de qualidade	10 anos	8 anos
AGENTE 02	A	Engenharia Civil	Engenheiro de obras	12 anos	7 anos
AGENTE 03	B	Engenharia Civil	Gerente de qualidade	6 anos	8 anos
AGENTE 04	B	Engenharia Civil	Gerente de projetos	5 anos	7 anos
AGENTE 05	C	Engenharia Civil	Gerente de obras	12 anos	14 anos
AGENTE 06	C	Engenharia Civil	Engenheiro de obras e planejamento	6 anos	10 anos
AGENTE 07	C	Engenharia Civil	Coordenação de projetos e planejamento	12 anos	2 anos

Fonte: Autoria Própria (2020)

A participação dos profissionais nessa pesquisa ocorreu tanto no ciclo de compreensão para identificação do problema prático, como também no ciclo de desenvolvimento do artefato.

¹⁴ Esta empresa atua em obras privadas de diferentes portes e seguimentos (engenharia e construção, incorporação imobiliária, desenvolvimento urbano, geração de energia, planejamento e tecnologia).

Como pode ser observado no Quadro 4.3, esses profissionais atuaram em momentos diferentes na pesquisa.

Quadro 4.3 – Participação dos profissionais em cada etapa da pesquisa

Agentes	Identificação dos problemas		Desenvolvimento		Validação
	Entrevistas	Análise de documentos	Matriz de atividades	<i>Plug-in</i>	Modelo proposto
AGENTE 01	✓	✓			
AGENTE 02	✓				
AGENTE 03	✓	✓	✓		✓
AGENTE 04	✓		✓		✓
AGENTE 05	✓		✓		✓
AGENTE 06			✓		✓
AGENTE 07			✓	✓	

Fonte: Autoria Própria (2020)

4.3 EXPLICAÇÃO PRÁTICA SOBRE O PROBLEMA

Para estabelecer uma base prática para este estudo e apoiar o conhecimento teórico adquirido, um diagnóstico quanto à aplicabilidade da norma de desempenho foi realizado com cinco profissionais com experiência no setor da construção civil (ver Quadro 4.3 apresentado há pouco). Ocorreu um trabalho de pesquisa qualitativa, incluindo as entrevistas semiestruturadas com as partes interessadas do projeto para descobrir as reais dificuldades para implementação de requisitos de desempenho do edifício no processo de desenvolvimento do empreendimento de construção.

4.3.1 Diagnóstico quanto à aplicabilidade da norma

4.3.1.1 Quanto ao processo existente

Entre os entrevistados, os Agentes 01 e 02 que são da Empresa A, a qual não possui uma pessoa responsável pela coordenação de projetos, sendo realizada pelo engenheiro da obra e gerente de qualidade. O Agente 4 é o gerente de projetos da Empresa B. Por último, a empresa C, tem um coordenador de projetos da construtora, mas a participação desse cargo depende da forma de contratação da obra, em que a compatibilização e coordenação de projetos pode ser feita pelo incorporador.

Há um consenso geral (com algumas ressalvas, conforme discutido abaixo) entre gerentes de qualidade, gerente de obra, gerente de projetos e engenheiro de obra, que um cargo dentro da

empresa, exclusivo para trabalhar diretamente com os requisitos da norma de desempenho, não é possível e que nesse caso é necessário ter uma equipe, ou um grupo de estudo, já que são muitas informações que essa norma exige, as quais precisam ser alimentadas em todo o ciclo do empreendimento.

Os Agentes indicaram a existência de procedimentos de controle de projetos documentados, incluindo controle de documentos, identificação, rastreabilidade, manuseio, armazenamento, preservação e entrega. Todas as empresas utilizam um sistema de armazenamento de projetos na nuvem, o que facilita o controle de alterações de projeto, quantidade de cópias impressas para obra, bem como sua distribuição. Também foi identificado que todo esse processo estava em fase de revisão ou adaptação devido à atualização da versão de janeiro/2017 do PBQP-H, com o acréscimo dos requisitos da norma de desempenho.

Além disso os agentes entrevistados das Empresas B e C destacam a realização de reuniões mensais com o departamento técnico (diretor técnico, engenheiro da obra, gerente de projetos, gerente de qualidade, gerente de suprimentos, gerente de manutenções), quando são apresentados os indicadores da obra, no sentido físico, financeiro, qualidade, treinamento da mão de obra, assistência técnica.

4.3.1.2 Aplicabilidade da norma de desempenho no contexto organizacional

Todos os entrevistados até a data da entrevista passavam por um momento de reavaliação e readaptação dos seus processos, não devido à validação da norma de desempenho em 2013, mas por conta da principal atualização do PBQP-H em janeiro de 2017, no qual teve o acréscimo da exigência ao atendimento à norma de desempenho. Com isso, o principal objetivo era manter o SGQ já implementado em anos anteriores.

As mudanças no processo de projeto em função de atender aos requisitos e critérios da norma de desempenho também foram influenciadas por essa atualização. Destaca-se as medidas adotadas na Empresa B, relatadas pelo Agente 04:

O nível de cobrança criou a conscientização de que 100% das informações precisam partir do projeto. A construtora não vai assumir responsabilidades, muito menos o engenheiro de obra, por falta de informação de projeto, isso está sendo alinhado desde a etapa de contrato. Para ele ser responsável civil sobre aquelas informações e alinhado ao contrato, utilizam o *check-list* como premissa de projeto, a ideia é transformar esse *check-list* num dado de entrada de projeto, para facilitar. O *check-list* ainda não é enviado ao projetista.

Quanto à contratação de novos funcionários, todas as empresas foram categóricas em priorizar a qualificação a toda a equipe técnica interna, por meio da participação em treinamentos, consultorias, *workshops* e outros. Até então apenas a Empresa C havia acrescentado “o conhecimento da norma de desempenho” para o quadro técnico no manual de descrição de funções.

Quanto aos custos de implementação da norma de desempenho, existe um consenso entre todas as empresas quando ainda não foi possível quantificar o valor do investimento. Entre os investimentos citados pelos entrevistados, estão: contratação de consultoria para adequação de documentos do SGQ e interpretação de ensaios e laudos técnicos, consultoria para a etapa de viabilidade do empreendimento, consultoria na área de conforto ambiental (térmico, acústico), formação dos gerentes de obras e qualidade, associação à Comunidade da Construção de Goiânia.

O Quadro 4.4 apresenta um resumo dos relatos dos entrevistados quanto as dificuldades e ganhos no processo de implementação da norma de desempenho. Até a data de realização das entrevistas, as empresas ainda não tinham uma obra concluída para atender às novas exigências do PBQP-H. Pode-se observar que as empresas estão aprendendo a lidar com todas as informações da norma de desempenho.

4.3.1.3 Aplicabilidade da norma de desempenho no contexto das fases do empreendimento

Para o estudo da aplicabilidade da norma de desempenho ao longo das fases do empreendimento de construção, foram consideradas as seguintes fases: viabilidade, aquisição, construção, uso, operação e manutenção, uma vez que essas etapas requerem uma ampla compreensão das expectativas do cliente, do perfil de desempenho desejado para o empreendimento e como as partes interessadas participarão de todo o processo.

a) Viabilidade:

Para entender como a norma de desempenho influenciou o fluxo de informações na etapa de viabilidade na definição do programa de necessidades do empreendimento, no perfil de desempenho do edifício, no número de consultorias contratadas e nas mudanças nos sistemas construtivos, no Quadro 4.5 foram listadas essas mudanças para a realidade de cada empresa.

Quadro 4.4 – Dificuldades e ganhos no processo de implementação da norma de desempenho de acordo com os relatos dos profissionais entrevistados

Empresa	Agente	Dificuldades	Ganhos
Empresa A	Agente 01	<ul style="list-style-type: none"> - Poucos laboratórios credenciados para realização de ensaios; - Validação do requisito de segurança contra incêndio; - Não existe a possibilidade de validação do sistema construtivo para garantir a repetição em outras obras. 	A norma trouxe uma nova visão para o produto final, o todo da norma ainda está difícil de ser realizado e por isso é importante que alguns padrões sejam definidos, principalmente em sistemas que são possíveis de serem padronizados, como, por exemplo, o sistema de combate a incêndio, vedações.
	Agente 02	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade na definição de responsabilidades (exemplo: quem pode validar os ensaios?); - Poucos laboratórios credenciados para realização de ensaios; - O custo de realização de todos os ensaios é inviável, cada empreendimento precisa ter os seus respectivos ensaios; - Não existe a possibilidade de validação do sistema construtivo para garantir a repetição em outras obras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria do produto no aspecto de acústica, como, por exemplo, a verificação de projeto e a viabilidade do projeto (a posição, se está perto de uma pista, ou parada de ônibus). - Ensaios de estanqueidade, que antes eram feitos apenas nas lajes de cobertura, agora também são realizados dentro dos apartamentos (por amostragem).
Empresa B	Agente 03	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração em vários procedimentos (documentação, treinamentos, necessidade de adequação) - Dificuldade ao cobrar laudos técnicos aos fornecedores, muitos ainda não se adequaram a essa realidade; - Não basta validar o sistema; é preciso ter os laudos técnicos dos materiais utilizados. 	No <i>check-list</i> de projeto foi acrescentado um item chamado “conhecimento adquirido”. Todas as vezes que é realizada a checagem do projeto, quando a organização informa aos projetistas pontos positivos que aconteceram em projetos antigos. Funciona como um documento de premissas de projeto.
	Agente 04	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em mensurar o custo de investimento e repassar ao cliente. 	Os maiores ganhos estão relacionados com os termos de abertura de projeto com a criação de um <i>check-list</i> para auxiliar a análise de projetos.
Empresa C	Agente 05	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade em mensurar o custo de investimento e repassar ao cliente; - Preparação do departamento de suprimentos (exigência de relatórios, ensaios, laudos técnicos); - Selecionar os fornecedores aptos; - Intensificar os treinamentos com a mão de obra e avaliação dos serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabilização, porque antes todos os problemas eram da construtora; agora a construtora sabe que deve executar da forma correta, é responsável por passar esse treinamento e deixar isso muito claro para o cliente, o que precisa ser feito de manutenção para garantia de vida útil; - Aumentou a qualidade da construção, não deve ser considerado como custo, e sim um investimento para garantia de se construir da forma correta.

Fonte: Autoria Própria (2020)

Quadro 4.5 – Como a Norma de Desempenho alterou o fluxo de informações na etapa de viabilidade do empreendimento

Atividades da etapa de viabilidade do produto	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Programa de necessidades	<ul style="list-style-type: none"> - Levantado pela direção; - O departamento técnico só tem acesso quando o produto já está definido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de mercado para definir o perfil do consumidor da região; - Os resultados dessa pesquisa são repassados ao projetista de arquitetura e a empresa de publicidade para criação do conceito da edificação; - A validação final é realizada pela diretoria técnica e comercial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de custo direto e indireto, incluindo os componentes para atender a norma de desempenho.
Perfil de desempenho do edifício	O requisito de partida para o atendimento é o Mínimo.		
Projetos e Consultorias contratadas	Acústica	<ul style="list-style-type: none"> - Acústica; - Térmica; - Projeto de esquadrias (detalhamento de peças, fixação da esquadria na alvenaria e instalação de guarda-corpo). 	<ul style="list-style-type: none"> - Acústica; - Térmica; - Projeto de esquadrias; - Projeto de impermeabilização.
Pontos críticos para o desenvolvimento do projeto	<ul style="list-style-type: none"> - Número de informações que foram acrescentadas ao projeto de arquitetura 	<ul style="list-style-type: none"> - São poucos os projetistas que buscaram se atualizar para atender aos requisitos da norma; 	<ul style="list-style-type: none"> - Procurar por projetistas fora da região de atuação; - Nível de detalhe no projeto de esquadrias e impermeabilização
Mudanças nos sistemas construtivos	<ul style="list-style-type: none"> - Reforço no forro de gesso da área de serviço para fixação do varal de teto; - Esquadrias de alumínio e portas de madeira com tratamento acústico; - Aumento na espessura das paredes; - Tratamento acústico nos pisos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamento acústico nos pisos de áreas destinadas a lazer; - Utilização de selos corta-fogo em prumadas e passagens; - Execução da junta vertical no assentamento da alvenaria; - Utilização de tubos e conexões especiais para reduzir o problema de ruídos nas instalações hidráulica; - Paredes de dry-wall com manta; - Esquadrias de PVC e portas de madeira com tratamento acústico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Esquadrias de alumínio e portas de madeira com tratamento acústico.
Canal de retroalimentação	Criação de um acervo com os laudos recebidos dos fornecedores.	Elaboração de um banco de dados com os aprendizados de projetos antigos	Em processo de elaboração.

Fonte: Autoria Própria (2020)

Em relação à atuação dos projetistas, todas as empresas estão exigindo conhecimento na aplicação da norma de desempenho, porém todas também relataram a dificuldade com o projeto de arquitetura, porque foi necessário alterar os requisitos, o que aumentou o nível de cobrança.

Como relatado pelo Agente 5, conseqüentemente “foi necessário aumentar o número de reuniões, e envolver toda a equipe técnica da empresa, para listar os erros e acertos como forma de retroalimentar o processo, pois anteriormente essas reuniões ficavam restritas apenas em nível gerencial”.

Do ponto de vista dos entrevistados, o nível de complexidade do empreendimento aumenta durante a fase de projeto, pois aumenta a exigência de pensar no empreendimento ainda nas fases preliminares, como foi relatado pelo Agente 4:

Cria muito mais demandas para a construtora e incorporadora na fase de concepção e de projeto, mas também cria muito mais demandas na fase de manutenção para os usuários. Ex.: Até cinco, dez anos atrás, o pessoal recebia um apartamento que tinha pia, ponto de fogão, ponto de chuveiro e só; agora ele já recebe uma unidade que tem persiana de PVC e automatizada, churrasqueira a gás, cortina de vidro, ponto de ar condicionado, ponto de aspiração. São coisas que estão fora de escopo e de conhecimento do próprio usuário.

b) Aquisição

Todas as empresas tiveram que alterar seus processos de aquisição de serviços e materiais. Existe um consenso relatado por todos os agentes referente à definição de responsabilidades quanto à validação do sistema construtivo sobre quem deve ser responsável pelo ensaio: o projetista, a construtora, o fornecedor do material, ou a empresa que fará a montagem.

Na Empresa B, os entrevistados relataram que houve uma revisão exaustiva das Fichas de Verificação de Materiais (FVM) quanto às exigências para o recebimento desses materiais, além das orientações de inspeção visual para cada tipo de material. Foram acrescentados: verificação da qualificação da empresa no Programa Setorial de Qualidade (PSQ), selo do INMETRO na embalagem ou no produto, laudos técnicos, certificados.

Dentre as alterações citadas estão:

- O acréscimo das exigências de desempenho no contrato de prestação de serviço terceirizado;

- Alteração nas fichas de recebimento e armazenamento de materiais;
- A exigência de laudos técnicos dos materiais;

c) **Construção**

Sobre as mudanças que ocorreram na etapa de construção com a adoção da norma de desempenho, de acordo com o Agente 05, “houve uma melhoria no entendimento do projeto, pois os projetistas estão mais criteriosos nos (*sic*) detalhamentos”. Todos os entrevistados destacam, porém, a falta de visitas por parte dos projetistas no canteiro de obras, a qual ocorre apenas quando não é possível resolver o problema a partir do escritório.

Quanto à contratação de serviços, apenas a Empresa B começou a exigir dos prestadores de serviço conhecimento quanto à norma de desempenho, além das exigências que já aconteciam, como: acervo técnico do serviço prestado, escolaridade, Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), certificação de cursos relacionados ao serviço prestado.

Em relação à solicitação de ensaios e verificações *in loco* que estão especificados na norma, nas três empresas investigadas, os ensaios ainda não entraram no cronograma da obra e são solicitados de acordo com o andamento. Todas possuem um Plano de Controle Tecnológico (PCT) documentado. O que muda são as responsabilidades de solicitação e acompanhamento. No caso da Empresa A, essa solicitação parte do Engenheiro da Obra; na Empresa B, parte da gerente de projetos, com supervisão do gerente de qualidade; na Empresa C, parte do departamento de qualidade.

Vale ressaltar que os ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos já estavam considerados no planejamento físico-financeiro das empresas. Outros ensaios, como estanqueidade de gás, estanqueidade dos sistemas de água e esgoto, estanqueidade da impermeabilização, também foram citados por estarem na rotina da obra. Entre os ensaios que foram incorporados ao processo, os mais citados pelos entrevistados foram: estanqueidade das esquadrias, medições *in loco* de térmica e acústica, ensaio de cargas suspensas em paredes, forros e guarda-corpo.

Outra questão levantada por um dos entrevistados foi sobre o quanto é complicado acompanhar a execução dos serviços, mesmo com todos os treinamentos, já que a qualidade da mão de obra também influencia no desempenho do sistema. Como exemplo, a entrevistada cita que a empresa fez um grande investimento na compra de mantas acústicas, mas ao realizar os ensaios

com as mantas instaladas era como se não houvesse a manta. Ao verificar todo o processo, projeto, material, instalação, ficou comprovado que houve uma falha na execução do rodapé e criou-se uma ponte acústica.

Basicamente, quando se trata da norma de desempenho, não é possível validar o serviço. É preciso validar o sistema, como, por exemplo, o sistema de vedação vertical, o sistema de vedação horizontal, dentre outros. Quando ocorre um erro, conforme citado anteriormente, a premissa é desenvolver um plano de ação, com reuniões e treinamentos de equipe no sentido de monitorar e pontuar o erro anterior e servir como premissa para não ocorrer nos demais empreendimentos.

d) Uso, operação e manutenção

Como todas as empresas estavam passando pelo processo de implementação da norma de desempenho no período das entrevistas, ainda não possuíam resultados das avaliações pós-ocupação dos empreendimentos nos quais os requisitos da norma foram aplicados. No entanto, realizam essa avaliação entre 6 e 12 meses após a entrega das chaves ao morador. Mesmo sem ter esse *feedback*, os entrevistados destacaram a importância do departamento de assistência técnica com indicadores de erros mais recorrentes, o que já possibilita uma correlação com a norma de desempenho e incrementa com informações que podem ser retroalimentadas nos próximos projetos.

Foi levantado também que o processo de entrega das chaves foi melhorado no sentido de apresentar o Manual do Usuário ao morador. Como a norma de desempenho tem um requisito de orientação para uso, operação e manutenção, as empresas estudadas intensificaram os treinamentos com síndicos e zeladores, quanto a funcionamento e manutenção de equipamentos (grupo gerador, elevadores, casa de bombas), controles da guarita, áreas impermeabilizadas, até mesmo quanto aos produtos que podem ser usados para limpeza da área comum.

Para monitoramento das informações de manutenção da área comum, a Empresa B adquiriu um *software*, integrado ao sistema do condomínio, o qual fica disponível para o condomínio por um período de 5 anos. Seu objetivo é facilitar para o síndico a programação de manutenções preventivas, como também permitir que a empresa monitore se essas manutenções estão sendo realizadas. Se estiverem atrasadas, poderá ou não haver o risco de perder a garantia.

4.3.1.4 Aplicabilidade das ferramentas de TI

O objetivo dessa parte da entrevista é verificar as ferramentas utilizadas para acompanhamento da obra, gerenciamento de projetos e implementação do BIM (Quadro 4.6).

Quadro 4.6 – Aplicabilidade de ferramentas de TI

	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Gerenciamento do empreendimento	UAU!	UAU!	UAU!
Modelagem 3D	Sim	Sim	Sim
Implementação do BIM	Não	Sim	Sim
Exigem conhecimento em BIM	Não	Não	Sim

Fonte: Autoria Própria (2020)

Todas as empresas utilizam o mesmo *software* de gerenciamento: o UAU!. Todas já estão contratando projetos com modelagem em 3D, porém a Empresa A ainda não implementou o BIM, a Empresa B começou a implementação do BIM, na parte compatibilização de projetos, e a Empresa C, no caso da implementação do BIM, estava em um estágio mais avançado, incluindo planejamento e orçamento. Por esse motivo, no caso de novas contratações, exige-se conhecimento em BIM.

4.3.1.5 Quanto à avaliação do desempenho

Como dito anteriormente, a norma de desempenho possui diferentes formas de avaliação (análise de projetos, simulações, ensaios, verificações *in loco* e análise do manual de uso, operação e manutenção). Sabe-se que essas avaliações acontecem em fases diferentes do empreendimento de construção e com agentes envolvidos diferentes (Quadro 4.7).

Quadro 4.7 – Identificação da avaliação do desempenho do edifício com base nas fases do empreendimento e os agentes envolvidos

Empresa	Método de avaliação	Fase do empreendimento	Agentes envolvidos
Empresa A	Análise de projeto	- Viabilidade - Projeto	- Gerente da Qualidade - Projetistas - Engenheiro da Obra
	Simulação	- Viabilidade - Projeto	- Gerente da Qualidade - Projetistas - Engenheiro da Obra
	Ensaio	- Construção	- Construtor/ Incorporador - Gerente da Qualidade - Comprador - Engenheiro da Obra - Fornecedores

Quadro 4.7 – Identificação da avaliação do desempenho do edifício com base nas fases do empreendimento e os agentes envolvidos (continuação)

Empresa	Método de avaliação	Fase do empreendimento	Agentes envolvidos
Empresa A	Verificação <i>in loco</i>	- Construção	- Construtor/ Incorporador - Gerente da Qualidade - Comprador - Engenheiro da Obra - Fornecedores
	Análise do Manual de uso, operação e manutenção	- Manutenção/ Operação	- Construtor/ Incorporador - Gerente da Qualidade - Projetistas - Engenheiro da Obra
Empresa B	Análise de projeto	- Projeto - Planejamento	- Construtor/ Incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Agentes externos
	Simulação	- Viabilidade	- Construtor/ Incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiro da Obra - Agentes Externos
	Ensaio	- Construção	- Construtor/ Incorporador - Gerente de obras - Gerente da Qualidade - Projetistas - Engenheiro da Obra - Fornecedores - Gerente de Manutenções
	Verificação <i>in loco</i>	- Construção	- Construtor/ Incorporador - Gerente de obras - Gerente da Qualidade - Projetistas - Engenheiro da Obra - Fornecedores - Gerente de Manutenções
	Análise do Manual de uso, operação e manutenção	- Manutenção/ Operação	- Construtor/ Incorporador - Coordenador de projetos - Gerente da Qualidade - Gerente de Manutenções
Empresa C	Análise de projeto	- Viabilidade - Projeto -Planejamento	- Construtor/ Incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos
	Simulação	- Projeto - Construção	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da Qualidade - Engenheiro da Obra - Gerente de Manutenções
	Ensaio	- Planejamento - Construção	- Construtor/ Incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da Qualidade - Projetistas - Comprador - Engenheiro da Obra - Fornecedores - Gerente de Manutenções

Quadro 4.7 – Identificação da avaliação do desempenho do edifício com base nas fases do empreendimento e os agentes envolvidos (continuação)

Empresa	Método de avaliação	Fase do empreendimento	Agentes envolvidos
	Verificação <i>in loco</i>	- Construção	- Coordenador de projetos - Engenheiro da Obra - Gerente de Manutenções
	Análise do Manual de uso, operação e manutenção	- Projeto - Manutenção/ Operação	- Construtor/ Incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da Qualidade - Engenheiro da Obra - Gerente de Manutenções

Fonte: Autoria Própria (2020)

4.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Uma extensa revisão da literatura foi realizada para explorar as questões relativas ao desempenho no empreendimento de construção e ao desempenho do edifício, associando isso às fases do empreendimento e aos agentes envolvidos. Além disso, foi realizado diagnósticos nas empresas construtoras quanto a aplicabilidade da norma de desempenho em seus processos gerenciais. Foram dadas a falta de integração das informações e a falta de uma estratégia organizacional destas informações ao longo das fases do empreendimento de construção.

Em resumo, observa-se que o fluxo de informações de desempenho do edifício deve ser claro e permitir retroalimentar conhecimentos de outros projetos ou produtos. A partir disso, a integração das informações pode ser feita por meio de um sistema de banco de dados, em que decisões informadas possam ser tomadas e corrigidas progressivamente, porque ficarão disponíveis em todas as fases do empreendimento de construção.

Dada a natureza iterativa dessas informações, desde o estágio de concepção até a operação do edifício, destaca-se a importância de integrar a esses estágios as necessidades das várias partes para garantir o desempenho do edifício. Ao mesmo tempo, é necessário avaliar quais informações podem funcionar como estrutura de integração no desenvolvimento de empreendimentos de construção e apoiar a coordenação em todas as suas fases.

Como muitas pesquisas sugerem, abordar os fluxos de informações do empreendimento de construção, mais cedo ou mais tarde, em todas as fases do empreendimento, pode minimizar as consequências negativas trazidas pela falta de integração dos processos. Identificar as etapas necessárias para o melhor desempenho do edifício é a garantia do sucesso do empreendimento

em cada estágio. Isso é significativo por colaborar no sentido de tomar as ações apropriadas para lidar com isso.

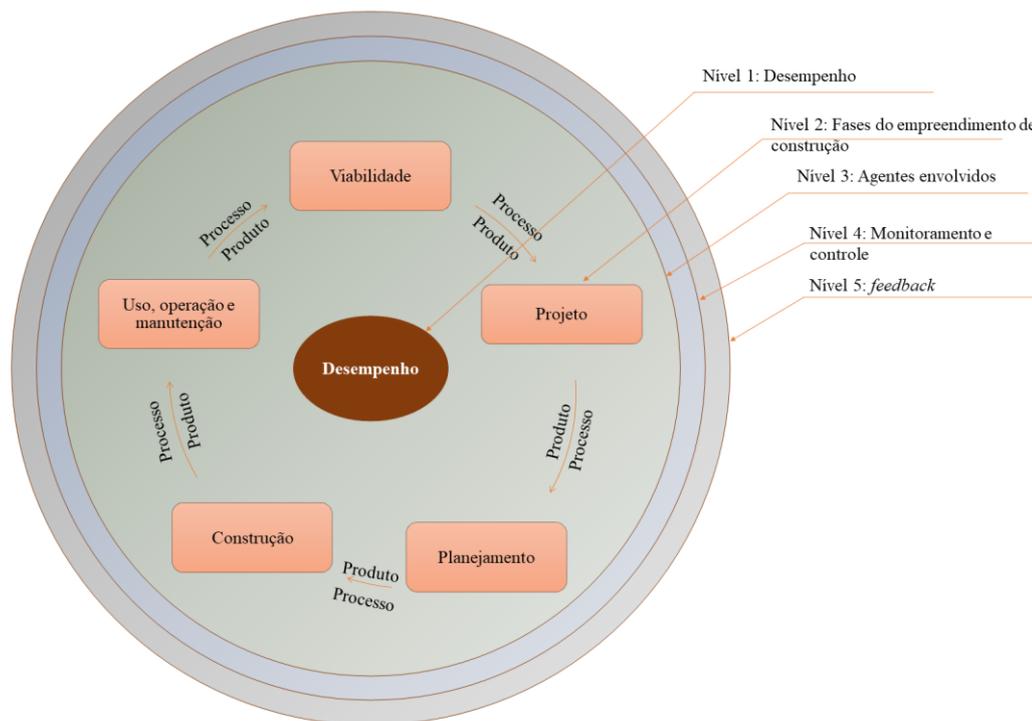
Como relatado na literatura, os conceitos de desempenho do empreendimento de construção e desempenho dos edifícios já existem há vários anos. Muitos trabalhos discutem esses assuntos de forma individual, de modo que as partes interessadas do setor ainda têm problemas e dificuldades para integrar as informações de desempenho do edifício nas fases do empreendimento de construção. Vários modelos e métodos foram introduzidos no setor nos últimos anos, mas a maioria desses modelos não foi projetada especificamente como um fluxo de informação colaborativo ao longo do empreendimento de construção.

Como o monitoramento de desempenho é importante em todas as fases do desenvolvimento do empreendimento de construção, vale ressaltar a relevância em criar um fluxo de informações contínuo, desde a identificação das necessidades, o projeto, o planejamento, a construção e a entrega para o cliente (Figura 4.2, na sequência). Para isso, foi desenvolvida uma estrutura conceitual composta por cinco níveis, a saber:

1. *Nível 1 – Posição do desempenho em todo o processo:* a aplicação efetiva do conceito de desempenho pode estar inserida no âmbito do processo e do produto. Essa posição significa o desempenho está estrategicamente integrado a todos os outros quatro níveis.
2. *Nível 2 – Fases do empreendimento de construção:* captura da perspectiva das fases de desenvolvimento do empreendimento de construção, envolvendo as etapas de viabilidade, planejamento, construção, encerramento, uso, operação e manutenção; a integração das informações em todas as fases do empreendimento é essencial para garantia do desempenho como um todo, a incorporação do BIM pode apoiar o gerenciamento dessas informações.
3. *Nível 3 – Agentes envolvidos em todas as fases do empreendimento:* esse nível está direcionado para a comunicação e interação entre os agentes envolvidos durante as diferentes fases do empreendimento de construção.
4. *Nível 4 – Monitoramento e controle:* a possibilidade de coletar e monitorar os dados desde as primeiras fases do empreendimento.

5. *Nível 5 – Feedback*: todas as atividades desse Nível devem ser gerenciadas em relação à estrutura como um todo. Por esse motivo o “desempenho” aparece na posição central da estrutura.

Figura 4.2 – Estrutura de integração do desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção



Fonte: Autoria Própria (2020)

CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

Como parte da etapa de desenvolvimento da pesquisa e com o objetivo de cumprir com um dos objetivos do trabalho, de desenvolvimento de um modelo que auxilie os agentes envolvidos no empreendimento de construção e na organização das informações de desempenho da edificação, foi feita a proposição de solução para os problemas identificados, os quais foram apresentados aos agentes participantes.

A abordagem adotada concentra-se no conceito de Desempenho do empreendimento de Construção (DEC) e Desempenho do Edifício (DE). Usa o BIM como ferramenta tecnológica que permitirá a colaboração entre os vários agentes do projeto (tanto o proprietário quanto os parceiros contratados para realizar o desenvolvimento do empreendimento).

Para este fim, essa fase representa o protocolo de desenvolvimento do modelo proposto, para melhoria do fluxo de informações do desempenho do edifício para diferentes partes interessadas, em todas as fases do empreendimento de construção, incorporado ao BIM.

5.1 MAPEAMENTO DAS INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO

O objetivo dessa etapa é identificar e definir as responsabilidades e autoridades dos agentes envolvidos, intencionando ajuda-los a conduzir as informações de desempenho com sucesso. A produção do Mapeamento das Informações de Desempenho (MID) foi influenciada pelo diagnóstico realizado em três empresas construtoras, as quais apresentaram dificuldade para integrar as informações do desempenho do edifício ao longo das atividades de gerenciamento do empreendimento de construção.

Enquanto isso, como esses processos são orientados por todos os envolvidos no desenvolvimento do empreendimento, conseguir proativamente os participantes para gerenciá-los no contexto das fases do empreendimento de construção é decisivo para o seu sucesso. Ao fazer isso, é apresentada uma maneira de gerenciar as informações em várias fases do empreendimento pelas partes interessadas, em uma matriz.

5.1.1 Coleta dos dados

As listas foram enviadas para os quatro profissionais da indústria da construção selecionados para o desenvolvimento dessa etapa. Consistiu em um envio em duas seções. Primeiro foi enviada a lista de informações levantadas para o desempenho do empreendimento de construção. A segunda parte foi relacionada ao desempenho do edifício, totalizando 69 informações associadas ao desempenho. Foi solicitado que categorizassem as informações de desempenho, associadas às fases do empreendimento de construção, sendo viabilidade, projeto, planejamento, construção e manutenção/operação, respectivamente, atribuindo responsabilidades às partes interessadas (listadas pelos entrevistados). Os resultados obtidos na íntegra estão apresentados no Apêndice G e H, com a compilação das informações do desempenho para o empreendimento de construção e baseadas no edifício respectivamente.

5.1.2 Contribuições dos especialistas

Um dos objetivos dessa etapa foi incentivar os profissionais do setor da construção civil a identificar e definir as responsabilidades e autoridades dos agentes envolvidos na gestão do empreendimento de construção. Até o momento, nenhum estudo havia apresentado em detalhes como as informações de desempenho do edifício se inserem nas fases do empreendimento de construção.

Os dados coletados foram analisados usando a metodologia discutida no Capítulo 3. As dez principais informações classificadas para cada fase do empreendimento são apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - *Ranking top 10* de informações de desempenho para cada fase do empreendimento de construção

Informação do desempenho	Desempenho	Frequência de citação	<i>f_{ID}</i>
Viabilidade			
Definição de sistemas mecânicos e elétricos	DE	15	0,27
Definição dos requisitos de conforto ambiental	DE	13	0,24
Avaliação das condições do local e quaisquer estruturas existentes (diretrizes para implantação do entorno)	DE	10	0,18
Estimativa de custos do empreendimento	DEC	10	0,18
Dimensionamento dos sistemas de AVAC	DE	9	0,16
Definição do terreno/Informações do terreno	DEC	9	0,16
Expectativa de desempenho/alta qualidade	DEC	9	0,16
Entendimento do papel dos ocupantes no desempenho	DE	8	0,15
Consideração de questões de desenvolvimento local	DE	8	0,15

Tabela 5.1 - *Ranking top 10* de informações de desempenho para cada fase do empreendimento de construção
(continuação)

Informação do desempenho	Desempenho	Frequência de citação	<i>f_{ID}</i>
Projeto			
Controle das alterações do projeto	DEC	12	0,22
Cronograma do empreendimento	DEC	10	0,18
Estudo das alternativas e abordagens inovadoras	DEC	10	0,18
Avaliação do desempenho dos projetos	DEC	10	0,18
Definição de sistemas mecânicos e elétricos	DE	9	0,16
Definição da vida útil dos componentes do edifício	DE	8	0,15
Expectativa de desempenho/alta qualidade	DEC	8	0,15
Escolha da solução correta para um conjunto específico de circunstâncias em um momento específico, considerando os benefícios para clientes, construtores e usuários, em uma estrutura de recursos limitados e esforço criativo.	DE	8	0,15
Garantia da operação adequada e eficiente de vários sistemas de construção	DE	7	0,13
Contratação do projetista	DEC	7	0,13
Planejamento			
Cronograma do empreendimento	DEC	13	0,24
Comportamento do orçamento da construção (Relação custo-benefício)	DEC	12	0,22
Avaliação do conforto ambiental	DE	11	0,20
Implementação de parcerias	DEC	8	0,15
Montagem da equipe de especialistas	DEC	8	0,15
Entendimento das implicações de construção e custo para testar a realidade das expectativas do usuário	DE	8	0,15
Fornecimento informações necessárias para operações de compras, contratação e construção	DEC	7	0,13
Programação de compras	DEC	7	0,13
Acompanhamento de preços dos materiais de construção	DEC	7	0,13
Escolha da solução correta para um conjunto específico de circunstâncias em um momento específico, considerando os benefícios para clientes, construtores e usuários, em uma estrutura de recursos limitados e esforço criativo	DE	6	0,11
Construção			
Avaliação do conforto ambiental	DE	21	0,38
Monitoramento do uso predial (avaliar o desempenho dos edifícios depois de construídos e ocupados por algum tempo)	DE	17	0,31
Gerenciamento do empreendimento	DEC	15	0,27
Garantia da operação adequada e eficiente de vários sistemas de construção	DE	14	0,25
Medição (avaliação) do desempenho do edifício	DE	13	0,24
As built	DEC	12	0,22
Fornecimento informações necessárias para operações de compras, contratação e construção	DEC	12	0,22
Expectativa de desempenho/alta qualidade	DEC	11	0,20
Avaliação dos fornecedores	DEC	10	0,18

Tabela 5.1 - *Ranking top 10* de informações de desempenho para cada fase do empreendimento de construção
(continuação)

Informação do desempenho	Desempenho	Frequência de citação	<i>f_{ID}</i>
Manutenção/ operação			
Medição (avaliação) do desempenho do edifício	DE	26	0,47
Avaliação do conforto ambiental	DE	22	0,40
Avaliação do desempenho da construção do ponto de vista do usuário	DE	21	0,38
Monitoramento do uso predial (avaliar o desempenho dos edifícios depois de construídos e ocupados por algum tempo)	DE	20	0,36
Garantia da operação adequada e eficiente de vários sistemas de construção	DE	18	0,33
Monitoramento energético da edificação	DE	12	0,22
Definição de sistemas mecânicos e elétricos	DE	8	0,15
Avaliação do sucesso (desempenho) do empreendimento	DEC	7	0,13
Expectativa de desempenho/alta qualidade	DEC	7	0,13
Compreensão dos objetivos do cliente	DEC	6	0,11

Fonte: Autoria Própria (2020)

É evidente que muitas informações são tratadas em várias fases do empreendimento de construção e por vários agentes. Como exemplo, pode-se citar: “avaliação do conforto ambiental”, que pode acontecer ao longo de todas as fases do empreendimento de construção e ter vários agentes responsáveis por essa atividade desde o incorporador, construtor, engenheiros de obras, gerentes de qualidade, de obras e de manutenções e até mesmo as informações vindas do cliente. Com as informações repetidas filtradas, um total de 16 (dezesseis) informações foram selecionadas para o desempenho do edifício e 19 (dezenove) para o desempenho do empreendimento de construção. Foram destacadas como informações principais que devem ser tratadas durante as fases do empreendimento. Essas informações, juntamente com seus respectivos códigos, são apresentadas na Tabela 5.2.

Usando o exemplo do parágrafo anterior, uma ampliação da Tabela 5.2 é apresentada na Tabela 5.3, baseando-se nas respostas dos profissionais participantes dessa pesquisa. O primeiro ponto que pode ser observado é que os empreendimentos de construção reúnem um grande número de pessoas com várias funções e afiliações organizacionais e a necessidade de considerar os componentes específicos para garantia do desempenho do edifício. Além disso, as informações podem ocorrer em mais de uma fase do empreendimento. Somando-se a essa complexidade as múltiplas fases do empreendimento de construção apresentam desafios adicionais de integrar as atividades específicas para o edifício junto ao processo de empreendimento de construção.

Tabela 5.2 – *Ranking* de informações de desempenho

Informação do desempenho	Código
Desempenho do edifício	
Avaliação das condições do local e quaisquer estruturas existentes (diretrizes para implantação do entorno)	DE1
Avaliação do conforto ambiental	DE2
Avaliação do desempenho da construção do ponto de vista do usuário	DE3
Consideração de questões de desenvolvimento local	DE4
Definição da vida útil dos componentes do edifício	DE5
Definição de sistemas mecânicos e elétricos	DE6
Dimensionamento dos sistemas de AVAC	DE7
Entendimento das implicações de construção e custo para testar a realidade das expectativas do usuário	DE8
Escolha da solução correta para um conjunto específico de circunstâncias em um momento específico, considerando os benefícios para clientes, construtores e usuários em uma estrutura de recursos limitados e esforço criativo	DE9
Garantia da operação adequada e eficiente de vários sistemas de construção	DE10
Medição (avaliação) do desempenho do edifício	DE11
Monitoramento do uso predial (avaliar o desempenho dos edifícios depois de construídos e ocupados por algum tempo)	DE12
Monitoramento energético da edificação	DE13
Desempenho do empreendimento de construção	
Acompanhamento de preços dos materiais de construção	DEC1
As built	DEC2
Avaliação do desempenho dos projetos	DEC3
Avaliação do sucesso (desempenho) do empreendimento	DEC4
Avaliação dos fornecedores	DEC5
Comportamento do orçamento da construção (Relação custo-benefício)	DEC6
Compreensão dos objetivos do cliente	DEC7
Contratação do projetista	DEC8
Controle das alterações do projeto	DEC9
Cronograma do empreendimento	DEC10
Definição do terreno/Informações do terreno	DEC11
Estimativa de custos do empreendimento	DEC12
Estudo das alternativas e abordagens inovadoras	DEC13
Expectativa de desempenho/alta qualidade	DEC14
Fornecimento de informações necessárias para operações de compras, contratação e construção	DEC15
Gerenciamento do empreendimento	DEC16
Implementação de parcerias	DEC17
Montagem da equipe de especialistas	DEC18
Programação de compras	DEC19

Fonte: Autoria Própria (2020)

Tabela 5.3 – Matriz resultante do mapeamento das principais informações de desempenho de acordo com a fase do empreendimento e o agente envolvido

Fases do empreendimento →	Viabilidade		Projeto		Planejamento		Construção		Manutenção, operação	
Agentes envolvidos ↓										
Construtor/incorporador	DE1 DE2 DE3 DE4 DE5 DE6 DE7	DEC6 DEC7 DEC8 DEC10 DEC11 DEC12 DEC13 DEC14 DEC17 DEC18	DE4 DE5 DE6	DEC3 DEC5 DEC6 DEC7 DEC8 DEC11 DEC12 DEC13 DEC14 DEC17	DE2 DE6	DEC1 DEC6 DEC8 DEC10 DEC12 DEC13 DEC14 DEC16 DEC17 DEC18 DEC19	DE3 DE5	DEC1 DEC2 DEC3 DEC4 DEC6 DEC8 DEC11 DEC12 DEC13 DEC14 DEC16 DEC17 DEC18	DE2 DE3 DE5 DE6	DEC2 DEC4 DEC7 DEC8 DEC14 DEC18
Gerente de obras	DE3 DE6	DEC8 DEC10 DEC11 DEC12 DEC13 DEC14	DE6	DEC6 DEC7 DEC9 DEC10 DEC11 DEC12 DEC13 DEC14 DEC18	DE2	DEC1 DEC6 DEC8 DEC9 DEC10 DEC12 DEC13 DEC14 DEC15 DEC16 DEC17 DEC18 DEC19	DE2 DE3	DEC1 DEC2 DEC6 DEC7 DEC9 DEC13 DEC14 DEC16 DEC17 DEC18 DEC19	DE2 DE3 DE6	DEC3 DEC4 DEC6 DEC7 DEC14 DEC18

Tabela 5.3 – Matriz resultante do mapeamento das principais informações de desempenho de acordo com a fase do empreendimento e o agente envolvido (continuação)

Fases do empreendimento →	Viabilidade		Projeto		Planejamento		Construção		Manutenção, operação	
Agentes envolvidos ↓										
Coordenador de projetos	DE1 DE2 DE3 DE4 DE5 DE6 DE7	DEC6 DEC7 DEC8 DEC10 DEC11 DEC12 DEC13 DEC14	DE5 DE6	DEC2 DEC3 DEC4 DEC5 DEC6 DEC8 DEC9 DEC10 DEC13 DEC14 DEC15 DEC18	DE2 DE6	DEC10 DEC14 DEC15 DEC17 DEC18	DE2 DE3	DEC2 DEC3 DEC9 DEC14 DEC18	DE2 DE3 DE5 DE6	DEC2 DEC4 DEC18
Projetistas	DE1 DE2 DE4 DE6 DE7	DEC7 DEC10 DEC12	DE2 DE4 DE5 DE6 DE7	DEC2 DEC3 DEC7 DEC8 DEC9 DEC10 DEC12 DEC13 DEC14 DEC15	DE2 DE6	DEC10 DEC15 DEC18	DE2 DE5	DEC2 DEC3 DEC5 DEC9	DE2 DE3 DE5 DE6	DEC14
Gerente da qualidade				DEC3 DEC9	DE2	DEC17	DE2	DEC3 DEC5 DEC8 DEC9 DEC14	DE2 DE3	DEC2 DEC3 DEC4 DEC5 DEC7 DEC14

Tabela 5.3 – Matriz resultante do mapeamento das principais informações de desempenho de acordo com a fase do empreendimento e o agente envolvido (continuação)

Fases do empreendimento →	Viabilidade		Projeto		Planejamento		Construção		Manutenção, operação	
Agentes envolvidos ↓										
Engenheiros de obra	DE6	DEC11 DEC14	DE6	DEC2 DEC3 DEC6 DEC8 DEC9 DEC10 DEC13 DEC14 DEC15	DE2	DEC1 DEC3 DEC5 DEC6 DEC8 DEC9 DEC10 DEC13 DEC14 DEC15 DEC16 DEC18 DEC19	DE2	DEC1 DEC2 DEC3 DEC5 DEC6 DEC9 DEC11 DEC13 DEC14 DEC16 DEC17 DEC19	DE2 DE3 DE6	DEC3 DEC6 DEC14
Comprador		DEC6		DEC15		DEC1 DEC6 DEC10 DEC15 DEC16 DEC17		DEC1 DEC5 DEC6 DEC16 DEC19		
Fornecedores			DE5	DEC3 DEC15		DEC5 DEC15	DE5	DEC2 DEC5	DE5	DEC2
Gerente de manutenções	DE6		DE6	DEC3			DE2	DEC2 DEC3 DEC5 DEC7 DEC14	DE2 DE3 DE5 DE6	DEC2 DEC3 DEC5 DEC7 DEC8 DEC14 DEC16
Clientes/ usuário					DE2		DE2	DEC4	DE2 DE3	DEC4 DEC7 DEC14
Agentes externos				DEC6		DEC6		DEC6		

Os desafios relacionados à troca de informações aumentam com o número de partes interessadas envolvidas, fazer com que todos os gerenciem de forma proativa no contexto das fases do empreendimento é decisivo para o sucesso (MEISTAD *et al.*, 2018; ZOU; ZHANG, 2009). Portanto, é fundamental monitorar como o desempenho do empreendimento é afetado pela diversidade da equipe (WU *et al.*, 2019). O desenvolvimento de um produto é impulsionado pelas exigências dos diferentes conhecimentos utilizados, juntamente com a interdependência entre as informações e os participantes.

5.2 FERRAMENTA DE INTEGRAÇÃO DO DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

Essa ferramenta foi desenvolvida e instalada no *software* da Autodesk Revit®, no qual foi acrescentado uma aba correspondente ao *plug-in* (NBR15575) na barra de ferramentas do programa (Figura 3.10, p. 101). Ele poderá ser utilizado tanto durante a modelagem tridimensional, como também nas demais fases do empreendimento para o lançamento e conferência de informações de desempenho do edifício, tais como: resultados de ensaio, laudos técnicos, verificações *in loco*, informações que devem constar no manual de uso, operação e manutenção.

5.2.1 Estrutura do código

O *plug-in* foi desenvolvido usando o Microsoft Visual Studio 2017, que é um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE - *Integrated Development Environment*)¹⁵. Esse tipo de *software* fornece serviços e ferramentas que permitem ao programador codificar, testar e implementar um programa único ou, às vezes, a série de programas que compõem um aplicativo (SHELLY; HOISINGTON, 2010).

O Microsoft Visual Studio foi desenvolvido pela Microsoft Corporation. Oferece suporte a diferentes linguagens de programação, incluindo Visual Basic, Visual C++, Visual C# e Visual F#, Python e JavaScript. O Visual C# baseia-se na linguagem de programação C# desenvolvida pela Microsoft Corporation, em 2001, permitindo uma linguagem mais simples e lógica comparada ao Visual C++ e Visual Basic (SHARP, 2010). O Visual C# permite que os

¹⁵ Um IDE é um programa repleto de recursos que pode ser usado por muitos aspectos do desenvolvimento de *software* (MICROSOFT, 2017b)

programadores criem facilmente programas complexos para *Windows* e *Web*, além de absorver os recursos do *C++* e do *Visual Basic* (SHARP, 2010).

Um recurso importante do *C#* e de outras linguagens projetadas para o *.NET* é a capacidade de interoperar com aplicativos e componentes criados usando outras tecnologias (SHARP, 2010). O *Visual C# 2017*, por sua vez, usa a linguagem *C# 7.0*, suportado pelo *.NET Compiler Platform*, que são bibliotecas de classe, por padrão, automaticamente relacionadas com o compilador *C#* da *Microsoft* (MICROSOFT, 2017a; MICROSOFT, 2017b).

Esses compiladores criam um modelo detalhado do código do aplicativo conforme validam a sintaxe e a semântica do código. Por meio dos recursos de IDE é possível o acesso do modelo que somente os compiladores podem criar conforme processam o código do aplicativo (MICROSOFT, 2017b). Os desenvolvedores podem adicionar funcionalidade a um aplicativo criando e implementando Comandos Externos e Aplicativos Externos que se tornam acessíveis (OTI *et al.*, 2016). Assim, com o uso das API's (*Application Programming Interface*) é possível “abrir caixas pretas” e permitir que as ferramentas e os usuários finais compartilhem informações que os compiladores têm sobre o código (MICROSOFT, 2017b).

A API do *Revit Platform* é acessível por linguagens compatíveis com o *Microsoft .NET Framework* e *.NET Core*, como *Visual C#* ou *Visual Basic*, permitindo acesso ao ambiente de projeto e modelagem da plataforma (OTI *et al.*, 2016).

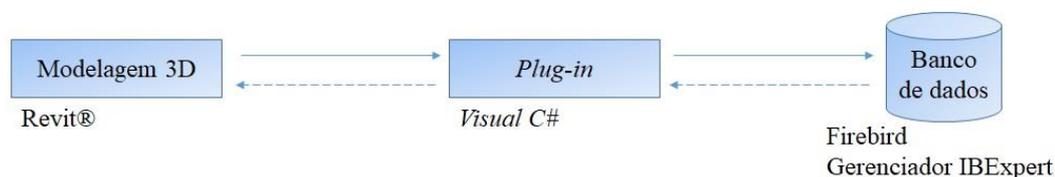
O *plug-in*¹⁶ foi desenvolvido, portanto, com o intuito de visualizar as informações extraídas no modelo 3D gerado no *software Revit®* e imputar dados referentes aos itens da ABNT NBR 15575: 2013 transformando-as em relatórios de acompanhamento. Além do *plug-in*, a ferramenta de integração contava com um Sistema de Gerenciamento de banco de dados, o *Firebird*, com o *IBExpert*. Na Figura 5.1, a seguir, é apresentado o fluxo genérico da organização da ferramenta proposta aos participantes do projeto. Quando o *plug-in* é acionado, o usuário terá acesso às informações de desempenho do edifício, por meio do código desenvolvido na linguagem de programação *C#*, que faz a interface entre a modelagem 3D e o banco de dados.

Como foi definido anteriormente a criação do *plug-in* teve como foco a Parte 4 da Norma de desempenho, correspondente ao Sistema de Vedações Verticais. O desenvolvimento do *plug-*

¹⁶ Os *plug-ins* são recursos de extensão além da ferramenta de *design* (NEGENDAHL, 2015).

in foi estruturado usando a categoria parede, especificamente a Família de Parede Básica, que são criadas no *Revit®*.

Figura 5.1 – Fluxo genérico de funcionamento do *plug-in*



Fonte: Autoria Própria (2020)

O desenvolvimento tem como objetivo obter os dados do modelo, fazer a interface com o usuário e enviar os dados para o banco de dados (*Firebird*), como também fazer o caminho inverso. A Figura 5.2 apresenta um recorte do código-classe utilizado para a inserção da norma técnica no modelo. Já a Figura 5.3 apresenta uma tradução do código exemplificado para a janela de interface do usuário.

Figura 5.2 – Recorte do código desenvolvido para o *plug-in*

```

9      namespace Negocio
10     {
11         public class ITEM_NORMA_TECNICA
12         {
13             public int ITEM_NORMA_TECNICA_ID { get; set; }
14             public int NORMA_TECNICA_ID { get; set; }
15             public string PARTE { get; set; }
16             public string TIPO { get; set; }
17             public string ITEM_REQUISITO { get; set; }
18             public string REQUISITO { get; set; }
19             public string ITEM_CRITERIO { get; set; }
20             public string DESCRICAO { get; set; }
21             public int METODO_ID { get; set; }
22             public string METODO { get; set; }
23             public string AVALIACAO { get; set; }
24             public string NIVEL_ACEITAVEL { get; set; }
25             public string COMENTARIO { get; set; }
26             public int ORDEM { get; set; }
27         }

```

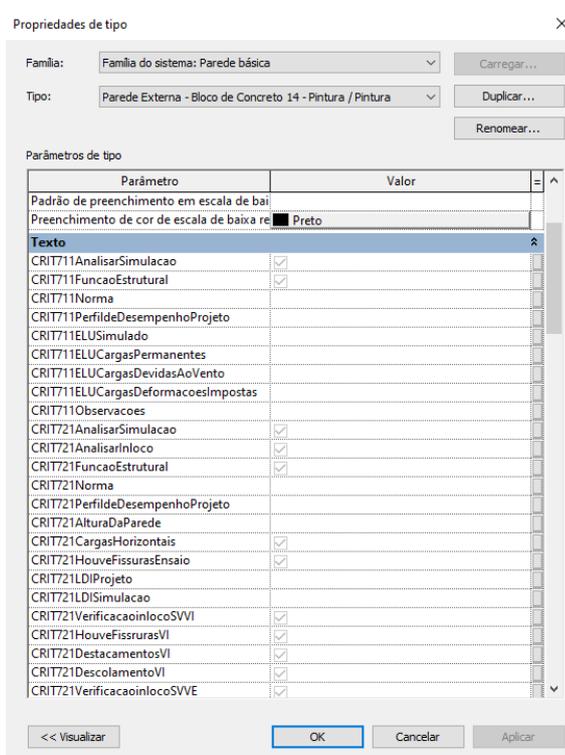
Fonte: Autoria Própria (2020)

Para abordar cada uma das etapas de utilização do *plug-in* e, como forma de estruturar as Diretrizes para integração das Informações de Desempenho do edifício previamente estabelecidas, a estrutura básica do conceito abordado neste trabalho está representada na Figura 5.4.

A definição do agente envolvido e a forma de avaliação para cada critério de desempenho são dois elementos vitais para a integração dessas informações nas fases do empreendimento de construção. Esses parâmetros são usados para representar os vários níveis de conhecimento e

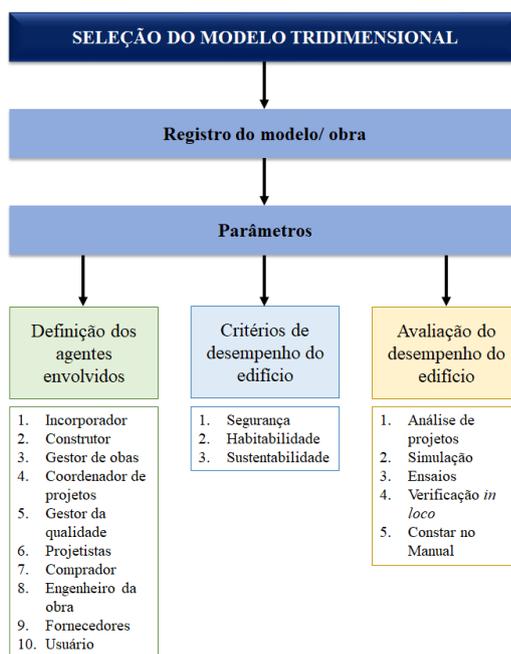
integrar diferentes informações relacionadas à construção. É possível recuperar as informações da construção por meio do BIM.

Figura 5.3 – Interface do *plug-in* com o usuário – Relatório de informações por tipo de família



Fonte: Autoria Própria (2020)

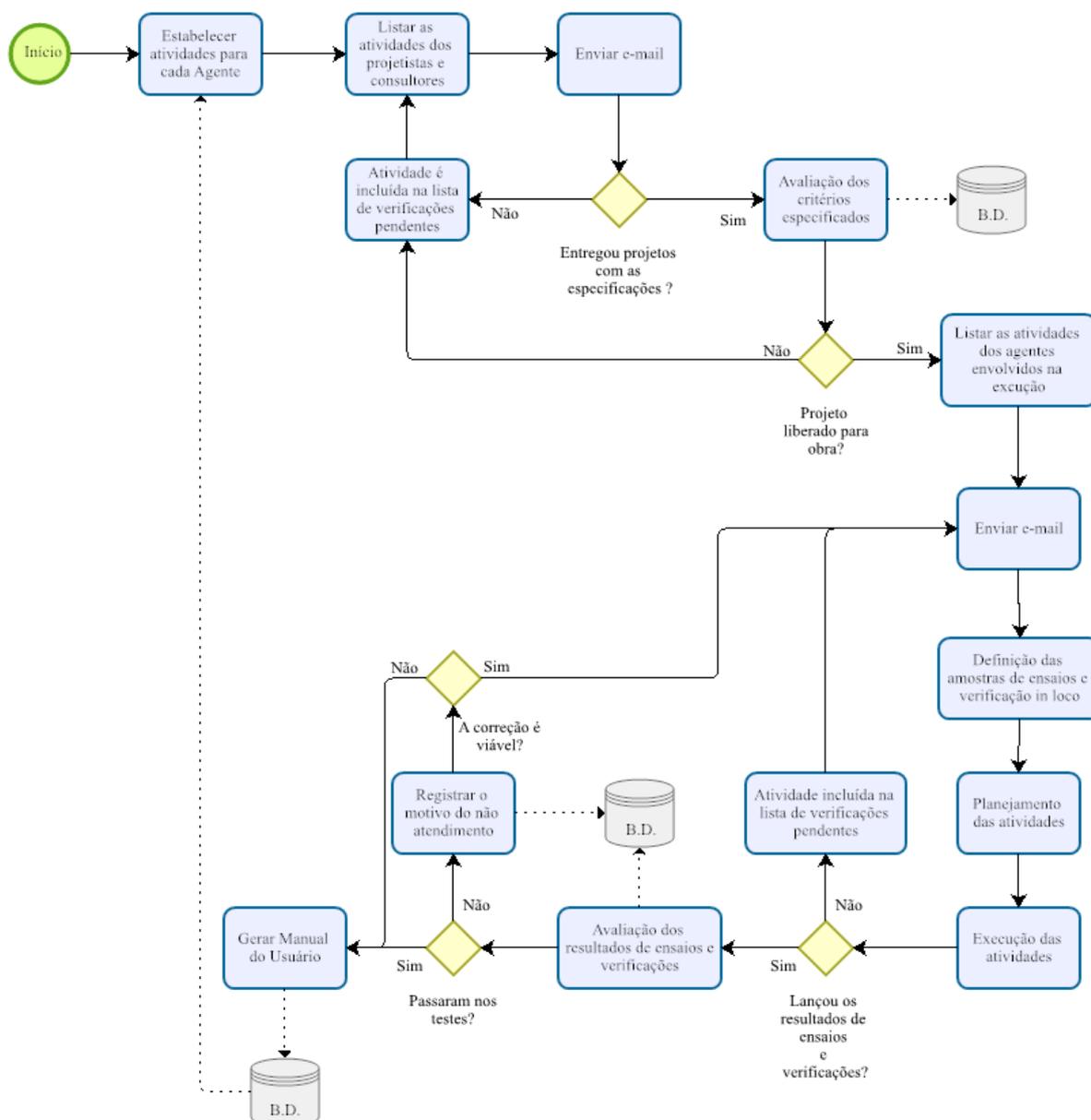
Figura 5.4 – Estrutura básica de utilização do *plug-in* integrado ao Revit®



Fonte: Autoria Própria (2020)

A Figura 5.5, apresenta a sequência de funcionamento de acordo com cada etapa de preenchimento para, em seguida, descrever e apresentar a sua aplicação na prática.

Figura 5.5 – Fluxo de informações do funcionamento do *plug-in*



Fonte: Autoria Própria (2020)

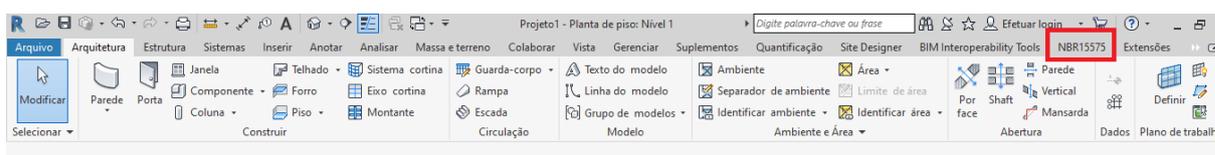
Este modelo possibilitou o registro sistemático das informações de desempenho nas fases de projeto (ao planejar as especificações e simulações necessárias), na fase de construção (ao planejar os ensaios e verificações *in loco*), e manter essas informações armazenadas ajudando na elaboração do manual do usuário. Salienta-se que as atividades representadas no *plug-in* devem ser gerenciadas e executadas progressivamente durante as fases do empreendimento. A

obra finaliza com a entrega ao cliente, porém as ações de manutenção devem ser repassadas para o modelo como forma de alimentar o banco de dados com as informações de desempenho do edifício e retroalimentar o todo o processo de projeto. Mais detalhes sobre cada uma das tarefas compreendidas no modelo serão apresentados no item 5.2.2.

5.2.2 Roteiro de cadastramento das informações de desempenho do edifício

O usuário pode selecionar um empreendimento em andamento ou um empreendimento concluído (nesse caso para análise de informações e formação de banco de dados). O usuário irá selecionar o modelo 3D em questão e clicar no ícone “NBR15575”, conforme mostrado na Figura 5.6.

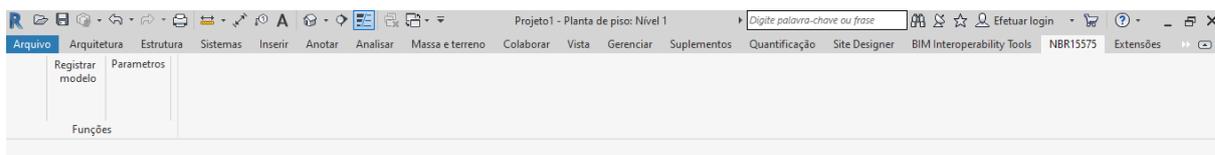
Figura 5.6 – Ícone na barra do Revit®.



Fonte: Autoria Própria (2020)

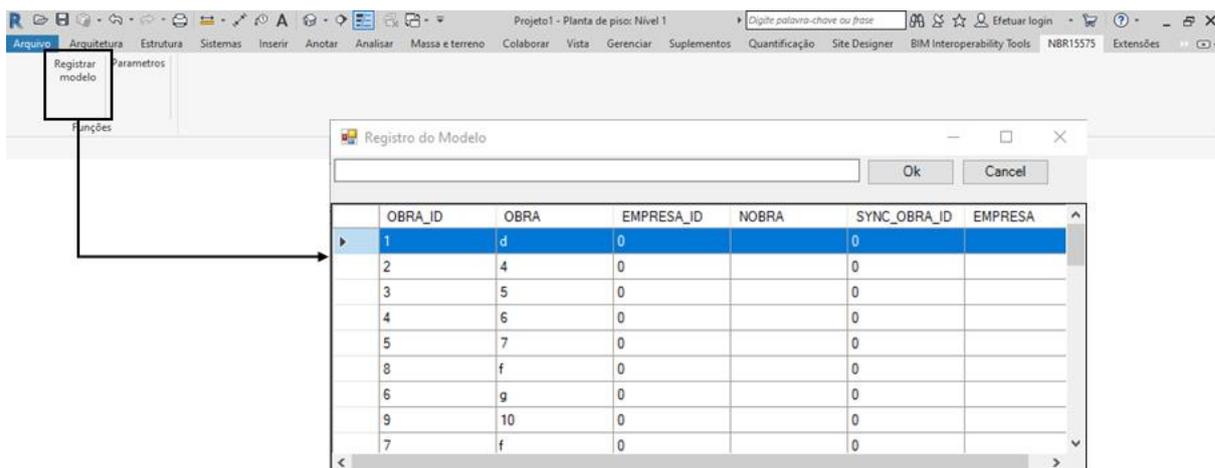
Quando acionado o *plug-in*, aparecerá duas guias para o usuário: “Registrar Modelo” e “Parâmetros” (Figura 5.7). Para iniciar a utilização da ferramenta, o primeiro passo é realizar o registro do modelo (Figura 5.8), no qual o usuário terá que preencher apenas a coluna informações da obra e da empresa e o banco de dados criará uma identificação automática para o modelo que estiver em análise.

Com o modelo registrado, o próximo passo é iniciar o lançamento dos parâmetros de desempenho do edifício. A Figura 5.9 na sequência apresenta um esquema da primeira janela desenvolvida, em que o usuário poderá preencher essas informações. Todas as informações de desempenho do edifício devem ser inseridas no *plug-in*, desde a etapa de viabilidade, projeto, construção e operação, uma vez que é possível gerenciar e armazenar essas informações para retroalimentação em empreendimentos futuros. Posteriormente, é criado o grupo de trabalho de com acordo a participação de cada agente ao longo do empreendimento, gerando, assim, um código numérico para cada agente envolvido.

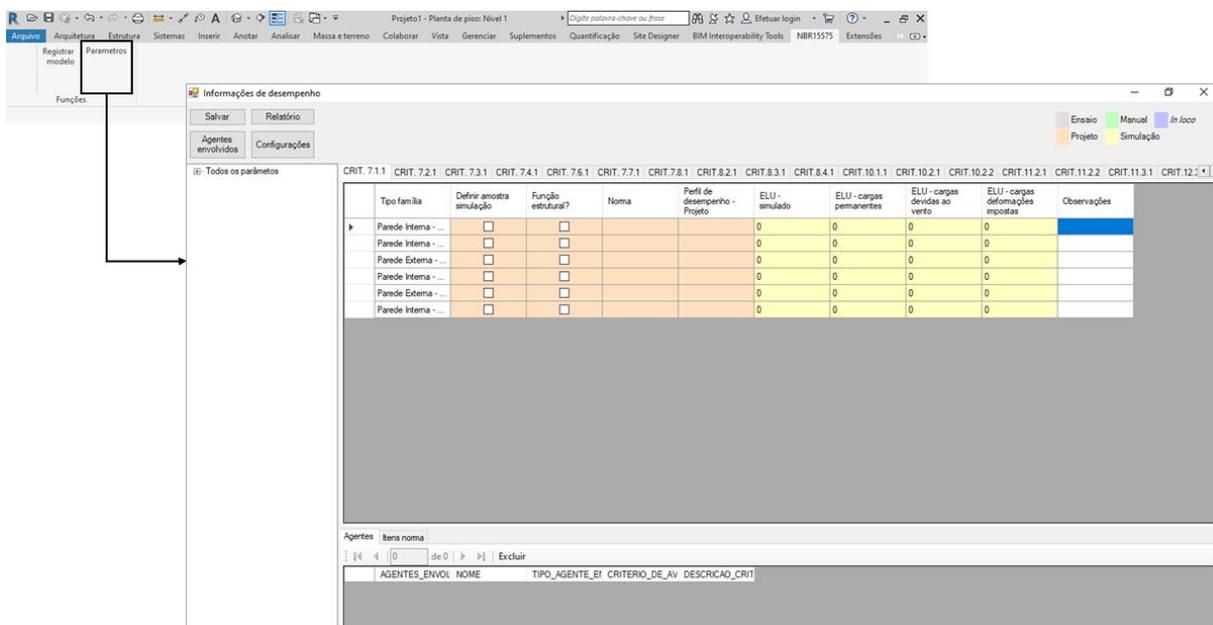
Figura 5.7 – *Plug-in* acionado - interface inicial

Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.8 – Realização do cadastro da obra e da empresa



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.9 – Interface do *plug-in* com o usuário – painel de lançamento das informações de desempenho

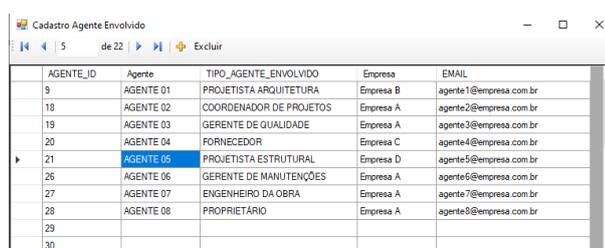
Fonte: Autoria Própria (2020)

Cada critério de desempenho é agrupado em abas. Sabe-se que pode haver mais de um método de avaliação por critério. Nesse sentido, cada cor representa um método de avaliação, como

também pode haver mais de um agente envolvido nesse método de avaliação. Por sua vez, o profissional responsável pela coordenação de projetos deve definir o agente envolvido para cada informação/método de avaliação do desempenho do edifício. Sendo assim, é possível gerar um relatório de acompanhamento por agente envolvido.

A atividade no *plug-in* inicia pelo cadastro do agente envolvido, como apresentado na Figura 5.10 na sequência. No menu superior, há a opção “Agente Envolvido”, no qual o coordenador de projetos deverá listar os agentes participantes envolvidos no desenvolvimento do empreendimento. No exemplo da Figura 5.10 abaixo, os agentes cadastrados foram nomeados numericamente, com seus respectivos dados, como: função (coluna: TIPO_AGENTE_ENVOLVIDO), empresa e e-mail.

Figura 5.10 – Tela de cadastro do agente envolvido no *plug-in*



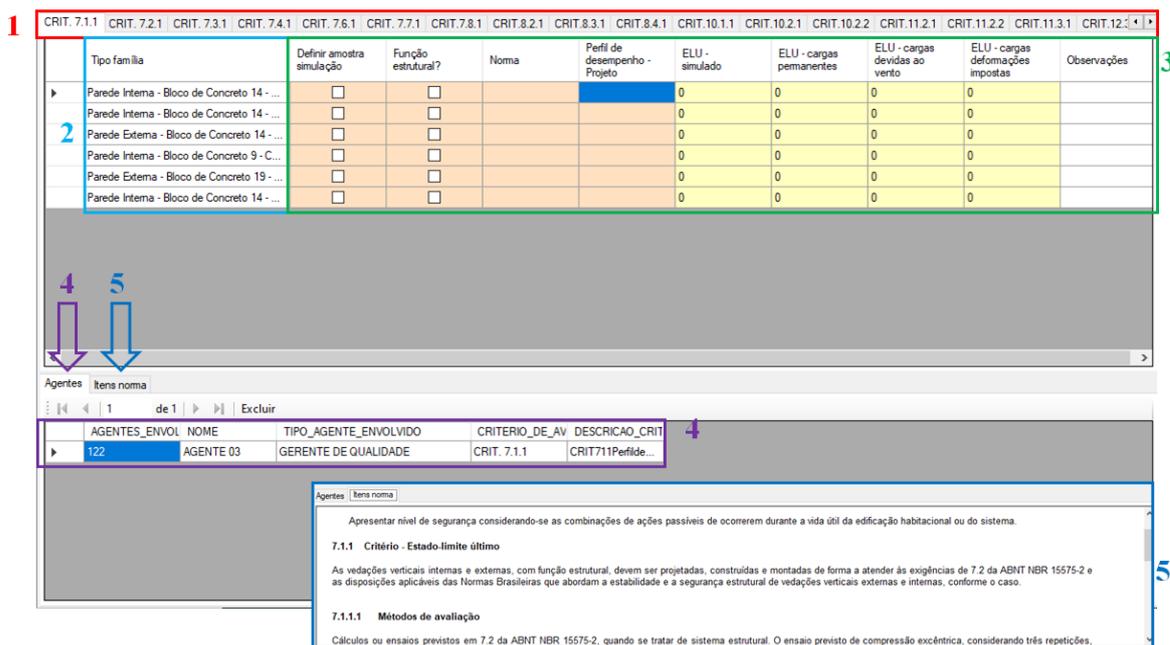
AGENTE_ID	Agente	TIPO_AGENTE_ENVOLVIDO	Empresa	EMAIL
9	AGENTE 01	PROJETISTA ARQUITETURA	Empresa B	agente1@empresa.com.br
18	AGENTE 02	COORDENADOR DE PROJETOS	Empresa A	agente2@empresa.com.br
19	AGENTE 03	GERENTE DE QUALIDADE	Empresa A	agente3@empresa.com.br
20	AGENTE 04	FORNECEDOR	Empresa C	agente4@empresa.com.br
21	AGENTE 05	PROJETISTA ESTRUTURAL	Empresa D	agente5@empresa.com.br
26	AGENTE 06	GERENTE DE MANUTENÇÕES	Empresa A	agente6@empresa.com.br
27	AGENTE 07	ENGENHEIRO DA OBRA	Empresa A	agente7@empresa.com.br
28	AGENTE 08	PROPRIETÁRIO	Empresa A	agente8@empresa.com.br
29				
30				

Fonte: Autoria Própria (2020)

Como dito anteriormente, a Norma de Desempenho possui uma série de requisitos e critérios a serem monitorados. Sabe-se que cada critério é composto por diferentes atividades, que variam de acordo com o método de avaliação. Para cada atividade pode-se ter diferentes agentes envolvidos. Na Figura 5.11 abaixo estão apresentadas cada parte do *plug-in*, e no Quadro 5.1 estão detalhadas suas respectivas funções.

O próximo passo consiste em atribuir as atividades para cada agente. No exemplo da Figura 5.11 mostrada há pouco, o “Agente 03”, que é Gerente de Qualidade, tem a atribuição de definir o perfil de desempenho para o Critério 7.1.1 da Parte 4 da Norma de Desempenho. Para realizar essa atribuição, o usuário deve clicar na coluna de atividade, ou selecionar várias colunas ao mesmo tempo, clicar na opção “Agente Envolvido” e dar um clique duplo no Agente. Feito isso, o agente aparecerá na barra inferior da Interface Informações de Desempenho. É possível o cadastro de mais de um agente por atividade.

Figura 5.11 – Interface informações de desempenho



Fonte: Autoria Própria (2020)

Quadro 5.1 – Funções dos menus apresentados na Interface das Informações de Desempenho.

Item	Descrição
1	São os critérios da norma de desempenho. Cada aba corresponde a um critério a ser verificado ao longo do processo
2	Tipo família: está associado às famílias de paredes cadastradas no modelo
3	Atividades dos critérios: cada atividade corresponde a um método de avaliação descrito no critério
4	Agentes: após cadastrar todos os agentes envolvidos no processo como um todo, o coordenador de projetos precisa definir as atribuições desses agentes participantes
5	Itens norma: quando acionado, aparecerá o trecho da norma correspondente ao critério para facilitar o acompanhamento e a comparação.

Fonte: Autoria Própria (2020)

Posteriormente, o usuário fará o lançamento das informações de desempenho com base no método de avaliação, os quais estão organizados por cores, como explicado na sequência: em “ensaio”, as colunas estão na cor cinza; em “análise de projeto”, as colunas estão na cor rosa; em “verificação *in loco*”, as colunas estão na cor azul; e na cor verde para informações que devem constar no manual do usuário.

A primeira rodada de lançamento de informações acontece na etapa de projetos. Todos os critérios possuem quatro informações básicas que precisam ser definidas ainda na concepção do empreendimento: definição das amostras (ensaio, simulação ou verificação *in loco*), lista das normas de referências, perfil de desempenho do edifício (mínimo, intermediário ou superior) e

vida útil de projeto. Também devem ser logo definidas as informações complementares específicas de cada critério.

No exemplo apresentado na Figura 5.12 na sequência, o usuário deve indicar as paredes que serão simuladas e ensaiadas de acordo com as famílias cadastradas no modelo. Vale destacar que os métodos de avaliação simulação, ensaios e verificação *in loco*, geralmente, são realizados por amostragem. Tais definições devem ser realizadas ainda na etapa de projeto, juntamente com o projetista ou o consultor do sistema construtivo. Posteriormente, na coluna “Norma”, deve-se listar as normas de referência, consideradas em todo o processo, além de definir o “Perfil de desempenho do edifício” e a vida útil de projeto indicada pelo projetista. Nesse caso o Critério 12.3.1 corresponde à avaliação do Desempenho Acústico da edificação, no qual o projetista ou consultor deve informar a classificação de ruído da região.

Figura 5.12 – Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: análise de projeto

	CRIT. 7.1.1	CRIT. 7.2.1	CRIT. 7.3.1	CRIT. 7.4.1	CRIT. 7.6.1	CRIT. 7.7.1	CRIT.7.8.1	CRIT.8.2.1	CRIT.8.3.1	CRIT.8.4.1	CRIT.10.1.1	CRIT.10.2.1	CRIT.10.2.2	CRIT.11.2.1	C
	Tipo família		Definir amostra de ensaio	Norma	Perfil de desempenho - Projeto	Região do Brasil	Pressão estática (Pa) de projeto	Detalhes construtivos							
▶	Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura		<input type="checkbox"/>									indicar região			
	Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Cerâmica		<input type="checkbox"/>									indicar região			
	Parede Externa - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura		<input type="checkbox"/>									indicar região			
	Parede Interna - Bloco de Concreto 9 - Cerâmica / -		<input type="checkbox"/>									indicar região			
	Parede Externa - Bloco de Concreto 19 - Pintura / Pintura		<input type="checkbox"/>									indicar região			
	Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Cerâmica / Cerâmica		<input type="checkbox"/>									indicar região			

Fonte: Autoria Própria (2020)

No caso da realização de ensaios, na Figura 5.13 a seguir, estão exemplificados o ensaio de cargas suspensas em um ponto descrito no Critério 7.3. O usuário indica a realização do ensaio e os resultados obtidos com o mesmo, sendo que as regras e restrições estão descritas de acordo com os requisitos da norma. Baseado nos resultados do ensaio, a informação “ensaio pendente” muda para “M”, “I” ou “S” (mínimo, intermediário e superior respectivamente). Além disso, é possível armazenar o laudo do ensaio. Ao clicar no resultado, a tela de armazenamento do laudo aparecerá na interface.

As verificações *in loco* foram programadas com a mesma rotina da avaliação por ensaios (Figura 5.14 na sequência). Assim, o usuário indica se o ensaio foi realizado. As regras e restrições estão descritas de acordo com a norma.

No caso do “manual do usuário”, estão as informações que devem ser passadas ao cliente, as quais podem ser listadas no *plug-in* ao longo da construção do edifício, objetivando facilitar a elaboração do manual (Figura 5.15 na sequência).

Figura 5.13 – Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: ensaio

	CRIT. 7.1.1	CRIT. 7.2.1	CRIT. 7.3.1	CRIT. 7.4.1	CRIT. 7.6.1	CRIT. 7.7.1	CRIT. 7.8.1	CRIT. 8.2.1	CRIT. 8.3.1	CRIT. 8.4.1	CRIT. 10.1.1	CRIT. 10.2.1	CRIT. 10.2.2	CRIT. 11.2.1	CRIT. 11.2.2	CRIT. 11.2.3
Tipo família						Realizou ensaio cargas suspensas em 1 ponto?	dh?	dh?		Ocorreu fissura a 0,4kN?	Ocorreu fissura a 0,5kN?	Ocorreu fissura a 0,9kN?				Perfil de desempenho peças suspensas em 1 ponto
▶ Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura						<input type="checkbox"/>	0	0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				ensaio pendente
Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Cerâmica						<input type="checkbox"/>	0	0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				ensaio pendente
Parede Externa - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura						<input type="checkbox"/>	0	0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				ensaio pendente
Parede Interna - Bloco de Concreto 9 - Cerâmica / -						<input type="checkbox"/>	0	0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				ensaio pendente
Parede Externa - Bloco de Concreto 19 - Pintura / Pintura						<input type="checkbox"/>	0	0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				ensaio pendente
Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Cerâmica / Cerâmica						<input type="checkbox"/>	0	0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				ensaio pendente

Laudos e consultorias

Novo Selecionar Salvar Cancelar Editar Excluir

Arquivo

* [Área cinza]

Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.14 - Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: verificação *in loco*

	CRIT. 7.1.1	CRIT. 7.2.1	CRIT. 7.3.1	CRIT. 7.4.1	CRIT. 7.6.1	CRIT. 7.7.1	CRIT. 7.8.1	CRIT. 8.2.1	CRIT. 8.3.1	CRIT. 8.4.1	CRIT. 10.1.1	CRIT. 10.2.1	CRIT. 11.2.1
Tipo família						Realizou avaliação in loco no SWI?	Ocorreu fissuras nos encontros com elementos estruturais?	Ocorreu destacamentos entre placas de revestimentos?	Ocorreu descolamentos localizados de revestimentos?				Perfil de desempenho - verificação in loco
▶ Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				verificação pend...
Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Cerâmica						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				verificação pend...
Parede Externa - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				verificação pend...
Parede Interna - Bloco de Concreto 9 - Cerâmica / -						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				verificação pend...
Parede Externa - Bloco de Concreto 19 - Pintura / Pintura						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				verificação pend...
Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Cerâmica / Cerâmica						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				verificação pend...

Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.15 - Tela de Informações de desempenho do edifício – método de avaliação: manual do usuário

	CRIT. 7.1.1	CRIT. 7.2.1	CRIT. 7.3.1	CRIT. 7.4.1	CRIT. 7.6.1	CRIT. 7.7.1	CRIT. 7.8.1	CRIT. 8.2.1	CRIT. 8.3.1	CRIT. 8.4.1	CRIT. 10.1.1	CRIT. 10.2.1	CRIT. 11.2.1
Tipo família						Sistema de fixação	Recomendação	Limitação de uso	Locais permitidos para fixação				Observações
▶ Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura													
Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Cerâmica													
Parede Externa - Bloco de Concreto 14 - Pintura / Pintura													
Parede Interna - Bloco de Concreto 9 - Cerâmica / -													
Parede Externa - Bloco de Concreto 19 - Pintura / Pintura													
Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Cerâmica / Cerâmica													

Fonte: Autoria Própria (2020)

Durante todo o processo, o agente responsável pela coordenação pode gerar relatórios para monitorar as informações pendentes, baseado nos agentes envolvidos e em suas atividades. Caso exista alguma atividade pendente, o campo “Situação” permanecerá desmarcado, e o coordenador do processo poderá enviar um e-mail para o profissional responsável pela informação direto da interface de relatório (Figura 5.16 na sequência).

Quando algum agente envolvido não tem acesso ao *plug-in*, como pode ser o caso de algum projetista, ou consultor, um *template* com as informações necessárias para o atendimento da

norma pode ser repassado ao profissional, juntamente com o relatório de atividades designado a esse projetista. Essas informações aparecerão para o projetista conforme apresentado na Figura 5.17 na sequência.

Figura 5.16 – Tela do Relatório de informações de desempenho

The screenshot shows a window titled 'Análise' with a tree view on the left and a data table on the right. The tree view lists various criteria under 'AGENTE 01' through 'AGENTE 08' and 'Indefinido'. The data table has columns: DESCRICAO, SITUACAO, CRITERIO, and TIPO_FAMILIA. The 'SITUACAO' column contains checkboxes, and the 'TIPO_FAMILIA' column contains values like 'Parede Intern' and 'Parede Exter'.

DESCRICAO	SITUACAO	CRITERIO	TIPO_FAMILIA
Informou Norma?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou Perfil de desempenho projeto?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Realizou ensaio do comportamento do...	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou LDI projeto?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou LDI simulado?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Realizou avaliação in loco no SVVI?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Realizou avaliação in loco no SVVE?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou Norma?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou Perfil de desempenho projeto?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Realizou ensaio do comportamento do...	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou LDI projeto?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou LDI simulado?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Realizou avaliação in loco no SVVI?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Realizou avaliação in loco no SVVE?	<input type="checkbox"/>		Parede Intern
Informou Norma?	<input type="checkbox"/>		Parede Exter

Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.17 – Tabela gerada para o *template* com informações de desempenho

The screenshot shows a window titled 'Navegador de projeto - template-des...' with a tree view on the left and a data table on the right. The tree view lists 'Vistas (Discipline)' with sub-items: 'Arquitetura', 'Estrutural', 'Legendas', and 'Tabelas/Quantidades'. The data table has columns: 'A', 'B', 'C', and 'D'. The 'A' column contains descriptions of wall types and materials. The 'B', 'C', and 'D' columns contain numerical values or checkmarks.

A	B	C	D
Familia e tipo	CRIT711AnalisarSimulacao	CRIT711ELUCargasDef	CRIT711ELUCargasDevi
Parede básica: Parede Externa - Bloco de Concreto 14 - Pintura	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parede básica: Parede Externa - Bloco de Concreto 19 - Pintura	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parede básica: Parede Interna - Bloco de Concreto 9 - Cerâmico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parede básica: Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Cerâmico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parede básica: Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura /	<input checked="" type="checkbox"/>		
Parede básica: Parede Interna - Bloco de Concreto 14 - Pintura /	<input type="checkbox"/>	0	0

Fonte: Autoria Própria (2020)

No preenchimento da tabela apresentada na Figura 5.17, as informações retornam ao responsável por gerencia-las no processo de projeto e, automaticamente, isso alimentará o banco de dados do *plug-in*.

As informações acima são armazenadas e representadas em diferentes formatos de dados de diferentes sistemas de informação. Essa condição apresenta um desafio significativo na facilitação do compartilhamento de informações e conhecimentos, bem como na automação da verificação de conformidade. De acordo com Meistad *et al.* (2018), as ferramentas para o manuseio de informações digitais oferecem oportunidades para uma melhor integração dos vários objetivos das partes interessadas e para aumentar o valor para proprietários, operadores e usuários finais.

Todas as questões que impactam o desempenho do edifício precisam ser discutidas, compreendidas e confrontadas desde o início do processo de projeto. Nesse sentido, ao otimizar e conectar todas as informações de desempenho do edifício, integrado ao processo de projeto é realizada com o *plug-in* em todas as fases do empreendimento.

Devido a quantidade de informações necessárias para atender à Norma de Desempenho, sabe-se que monitorar todas essas informações não é um processo simples e requer contextual. Dessa forma a utilização do *plug-in* favorece a comunicação, contribui o aumento na eficiência da coordenação e integração da informação.

5.3 PROPOSIÇÃO DO MODELO DE FLUXO DE INTEGRAÇÃO

Para a integração de informações de desempenho do edifício, o nível de colaboração necessário depende da escala e da complexidade do projeto, não apenas em relação à complexidade em seu projeto e construção, mas também quanto ao gerenciamento de informações entre os agentes envolvidos e ao longo das fases do empreendimento de construção. A importância dessa fase é relevante porque a maior parte deste projeto considera a possibilidade de ler e compreender estruturas de dados para transferir informações para modelos BIM por meio do BIM (ZANCHETTA *et al.*, 2017). A integração das informações é holística, pois envolve todos os profissionais envolvidos no desenvolvimento do empreendimento. Da fase de projeto ao gerenciamento de manutenções, cada um com o seu conhecimento para o processo de tomada de decisão, aumentará a construtibilidade, funcionalidade e economia do projeto, ou seja, atenderá a todos os requisitos do usuário (AL AHBABI, 2014).

Essa abordagem integrada poderia afetar positivamente todas as fases do ciclo de vida de um edifício, incluindo planejamento, projeto, construção, operação e manutenção (NA *et al.*, 2016). É muito importante, portanto, analisar a interoperabilidade e a colocação de informações sobre os aspectos relacionados aos requisitos do usuário (segurança, conforto, durabilidade, etc.) a fim de definir uma disciplina para a gestão da qualidade total dos edifícios. Para isso, na sequência foram propostas atividades de integração do desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção.

A criação de um modelo de fluxo de integração das informações para monitoramento e verificação do desempenho da edificação exige principalmente informações sobre os elementos de construção, especificações técnicas e normas de regulamentação:

- a) Dados ambientais, incluindo temperatura, umidade, ruído;
- b) Dados de regulamentação da construção, tais como: normas técnicas, códigos de posturas, acervo técnico das construtoras;
- c) Informações de construção, incluindo a geometria e os dados alfanuméricos dos elementos de construção, além de vários tipos de demanda de construção. As informações a serem extraídas do BIM depende da alimentação do banco de dados. Por exemplo, para a retroalimentação de projeto, são necessários o preenchimento de todas as informações, resultados de ensaios, realização de vistorias, etc.;

Esses fatores devem ser considerados no nível estratégico das empresas e requerem um coordenador ou gerente de projetos seja responsável por planejar, monitorar e desenvolver um fluxo de integração das informações para o desenvolvimento do empreendimento. Ainda que a pesquisa não tenha o objetivo de provar as melhorias, a adoção do modelo provavelmente resultará em redução no tempo de desenvolvimento dos empreendimentos, melhorias no processo de especificação e compra dos materiais, satisfação do cliente, melhoria na retroalimentação das informações. Além disso, pretende-se que o modelo seja um produto teoricamente significativo e também aplicável entre os profissionais do setor de construção.

Em resumo, a integração das informações de desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção proposta consiste nos seguintes componentes principais:

- a) **Fases do empreendimento:** Foram consideradas 5 (cinco) fases, definidas para representar os diferentes estágios do empreendimento de construção. Eles começam com a fase de viabilidade, desenvolvimento dos projetos, planejamento, construção e a manutenção/operação.
- b) **Informações:** Uma série de informações que precisam ser executadas pelas partes interessadas do projeto em cada fase do empreendimento.
- c) **Agentes envolvidos:** Para cada fase do empreendimento de construção são apresentados os processos a serem conduzidos pelas partes interessadas. Esses processos definem o papel e a responsabilidade de cada parte interessada e o tipo de decisão necessária para garantir que cada fase seja conduzida de forma eficaz e eficiente.

Uma vez que essas informações são criadas, não devem ser perdidas e devem ser utilizadas para alimentar o desenvolvimento do próximo empreendimento. A retroalimentação dos processos, portanto, deve ser considerada, o que permite que as lições aprendidas com a conclusão de cada fase do empreendimento sejam acomodadas para garantia de melhoria contínua, tanto dos processos como também no gerenciamento dos dados.

5.3.1 As fases de integração da informação

O objetivo desta pesquisa foi um modelo de fluxo de integração para as informações, que ajude e guie as organizações e profissionais da construção a implementar os conceitos de desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção, incorporado ao BIM, com sucesso. O foco principal é criar um instrumento de comunicação que pudesse ser entendido por todos com facilidade.

O fluxo para integração da informação proposto foi desenvolvido como forma de representar todas as partes interessadas no processo. A abordagem concentra-se na integração das informações de desempenho do edifício às fases do empreendimento de construção e usa o BIM como alternativa tecnológica, que nesse trabalho corresponde ao *plug-in* instalado no *software Revit®*, permitindo a colaboração entre diversos participantes do projeto.

Estabelecer um fluxo para integração da informação incentiva que os participantes se envolvam mais facilmente, tanto na comunicação e coordenação, no controle de documentos e gerenciamento de recursos, como também proporciona uma “visão compartilhada” das atividades (EMMITT, 2014).

5.3.1.1 Fase 1: Viabilidade

Vários trabalhos relacionados à fase inicial do empreendimento reconhecem que um planejamento adequado tem um grande impacto no seu resultado (LEE *et al.*, 2015; PIROOZ FAR; ALTAN; POPOVIC-LARSEN, 2012; WANG; GIBSON JR., 2010). O entendimento antecipado das condições do empreendimento fornece uma fonte valiosa de informações para responder proativamente às mudanças nas situações do projeto e apoiar um melhor planejamento nos estágios iniciais de desenvolvimento do empreendimento, impactando positivamente o seu resultado final (KIM *et al.*, 2009; WANG; GIBSON JR.,

2010). É necessário integrar a equipe para obter resultados bem-sucedidos e maior valor para o proprietário (CHOI *et al.*, 2019).

Esta é uma etapa necessária para produzir efetivamente as características do empreendimento, necessitando do comprometimento de vários departamentos/participantes. Espera-se que a empresa tenha um departamento responsável por definir os planos de longo prazo. Participam ativamente dessa etapa o Construtor/ Incorporador, Gerente de obras, Projetistas e Coordenador (a) de Projetos. No caso desta pesquisa, foi identificado que essa responsabilidade fica a cargo dos Diretores Técnicos/Proprietários. Na Figura 5.18 estão apresentadas as atividades propostas para serem desenvolvidas nessa etapa.

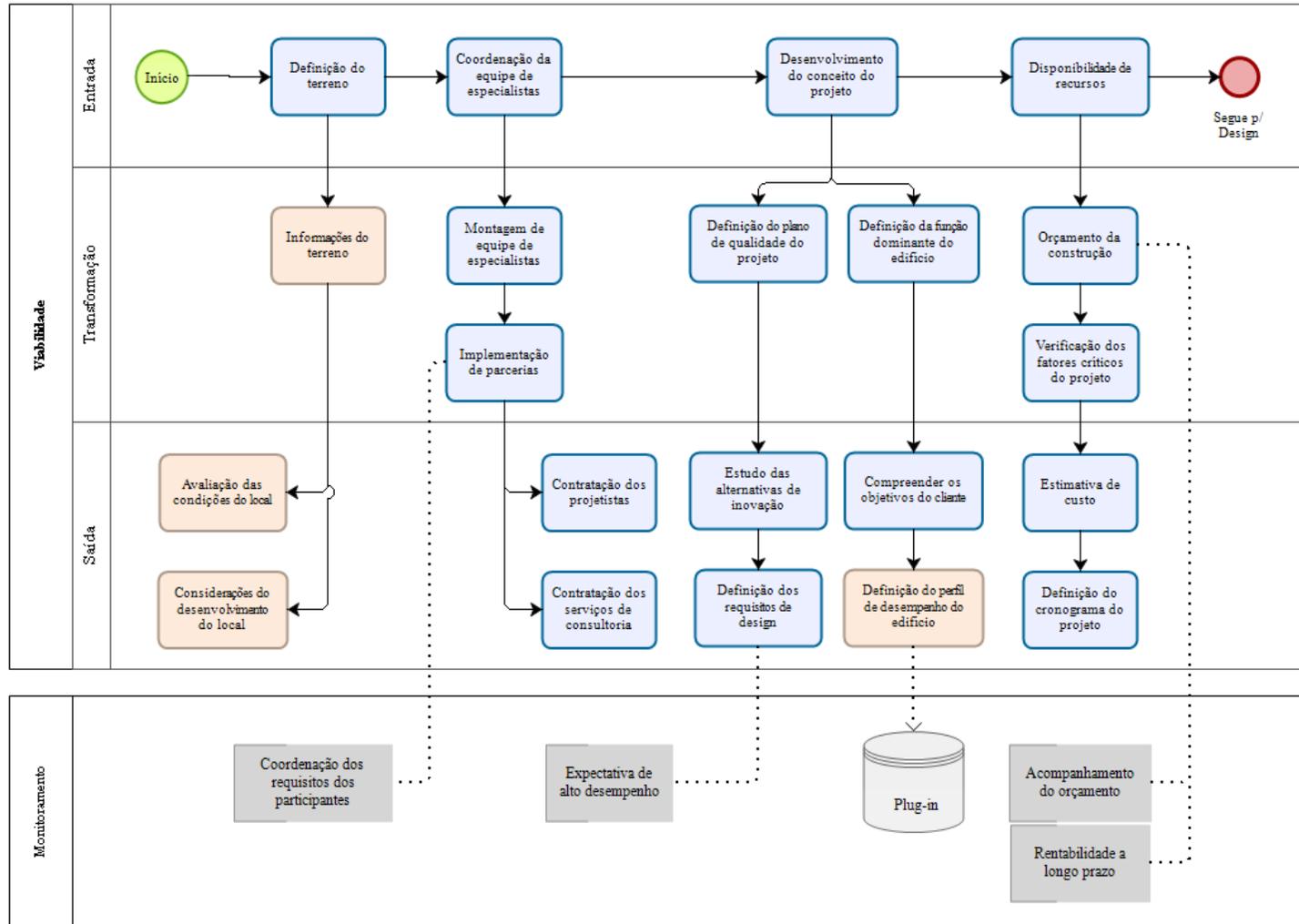
5.3.1.2 Fase 2: Projeto

O desenvolvimento do empreendimento é visto como a demanda de conhecimento por funções do produto e o fornecimento de conhecimento pelos projetistas (ZHANG; THOMSON, 2019). Os requisitos do projeto traçados na fase anterior correspondem a um documento escrito, cujo conteúdo, nível de detalhes e número de profissionais envolvidos variam dependendo da complexidade do empreendimento e do nível de desempenho requerido para a edificação. É recomendável, nessa fase, a definição de um gerente ou coordenador de projeto para acompanhar e controlar os processos iniciais do projeto. Sendo assim, as atividades propostas para a etapa de projeto estão definidas na Figura 5.19.

5.3.1.3 Fase 3: Planejamento

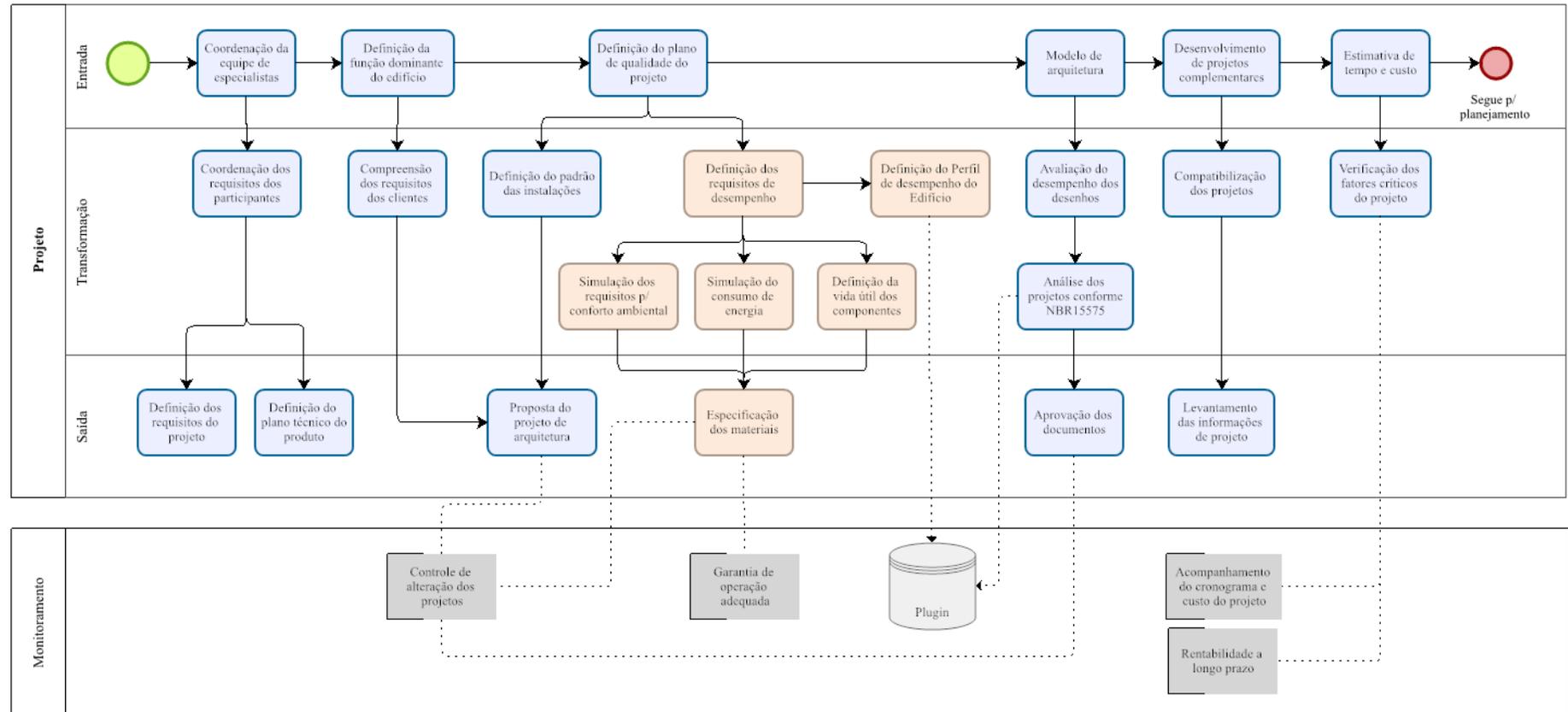
Os gerentes de projetos devem visar à melhoria do desempenho do empreendimento na fase de planejamento, mostrando a necessidade de identificar com precisão todas as atividades do processo enquanto desenvolvem um cronograma de alta qualidade, o qual pode ser aprovado pelas principais partes interessadas (ZWIKAEL, 2009). No entanto, há uma necessidade crescente de levar em conta os custos, os impactos, o desempenho e a operação durante toda a vida útil planejada de um empreendimento (PARK, 2009). Na Figura 5.20 estão apresentadas as atividades de integração do desempenho do edifício com a fase de planejamento.

Figura 5.18 - Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de viabilidade



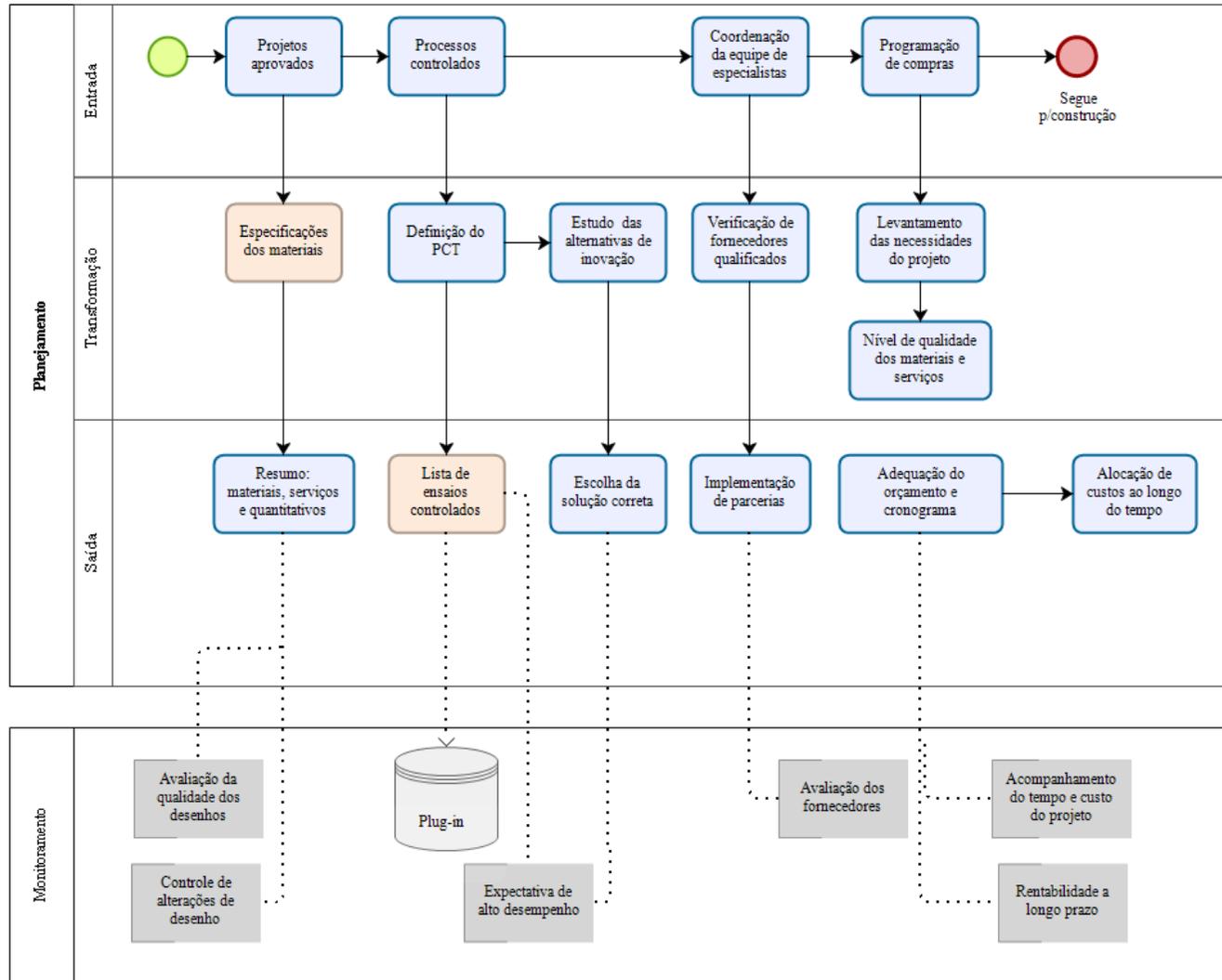
Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.19 - Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de projeto



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.20 – Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de planejamento



Fonte: Autoria Própria (2020)

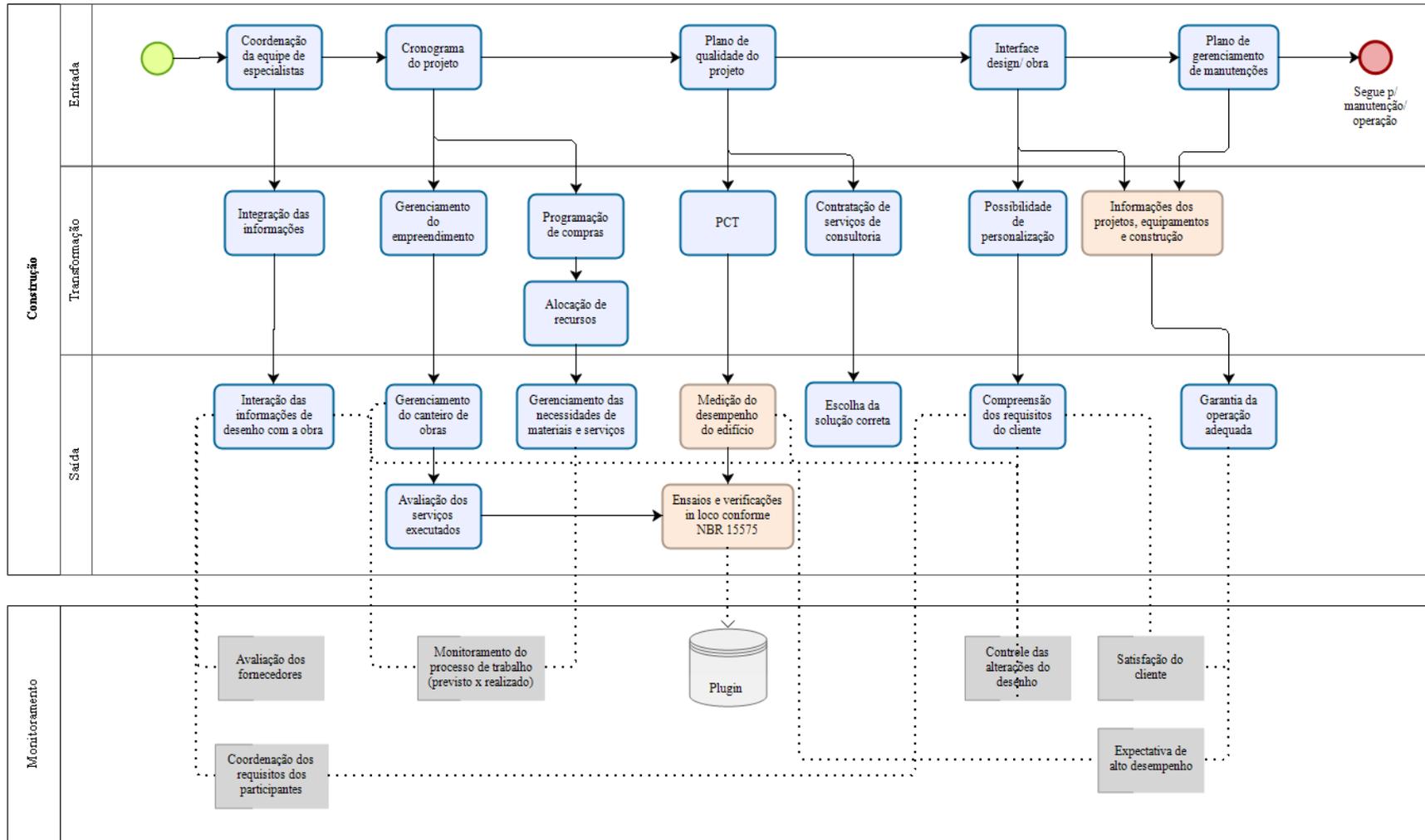
5.3.1.4 Fase 4: Construção

A construção é o estágio de realização dos parâmetros e o valor realizado pode ser diferente do que foi projetado (HOSSAIN; CHUA, 2014), uma vez que é durante essa fase que os projetos são implementados conforme planejamento detalhado na fase anterior e a construção é iniciada, ou seja, o projeto é executado. Sendo assim, o processo de construção deve ser gerenciado de forma a garantir que o produto final esteja em conformidade com as especificações do empreendimento estabelecidas na fase de projeto (HAPONAVA; AL-JIBOURI, 2010). Na **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** estão apresentadas as atividades de integração do desempenho do edifício com a fase de construção.

5.3.1.5 Fase 5: Manutenção/operação

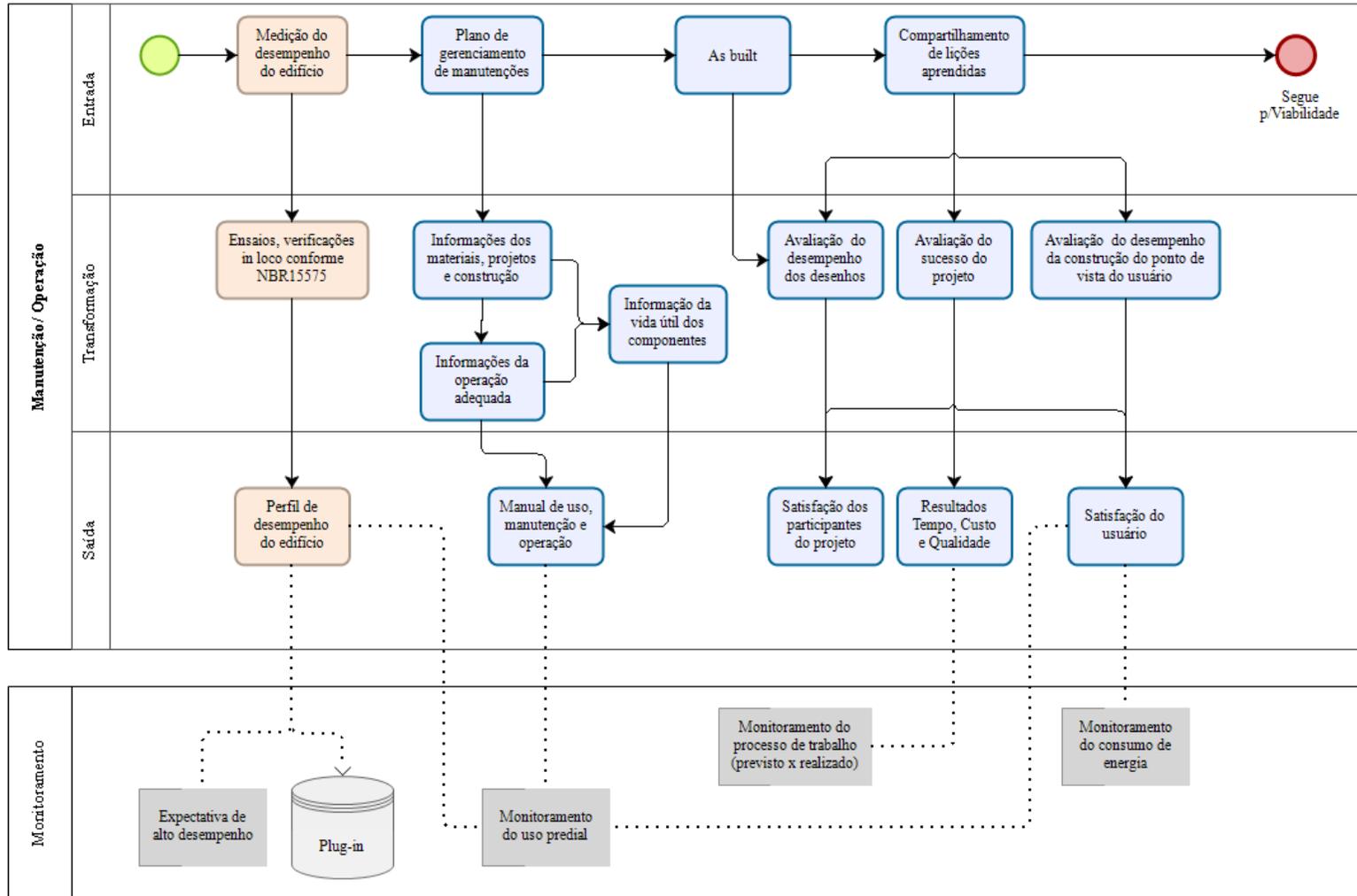
O sucesso do empreendimento também pode ser avaliado pelo desempenho da construção pós-ocupação, abrangendo desde atender aos requisitos do cliente, até os acompanhamentos da manutenção necessária. Alguns autores destacam a falta de *feedback* sobre o funcionamento dos edifícios, a fim de fechar o ciclo do empreendimento, e usam as informações adquiridas como *feedback* para novos empreendimentos de construção (GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015; VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ; ÁLVAREZ, 2017). Na Figura 5.22 abaixo estão apresentadas as atividades de integração do desempenho do edifício com a fase de manutenção/operação.

Figura 5.21 – Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de construção



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 5.22 – Aspectos para integração das informações de desempenho do edifício à fase de manutenção/operação



Fonte: Autoria Própria (2020)

5.4 DEMONSTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

Essa fase foi de amadurecimento e aprofundamento dos conceitos. Para avaliar a viabilidade, eficácia e adequação do modelo desenvolvido, as ferramentas foram apresentadas pela autora aos profissionais das Empresas B e C (Quadro 4.3, p. 115). O processo de avaliação visa a analisar as ferramentas propostas na busca do seu aprimoramento. Sendo assim, os profissionais participantes dessa pesquisa apresentaram suas críticas para o aperfeiçoamento dos modelos.

A apresentação das ferramentas aconteceu em três etapas:

1. Apresentação do mapeamento das principais informações de desempenho compiladas na Tabela 5.3 (p. 134, 135 e 136);
2. Demonstração do funcionamento do *plug-in* NBR15575;
3. Demonstração do fluxo para integração da informação para integração das informações de desempenho do edifício às fases do empreendimento.

Após a apresentação das ferramentas, a avaliação ocorreu com o envio do questionário apresentado no Apêndice F - Questionário para avaliação do modelo, e comentários realizados nas ferramentas apresentadas. O Questionário foi aplicado uma primeira vez com o Agente 3. Para ser validado, foram acrescentadas questões específicas para a utilização do *plug-in*. Após a validação, o questionário foi enviado aos Agentes 4 a 6.

5.4.1 Matriz das Informações de desempenho

O MID foi desenvolvido juntamente com os Agentes 3 a 7. Os profissionais fizeram uma correlação entre a fase do empreendimento e o agente envolvido na atividade listada (Apêndices D e E). Conforme respostas apresentadas pelos participantes, ao final, foram listadas em forma de matriz de informações para o desempenho do edifício e para o desempenho do empreendimento de construção.

5.4.1.1 Apresentação

As Matrizes resultantes do MID foram apresentadas aos Agentes 3 a 6. Os documentos foram bem aceitos entre os profissionais. Eles entenderam a importância. Uma curiosidade é que houve um consenso entre os entrevistados sobre a quantidade de informações relacionadas ao

processo de trabalho. Eles não tinham noção do fluxo de atividades em cada fase do empreendimento, de modo que as coisas aconteciam de acordo com a experiência. De acordo com o Agente 3, “*as atividades estão todas documentadas no SGQ, porém não estão organizadas da forma que é possível enxergar o processo como um todo*”.

5.4.1.2 Avaliação

Após a apresentação das matrizes aos Agentes e foi questionado se as informações de desempenho do empreendimento de construção e desempenho do edifício são habitualmente discutidas na empresa. De modo geral, observou-se que todos os Agentes lidam com questões relacionadas ao desempenho, apesar de não terem um fluxograma de informações estruturado nas empresas.

Na avaliação das matrizes apresentadas, os profissionais listaram as informações que pelo seu ponto de vista estavam deslocados quanto à fase ou quanto ao agente envolvido. As alterações foram realizadas até um consenso entre os entrevistados, conforme estão apresentadas nos Apêndices G e H.

5.4.2 *Plug-in* NBR 15575

Para apresentação e avaliação da ferramenta foi utilizado um modelo BIM 3D de uma edificação residencial de alto padrão (Figura 5.23 abaixo). O modelo foi cedido pela Empresa B, pois era a empresa que estava mais adiantada quanto à implementação da norma de desempenho e desenvolvimento de projetos em BIM.

O empreendimento conta com um total de 264 (duzentos e sessenta e quatro) apartamentos, e é dividido em 33 (trinta e três) pavimentos tipos, com 8 (oito) unidades cada. Conta, ainda com 4 (quatro) pavimentos de garagem (2 subsolos, térreo e mezanino garagem), mezanino e terraço lazer. Foi disponibilizado o modelo 3D dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, combate a incêndio, além dos ensaios de desempenho acústico.

De modo geral, os processos de apresentação e avaliação do *plug-in* foram realizados em quatro etapas. A primeira etapa consistiu na inserção dos dados apresentados pela Empresa B no banco de dados do *plug-in* NBR15575. A segunda etapa consistiu na gravação de vídeos de treinamento, seguindo o roteiro apresentado no item 5.2.2 desta tese, a fim de padronizar a apresentação de inserção das informações. Na terceira etapa, os vídeos foram apresentados aos

profissionais participantes da pesquisa (Agentes 3 a 6) para avaliar o funcionamento da ferramenta¹⁷.

Figura 5.23 – Modelo volumétrico da edificação utilizada para apresentação do modelo



Fonte: Empresa B (2018)

Por fim, na quarta etapa, ao final dos vídeos, foi solicitado que respondessem ao questionário de avaliação da ferramenta (Apêndice F).

5.4.2.1 Inserção dos dados

Para a obra em questão, foram inseridos os dados baseados nas informações obtidas durante a etapa de diagnóstico quanto à aplicabilidade da norma de desempenho. O primeiro passo consistiu no Registro do Modelo por meio da criação da “Obra B”, cujo código numérico estabelecido pelo sistema foi o número 5 (cinco).

¹⁷ Os vídeos desenvolvidos foram postados no Youtube, os endereços eletrônicos para acesso aos vídeos encontram-se no Apêndice I.

Para o cadastro dos agentes envolvidos foram utilizados os dados apresentados pela empresa no Quadro 4.7 (p. 120, 121 e 122). Para cada método de avaliação que consta na norma foram cadastrados seus respectivos agentes envolvidos, como mostra o exemplo da Figura 5.24 na sequência, com o cadastro dos agentes envolvidos em uma análise de projeto.

Figura 5.24 – Exemplo do cadastro de agentes envolvidos para o método de avaliação “análise de projetos”

AGENTE_ID	Agente	TIPO_AGENTE_ENVOLVIDO	Empresa	EMAIL
9	AGENTE 01	Construtor/ Incorporador	Empresa A	agente1@empre...
18	AGENTE 02	Gerente de obras	Empresa A	agente2@empre...
19	AGENTE 03	Coordenador de projetos	Empresa A	agente3@empre...
20	AGENTE 04	Gerente da qualidade	Empresa A	agente4@empre...
21	AGENTE 05	Projetista de Arquitetura	Empresa B	franciellecoelho2...
26	AGENTE 06	Projetista Estrutural	Empresa C	agente6@empre...
27	AGENTE 07	Projetista Hidrossanitario	Empresa D	agente7@empre...
28	AGENTE 08	Comprador	Empresa A	agente8@empre...
32	AGENTE 09	Engenheiro da obra	Empresa A	agente9@empre...
33	AGENTE 10	Fornecedor A	Empresa E	agente10@empr...
34	AGENTE 11	Consultoria Acustica	Empresa F	agente11@empr...
35	AGENTE 12	Consultoria Termica	Empresa G	agente12@empr...
36	AGENTE 13	Gerente de manutenção	Empresa A	agente13@empr...

Perfil de desempenho - Projeto	Vida Útil de Projeto
M	50 anos
M	50 anos

AGENTES_ENVOLV	NOME	TIPO_AGENTE_ENVOLVIDO	CRITERIO_DE_A	DESCRICAO_CRIT
357	AGENTE 01	Construtor/ Incorporador	CRIT. 7.1.1	CRIT711Perfide...
362	AGENTE 02	Gerente de obras	CRIT. 7.1.1	CRIT711Perfide...
367	AGENTE 03	Coordenador de projetos	CRIT. 7.1.1	CRIT711Perfide...
372	AGENTE 06	Projetista Estrutural	CRIT. 7.1.1	CRIT711Perfide...
377	AGENTE 09	Engenheiro da obra	CRIT. 7.1.1	CRIT711Perfide...

Fonte: Autoria Própria (2020)

Após a definição das responsabilidades, a primeira rodada de lançamento de informações acontece na etapa de projetos. Como dito anteriormente, para cada critério da norma de desempenho foi criado uma aba. A empresa forneceu laudos de ensaios dos estudos de acústica. Na Figura 5.25 abaixo estão exemplificados o lançamento desses documentos no *plug-in*. Durante todas as fases do empreendimento, relatórios podem ser gerados pelo coordenador de projetos, para planejar a execução de atividades que estão listadas no *plug-in*, como também monitorar as informações pendentes no modelo. A integração do processo pode ser realizada por meio de armazenamento eletrônico “em nuvem”, em que os participantes poderão visualizar as informações do empreendimento, inserir ou revisar as informações relacionadas às suas atribuições. Mesmo que o participante não tenha o *plug-in* instalado, ele poderá preencher as informações necessárias no *template* que deverá ser compartilhado pelo coordenador de projetos.

Figura 5.25 – Lançamento dos resultados do laudo de ensaio de campo de conforto acústico

CRIT.8.4.1	CRIT.10.1.1	CRIT.10.2.1	CRIT.10.2.2	CRIT.11.2.1	CRIT.11.2.2	CRIT.11.3.1	CRIT.12.3.1	CRIT.12.3.2	CRIT.13.2.1	CRIT.13.2.3	CRIT.13.3.1	CRIT.14.1.1	CRIT.14.2.1	CRIT
Tipo família	Definir amostra simulação	Definir amostra de ensaio	Norma	Perfil de desempenho - Projeto	Classificação de ruído	Diferença padronizada ponderada SVVE	Perfil de desempenho medido	Observações						
Exterior - Tijolo e...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NBR 15575, ISO 16283-3	M	II	36	5							
Exterior - Bloco e...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				0	informar classe d...							

AGENTES_ENVOL	NOME	TIPO_AGENTE_ENVOLVIDO	CRITERIO_DE_A1	DESCRICAO_CRIT
452	AGENTE 01	Consultor/ Incorporador	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...
454	AGENTE 02	Gerente de obras	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...
456	AGENTE 04	Gerente de qualidade	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...
458	AGENTE 05	Projetista de Arquitetura	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...
500	AGENTE 09	Engenheiro de obra	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...
502	AGENTE 10	Fornecedor A	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...
504	AGENTE 11	Consultora Acustica	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...
506	AGENTE 13	Gerente de manutenção	CRIT.12.3.1	CRIT1231PerfID...

Fonte: Autoria Própria (2020)

5.4.2.2 Gravação de vídeos para apresentação do modelo:

Com intuito de padronizar a forma de apresentação do *plug-in*, vídeos de treinamento foram gravados para serem apresentados aos profissionais envolvidos na pesquisa. Os vídeos foram gravados em 6 (seis) etapas:

1. Introdução;
2. Apresentação do *plug-in* na interface do Revit®;
3. Cadastro dos agentes envolvidos;
4. Cadastro de ensaios e verificações *in loco*, definição de amostras, análise dos resultados e armazenamento dos laudos;
5. Geração de relatórios de responsabilidades e/ou pendências;
6. Utilização do *template* quando algum colaborador não tem o *plug-in* instalado.

5.4.2.3 Apresentação dos vídeos e avaliação do *plug-in*:

Os profissionais assistiram aos vídeos. Posteriormente, avaliaram o *plug-in* desenvolvido (Apêndice F). Em relação à utilização e funcionalidade do *plug-in*, foi solicitado aos profissionais que avaliassem as questões, dando nota de 1 a 5 (variando de 1 = Discordo

totalmente a 5 = concordo totalmente). Um resumo das avaliações está apresentado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Resumo da avaliação dos entrevistados quando a utilidade e funcionalidade do *plug-in*

Perguntas	1	2	3	4	5
É fácil usar as navegações do <i>software</i> ?			2	2	
É fácil transitar entre diferentes níveis de menu?			2	2	
É fácil retornar ao menu inicial a partir de outros níveis do menu?			1	3	
É sempre fácil implementar as funções correspondentes de acordo com a tarefa de trabalho atual?			3	1	
É fácil alternar entre páginas diferentes?		1	1	2	
Posso interromper a etapa de processamento, mesmo quando o <i>software</i> está aguardando minha entrada?		1	1	2	
Posso parar o processo a qualquer momento?		1	1	1	1
Passei pouco tempo aprendendo a usar o <i>software</i>		1	1	2	
Posso aprender facilmente como usar o <i>software</i> novamente, mesmo após um longo período de interrupção		2		1	1
Posso operar o <i>software</i> sozinho desde o início em vez de pedir ajuda aos colegas		2	3		
A alimentação do modelo com informações de projeto pode ser preenchida com facilidade?		3	2		
A alimentação do modelo com informações de campo pode ser preenchida com facilidade?		1	2	1	
A informação gerada pelo modelo pode ser visualizada em tempo hábil para sua utilização?			1	2	1

Fonte: Autoria Própria (2020)

O Agente 3 considerou o desenvolvimento do *plug-in* muito positivo, porém apresentou preocupação no envolvimento de outros agentes, devido à quantidade de informações que compõem a norma de desempenho.

O Agente 4 considerou positiva a integração do monitoramento das informações do desempenho do edifício com o *software* de modelagem 3D, pois, de acordo com o mesmo, 100% dos projetos realizados na empresa já estão sendo desenvolvidos dessa forma. Quanto à desvantagem, foi citado o volume de informações a serem apresentados para atendimento da norma de desempenho, o que dificulta um pouco o comprometimento no uso da ferramenta entre todos os agentes envolvidos.

O Agente 5 considerou como uma excelente ferramenta para o planejamento e controle do desempenho do empreendimento, principalmente no que tange à definição das responsabilidades, do acompanhamento, da aplicabilidade da norma desde a fase do projeto. A desvantagem está relacionada ao tempo necessário para lançamento das informações para cada projeto.

O Agente 6 considerou a otimização do tempo e integração das etapas que compõem o ciclo da edificação como a principal vantagem da implementação do *plug-in*. Além disso, destacou a possibilidade de uma análise mais crítica e eficaz das informações de maneira mais ágil, permitindo integrar os participantes do projeto, garantindo a qualidade e segurança nas informações geradas. Quanto à desvantagem, destacou possíveis dificuldades na utilização do *plug-in* no âmbito do conhecimento do *software* de projeto, pois o mesmo ainda não tem conhecimento da ferramenta.

5.4.3 Apresentação e avaliação do modelo de fluxo para a integração das informações

Após a análise das ferramentas desenvolvidas, as quais apoiaram o desenvolvimento do modelo dessa pesquisa, os profissionais avaliaram a aplicabilidade dos fluxos para a integração das informações no contexto organizacional das empresas. Novamente, foi solicitado que os entrevistados respondessem ao questionário, dando nota de 1 a 5 (variando de 1 = Discordo totalmente a 5 = concordo totalmente), conforme Tabela 5.5 abaixo.

Tabela 5.5 – Avaliação dos entrevistados quanto à aplicabilidade das ferramentas no contexto organizacional das empresas

Perguntas	1	2	3	4	5
A abordagem de desempenho é motivadora para mim				2	2
As atividades apresentadas no fluxo para a integração da informação são fidedignas com a realidade?			1	2	1
As informações geradas pelo modelo ajudam a melhorar a comunicação entre as partes interessadas?				2	2
A utilização do BIM como ferramenta para gerar as informações ajuda a melhorar a comunicação entre as partes interessadas?			1	2	1
Há interesse em continuar com o uso do modelo desenvolvido?				3	1
Após participar de todas as etapas, estou mais interessado em observar e explorar os recursos do mapeamento de atividades de desempenho e do <i>plug-in</i> ?				1	3
Depois de participar das atividades de mapeamento e utilização da ferramenta NBR15575 estou mais confiante em aplicar conceitos de desempenho do edifício nos processos?			1	1	2
Recomendaria a implementação do mapeamento de atividades de desempenho e a ferramenta NBR15575?				2	2
Depois de participar das atividades dessa pesquisa estou mais confiante em aplicar conceitos de desempenho do edifício nos processos?			1	1	2

Fonte: Autoria Própria (2020)

De acordo com o Agente 03, a integração dos requisitos de desempenho do edifício é completamente necessária para a melhoria dos processos e tomada de decisão, apesar de que essa implementação demandaria tempo e ajustes nos processos internos para garantir o

envolvimento de todos os agentes. Além disso, o entrevistado destaca a importância da formação de um banco dados, o que facilitaria o acesso à informação para novos empreendimentos.

O Agente 04 afirma ter ficado assustado com o volume de informações sob sua responsabilidade, tanto ao analisar a Matriz de Informações de Desempenho, como ao ter que lidar com o gerenciamento do *plug-in*. Isso porque ele tem a função de coordenar projetos, e uma das recomendações para utilização do *plug-in* é ter uma pessoa responsável por direcionar as atividades, sendo, nesse caso, papel do coordenador. A aplicação do material lhe pareceu positiva, apesar da quantidade de informações.

Para o Agente 05, uma ferramenta de aplicabilidade da norma de desempenho influencia na implementação da ferramenta no *briefing* do projeto, no acompanhamento da construção por meio da utilização do *plug-in* e na criação de um processo no pós-obra. Ainda segundo o entrevistado, não é mais possível fazer o gerenciamento do processo de desenvolvimento do empreendimento dissociado do desempenho do edifício.

De acordo com o Agente 6, as mudanças que podem ocorrer na rotina de coordenação de projetos são: agilidade, menor prazo para gerar as análises e resultados, maior qualidade nas informações geradas, maior integração entre os participantes do processo. Ele considera, no entanto, que para um melhor resultado relacionado à implantação da norma, a empresa deve proporcionar treinamentos constantes para os profissionais envolvidos, investimento em equipamentos e mão de obra qualificada.

CAPÍTULO 6 – CICLO CONSOLIDAÇÃO

Nesse capítulo são apresentadas as principais conclusões quanto ao cumprimento dos objetivos propostos. Ao final do capítulo, são feitas sugestões para trabalhos futuros, temas que se correlacionam a esse ou que dão continuidade a essa pesquisa.

6.1 CONCLUSÕES QUANTO AO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS

O objetivo geral proposto por esse trabalho foi estabelecer um modelo de integração das informações para diferentes partes interessadas, a fim de envolvê-las no esforço colaborativo de melhoria contínua do desempenho do edifício envolvendo as fases do empreendimento de construção, incorporado ao BIM. Esse trabalho partiu do pressuposto de que É possível criar um contexto favorável para a gestão do empreendimento de construção que garanta o atendimento aos requisitos de desempenho do edifício, não apenas nas soluções técnicas de projeto, mas também nas soluções ao longo do ciclo de vida da edificação pelas empresas construtoras?

Com vistas a alcançar este objetivo, fez-se o uso do *Design Science Research* (DSR) como estratégia da pesquisa. A coleta de dados baseou-se em três ciclos: ciclo compreensão, ciclo desenvolvimento, ciclo consolidação.

No ciclo compreensão teve como principal objetivo obter um entendimento profundo sobre o tópico da pesquisa e encontrar o um problema de relevância prática. Para isso, foi dividido em duas etapas, em que inicialmente foi conduzido um mapeamento sistemático da literatura (MSL) sobre a conexão entre o desempenho do empreendimento de construção e o desempenho do edifício e, posteriormente foi realizado um diagnóstico com profissionais do setor da construção, para compreender as principais dificuldades e desafios na implementação de requisitos para o desempenho do edifício no contexto de gerenciamento de empreendimentos de construção.

Embora muito esforço tenha sido feito para revisar os principais desenvolvimentos de pesquisas relacionadas ao desempenho, é reconhecido que esta revisão não é exaustiva limitou-se apenas à indústria da construção. Identificar tendências de pesquisa nesta área pode permitir que os profissionais avaliem as principais preocupações de desempenho e gerenciem melhor os empreendimentos de construção. Primeiramente foi analisada a aplicabilidade do desempenho em função do empreendimento de construção e do edifício em cada fase do empreendimento e desenvolvida uma lista de informações e atividades relacionadas. Concluiu-se que embora a preocupação com o desempenho seja fundamental para o sucesso do empreendimento, ainda existe uma lacuna de conhecimento que faz a ligação entre essas questões. Nesse caso, estabelecer um fluxo de informações com o objetivo de melhorar a comunicação e colaboração de todos os agentes envolvidos no empreendimento pode facilitar a troca e integração de informações.

No diagnóstico realizado com profissionais do setor da construção civil, foi exposto a dificuldade no gerenciamento dessas informações, demonstraram a dificuldade em lidar com a quantidade de informações que precisam ser levadas em consideração para o atendimento de todos os requisitos da norma de desempenho. A maioria dos estudos sugere que a formação de equipes de trabalho, compostas por profissionais de diferentes áreas de conhecimento, alcançarão o melhor resultado de desempenho.

Em contribuição com a lacuna observada na literatura e no diagnóstico realizado nas empresas construtoras, o ciclo de desenvolvimento buscou identificar e definir as responsabilidades dos participantes do projeto, como também o desenvolvimento de uma ferramenta, que auxilie no gerenciamento das informações para o atendimento aos requisitos da norma de desempenho.

Sabe-se que as informações e atividades relacionadas ao desempenho na indústria da construção, são de natureza dinâmica, particularmente repercutindo nas partes interessadas e ocorrendo em várias fases do empreendimento de construção. Para identificá-los e gerenciá-los de forma eficaz e eficiente, foi proposto a construção de duas Matrizes de Informações do Desempenho, uma com o foco no desempenho do empreendimento de construção (ver Apêndice G) e outra com foco no desempenho do edifício (ver Apêndice H). Dessa forma os participantes da pesquisa definiram as responsabilidades e identificaram as fases de ocorrência dessas atividades. Nesse sentido, as 10 principais informações foram destacadas para cada fase do empreendimento em uma avaliação abrangente de sua probabilidade de ocorrência. A “avaliação do conforto ambiental” listada na MID do edifício, teve um impacto significativo

em todas as fases do empreendimento de construção como também no envolvimento de vários agentes responsáveis pela informação.

A estratégia de gerenciamento dessas informações do desempenho do edifício foi a criação do *plug-in* NBR15575 a partir dessa perspectiva dos agentes envolvidos no processo e a fase empreendimento de construção em que a informação precisa ser inserida.

A estrutura proposta foi desenvolvida usando o *Microsoft Visual Studio 2017* que oferece suporte para linguagem de programação *C#*. A estruturação básica baseia-se nos métodos de avaliação previstos na normativa de desempenho brasileira (análise de projetos, simulações, ensaios, verificação *in loco*) e tem a função de auxiliar o coordenador de projetos juntamente com a sua equipe a gerenciar as informações que são necessárias para o atendimento à todos os requisitos da norma, fornecendo um monitoramento e formação de um banco de dados, dessas informações.

O *plug-in* NBR15575 criou possibilidades de acompanhamento do empreendimento de construção em todas as suas fases, desde o início na definição do perfil de desempenho do edifício, no lançamento dos resultados de simulação durante o desenvolvimento dos projetos complementares, no lançamento dos resultados de ensaios e verificações *in loco* durante a construção do edifício, até as informações de durabilidade e vida útil, cabendo ao coordenador de projetos definir as responsabilidades de cada informação.

A potencialidade do monitoramento das informações do desempenho do edifício baseadas no uso do BIM atende a uma função importante na construção no gerenciamento de informações, especificamente nesse trabalho está na possibilidade de compartilhamento das informações, mesmo que o participante do projeto não tenha o *plug-in* instalado em seu computador, por meio de um *template* ele poderá preencher todas as informações que foram solicitadas e quando essa informação retornar ao coordenador de projetos automaticamente será alimentado ao *plug-in*. Além disso a possibilidade de criar um banco de dados, pode auxiliar no processo de tomada de decisão durante elaboração de novos projetos como forma de retroalimentação contínua dos resultados de desempenho em cada etapa do empreendimento. Assim, a integração de informações no BIM tem um futuro promissor.

Dessa forma, as matrizes desenvolvidas e o *plug-in* serviram de suporte para criação do modelo de fluxos de informações para cada fase do empreendimento de construção, para auxiliar na integração das informações que apoiam a melhoria do desempenho da edificação. O resultado

desses fluxos descreve e implementa uma forma de conduzir e vincular dados e informações para construir uma avaliação profunda e perspicaz do desempenho do edifício integrado ao empreendimento de construção.

O ciclo de consolidação baseia-se em fazer uma reflexão dos resultados obtidos nas fases anteriores. O resultado do modelo é particularmente importante para todas as partes interessadas (principalmente incorporadores, construtores e gerente/coordenador de projetos) para priorizar as informações e atividades subjacentes em termos de sua criticidade para o desenvolvimento colaborativo entre os participantes e para obter os resultados desejados do empreendimento. Com base nesse trabalho, o desempenho do edifício pode ser avaliado e monitorado de forma mais abrangente com banco de dados integrados, usando os métodos de avaliação de desempenho descritos na norma. Vale ressaltar que gerenciar essas informações não é um processo simples e requer conhecimento contextual, liderança e habilidades de gestão e comunicação.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Mais pesquisas são necessárias para entender como o fluxo de informações pode ser usado como uma ferramenta para melhoria na gestão do empreendimento de construção, especialmente na integração estratégica das informações para garantia do desempenho do edifício no processo. Algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros são:

- Avaliação mais específica e detalhada da utilização BIM no desenvolvimento de projetos com foco no desempenho do edifício, seus ganhos e dificuldades.
- Ampliar o escopo da ferramenta para as demais partes da norma de desempenho, para gerenciar 100% das informações do desempenho do edifício.
- Desenvolver aplicabilidade da ferramenta para especificação de materiais, como forma de auxiliar no desenvolvimento do manual de uso, operação e manutenção.
- Integrar os princípios de sustentabilidade ao modelo de fluxo de informação.

REFERÊNCIAS

- ABANDA, F. H.; OTI, A. H.; TAH, J. H. M. Integrating BIM and new rules of measurement for embodied energy and CO₂ assessment. **Journal of Building Engineering**, v. 12, p. 288–305, 2017.
- ABAURRE, M. W. **Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.
- ABBASIAN-HOSSEINI, S. A.; LIU, M.; HSIANG, S. M. Social network conformity and construction work plan reliability. **Automation in Construction**, v. 78, p. 1–12, 2017.
- ABDIRAD, H. Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 1, p. 52–78, 2017.
- ABI SHDID, C. et al. Project Performance Rating Model for Water and Wastewater Treatment Plant Public Projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 2, p. 04018064, 2018.
- AL-GHAMDI, S. G.; BILEC, M. M. Green Building Rating Systems and Whole-Building Life Cycle Assessment: Comparative Study of the Existing Assessment Tools. **Journal of Architectural Engineering**, v. 23, n. 1, p. 1–9, 2017.
- AL-SHARIF, F.; KAKA, A. PFI/PPP topic coverage in construction journals. **20th Annual ARCOM Conference**, v. 1, n. September, p. 1–3, 2004.
- AL AHBABI, M. S. **Process protocol for the implementation of integrated project delivery in the UAE: a client perspective**. [s.l.] University of Salford, Salford, UK, 2014.
- ALHARBI, M.; EMMITT, S.; DEMIAN, P. Transferring architectural management into practice: A taxonomy framework. **Frontiers of Architectural Research**, v. 4, n. 3, p. 237–247, 2015.
- ALMEIDA, N. et al. A framework for combining risk-management and performance-based building approaches. **Building Research and Information**, v. 38, n. 2, p. 157–174, 2010.
- ALMEIDA, N. et al. Engineering risk management in performance-based building environments. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 21, n. 2, p. 218–230, 2015.
- ALZHRANI, J. I.; EMSLEY, M. W. The impact of contractors' attributes on construction project success: A post construction evaluation. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 2, p. 313–322, 2013.
- ANDERSON, N. C.; KOVACH, J. V. Reducing welding defects in turnaround projects: A lean six sigma case study. **Quality Engineering**, v. 26, n. 2, p. 168–181, 2014.
- ANDRADE, G. B. Q. **Proposta de ferramenta para estudo de viabilidade de empreendimentos imobiliários atendendo a norma de desempenho**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2019.
- ANSAH, R. H.; SOROOSHIAN, S. 4P delays in project management. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 1, p. 62–76, 2018.
- ANSARI, R. Dynamic Simulation Model for Project Change-Management Policies: Engineering Project Case. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145,

n. 7, p. 05019008, 2019.

ARENSMAN, D. B.; OZBEK, M. E. Building Information Modeling and Potential Legal Issues. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 8, n. 2, p. 146–156, 2012.

ARSLAN, G. et al. Improving sub-contractor selection process in construction projects: Web-based sub-contractor evaluation system (WEBSSES). **Automation in Construction**, v. 17, p. 480–488, 2008.

AZAMBUJA, M. M. et al. Strategic Procurement Practices for the Industrial Supply Chain. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 7, p. 0614005, 2014.

AZEVEDO, R. C. et al. Performance Measurement to And Decision Making in the Budgeting Process for Apartment-Building Construction: Case Study Using MCDA-C. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 2, p. 225–235, 2013.

BABORSKA-NAROZNY, M.; STEVENSON, F.; CHATTERTON, P. Temperature in housing: stratification and contextual factors. **Engineering Sustainability**, v. 169, n. 4, p. 125–137, 2016.

BADI, S.; DIAMANTIDOU, D. A social network perspective of building information modelling in Greek construction projects. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 6, p. 406–422, 2017.

BAIDEN, B. K.; PRICE, A. D. F. The effect of integration on project delivery team effectiveness. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 2, p. 129–136, 2011.

BAKTI, E. S. et al. Constructability improvement in seawater intake structure. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 6, p. 595–608, 2011.

BECKER, T.; JASELSKIS, E.; EL-GAFY, M. Improving Predictability of Construction Project Outcomes through Intentional Management of Indirect Construction Costs. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 6, p. 1–7, 2014.

BEITZ, W. Design Science—The Need for a Scientific Basis for Engineering Design Methodology. **Journal of Engineering Design**, v. 5, n. 2, p. 129–133, 1994.

BEMELMANS, J.; VOORDIJK, H.; VOS, B. Designing a tool for an effective assessment of purchasing maturity in construction. **Benchmarking: An International Journal**, v. 20, n. 3, p. 342–361, 2013.

BINA, K.; MOGHADAS, N. BIM-ABM simulation for emergency evacuation from conference hall, considering gender segregation and architectural design. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 2007, n. May, p. 1–15, 2020.

BIRKHOFER, H. From design practice to design science: The evolution of a career in design methodology research. **Journal of Engineering Design**, v. 22, n. 5, p. 333–359, 2011.

BIRKHOFER, H.; WÄLDELE, M. **Applied engineering design science - The missing link between design science and design in industry**. DS 40: Proceedings of AEDS 2005 Workshop. **Anais...Pilsen, Czech Republic: 2005**

BORGES, C. A. DE M.; SABBATINI, F. H. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2008.

BORGES, J. K. et al. An experimental study on the use of waste aggregate for acoustic attenuation: EVA and rice husk composites for impact noise reduction. **Construction and**

Building Materials, v. 161, p. 501–508, 2018.

CASTILLO, T.; ALARCÓN, L. F.; PELLICER, E. Influence of Organizational Characteristics on Construction Project Performance Using Corporate Social Networks. **Journal of Management in Engineerin**, v. 34, n. 4, p. 1–9, 2018a.

CASTILLO, T.; ALARCÓN, L. F.; PELLICER, E. Finding Differences among Construction Companies' Management Practices and Their Relation to Project Performance. **Journal of Management in Engineering**, v. 34, n. 3, p. 1–13, 2018b.

CASTILLO, T.; ALARCÓN, L. F.; SALVATIERRA, J. L. Effects of Last Planner System Practices on Social Networks and the Performance of Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 3, p. 04017120, 2018.

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Câmara Bra ed. BRASÍLIA: [s.n.].

CHAREF, R.; ALAKA, H.; EMMITT, S. Beyond the Third Dimension of BIM: A Systematic Review of Literature and Assessment of Professional Views. **Journal of Building Engineering**, v. 19, n. May, p. 242–257, 2018.

CHEN, L.; FONG, P. S. W. Revealing performance heterogeneity through knowledge management maturity evaluation: A capability-based approach. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 18, p. 13523–13539, 2012.

CHEN, L.; FONG, P. S. W. Visualizing Evolution of Knowledge Management Capability in Construction Firms. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 7, p. 839–851, 2013.

CHEN, Q.; REICHARD, G.; BELIVEAU, Y. Object Model Framework for Interface Modeling and IT-Oriented Interface Management. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 2, p. 187–198, 2010.

CHEN, W. T.; CHEN, T. T. Critical success factors for construction partnering in Taiwan. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 5, p. 475–484, 2007.

CHEN, X. et al. Ontology-based representations of user activity and flexible space information: towards an automated space-use analysis in buildings. **Advances in Civil Engineering**, v. 2019, p. 1–15, 2019.

CHEN, Y. Q. et al. Analysis of project delivery systems in Chinese construction industry with data envelopment analysis (DEA). **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 17, n. 6, p. 598–614, 2010.

CHEN, Y.; ZHANG, Y.; ZHANG, S. Impacts of Different Types of Owner-Contractor Conflict on Cost Performance in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 1976, p. 04014017, 2014.

CHENG, C. L.; HE, K. C.; YEN, C. J. Decision-making and assessment tool for design and construction of high-rise building drainage systems. **Automation in Construction**, v. 17, n. 8, p. 897–906, 2008.

CHENG, M. Y.; TSAI, H.-C.; LAI, Y.-Y. Construction management process reengineering performance measurements. **Automation in Construction**, v. 18, n. 2, p. 183–193, 2009.

CHENG, M. Y.; WU, Y. W.; WU, C. F. Project success prediction using an evolutionary support vector machine inference model. **Automation in Construction**, v. 19, n. 3, p. 302–307, 2010.

- CHIH, Y.-Y. et al. Feeling Positive and Productive: Role of Supervisor-Worker Relationship in Predicting Construction Workers' Performance in the Philippines. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 8, p. 1–10, 2017.
- CHO, K.; HONG, T.; HYUN, C. Effect of project characteristics on project performance in construction projects based on structural equation model. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 7, p. 10461–10470, 2009.
- CHOI, J. et al. Team integration and owner satisfaction: comparing integrated project delivery with construction management at risk in health care projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 1, p. 1–11, 2019.
- CHOI, J. O.; O'CONNOR, J. T.; KIM, T. W. Recipes for Cost and Schedule Successes in Industrial Modular Projects: Qualitative Comparative Analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 10, p. 04016055, 2016.
- CHOUDHRY, R. M. et al. Subcontracting practices in the construction industry of Pakistan. **Journal of construction engineering and management**, v. 138, n. 12, p. 1353–1359, 2012.
- CHOW, L. K.; NG, T. S. T. Delineating the performance standards of engineering consultants at design stage. **Construction Management and Economics**, v. 28, p. 3–11, 2010.
- CHVATAL, K. M. S. Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 4, p. 119–134, 2014.
- COSTA, A. et al. Building operation and energy performance: Monitoring, analysis and optimisation toolkit. **Applied Energy**, v. 101, p. 310–316, 2013.
- COTTA, A. C. **Contribuição ao estudo dos impactos da NBR 15575:2013 no processo de gestão de projetos em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.
- COTTA, A. C.; ANDERY, P. R. P. **A Norma de Desempenho e as alterações no processo de projeto das empresas construtoras de pequeno e médio porte**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção. **Anais...**São Paulo: 2016
- CRESWELL, J. W. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches**. [s.l.: s.n.].
- CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches**. 4th. ed. [s.l.] SAGE, 2014.
- CROITOR, E. P. N. A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra. **Dissertação (Mestrado em Engenharia)**, p. 1–26, 2008.
- CZARNECKI, L.; VAN GEMERT, D. Scientific basis and rules of thumb in civil engineering: Conflict or harmony? **Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences**, v. 64, n. 4, p. 665–673, 2016.
- DABAIEH, M.; JOHANSSON, E. Building Performance and Post Occupancy Evaluation for an off-grid low carbon and solar PV plus-energy powered building. A case from the Western Desert in Egypt. **Journal of Building Engineering**, v. 18, p. 418–428, 2018.
- DIN, S.; ABD-HAMID, Z.; BRYDE, D. J. ISO 9000 certification and construction project performance: The Malaysian experience. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 8, p. 1044–1056, 2011.

DOLOI, H. Analysis of pre-qualification criteria in contractor selection and their impacts on project success. **Construction Management and Economics**, v. 27, n. 12, p. 1245–1263, 2009.

DOLOI, H. Rationalizing the Implementation of Web-Based Project Management Systems in Construction Projects Using PLS-SEM. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 7, p. 04014026, 2014.

DRESCH, A. **Design Science e Design Science Research como artefatos metodológicos para Engenharia de Produção**. [s.l.] Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, 2013.

DRESH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **DESIGN SCIENCE RESEARCH: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. 1ª ed. Porto Alegre: [s.n.].

DULAIMI, M. F.; LING, F. Y. Y.; BAJRACHARYA, A. Organizational motivation and inter-organizational interaction in construction innovation in Singapore. **Construction Management and Economics**, v. 21, n. 3, p. 307–318, 2003.

EJOHWOMU, A.; OSHODI, O. S.; LAM, K. Nigeria's construction industry: Barriers to effective communication. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 4, p. 652–667, 2017.

EL SHENAWY, A.; ZMEUREANU, R. Exergy-based index for assessing the building sustainability. **Building and Environment**, v. 60, p. 202–210, 2013.

EMMITT, S. **Design management for architects**. Second Edi ed. West Sussex, United Kingdom: [s.n.].

ENSHASSI, A.; MOHAMED, S.; ABUSHABAN, S. Factors affecting the performance of Construction projects in the Gaza Strip. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 15, n. 3, p. 269–280, 2009.

ERDIL, N. O.; AKTAS, C. B.; ARANI, O. M. Embedding sustainability in lean six sigma efforts. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, p. 520–529, 2018.

ERIKSSON, P. E.; WESTERBERG, M. Effects of cooperative procurement procedures on construction project performance: A conceptual framework. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 2, p. 197–208, 2011.

FELLOWS, R.; LIU, A. **Research methods for construction**. Fourth ed. West Sussex, United Kingdom: [s.n.].

FINI, A. A. F. et al. Dynamic Programming Approach toward Optimization of Workforce Planning Decisions. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 2, p. 04017113, 2018.

FOLIENTE, G. et al. **Performance based building R & D roadmap: PeBBu Final Report** (CIBdf, Ed.). The Netherlands: [s.n.].

FOLIENTE, G. **PERFORMANCE BASED BUILDING R & D ROADMAP TOWARDS EUROPE ' S VISION 2030 FOR CONSTRUCTION**. **Anais...2006**

FORMAN, M. Experience with the use of commissioning advisers in design: A Danish context. In: SANCHEZ, A. X.; HAMPSON, K. D.; LONDON, G. (Eds.). **Integrating Information in Built Environments: From Concept to Practice**. 1. ed. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2018. p. 160–177.

FRANZ, B.; MESSNER, J. Evaluating the Impact of BIM on Project Performance. **Journal of**

Computing in Civil Engineering, v. 33, n. 3, p. 1–9, 2019.

FRASER, C.; ZHU, C. Stakeholder perception of construction site managers' effectiveness. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 6, p. 579–590, 2008.

FREI, B.; SAGERSCHNIG, C.; GYALISTRAS, D. **Performance gaps in Swiss buildings : an analysis of conflicting objectives and mitigation strategies**. CISBAT 2017 International Conference – Future Buildings & Districts – Energy Efficiency from Nano to Urban Scale. **Anais...**Lausanne, Switzerland: 2017

FUERTES, A. et al. An Environmental Impact Causal Model for improving the environmental performance of construction processes. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 425–437, 2013.

GERTH, R. et al. Design for construction: Utilizing production experiences in development. **Construction Management and Economics**, v. 31, n. 2, p. 135–150, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora At ed. São Paulo: [s.n.].

GÖÇER, Ö.; HUA, Y.; GÖÇER, K. Completing the missing link in building design process: Enhancing post-occupancy evaluation method for effective feedback for building performance. **Building and Environment**, v. 89, p. 14–27, 2015.

GOLZARPOOR, B.; HAAS, C. T.; RAYSIDE, D. Improving process conformance with Industry Foundation Processes (IFP). **Advanced Engineering Informatics**, v. 30, n. 2, p. 143–156, 2016.

GONÇALVES, P. H. **Automatização do fluxo de informações dentro do processo Bim com foco na avaliação do desempenho térmico, acústico e o custo das decisões projetuais**. Brasília: Universidade de Brasília, 2018.

GONZÁLEZ, V. A. et al. Improving Planning Reliability and Project Performance Using the Reliable Commitment Model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 10, p. 1129–1139, 2010.

GONZÁLEZ, V. A. et al. Site Management of Work-in-Process Buffers to Enhance Project Performance Using the Reliable Commitment Model: Case Study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 9, p. 707–715, 2011.

GONZÁLEZ, V. A.; ALARCÓN, L. F.; MOLENAAR, K. Multiobjective design of Work-In-Process buffer for scheduling repetitive building projects. **Automation in Construction**, v. 18, n. 2, p. 95–108, 2009.

GONZÁLEZ, V. A.; ALARCÓN, L. F.; MUNDACA, F. Investigating the relationship between planning reliability and project performance. **Production Planning & Control**, v. 19, n. 5, p. 461–474, 2008.

GOSLING, J. et al. Supplier development initiatives and their impact on the consistency of project performance. **Construction Management and Economics**, v. 33, n. 5–6, p. 390–403, 2015.

GREENWOOD, D.; WU, S. Establishing the association between collaborative working and construction project performance based on client and contractor perceptions. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 4, p. 299–308, 2012.

GÜLKAN, P.; SÖZEN, M. A. Genealogy of performance-based seismic design: Is the present a re-crafted version of the past? In: RUPAKHETY, R.; ÓLAFSSON, S. (Eds.). **Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering**. Geotechnic ed. [s.l.] Springer, Cham, 2018. v. 44p. 3–29.

- GÜNDÜZ, M.; NIELSEN, Y.; ÖZDEMİR, M. Quantification of Delay Factors Using the Relative Importance Index Method for Construction Projects in Turkey. **Journal of Management in Engineering**, v. 29, n. 2, p. 133–139, 2013.
- GUPTA, R.; GREGG, M. Empirical evaluation of the energy and environmental performance of a sustainably-designed but under-utilised institutional building in the UK. **Energy and Buildings**, v. 128, p. 68–80, 2016.
- GURMU, A. T.; AIBINU, A. A. Construction Equipment Management Practices for Improving Labor Productivity in Multistory Building Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 10, p. 04017081, 2017.
- HADIAN, H.; RAHIMIFARD, A. Multivariate statistical control chart and process capability indices for simultaneous monitoring of project duration and cost. **Computers and Industrial Engineering**, v. 130, p. 788–797, 2019.
- HAJIFATHALIAN, K. et al. Effects of Production Control Strategy and Duration Variance on Productivity and Work in Process: Simulation-Based Investigation. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 9, p. 1035–1043, 2012.
- HALLOWELL, M.; TOOLE, T. M. Contemporary design-bid-build model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 6, p. 540–549, 2009.
- HALPIN, D. W.; SENIOR, B. A. **Construction Management**. 4. ed. United States: Wiley-Blackwell, 2012.
- HAMZA, N.; GREENWOOD, D. Energy conservation regulations: Impacts on design and procurement of low energy buildings. **Building and Environment**, v. 44, n. 5, p. 929–936, 2009.
- HAN, S. H. et al. Six Sigma-Based Approach to Improve Performance in Construction Operations. **Journal of Management in Engineering**, v. 24, n. 1, p. 21–31, 2008.
- HANNA, A. S. et al. Mathematical Formulation of the Project Quarterback Rating: New Framework to Assess Construction Project Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 8, p. 04014033, 2014.
- HANNA, A. S. Benchmark Performance Metrics for Integrated Project Delivery. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 9, p. 1–9, 2016.
- HANNA, A. S.; MIKHAIL, G.; ISKANDAR, K. A. State of Prefab Practice in the Electrical Construction Industry: Qualitative Assessment. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 2, 2017.
- HAPONAVA, T.; AL-JIBOURI, S. Proposed System for Measuring Project Performance Using Process-Based Key Performance Indicators. **Journal of Management in Engineering**, v. 28, n. 2, p. 140–149, 2012.
- HAPONAVA, T.; AL-JIBOURI, S. Identifying key performance indicators for use in control of pre-project stage process in construction. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 58, n. 2, p. 160–173, 2009.
- HAPONAVA, T.; AL-JIBOURI, S. Influence of process performance during the construction stage on achieving end-project goals. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 8, p. 853–869, 2010.
- HAQ, S. U. et al. Project Governance, Project Performance, and the Mediating Role of Project Quality and Project Management Risk: An Agency Theory Perspective. **EMJ - Engineering Management Journal**, v. 30, n. 4, p. 274–292, 2018.

- HAQ, S. U. et al. Project governance mechanisms and the performance of software development projects: Moderating role of requirements risk. **International Journal of Project Management**, v. 37, n. 4, p. 533–548, 2019.
- HASTAK, M. et al. Project manager's decision aid for a radical project cycle reduction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 6, p. 437–446, 2007.
- HASTAK, M. et al. Analysis of techniques leading to radical reduction in project cycle time. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 12, p. 915–927, 2008.
- HAY, R. et al. Post-occupancy evaluation in architecture: experiences and perspectives from UK practice. **Building Research and Information**, v. 46, n. 6, p. 698–710, 2018.
- HENNEMANN, G. G. et al. Avaliação teórico-experimental da influência da espessura de alvenaria na resistência ao fogo de sistemas verticais de vedação. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 4, p. 183–195, 2017.
- HERAVI, G.; ILBEIGI, M. Development of a comprehensive model for construction project success evaluation by contractors. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 5, p. 526–542, 2012.
- HERAVI, G.; RASHID, M. Developing an Approach to Develop and Validate a Lean Construction Plan Using Performance Evaluation of Repetitive Subprojects. **Journal of Architectural Engineering**, v. 24, n. 1, 2018.
- HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.
- HEVNER, A. R. A Three Cycle View of Design Science Research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, 2007.
- HINO, M. K.; MELHADO, S. B. Qualidade do projeto de empreendimentos habitacionais de interesse social: proposta utilizando o conceito de desempenho. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção Civil**, 2001.
- HOLT, R.; BARNES, C. Towards an integrated approach to “design for X”: An agenda for decision-based DFX research. **Research in Engineering Design**, v. 21, n. 2, p. 123–136, 2010.
- HONG, Y.; CHAN, D. W. M.; CHAN, A. P. C. Exploring the applicability of construction partnering in Mainland China: A qualitative study. **Facilities**, v. 30, n. 13, p. 667–694, 2012.
- HORTA, I.; CAMANHO, A.; DA COSTA, J. Performance Assessment of Construction Companies Integrating Key Performance Indicators and Data Envelopment Analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 5, p. 581–594, 2009.
- HOSSAIN, M. A.; CHUA, D. K. H. Overlapping design and construction activities and an optimization approach to minimize rework. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 6, p. 983–994, 2014.
- HOSSEINI, M. R. et al. Critical evaluation of off-site construction research: A Scientometric analysis. **Automation in Construction**, v. 87, n. October 2017, p. 235–247, 2018.
- HU, S. et al. Building performance optimisation: A hybrid architecture for the integration of contextual information and time series data. **Automation in Construction**, v. 70, p. 51–61, 2016.
- HU, X.; LIU, C. Profitability performance assessment in the Australian construction industry: a global relational two-stage DEA method. **Construction Management and Economics**, v. 34, n. 3, p. 147–159, 2016.

- HU, Y. et al. From Construction Megaproject Management to Complex Project Management: Bibliographic Analysis. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 4, p. 04014052, 2015.
- HWANG, B.-G.; HO, J. W. Front-End Planning Implementation in Singapore: Status, Importance, and Impact. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 4, p. 567–573, 2012.
- HWANG, B.-G.; TAN, H. F.; SATHISH, S. Capital project performance measurement and benchmarking in Singapore. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 20, n. 2, p. 143–159, 2013.
- HYUN, C. et al. Effect of Delivery Methods on Design Performance in Multifamily Housing Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 7, p. 468–482, 2008.
- ILLANKOON, I. M. C. S. et al. Key credit criteria among international green building rating tools. **Journal of Cleaner Production**, v. 164, p. 209–220, 2017.
- IRCC. **Performance-Based Building Regulatory Systems: Principles and Experiences** (B. J. Meacham, Ed.) **Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee ...** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Performance-Based+Building+Regulatory+Systems+Principles+and+Experiences#2%5Cnhttp://www.irccbuidingregulations.org/pdf/A1163909.pdf>>.
- JABAREEN, Y. Building a Conceptual Framework: Philosophy, Definitions, and Procedure. **International Journal of Qualitative Methods**, v. 8, n. 4, p. 49–62, 2009.
- JHA, K. N.; CHOCKALINGAM, C. Prediction of schedule performance of Indian construction projects using an artificial neural network. **Construction Management and Economics**, v. 29, n. 9, p. 901–911, 2011.
- JHA, K. N.; CHOCKALINGAM, C. T. Prediction of quality performance using artificial neural networks. **Journal of Advances in Management Research**, v. 6, n. May, p. 70–86, 2009.
- JHA, K. N.; IYER, K. C. Commitment, coordination, competence and the iron triangle. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 5, p. 527–540, 2007.
- JIANG, T. et al. Application of Discrete-Event Simulation in the Quantitative Evaluation of Information Systems in Infrastructure Maintenance Management Processes. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 2, p. 05015008, 2016.
- JIANG, W.; LU, Y. Influence of initial trust on control from client perspective: Construction industry in China. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 2, p. 326–345, 2017.
- JIN, R. et al. A holistic review of off-site construction literature published between 2008 and 2018. **Journal of Cleaner Production**, v. 202, p. 1202–1219, 2018.
- JUAN, Y. K. A hybrid approach using data envelopment analysis and case-based reasoning for housing refurbishment contractors selection and performance improvement. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 3 PART 1, p. 5702–5710, 2009.
- JUN, D. H.; EL-RAYES, K. Optimizing the utilization of multiple labor shifts in construction projects. **Automation in Construction**, v. 19, n. 2, p. 109–119, 2010.
- KABAK, M. et al. A fuzzy multi-criteria decision making approach to assess building energy performance. **Energy and Buildings Buildings**, v. 72, p. 382–389, 2014.

- KABIRIFAR, K.; MOJTAHEDI, M. The impact of engineering, procurement and construction (EPC) phases on project Performance: a case of large-scale residential construction project. **Buildings**, v. 9, n. 1, p. 15, 2019.
- KANG, Y. et al. Interaction Effects of Information Technologies and Best Practices on Construction Project Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 4, p. 361–372, 2012.
- KANG, Y.; O'BRIEN, W. J.; MULVA, S. P. Value of IT: Indirect impact of IT on construction project performance via Best Practices. **Automation in Construction**, v. 35, p. 383–396, 2013.
- KARIMI, H.; TAYLOR, T. R. B.; GOODRUM, P. M. Analysis of the impact of craft labour availability on North American construction project productivity and schedule performance. **Construction Management and Economics**, v. 35, n. 6, p. 368–380, 2017.
- KÄRNÄ, S.; JUNNONEN, J.-M. Benchmarking construction industry, company and project performance by participants' evaluation. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 7, p. 2092–2108, 2016.
- KASANEN, E.; LUKKA, K.; SIITONEN, A. The Constructive Approach in Management Accounting Research. **Journal of Management Accounting Research**, v. 5, p. 243–264, 1993.
- KE, Y. et al. Research Trend of Public-Private Partnership in Construction Journals. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 10, p. 1076–1086, 2009.
- KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. D. S. O Processo De Implantação De Normas De Desempenho Na Construção : Um Comparativo Entre a Espanha (Cte) E Brasil (Nb. v. 9, n. 1, p. 89–101, 2014.
- KHATTAK, M. S.; MUSTAFA, U. Management competencies, complexities and performance in engineering infrastructure projects of Pakistan. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 7, p. 1321–1347, 2019.
- KIM, D. Y. et al. Structuring the prediction model of project performance for international construction projects: A comparative analysis. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2, Part 1, p. 1961–1971, 2009.
- KIM, S.-C. et al. Impact of Measuring Operational-Level Planning Reliability on Management-Level Project Performance. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 5, p. 05014021, 2015.
- KNOTTEN, V.; LÆDRE, O.; HANSEN, G. K. Building design management – key success factors. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 6, p. 479–493, 2017.
- KULATUNGA, U.; AMARATUNGA, D.; HAIGH, R. Structured approach to measure performance in construction research and development. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 3, p. 289–310, 2011.
- KYRÖ, R.; HEINONEN, J.; JUNNILA, S. Housing managers key to reducing the greenhouse gas emissions of multi-family housing companies? A mixed method approach. **Building and Environment**, v. 56, p. 203–210, 2012.
- LAI, I. K. W.; LAM, F. K. S. Perception of various performance criteria by stakeholders in the construction sector in Hong Kong. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 4, p. 377–391, 2010.
- LAM, E. W. M.; CHAN, A. P. C.; CHAN, D. W. M. Determinants of Successful Design-Build Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 5, p. 333–341,

2008.

LAM, K.-C.; LAM, M. C.-K.; WANG, D. MBNQA-oriented self-assessment quality management system for contractors: Fuzzy AHP approach. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 5, p. 447–461, 2008.

LAM, P. T. I.; WONG, F. W. H. Improving building project performance: how buildability benchmarking can help. **Construction Management and Economics**, v. 27, n. 1, p. 41–52, 2009.

LAURENT, J.; LEICHT, R. M. Practices for designing cross-functional teams for Integrated Project Delivery. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 3, p. 1–11, 2019.

LEE, J.-Y. et al. Development and Application of the KLT Method for the Energy Performance Evaluation of Non-residential Buildings in the Early Design Stage. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 14, n. 3, p. 701–708, 2015.

LEHTIRANTA, L. et al. The role of multi-firm satisfaction in construction project success. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 6, p. 463–475, 2012.

LI, H.; LU, W.; HUANG, T. Rethinking project management and exploring virtual design and construction as a potential solution. **Construction Management and Economics**, v. 27, n. 4, p. 363–371, 2009.

LI, Y. et al. Impact of Megaproject Governance on Project Performance: Dynamic Governance of the Nanning Transportation Hub in China. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 3, p. 05019002, 2019.

LI, Z.; SHEN, G. Q.; XUE, X. Critical review of the research on the management of prefabricated construction. **Habitat International**, v. 43, n. July, p. 240–249, 2014.

LIM, C. S.; MOHAMED, M. Z. Criteria of project success: An exploratory re-examination. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 4, p. 243–248, 1999.

LING, F. Y. Y. et al. Models for predicting project performance in China using project management practices adopted by foreign AEC firms. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 12, p. 983–990, 2008.

LING, F. Y. Y.; ANG, W. T. Using control systems to improve construction project outcomes. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 20, n. 6, p. 576–588, 2013.

LIU, J. et al. How Contractor Behavior Affects Engineering Project Value-Added Performance. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 4, p. 04019012, 2019.

LIU, M.; BALLARD, G.; IBBS, W. Work Flow Variation and Labor Productivity : Case Study. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 4, p. 236–242, 2011.

LOPEZ, R.; LOVE, P. E. D. Design Error Costs in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 5, p. 585–593, 2012.

LORENZI, L. S. **Análise Crítica e Proposições de Avanço nas Metodologias de Ensaios Experimentais de Desempenho à Luz da ABNT NBR 15575 (2013) para Edificações Habitacionais de Interesse Social Térreas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

LOVE, P.; EDWARDS, D.; WOOD, E. Loosening the Gordian knot: the role of emotional intelligence in construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 1, p. 50–65, 2011.

- LU, W. et al. A Generic Model for Measuring Benefits of BIM as a Learning Tool in Construction Tasks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 2, p. 195–203, 2013.
- LU, Y. et al. Building Information Modeling (BIM) for green buildings : A critical review and future directions. **Automation in Construction**, v. 83, p. 134–148, 2017.
- LUCCHI, E. et al. Thermal performance evaluation and comfort assessment of advanced aerogel as blown-in insulation for historic buildings. **Building and Environment**, v. 122, p. 258–268, 2017.
- LUCCHI, E.; ROBERTI, F.; ALEXANDRA, T. Definition of an experimental procedure with the hot box method for the thermal performance evaluation of inhomogeneous walls. **Energy and Buildings**, v. 179, p. 99–111, 2018.
- LUKKA, K. The constructive research approach. In: OJALA, L.; HILMOLA, O.-P. (Eds.). . **Case study research in logistics**. Turku: [s.n.]. p. 83–101.
- LUO, L. et al. Investigating the Relationship between Project Complexity and Success in Complex Construction Projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 33, n. 2, p. 04016036, 2017.
- MAHDAVI, A.; TAHMASEBI, F. The deployment-dependence of occupancy-related models in building performance simulation. **Energy and Buildings**, v. 117, p. 313–320, 2016.
- MANDUJANO, M. G. et al. Modeling Virtual Design and Construction Implementation Strategies Considering Lean Management Impacts. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 32, n. 11, p. 930–951, 2017.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.
- MARCH, S. T.; STOREY, V. C. Design Science in the Information Systems Discipline: an introduction to the special issue on design science research. **MIS Quarterly**, v. 32, n. 4, p. 725–730, 2008.
- MARJABA, G. E.; CHIDIAC, S. E. Sustainability and resiliency metrics for buildings–Critical review. **Building and Environment**, v. 101, p. 116–125, 2016.
- MARTINCIGH, L. et al. The occupants’ perspective as catalyst for less energy intensive buildings. **Energy and Buildings**, v. 115, p. 94–101, 2016.
- MARZOUK, M.; ENABA, M. Text analytics to analyze and monitor construction project contract and correspondence. **Automation in Construction**, v. 98, p. 265–274, 2019.
- MAT ISA, C. M.; SAMAN, H. M.; PREECE, C. N. Determining significant factors influencing Malaysian construction business performance in international markets. **Journal of Construction in Developing Countries**, v. 20, n. 2, p. 1–23, 2015.
- MATITZ, Q. R. S. **Aspectos Semânticos , Formais E Funcionais Do Conceito Desempenho Em Estudos Organizacionais E Estratégia : Um Modelo Analítico**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009.
- MAY, P. J. Societal perspectives about earthquake performance: The fallacy of “acceptable risk”. **Earthquake Spectra**, v. 17, n. 4, p. 725–737, 2001.
- MBACHU, J. Conceptual framework for the assessment of subcontractors’ eligibility and performance in the construction industry. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 5, p. 471–484, 2008.

- MCDONALD, R. C.; PERSRAM, S. The integrative design process. In: MALLORY-HILL, S.; PREISER, W. F. E.; WATSON, C. (Eds.). . **Enhancing Building Performance**. 1. ed. West Sussex, United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2012. p. 35–47.
- MEACHAM, B. J. Sustainability and resiliency objectives in performance building regulations. **Building Research and Information**, v. 44, n. 5–6, p. 474–489, 2016.
- MEACHAM, B. J.; VAN STRAALLEN, IJ. J. A socio-technical system framework for risk-informed performance-based building regulation. **Building Research and Information**, v. 46, n. 4, p. 444–462, 2018.
- MEHO, L. I.; ROGERS, Y. Citation Counting, Citation Ranking, and h-Index of Human-Computer Interaction Researchers: A Comparison of Scopus and Web of Science. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 59, n. 11, p. 1711–126, 2008.
- MEISTAD, T. et al. Stakeholder perspectives and information exchange in AEC projects. In: SANCHEZ, A. X.; HAMPSON, K. D.; LONDON, G. (Eds.). . **Integrating information in built environments: from concept to practice**. 1. ed. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2018. p. 194–209.
- MELHADO, KENJI HINO; MELHADO, S. B. **Desempenho_Melhado.Pdf**, 2001.
- MENCHES, C. L. et al. Impact of pre-construction planning and project characteristics on performance in the US electrical construction industry. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 8, p. 855–869, 2008.
- MENEZES, A. C. et al. Predicted vs. actual energy performance of non-domestic buildings: Using post-occupancy evaluation data to reduce the performance gap. **Applied Energy**, v. 97, p. 355–364, 2012.
- MENG, X. The effect of relationship management on project performance in construction. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 2, p. 188–198, 2012.
- MESA, H. A.; MOLENAAR, K. R.; ALARCÓN, L. F. Exploring performance of the integrated project delivery process on complex building projects. **International Journal of Project Management**, v. 34, n. 7, p. 1089–1101, 2016.
- MOLLAOGLU, S.; SPARKLING, A.; THOMAS, S. An inquiry to move an underutilized best practice forward: Barriers to partnering in the architecture, engineering, and construction industry. **Project Management Journal**, v. 46, n. 1, p. 69–83, 2015.
- MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213–228, 2016.
- MOON, H. J.; AUGENBROE, G. Empowerment of decision-makers in mould remediation. **Building Research and Information**, v. 36, n. 5, p. 486–498, 2008.
- MOSLEY, J. C.; BUBSHAIT, A. A. Performance Evaluation of International Contractors in Saudi Arabia. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, n. 1, p. 1–7, 2016.
- MWASHA, A.; WILLIAMS, R. G.; IWARO, J. Modeling the performance of residential building envelope: The role of sustainable energy performance indicators. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 9, p. 2108–2117, 2011.
- NA, Y. et al. Health performance and cost management model for sustainable healthy buildings. **Indoor and Built Environment**, v. 25, n. 5, p. 799–808, 2016.

NEGENDAHL, K. Building performance simulation in the early design stage: An introduction to integrated dynamic models. **Automation in Construction**, v. 54, p. 39–53, 2015.

NG, T. S. T.; TANG, Z. Delineating the predominant criteria for subcontractor appraisal and their latent relationships. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 3, p. 249–259, 2008.

NGACHO, C.; DAS, D. A performance evaluation framework of development projects : An empirical study of Constituency Development Fund (CDF) construction projects in Kenya. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 32, p. 492–507, 2013.

NGUYEN, L. H. Relationships between Critical Factors Related to Team Behaviors and Client Satisfaction in Construction Project Organizations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 3, p. 04019002, 2019.

NOKTEHDAN, M. et al. Innovation Management and Construction Phases in Infrastructure Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 2, p. 1–9, 2019.

O'CONNOR, J. T.; RUSCH, S. E.; SCHULZ, M. J. Constructability concepts for engineering and procurement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 113, n. 2, p. 235–248, 1987.

OKAMOTO, P.; MELHADO, S. A norma brasileira de desempenho e o processo de projeto de empreendimentos residenciais. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 1, n. June 2015, p. 1973–1982, 2014.

OKAMOTO, P. S. **Os impactos da Norma Brasileira de Desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.

OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M. Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Sustainable Cities and Society**, v. 40, p. 16–27, 2018.

OLIVEIRA, L. A.; MITIDIÉRI FILHO, C. V. O Projeto De Edifícios Habitacionais Considerando a Norma Brasileira De Desempenho: Análise Aplicada Para As Vedações Verticais. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 7, n. 1, p. 90–100, 2012.

OLIVIA, G. S.; CHRISTOPHER, T. A. In-use monitoring of buildings: An overview and classification of evaluation methods. **Energy and Buildings**, v. 86, p. 176–189, 2015.

OLIVIERI, H.; SEPPÄNEN, O.; GRANJA, A. D. Improving workflow and resource usage in construction schedules through location-based management system (LBMS). **Construction Management and Economics**, v. 36, n. 2, p. 109–124, 2018.

OMAR, H.; MAHDJOUBI, L.; KHEDER, G. Towards an automated photogrammetry-based approach for monitoring and controlling construction site activities. **Computers in Industry**, v. 98, p. 172–182, 2018.

OPPONG, G. D.; CHAN, A. P. C.; DANSOH, A. A review of stakeholder management performance attributes in construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 35, p. 1037–1051, 2017.

ORAEE, M. et al. Collaboration in BIM-based construction networks: A bibliometric-qualitative literature review. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 7, p. 1288–1301, 2017.

OTERO, J. A. **Ferramenta De Gestão De Riscos Baseada Na Teoria Dos Conjuntos Fuzzy Para Suporte À Garantia Do Desempenho De Edificações Habitacionais**. Brasília:

Universidade de Brasília, 2018.

OTI, A. H. et al. Structural sustainability appraisal in BIM. **Automation in Construction**, v. 69, p. 44–58, 2016.

OYEGOKE, A. The constructive research approach in project management research. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 4, n. 4, p. 573–595, 2011.

OYELERE, S. S. et al. Design, development, and evaluation of a mobile learning application for computing education. **Education and Information Technologies**, v. 23, p. 467–495, 2017.

PALANEESWARAN, E. et al. Mapping rework causes and effects using artificial neural networks. **Building Research and Information**, v. 36, n. 5, p. 450–465, 2008.

PARK, K. et al. Project Risk Factors Facing Construction Management Firms. **International Journal of Civil Engineering**, v. 17, n. 3, p. 305–321, 2017.

PARK, S. H. Whole life performance assessment: Critical success factors. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 11, p. 1146–1161, 2009.

PAULA, N. DE; UECHI, M. E.; MELHADO, S. B. Novas demandas para as empresas de projeto de edifícios. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 3, p. 137–159, 2013.

PAUWELS, P. et al. A semantic rule checking environment for building performance checking. **Automation in Construction**, v. 20, n. 5, p. 506–518, 2011.

PEÑA-MORA, F. et al. Strategic-Operational Construction Management: Hybrid System Dynamics and Discrete Event Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 9, p. 701–710, 2008.

PHAM, L.; BOXHALL, P.; SPEKKINK, D. Performance based building design process — PeBBu domain agenda and future development needs. In: BROWN, K.; HAMPSON, K.; BRANDON, P. (Eds.). . **Clients driving construction innovation: moving ideas into practice**. 1. ed. Brisbane, Australia: Cooperative Research Centre for Construction Innovation, 2006. p. 182–190.

PINHEIRO, G.; ANDERY, P. R. P. **Contribuição ao estudo do processo de projeto de instalações**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...**São Paulo: 2016

PIROOZ FAR, P. (AMIR E. .; ALTAN, H.; POPOVIC-LARSEN, O. Design for sustainability: A comparative study of a customized modern method of construction versus conventional methods of construction. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 1, p. 55–75, 2012.

POIRIER, E. A.; STAUB-FRENCH, S.; FORGUES, D. Measuring the impact of BIM on labor productivity in a small specialty contracting enterprise through action-research. **Automation in Construction**, v. 58, p. 74–84, 2015.

POMPONI, F. et al. Façade refurbishment of existing office buildings: Do conventional energy-saving interventions always work? **Journal of Building Engineering**, v. 3, p. 135–143, 2015.

POURNADER, M.; TABASSI, A. A.; BALOH, P. A three-step design science approach to develop a novel human resource-planning framework in projects: The cases of construction projects in USA, Europe, and Iran. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 2, p. 419–434, 2015.

PRADHAN, A.; AKINCI, B.; HAAS, C. T. Formalisms for query capture and data source identification to support data fusion for construction productivity monitoring. **Automation in**

Construction, v. 20, n. 4, p. 389–398, 2011.

PREISER, W. F. E.; HARDY, A. E.; SCHRAMM, U. From Linear Delivery Process to Life Cycle Phases: The Validity of the Concept of Building Performance Evaluation. In: PREISER, W. F. E.; HARDY, A. E.; SCHRAMM, U. (Eds.). . **Building Performance Evaluation: From Delivery Process to Life Cycle Phases**. 1. ed. Cham: Springer, 2018. p. 3–18.

PUDDICOMBE, M. S. Why Contracts: Evidence. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 8, p. 675–682, 2009.

RASLAN, R.; DAVIES, M. Legislating building energy performance: Putting EU policy into practice. **Building Research and Information**, v. 40, n. 3, p. 305–316, 2012.

REEVES, T. J.; OLBINA, S.; ISSA, R. R. A. **Guidelines for Using Building Information Modeling (BIM) for Environmental Analysis of High-performance Buildings**. International Conference on Computing in Civil Engineering. **Anais...**Clearwater Beach: 2012

REMPLENG, R.; KURUL, E.; OTI, A. H. **Research roadmap report Information Integration in Construction**. The Netherlands: [s.n.]. Disponível em: <https://site.cibworld.nl/dl/publications/pub417/Publ_417_TG90.pdf>.

REN, Z.; ANUMBA, C. J.; YANG, F. Development of CDPM matrix for the measurement of collaborative design performance in construction. **Automation in Construction**, v. 32, p. 14–23, 2013.

REZAEE, R. et al. A new approach to performance-based building design exploration using linear inverse modeling. **Journal of Building Performance Simulation**, v. 12, n. 3, p. 246–271, 2019.

RIBA. **RIBA Plan of Work 2020**. London: [s.n.].

ROSE, T.; MANLEY, K. Motivational misalignment on an iconic infrastructure project. **Building Research and Information**, v. 38, n. 2, p. 144–156, 2010.

RUPARATHNA, R.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. Developing a level of service (LOS) index for operational management of public buildings. **Sustainable Cities and Society**, v. 34, n. April, p. 159–173, 2017.

SAFA, M. et al. Supplier selection process in an integrated construction materials management model. **Automation in Construction**, v. 48, p. 64–73, 2014.

SAMPAIO, A. Z. The Introduction of the BIM Concept in Civil Engineering Curriculum. **International Journal of Engineering Education**, v. 31, n. 1B, p. 302–315, 2015.

SANCHEZ, A. X.; HAMPSON, K. D.; LONDON, G. Integrating information across built environment boundaries. In: SANCHEZ, A. X.; HAMPSON, K. D.; LONDON, G. (Eds.). . **Integrating Information in Built Environments: From Concept to Practice**. 1. ed. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2018. p. 1–9.

SANTOS, D. DE G. et al. **Desempenho de Edificações Residenciais: projetistas e empresas construtoras**. XVI Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído. **Anais...**São Paulo: 2016Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_515.pdf>

SCHADE, J.; OLOFSSON, T.; SCHREYER, M. Decision-making in a model-based design process. **Construction Management and Economics**, v. 29, n. 4, p. 371–382, 2011.

SHAHTAHERI, M.; NASIR, H.; HAAS, C. T. Setting Baseline Rates for On-Site Work Categories in the Construction Industry. **Journal of Construction Engineering and**

Management, v. 141, n. 5, p. 04014097, 2015.

SHARP, J. **Microsoft Visual C# 2010: Step by Step**. 1st editio ed. Washington: Microsoft Press, 2010.

SHARPE, T. Ethical issues in domestic building performance evaluation studies. **Building Research and Information**, v. 3218, n. May, p. 1–12, 2018.

SHEHATA, M. E.; EL-GOHARY, K. M. Towards improving construction labor productivity and projects' performance. **Alexandria Engineering Journal**, v. 50, n. 4, p. 321–330, 2011.

SHEN, G. Ensuring Value for Money : a value management approach to manage multiple stakeholders in the briefing process. In: BROWN, K.; HAMPSON, K.; BRANDON, P. (Eds.). . **Clients driving construction innovation: moving ideas into practice**. 1. ed. Brisbane, Australia: Cooperative Research Centre for Construction Innovation, 2006. p. 32–42.

SHEN, L. et al. Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 254–259, 2010.

SHOKRI, S. et al. Current Status of Interface Management in Construction: Drivers and Effects of Systematic Interface Management. **Journal of construction engineering and management**, v. 142, n. 2, p. 04015070, 2016.

SHORT, C. A.; COOK, M. J.; LOMAS, K. J. Delivery and performance of a low-energy ventilation and cooling strategy. **Building Research and Information**, v. 37, n. 1, p. 1–30, 2009.

SILVA, A. S. et al. Decision-making process for improving thermal and energy performance of residential buildings: A case study of constructive systems in Brazil. **Energy & Buildings**, v. 128, p. 270–286, 2016.

SILVA, A. T. et al. Novas exigências decorrentes de programas de certificação ambiental de prédios e de normas de desempenho na construção. **Arquiteturarevista**, v. 10, n. 2, p. 105–114, 2014.

SILVA, T. F. L. DA. **O processo de projeto no segmento de projetos industriais**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

SINESILASSIE, E. G.; TABISH, S. Z. S.; JHA, K. N. Critical factors affecting schedule performance: A case of Ethiopian public construction projects - Engineers' perspective. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 5, p. 757–773, 2017.

SORGATO, M. J. et al. Análise do procedimento de simulação da NBR 15575 para avaliação do desempenho térmico de edificações residenciais. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 4, p. 83–101, 2014.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575**. XII Encontro Nacional e VII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ ELACAC. **Anais...**Brasília: Conforto & Projeto: Edifícios, 2013

SPAGNOLO, S. L. Information integration for asset and maintenance management. In: SANCHEZ, A. X.; HAMPSON, K. D.; LONDON, G. (Eds.). . **Integrating Information in Built Environments: From Concept to Practice**. 1. ed. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2018. p. 133–149.

STRAUB, A. Competences of maintenance service suppliers servicing end - customers. **Construction Management and Economics**, v. 28, p. 1187–1195, 2010.

- SZIGETI, F.; DAVIS, G. PERFORMANCE BASED BUILDING: CONCEPTUAL FRAMEWORK. In: JASUJA, M. (Ed.). . **PeBBu Final Report**. [s.l: s.n.]. p. 47.
- TAM, V. W. Y.; LE, K. N. Quality improvement in construction by using a Vandermonde interpolation technique. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 8, p. 815–823, 2007.
- TAO, L.; KUMARASWAMY, M. Unveiling relationships between contractor inputs and performance outputs. **Construction Innovation**, v. 12, n. 1, p. 86–98, 2012.
- TATARI, O.; CASTRO-LACOUTURE, D.; SKIBNIEWSKI, M. J. Performance Evaluation of Construction Enterprise Resource Planning Systems. **Journal of Management in Engineering**, v. 24, n. 4, p. 198–206, 2008.
- TEERAJETGUL, W.; CHAREONNGAM, C. Tacit knowledge utilization in Thai construction projects. **Journal of Knowledge Management**, v. 12, n. 1, p. 164–174, 2008.
- TENNANT, S.; LANGFORD, D.; MURRAY, M. Construction site management team working: A serendipitous event. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 4, p. 220–228, 2011.
- THOMAS, A.; MENASSA, C. C.; KAMAT, V. R. A systems simulation framework to realize net-zero building energy retrofits. **Sustainable Cities and Society**, v. 41, n. May, p. 405–420, 2018.
- THUNBERG, M.; PERSSON, F. Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. **Production Planning & Control**, v. 25, n. 13–14, p. 1065–1078, 2013.
- TOOLE, T. M.; HALLOWELL, M. **Building performance engineering during construction**. Construction Research Congress 2005. **Anais...2005Disponível em:** <<https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-27644510741&partnerID=40&md5=d99ad46af40f8c7ef440f3ccfd515fd>>
- TOOR, S.-R.; OGUNLANA, S. O. Beyond the “iron triangle”: Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 3, p. 228–236, 2010.
- TRIGUNARSYAH, B. Project designers' role in improving constructability of Indonesian construction projects. **Construction Management and Economics**, v. 25, n. 2, p. 207–215, 2007.
- TUBBS, B. **CIB and performance-based building regulations**. CIB World Building Congress. **Anais...Wellington, New Zealand: 2001**
- TUBBS, B. **CIB TG37, FINAL REPORT**. Northbridge, MA, USA: [s.n.].
- TUOHY, P. G.; MURPHY, G. B. Closing the gap in building performance: learning from BIM benchmark industries. **Architectural Science Review**, v. 58, n. 1, p. 47–56, 2014.
- VANHOUCKE, M. Tolerance limits for project control: An overview of different approaches. **Computers and Industrial Engineering**, v. 127, p. 467–479, 2019.
- VANIER, D. J.; LACASSE, M. A.; PARSONS, A. Using product models to represent user requirements. **Information Technology in Construction - CIB**, v. CIB W 78, 1996.
- VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, A.; ÁLVAREZ, M. F. R. Evaluation of buildings in real conditions of use: Current situation. **Journal of Building Engineering**, v. 12, n. April, p. 26–36, 2017.
- VISCHER, J. C. Building-in-use assessment: foundation of workspace psychology. In:

- PREISER, W. F. E.; HARDY, A. E.; SCHRAMM, U. (Eds.). . **Building Performance Evaluation: From Delivery Process to Life Cycle Phases**. 2. ed. Cham, Switzerland: Springer, 2018. p. 129–140.
- WANG, D.; FANG, S.; FU, H. The effectiveness of evolutionary governance in mega construction projects: A moderated mediation model of relational contract and transaction cost. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 25, n. 4, p. 340–352, 2019.
- WANG, D.; FANG, S.; LI, K. Dynamic changes of governance mechanisms in mega construction projects in China. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 4, p. 723–735, 2019.
- WANG, T. et al. Enhancing Design Management by Partnering in Delivery of International EPC Projects: Evidence from Chinese Construction Companies. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 4, p. 04015099, 2016.
- WANG, X.; CHONG, H. Y. Setting new trends of integrated Building Information Modelling (BIM) for construction industry. **Construction Innovation**, v. 15, n. 1, p. 2–6, 2015.
- WANG, Y.-R.; GIBSON JR., G. E. A study of preproject planning and project success using ANNs and regression models. **Automation in Construction**, v. 19, n. 3, p. 341–346, 2010.
- WANG, Y.-R.; YU, C.-Y.; CHAN, H.-H. Predicting construction cost and schedule success using artificial neural networks ensemble and support vector machines classification models. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 4, p. 470–478, 2012.
- WANG, Y. et al. Analysis of the benefits and costs of construction craft training in the United States based on expert perceptions and industry data. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 12, p. 1269–1285, 2010.
- WANG, Y.; YU, X.; XUE, X. An application of the method of combined radix determination for selecting construction supply chain partners. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 2, p. 128–133, 2007.
- WATSON, K. J.; WHITLEY, T. Applying Social Return on Investment (SROI) to the built environment. **Building Research & Information**, v. 3218, n. October, p. 1–17, 2016.
- WATSON, K. J.; WHITLEY, T. Applying Social Return on Investment (SROI) to the built environment. **Building Research and Information**, v. 45, n. 8, p. 875–891, 2017.
- WATT, D. J.; KAYIS, B.; WILLEY, K. The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 1, p. 51–60, 2010.
- WELLE, B.; ROGERS, Z.; FISCHER, M. BIM-Centric Daylight Profiler for Simulation (BDP4SIM): A methodology for automated product model decomposition and recomposition for climate-based daylighting simulation. **Building and Environment**, v. 58, p. 114–134, 2012.
- WHITE, D.; FORTUNE, J. Using systems thinking to evaluate a major project: The case of the Gateshead Millennium Bridge. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 2, p. 205–228, 2012.
- WILDE, P. DE; TIAN, W. The role of adaptive thermal comfort in the prediction of the thermal performance of a modern mixed-mode office building in the UK under climate change. **Journal of Building Performance Simulation**, v. 3, n. 2, p. 87–101, 2010.
- WONG, F. W. H.; LAM, P. T. I. Difficulties and Hindrances Facing End Users of Electronic Information Exchange Systems in Design and Construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 1, p. 28–39, 2011.

- WONG, P. F.; SALLEH, H.; RAHIM, F. A. M. A Relationship Framework for Building Information Modeling (BIM) Capability in Quantity Surveying Practice and Project Performance. **Informes de la Construcción**, v. 67, n. 540, p. e119, 2015.
- WONG, P. S. P.; CHEUNG, S. O.; FAN, K. L. Examining the Relationship between Organizational Learning Styles and Project Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 6, p. 497–507, 2009.
- WU, G. et al. Effects of team diversity on project performance in construction projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 3, p. 408–423, 2019.
- XIA, B. et al. Investigating the Impact of Project Definition Clarity on Project Performance: Structural Equation Modeling Study. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, p. 1–8, 2016.
- YAN, P.; XIE, X.; MENG, Y. **Application of BIM Technique in Modern Project Management**. Iccrem 2014: Smart Construction and Management in the Context. **Anais...2014**
- YAP, J. B. H.; ABDUL-RAHMAN, H.; WANG, C. Preventive mitigation of overruns with project communication management and continuous learning: PLS-SEM approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 5, p. 04018025, 2018.
- YAP, J. B. H.; CHOW, I. N.; SHAVAREBI, K. Criticality of construction industry problems in developing countries: Analyzing Malaysian projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 5, p. 04019020, 2019.
- YEUNG, J. F. Y.; CHAN, A. P. C.; CHAN, D. W. M. A computerized model for measuring and benchmarking the partnering performance of construction projects. **Automation in Construction**, v. 18, n. 8, p. 1099–1113, 2009.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- YIN, X. et al. Building information modelling for off-site construction: Review and future directions. **Automation in Construction**, v. 101, p. 72–91, 2019.
- YU, J.; JEON, M.; KIM, T. W. Fuzzy-based composite indicator development methodology for evaluating overall project performance. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 21, n. 3, p. 343–355, 2015.
- ZAMAN, U. et al. Understanding the soft side of software projects: An empirical study on the interactive effects of social skills and political skills on complexity – performance relationship. **International Journal of Project Management**, v. 126, n. 1, p. 21, 2019.
- ZANCHETTA, C. et al. Computational design e sistemi di classificazione per la verifica predittiva delle prestazioni di sistema degli organismi edilizi. **TECHNE**, v. 0, n. 13, p. 329–336, 2017.
- ZAVADSKAS, E. K. et al. Multi-criteria analysis of Projects ' performance in construction. **Archives of Civil and Mechanical Engineering**, v. 14, p. 114–121, 2014.
- ZHAI, D. et al. Relationship between Automation and Integration of Construction Information Systems and Labor Productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 8, p. 746–753, 2009.
- ZHANG, H.; LI, H. Multi-objective particle swarm optimization for construction time-cost tradeoff problems. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 1, p. 75–88, 2010.
- ZHANG, L.; QIAN, Q. How mediated power affects opportunism in owner – contractor relationships: The role of risk perceptions. **International Journal of Project Management**,

v. 35, p. 516–529, 2016.

ZHANG, P.; NG, F. F. Analysis of knowledge sharing behaviour in construction teams in Hong Kong. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 7, p. 557–574, 2012.

ZHANG, P.; NG, F. F. Explaining knowledge-sharing intention in construction teams in Hong Kong. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 3, p. 280–293, 2013.

ZHANG, X.; THOMSON, V. Modelling the development of complex products using a knowledge perspective. **Research in Engineering Design**, v. 30, n. 2, p. 203–226, 2019.

ZHANG, Y. et al. Virtual reality applications for the built environment: Research trends and opportunities. **Automation in Construction**, v. 118, p. 1–19, 2020.

ZHAO, X. et al. Modelling paths of risks associated with BIM implementation in architectural, engineering and construction projects. **Architectural Science Review**, v. 60, n. 6, p. 472–482, 2017.

ZHENG, W.; CHEN, J. **Effect of BIM Technology on Green Buildings**. Iccrem 2018. **Anais...2018**

ZHONG, B. et al. Ontology-based framework for building environmental monitoring and compliance checking under BIM environment. **Building and Environment**, v. 141, n. May, p. 127–142, 2018.

ZHU, J.; MOSTAFAVI, A. Discovering complexity and emergent properties in project systems: A new approach to understanding project performance. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 1, p. 1–12, 2017.

ZIMINA, D.; BALLARD, G.; PASQUIRE, C. Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 5, p. 383–398, 2012.

ZOU, P. X. W.; ZHANG, G. Managing risks in construction projects: Life cycle and stakeholder perspectives. **International Journal of Construction Management**, v. 9, n. 1, p. 61–77, 2009.

ZWIKAEL, O. Critical planning processes in construction projects. **Construction Innovation**, v. 9, n. 4, p. 372–387, 2009.

APÊNDICE A – DIAGNÓSTICO QUANTO A APLICABILIDADE DA NORMA

A – PERFIL DA CONSTRUTORA	
Empresa:	Endereço da empresa:
Responsável na empresa pelas informações:	Cidade: CEP: Estado:
Telefone:	Responsável pelo preenchimento:
Ano de fundação:	Segmento de atuação:
Em quais estados a empresa atua?	Número de colaboradores:
Número de empreendimentos realizados:	Número de edifícios aprovados após a aprovação da norma de desempenho:
Número de edifícios em construção:	A empresa faz parte de alguma associação ou sindicato? () SINDUSCON () Comunidade da Construção () SENAI () Convênio com alguma universidade
Tem alguma certificação de qualidade? () ISO 9001 -2015 () ISO 14001 () PBQP-H - 2017 () OHSAS 18001 () outras	Possui organograma, os cargos e as responsabilidades dos colaboradores estão definidos?
Composição da empresa:	Quantos diretores?
	Quantas equipes na área técnica?
	Quantas equipes na área administrativa?

B – PERFIL DO ENTREVISTADO	
Nome:	Formação:
Cargo:	Tempo na empresa:
Tempo de formação:	Números de empreendimentos que já participou?
Idade:	Em qual etapa? () Projeto () Construção () Assistência técnica
Conhecimentos específicos e habilidades:	Participou de algum empreendimento com as exigências da norma de desempenho?
Você teve algum treinamento relacionado ao atendimento à norma de desempenho?	Quais os critérios e parâmetros da sua especialidade são abordados quando se trata da aplicação da norma de desempenho?

C – IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO EXISTENTE			
Item	SIM	NÃO	NA
Há uma pessoa responsável pela coordenação de projetos?			
Existe cargo exclusivo na construtora para o profissional que trabalha diretamente com os requisitos da norma de desempenho?			
Possui procedimentos de controle documentados? (Controle de documentos, controle de registros, identificação e rastreabilidade, manuseio, armazenamento, preservação e entrega)			
A empresa dispõe de ferramentas que auxiliam a gestão do empreendimento e também em seu SGQ?			
Como é o acompanhamento e uso dos projetos nos canteiros?			
Analisar documentos: - Fluxo do processo de gestão de projetos da empresa; - Estratégia de manutenção no mercado; - Documentos de controle; - Ferramentas do SGQ que auxiliam no processo de projeto;			

E – APLICABILIDADE DA NORMA DE DESEMPENHO EXISTENTE			
Perguntas	Respostas		
Há novas premissas a serem consideradas? (estudos ambientais, pesquisa de materiais, pesquisa mais aprofundada em soluções de projeto)			
Itens	SIM	NÃO	NA
Está em processo de implementação da norma de desempenho em seus edifícios?			
Ao contratar um novo colaborador para o quadro técnico da empresa, é solicitado conhecimento em aplicação da norma de desempenho?			
Existe algum investimento da empresa no que se refere à aplicabilidade da norma de desempenho?			
Novas ferramentas passaram a ser utilizadas? (<i>check-list</i> e <i>software</i> para estudos de conforto ambiental)			
Se sim, você pode nos mostrar um exemplo?			
Ocorreram mudanças na coordenação de projetos em função da aprovação da norma de desempenho?			
Foram agregados novos estudos ao processo? (desempenho térmico, acústico, lumínico)			
Quais?			
Foram agregados novos agentes na equipe de desenvolvimento? (consultorias, simulações, certificações)			
Quais?			
A empresa faz estudos relacionados à avaliação do desempenho do edifício? (estudo: do entorno, de massa, de sombras, dos ventos, de poluição sonora, iluminação natural, iluminação artificial, ventilação natural, ventilação mecânica, desempenho acústico, desempenho térmico, materiais e componentes, fachadas, esquadrias, etc.)			
Quais?			

F – IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DO EMPREENDIMENTO AO LONGO DAS FASES DO EMPREENDIMENTO	
Concepção do produto:	
Perguntas	Respostas
Como ocorre o desenvolvimento do programa de necessidades? Como é feita a análise dos requisitos do cliente para definição de um novo produto?	
Como é definido o perfil de desempenho (PDE)? (o que é desejado para o empreendimento em termos de desempenho?)	
Quais as consultorias são contratadas nesta etapa?	
Quais os pontos críticos para o desenvolvimento do projeto?	

Há um canal de retroalimentação formal de outras áreas em relação ao desenvolvimento do produto?			
Item	SIM	NÃO	NA
É exigido dos projetistas conhecimento na aplicação da norma de desempenho?			
Como os projetistas reagiram mediante à nova exigência?			
Como ocorre a contratação dos projetistas?			
Como é feita a compatibilização de projetos?			
A equipe de projeto acompanha o andamento da obra?			
Houve alteração no planejamento das atividades de projeto?			
Houve alguma peculiaridade sobre a consulta a órgãos públicos, aprovação do projeto legal, corpo de bombeiros, etc.?			
Houveram alterações significativas em algum sistema de construtivo devido a norma de desempenho? Quais?			
O nível de complexidade do empreendimento poderia evoluir e aumentar durante a fase de projeto devido a diferentes fatores (ex.: especificações de materiais e consultorias técnicas na região)?			
Se sim, você pode nos dar exemplos em que o processo de projeto se tornou mais complexo, podendo dificultar a tomada de decisão?			
No processo de implementação da norma de desempenho vocês tiveram dificuldades com esses fatores?			
Utilizam alguma ferramenta de avaliação do desempenho do projeto? Se sim, qual?			
Qual o procedimento da empresa para validação de um projeto?			
Utilizam alguma ferramenta computacional que auxilia neste processo?			
Análise de documentos:			
- Procedimento operacional para desenvolvimento dos projetos na fase pré-executivo;			
- Procedimento operacional para desenvolvimento dos projetos na fase do executivo;			
- Procedimento e controle de recebimento e revisão do projeto executivo;			
- Procedimento de contratação e avaliação dos projetistas;			
- Procedimento de contratação e avaliação dos consultores;			
Aquisição:			
Itens	SIM	NÃO	NA
Houve alteração no processo de contratação de materiais e serviços?			
Quais? Como ocorreram?			
O coordenador de projetos participa do processo de contratação dos fornecedores?			
Como ocorre a validação dos materiais e serviços contratados quanto ao atendimento à norma de desempenho?			
Construção:			
Perguntas	Respostas		
O que mudou na construção do edifício após a adoção da norma de desempenho?			
Como se deu a atuação dos projetistas na etapa de construção do edifício?			
Como é a participação do engenheiro da obra nesse processo?			
Como se deu a contratação dos fornecedores? Foram solicitados os laudos técnicos dos materiais?			
Usuário:			
Perguntas	Respostas		
Quais as medidas tomadas pela empresa para garantir a qualidade na pós-ocupação?			
Como foram as abordagens de venda desse produto? A aplicabilidade da norma de desempenho afetou positivamente o lançamento?			
Itens	SIM	NÃO	NA
Há uma análise formalizada para entender se a empresa consegue entregar o que está sendo requisitado pelo cliente?			
Já existem resultados das avaliações de satisfação do cliente após a aprovação da norma de desempenho? (houve algum resultado relacionado ao desempenho do edifício?)			
Análise de documentos:			
- Resultados de APO das obras que foram lançadas após a implementação da norma			

G – APLICABILIDADE DE FERRAMENTAS DE TI			
Perguntas	Respostas		
Quais as ferramentas utilizadas para gestão do empreendimento?			
Itens	SIM	NÃO	NA
Utiliza algum <i>software</i> de modelagem 3D?			
Está em processo de implementação do BIM?			
Se sim, o que será/foi alterado no aprocesso de acompanhamento do empreendimento?			
Ao contratar um novo colaborador para o quadro técnico da empresa, é solicitado conhecimento em aplicação da BIM?			

APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES DA NORMA DE DESEMPENHO

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.1 - Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos e externos	CRIT. 7.1.1 - Estado limite último - atender as disposições aplicáveis das normas que abordam a estabilidade e a segurança estrutural para todos os componentes estruturais da edificação habitacional	Ensaio	Modelagem matemática do comportamento conjunto para resistência mínima de projeto - Ensaio destrutivo, com traçado de diagramas de carga x deslocamento, e registros da história do carregamento	M	Estabelecer a resistência mínima de projeto para os sistemas estruturais ou componentes em que não há norma brasileira de projeto de sistemas que não possuem modelagem matemática conhecida
PARTE 2				Ensaio	Compressão excêntrica considerando 3 repetições	M	Este ensaio limita-se a SVVIE estruturais destinados a habitações de até cinco pavimentos, ou painéis pré-fabricados estruturais com a altura prevista para o pé-direito e largura mínima de 1,20m
PARTE 2				Ensaio	Compressão excêntrica considerando 3 repetições	M	Para SVVE, inclusive para aqueles não estruturais, deve ser realizada verificação analítica ou ensaio de cargas laterais uniformemente distribuídas, visando simular as ações horizontais devidas ao vento, devendo-se considerar para efeito da avaliação a solicitação; no caso de ensaio, o corpo-de-prova deve ser constituído por um trecho representativo do SVVE, incluindo as fixações e vinculações típicas entre componentes.
PARTE 4				Análise de projeto	As condições de desempenho devem ser comprovadas analiticamente, demonstrando o atendimento do ELU	Atende as premissas de projeto	Quando se tratar de vedação vertical interna ou externa com função estrutural o projeto deve mencionar as normas brasileiras.

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.2 - Deslocamentos, fissuração e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas	CRIT. 7.2.1 - Os SVVIE, considerando as combinações de carregamentos, devem atender os limites de deslocamentos instantâneos (dh) e residuais (dhr), sem apresentar falhas que caracterizem o estado limite de serviço.	Análise de projeto	A análise do projeto dos componentes estruturais da edificação habitacional deve ser feita com base nas ABNT NBR 6118, ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6123, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8681, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 10837 e ABNT NBR 14762, em função do tipo de estrutura. Devem ser consideradas as cargas permanentes acidentais devidas ao vento e a deformações específicas, conforme a ABNT NBR 8681.	Atende as premissas de projeto	sistemas de vedações verticais externas e internas com função estrutural
PARTE 4				Ensaio	Modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais e componentes que constituem o sistema, ou dos sistemas que constituem a estrutura	M	sistemas de vedações verticais externas e internas com função estrutural, em edifícios habitacionais de até cinco pavimentos
PARTE 4				Análise de projeto	Análise de projeto ou cálculos, considerando também os esforços que simulam as ações horizontais devidas ao vento.	Atende as premissas de projeto	Para SVVE, sem função estrutural
PARTE 4				Ensaio	Verificação do comportamento de SVVE sob ação de cargas distribuídas, por meio da câmara de ensaio prevista para ensaios de esquadrias externas, conforme a ABNT NBR 10821-3:2017 ou realizar ensaio por intermédio de balão inflável de material plástico, conforme ANEXO G.	M	Para SVVE, sem função estrutural

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.2 - Deslocamentos, fissuração e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas	CRIT. 7.2.1 - Os SVVIE, considerando as combinações de carregamentos, devem atender os limites de deslocamentos instantâneos (dh) e residuais (dhr), sem apresentar falhas que caracterizem o estado limite de serviço.	Verificação in loco	Funcionamento dos componentes dos SVVIE, as ocorrências de fissuras ou descolamentos são consideradas toleráveis	M	sistemas de vedações verticais externas com ou sem função estrutural
PARTE 4				Análise de projeto	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.	Atende as premissas de projeto	sistemas de vedações verticais externas com ou sem função estrutural
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.3 - Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externos	CRIT. 7.3.1 - 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.	Ensaio	Determinação da resistência dos SVVIE às solicitações de peças suspensas	M	Desempenho Mínimo para uma carga por ponto 0,4kN e ocorrência de fissuras toleráveis
PARTE 4				Análise de projeto	O projeto deve: indicar as cargas de uso; os dispositivos e sistemas de fixação, incluindo detalhes típicos; 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.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4				Ensaio	Realização de ensaio de tipo em laboratório ou em campo, de acordo com a ABNT 11675.	M	

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.4 - Impacto de corpo-mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural	CRIT. 7.4.1 - Sob ação de impactos progressivos de corpo mole, os SVVIE não devem sofrer ruptura ou instabilidade (ELU), apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de falha, provocar danos a componentes, instalações ou aos acabamentos acoplados ao SVVIE, de acordo com as energias de impacto indicadas. (ver tabela 3 e 4).	Análise de projeto	O projeto deve: assegurar a fácil reposição dos materiais de revestimento empregados; 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.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.5- Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas – para casas térreas – com ou sem função estrutural	CRIT. 7.5.1 - Sob ação de impactos progressivos de corpo mole, os SVVIE para as casas térreas não devem sofrer ruptura ou instabilidade (ELU), apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de falha (impactos de utilização), provocar danos a componentes, instalações ou aos acabamentos acoplados ao SVVIE, de acordo com as energias de impacto indicadas. (ver tabela 5 e 6).	Ensaio	Ensaio de impacto de corpo-mole nos SVVIE	M	Somente para casas térreas
PARTE 4				Análise de projeto	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.	Atende as premissas de projeto	Somente para casas térreas

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.6 - Ações transmitidas por portas	CRIT. 7.6.1 - 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; 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.	Ensaio	O fechamento brusco da porta deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15930-2.	M	
PARTE 4				Ensaio	O impacto de corpo mole deve ser aplicado no centro geométrico da folha de porta, devidamente instalada no SVVIE.	M	
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.7 - Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural	CRIT. 7.7.1 - Sob a ação de impactos de corpo duro, SVVIE não devem: apresentar fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de dano, sendo admitidas mossas localizadas, para os impactos de corpo duro; apresentar ruptura ou traspasseamento sob ação dos impactos de corpo duro (ver Tabelas 7 e 8).	Ensaio	Verificação da resistência a impactos de corpo duro	M	

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Desempenho estrutural	REQ. 7.8 - Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas	CRIT. 7.8.1 - Os guarda-corpos e parapeitos de edificações habitacionais devem resistir aos esforços mecânicos e demais disposições previstas, no caso de impactos de corpo mole e corpo duro.	Ensaio	Determinação do esforço estático horizontal (NBR 14718)	M	
PARTE 4				Ensaio	Determinação do esforço estático vertical (NBR 14718)	M	
PARTE 4				Ensaio	Determinação da resistência a impactos (NBR 14718 e NBR 15575-4)	M	
PARTE 4				Análise de projeto	O projeto deve estabelecer os detalhes executivos e as cargas de uso previstas para casos especiais, bem como atender às dimensões estabelecidas na ABNT NBR 14718, no caso de guarda-corpos.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4	Segurança contra incêndio	REQ. 8.2 - Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada	CRIT. 8.2.1 - 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.	Ensaio	ABNT NBR 9442 “Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante	M	
PARTE 4				Análise de projeto	Analisar materiais especificados	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4	Segurança contra incêndio	REQ. 8.3 - Dificultar a propagação do incêndio	CRIT.8.3.1 - 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 (ver tabela 9 e 10).	Ensaio	ABNT NBR 9442 “Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante	M	
PARTE 4				Análise de projeto	Analisar materiais especificados	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4	Segurança contra incêndio	REQ. 8.4 - Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação	CRIT.8.4.1 - Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação	Análise de projeto	Analisar materiais especificados; O tempo requerido de resistência ao fogo deve ser considerado, entretanto, conforme a ABNT NBR 14432, considerando a altura da edificação habitacional, para os demais casos.	Atende as premissas de projeto	

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Segurança contra incêndio	REQ. 8.4 - Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação	CRIT.8.4.1 - Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação	Ensaio	A resistência ao fogo dos elementos estruturais constituintes do SVVIE deve ser comprovada em ensaios realizados conforme a ABNT NBR 5628.	M	Alvenaria estrutural e sistemas estruturais
PARTE 4				Ensaio	Para os elementos sem função estrutural constituintes do SVVIE a resistência ao fogo deve ser comprovada por meio de ensaios realizados conforme a ABNT NBR 10636.	M	Alvenaria sem função estrutural
PARTE 4	Estanqueidade	REQ. 10.1 - Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (fachadas)	CRIT.10.1.1 - Os SVVIE da edificação habitacional, incluindo a junção entre a janela e a parede devem permanecer estanques e não apresentar infiltrações que proporcionem borrifamentos, ou escorrimentos ou formação de gotas de água aderentes na face interna, podendo ocorrer pequenas manchas de umidade, com áreas limitadas aos (ver Tabela 12)	Ensaio	Verificação, em laboratório, da estanqueidade à água de SVVE	M	com especial atenção às juntas entre os elementos ou componentes.
PARTE 4				Ensaio	realização de ensaio de tipo em laboratório, de acordo com a ABNT NBR 10821 parte 3, para a verificação da estanqueidade à água de esquadrias externas (janelas, fachadas-cortina e portas externas);	M	com especial atenção às juntas entre os elementos ou componentes.
PARTE 4				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. O projeto deve contemplar também obras de proteção no entorno da construção, a fim de evitar o acúmulo de água nas bases da fachada da edificação.	Atende as premissas de projeto	

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Estanqueidade e	REQ. 10.2 - Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrente da ocupação do imóvel	CRIT.10.2.1 - 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.	Ensaio	Ensaio de verificação de permeabilidade a água (Anexo D - NBR 15575-4)	M	
PARTE 4				Análise de projeto	O projeto deve mencionar os detalhes executivos dos pontos de interface do sistema.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4	Estanqueidade e	REQ. 10.2 - Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrente da ocupação do imóvel	CRIT.10.2.2 - 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, operação e manutenção.	Verificação in loco	Proceder à inspeção visual a 1,0 m de distância, quando em campo	Não deve ocorrer presença de umidade perceptível	
PARTE 4				Análise de projeto	O projeto deve contemplar os detalhes construtivos necessários.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4	Desempenho Térmico	REQ. 11.2 - Adequação de paredes externas	CRIT.11.2.1 - Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das paredes externas (ver Tabela 13)	Simulações	Cálculos conforme procedimentos apresentados na ABNT NBR 15220-2.	M	
PARTE 4				Simulações	Cálculos conforme procedimentos apresentados na ABNT NBR 15220-2.	M	
PARTE 4	Desempenho Térmico	REQ. 11.3 - Aberturas para ventilação	CRIT.11.3.1- Os ambientes de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação com áreas que atendam à legislação específica do local da obra, incluindo Códigos de Obras, Códigos Sanitários e outros.	Análise de projeto	Análise do projeto arquitetônico, considerando, para cada ambiente de longa permanência, a seguinte relação: A = 100. (AA / AP) (%)	M	AA é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente/ AP é a área de piso do ambiente
PARTE 4	Desempenho Acústico	REQ. 12.3 - Níveis de ruído admitidos na habitação	CRIT.12.3.1 - 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	Ensaio	Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional por meio dos métodos de campo para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível, D _{2m,nT,w} . Utilizar um dos métodos de campo de 12.2.1 para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível, D _{nT,w} .	M	As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas, tais como foram entregues pela empresa construtora ou incorporadora.

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Desempenho Acústico	REQ. 12.3 - Níveis de ruído admitidos na habitação	CRIT.12.3.2 - Diferença padronizada de nível ponderada, promovida pela vedação entre ambientes, verificada em ensaio de campo	Ensaio	Utilizar um dos métodos de campo de 12.2.1 para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível, $D_{nT,w}$.	M	As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas, tais como foram entregues pela empresa construtora ou incorporadora.
PARTE 1	Desempenho Lumínico	REQ. 13.2 - Iluminação natural	CRIT.13.2.2 - Durante o dia, as dependências da edificação habitacional devem receber iluminação natural conveniente, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes (ver Tabela 13.1)	Simulações	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	M	
PARTE 1	Desempenho Lumínico	REQ. 13.2 - Iluminação natural	CRIT.13.2.3 - 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. (Ver ISO 5034 – 1)	Verificação in loco	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	M	
PARTE 1	Desempenho Lumínico	REQ. 13.2 - Iluminação natural	CRIT.13.2.5 - Premissas de projeto	Análise de projeto	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;	Atende as premissas de projeto	
PARTE 1	Desempenho Lumínico	REQ. 13.2 - Iluminação natural	CRIT.13.2.5 - Premissas de projeto	Análise de projeto	a presença de taludes, muros, coberturas de garagens e outros obstáculos do gênero não podem prejudicar os níveis mínimos de iluminância especificados;	Atende as premissas de projeto	

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 1	Desempenho Lumínico	REQ. 13.2 - Iluminação natural	CRIT.13.2.5 - Premissas de projeto	Análise de projeto	nos conjuntos habitacionais integrados por edifícios, a implantação relativa dos prédios, de eventuais caixas de escada ou de outras construções, não podem prejudicar os níveis mínimos de iluminância especificados.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 1	Desempenho Lumínico	REQ. 13.2 - Iluminação natural	CRIT.13.2.6 - Comunicação com o exterior	Análise de projeto	Recomenda-se que a iluminação natural das salas de estar e dormitórios, seja provida de vãos de portas ou de janelas. No caso das janelas, recomenda-se que a cota do peitoril esteja posicionada no máximo a 100cm do piso interno, e a cota da testeira do vão no máximo a 220cm a partir do piso interno, conforme figura abaixo.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 1	Desempenho Lumínico	REQ. 13.3 - Iluminação artificial	CRIT.13.3.1 - Os níveis gerais de iluminação promovidos nas diferentes dependências dos edifícios habitacionais por iluminação artificial (ver tabela 13.3)	Verificação in loco	Realização de medições no período noturno, no plano horizontal, a 0,80 m acima do nível do piso, com o emprego de um luxímetro portátil	M	
PARTE 1				Simulações	De acordo com a ABNT NBR 5382, para o período noturno, calculando o nível de iluminamento para o plano horizontal sempre a 0,80 m acima do nível do piso	M	

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Durabilidade e manutenibilidade	REQ. 14.1 - Requisito (paredes externas - SVVE)	CRIT.14.1.1 - As paredes externas, não devem apresentar: - deslocamento horizontal instantâneo, no plano perpendicular ao corpo-de-prova; - ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloramentos e outros danos que possam comprometer a utilização do SVVE.	Ensaio	verificar o comportamento de sistemas de vedação vertical externo (SVVE) submetidos a ciclos sucessivos de calor proveniente de fonte radiante e resfriamento por meio de jatos de água.	M	
PARTE 4	Durabilidade e manutenibilidade	REQ. 14.2 - Requisito – Vida útil de projeto dos sistemas de vedações verticais internas e externas	CRIT.14.2.1 - Os SVVIE da edificação habitacional 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 uso, operação e manutenção.	Análise de projeto	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.	Atende as premissas de projeto	
PARTE 4				Manual de uso, operação e manutenção	Verificação da realização das intervenções constantes no manual de uso, operação e manutenção fornecido pelo incorporador e/ou pela construtora, bem como evidências das correções.	Atende as premissas do manual	
PARTE 4	Durabilidade e manutenibilidade	REQ. 14.3 - Requisito – Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas	CRIT.14.3.1 - Manutenções preventivas e, sempre que necessário, manutenções com caráter corretivo, devem ser previstas e realizadas.	Manual de uso, operação e manutenção	Análise do manual de uso, operação e manutenção das edificações	Atende as premissas do manual	

PARTE	Exigências do usuário	Requisito	Descrição	Método de avaliação	Avaliação	Perfil de desempenho	Comentários
PARTE 4	Durabilidade e manutenibilidade	REQ. 14.3 - Requisito – Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas	CRIT.14.3.1 - Manutenções preventivas e, sempre que necessário, manutenções com caráter corretivo, devem ser previstas e realizadas.	Análise de projeto	devem especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção dos SVVIE	Atende as premissas de projeto	<p>a) caixilhos, esquadrias e demais componentes;</p> <p>b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza de pinturas, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);</p> <p>c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</p> <p>d) periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</p> <p>e) técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras e limpeza;</p> <p>f) menção às normas aplicáveis.</p>

**APÊNDICE C – CLASSIFICAÇÃO DOS ARTIGOS QUANTO AO
DESEMPENHO DO EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO E
DESEMPENHO DO EDIFÍCIO E FASES DO EMPREENDIMENTO**

Fase do empreendimento	Desempenho do empreendimento	Desempenho do edifício
Concepção	Abbasian-Hosseini, Liu e Hsiang (2017); Almeida <i>et al.</i> (2010); Arslan <i>et al.</i> (2008); Azambuja <i>et al.</i> (2014); Chen, Reichard e Beliveau (2010); Choudhry <i>et al.</i> (2012); Chow e Ng (2010); Doloji (2009, 2014); Erdil, Aktas e Arani (2018); Greenwood e Wu (2012); Hallowell e Toole (2009); Hanna (2016); Hastak <i>et al.</i> (2008); Hong, Chan e Chan (2012); Hyun <i>et al.</i> (2008); Kim <i>et al.</i> (2009); Lam e Wong (2009); Lehtiranta <i>et al.</i> (2012); Mandujano <i>et al.</i> (2017); Mbachu (2008); Mosley e Bubshait (2016); Pauwels <i>et al.</i> (2011); Puddicombe (2009); Rose e Manley (2010); Shen <i>et al.</i> (2010); Wang <i>et al.</i> (2016); Wang e Gibson Jr. (2010); Watson e Whitley (2017); Wong, Salleh e Rahim (2015)	Abanda, Oti e Tah (2017); Borges <i>et al.</i> (2018); El Shenawy e Zmeureanu (2013); Kabak <i>et al.</i> (2014); Lee <i>et al.</i> (2015); Lucchi <i>et al.</i> (2017); Lucchi, Roberti e Alexandra (2018); Mwashu, Williams e Iwaro (2011); Negendahl (2015); Raslan e Davies (2012); Short, Cook e Lomas (2009); Tuohy e Murphy (2014); Welle, Rogers e Fischer (2012); Wilde e Tian (2010)
Planejamento	Fini <i>et al.</i> (2018); González <i>et al.</i> (2010, 2011); González, Alarcón e Mundaca (2008); Gündüz, Nielsen e Özdemir (2013); Hwang e Ho (2012); Jha e Chockalingam (2011); Jun e El-Rayes (2010); Menches <i>et al.</i> (2008); Olivieri, Seppänen e Granja (2018); Shahtaheri, Nasir e Haas (2015); Sinesilassie, Tabish e Jha (2017); Wang e Gibson Jr. (2010); Zwikaël (2009)	
Construção	Anderson e Kovach (2014); Bakti <i>et al.</i> (2011); Fuertes <i>et al.</i> (2013); González <i>et al.</i> (2011); González, Alarcón e Molenaar (2009); Hajifathalian <i>et al.</i> (2012); Han <i>et al.</i> (2008); Hanna, Mikhail e Iskandar (2017); Heravi e Rashid (2018); Karimi, Taylor e Goodrum (2017); Liu, Ballard e Ibbs (2011); Omar, Mahdjoubi e Kheder (2018); Palaneeswaran <i>et al.</i> (2008); Pradhan, Akinci e Haas (2011); Shehata e El-Gohary (2011); Tennant, Langford e Murray (2011); Wong e Lam (2011); Zhai <i>et al.</i> (2009)	

(CONTINUAÇÃO)

Fase do empreendimento	Desempenho do empreendimento	Desempenho do edifício
Monitoramento e controle	(Azevedo <i>et al.</i> (2013); Chen, Zhang e Zhang (2014); Cheng, Wu e Wu (2010); Chih <i>et al.</i> (2017); Choi, O'Connor e Kim (2016); Gosling <i>et al.</i> (2015); Haponava e Al-Jibouri (2012); Hu e Liu (2016); Kim <i>et al.</i> (2015); Ling e Ang (2013); Peña-Mora <i>et al.</i> (2008); Poirier, Staub-French e Forgues (2015); Shokri <i>et al.</i> (2016))	
Encerramento	Becker, Jaselskis e El-Gafy (2014); Cheng, Tsai e Lai (2009); Hanna <i>et al.</i> (2014); Illankoon <i>et al.</i> (2017); Lai e Lam (2010); Lopez e Love (2012); Tao, Kumaraswamy (2012); Xia <i>et al.</i> (2016); Yeung, Chan e Chan (2009); Zavadskas <i>et al.</i> (2014)	Illankoon <i>et al.</i> (2017)
Pós-ocupação/ Uso, operação e manutenção	Juan (2009)	Baborska-Narozny, Stevenson e Chatterton (2016); Cheng, He e Yen (2008); Göçer, Hua e Göçer (2015); Hamza e Greenwood (2009); Jiang <i>et al.</i> (2016); Kyrö, Heinonen e Junnila (2012); Moon e Augenbroe (2008); Pomponi <i>et al.</i> (2015); Ruparathna, Hewage e Sadiq (2017); Sharpe (2018); Thomas, Menassa e Kamat (2018); Vásquez-Hernández e Álvarez (2017); Watson e Whitley (2017)
Feedback	Abdirad (2017); Ansah e Sorooshian (2018); Castillo, Alarcón e Pellicer (2018b, 2018a); Castillo, Alarcón e Salvatierra (2018); Chen e Fong (2012, 2013); Cho, Hong e Hyun (2009); Ejohwomu, Oshodi e Lam (2017); El Shenawy e Zmeureanu (2013); Hamza e Greenwood (2009); Heravi e Ilbeigi (2012); Horta, Camanho e da Costa (2009); Hwang, Tan e Sathish (2013); Kang <i>et al.</i> (2012); Kang, O'Brien e Mulva (2013); Lam, Chan e Chan (2008); Lam e Wong (2009); Olawumi e Chan (2018); Park (2009); Wang e Chong (2015); White e Fortune (2012); Wong, Cheung e Fan (2009); Yap, Abdul-Rahman e Wang (2018); Zhang e Ng (2012, 2013)	Dabaieh e Johansson (2018); Hay <i>et al.</i> (2018); Marjaba e Chidiac (2016)

REFERÊNCIAS

- ABANDA, F. H.; OTI, A. H.; TAH, J. H. M. Integrating BIM and new rules of measurement for embodied energy and CO₂ assessment. **Journal of Building Engineering**, v. 12, p. 288–305, 2017.
- ABBASIAN-HOSSEINI, S. A.; LIU, M.; HSIANG, S. M. Social network conformity and construction work plan reliability. **Automation in Construction**, v. 78, p. 1–12, 2017.
- ABDIRAD, H. Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 13, n. 1, p. 52–78, 2017.
- ALMEIDA, N. et al. A framework for combining risk-management and performance-based building approaches. **Building Research and Information**, v. 38, n. 2, p. 157–174, 2010.
- ANDERSON, N. C.; KOVACH, J. V. Reducing welding defects in turnaround projects: a lean six sigma case study. **Quality Engineering**, v. 26, n. 2, p. 168–181, 2014.

- ANSAH, R. H.; SOROOSHIAN, S. 4P delays in project management. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 1, p. 62–76, 2018.
- ARSLAN, G. et al. Improving sub-contractor selection process in construction projects: web-based sub-contractor evaluation system (WEBSSES). **Automation in Construction**, v. 17, n. 4, p. 480–488, 2008.
- AZAMBUJA, M. M. et al. Strategic procurement practices for the industrial supply chain. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 7, p. 1–4, 2014.
- AZEVEDO, R. C. et al. Performance measurement to and decision making in the budgeting process for apartment-building construction: case study using MCDA-C. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 2, p. 225–235, 2013.
- BABORSKA-NAROZNY, M.; STEVENSON, F.; CHATTERTON, P. Temperature in housing: stratification and contextual factors. **Engineering Sustainability**, v. 169, n. 4, p. 125–137, 2016.
- BAKTI, E. S. et al. Constructability improvement in seawater intake structure. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 6, p. 595–608, 2011.
- BECKER, T.; JASELSKIS, E.; EL-GAFY, M. Improving predictability of construction project outcomes through intentional management of indirect construction costs. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 6, p. 1–7, 2014.
- BORGES, J. K. et al. An experimental study on the use of waste aggregate for acoustic attenuation: EVA and rice husk composites for impact noise reduction. **Construction and Building Materials**, v. 161, p. 501–508, 2018.
- CASTILLO, T.; ALARCÓN, L. F.; PELLICER, E. Influence of organizational characteristics on construction project performance using corporate social networks. **Journal of Management in Engineering**, v. 34, n. 4, p. 1–9, 2018a.
- CASTILLO, T.; ALARCÓN, L. F.; PELLICER, E. Finding differences among construction companies' management practices and their relation to project performance. **Journal of Management in Engineering**, v. 34, n. 3, p. 1–13, 2018b.
- CASTILLO, T.; ALARCÓN, L. F.; SALVATIERRA, J. L. Effects of last planner system practices on social networks and the performance of construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 3, p. 04017120, 2018.
- CHEN, L.; FONG, P. S. W. Revealing performance heterogeneity through knowledge management maturity evaluation: a capability-based approach. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 18, p. 13523–13539, 2012.
- CHEN, L.; FONG, P. S. W. Visualizing evolution of knowledge management capability in construction firms. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 7, p. 839–851, 2013.
- CHEN, Q.; REICHARD, G.; BELIVEAU, Y. Object model framework for interface modeling and IT-Oriented interface management. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 2, p. 187–198, 2010.
- CHEN, Y.; ZHANG, Y.; ZHANG, S. Impacts of different types of owner-contractor conflict on cost performance in construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 1976, 2014.
- CHENG, C. L.; HE, K. C.; YEN, C. J. Decision-making and assessment tool for design and construction of high-rise building drainage systems. **Automation in Construction**, v. 17, n. 8, p. 897–906, 2008.
- CHENG, M. Y.; TSAI, H.-C.; LAI, Y.-Y. Construction management process reengineering performance measurements. **Automation in Construction**, v. 18, n. 2, p. 183–193, 2009.
- CHENG, M. Y.; WU, Y. W.; WU, C. F. Project success prediction using an evolutionary support vector machine inference model. **Automation in Construction**, v. 19, n. 3, p. 302–307, 2010.
- CHIH, Y.-Y. et al. Feeling positive and productive: role of supervisor-worker relationship in predicting construction workers' performance in the Philippines. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 8, p. 1–10, 2017.
- CHO, K.; HONG, T.; HYUN, C. Effect of project characteristics on project performance in construction projects based on structural equation model. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 7, p. 10461–10470, 2009.

- CHOI, J. O.; O'CONNOR, J. T.; KIM, T. W. Recipes for Cost and Schedule Successes in Industrial Modular Projects: **Qualitative Comparative Analysis**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 142, n. 10, p. 04016055, 2016.
- CHOUDHRY, R. M. et al. Subcontracting practices in the construction industry of Pakistan. **Journal of construction engineering and management**, v. 138, n. 12, 2012.
- CHOW, L. K.; NG, S. T. Delineating the performance standards of engineering consultants at design stage. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 1, p. 3–11, 2010.
- DABAIEH, M.; JOHANSSON, E. Building performance and post occupancy evaluation for an off-grid low carbon and solar PV plus-energy powered building: a case from the Western Desert in Egypt. **Journal of Building Engineering**, v. 18, p. 418–428, 2018.
- DOLOI, H. Analysis of pre-qualification criteria in contractor selection and their impacts on project success. **Construction Management and Economics**, v. 27, n. 12, p. 1245–1263, 2009.
- DOLOI, H. Rationalizing the implementation of Web-Based project management systems in construction projects using PLS-SEM. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 7, p. 04014026, 2014.
- EJOHWOMU, A.; OSHODI, O. S.; LAM, K. Nigeria's construction industry: barriers to effective communication. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 4, p. 652–667, 2017.
- EL SHENAWY, A.; ZMEUREANU, R. Exergy-based index for assessing the building sustainability. **Building and Environment**, v. 60, p. 202–210, 2013.
- ERDIL, N. O.; AKTAS, C. B.; ARANI, O. M. Embedding sustainability in lean six sigma efforts. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, p. 520–529, 2018.
- FINI, A. A. F. et al. Dynamic programming approach toward optimization of workforce planning decisions. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 2, p. 04017113, 2018.
- FUERTE, A. et al. An environmental impact causal model for improving the environmental performance of construction processes. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 425–437, 2013.
- GÖÇER, Ö.; HUA, Y.; GÖÇER, K. Completing the missing link in building design process: enhancing post-occupancy evaluation method for effective feedback for building performance. **Building and Environment**, v. 89, p. 14–27, 2015.
- GONZÁLEZ, V. A. et al. Improving planning reliability and project performance using the reliable commitment model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 10, p. 1129–1139, 2010.
- GONZÁLEZ, V. A. et al. Site management of work-in-process buffers to enhance project performance using the reliable commitment model: case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 9, p. 707–715, 2011.
- GONZÁLEZ, V. A.; ALARCÓN, L. F.; MOLENAAR, K. Multiobjective design of work-in-process buffer for scheduling repetitive building projects. **Automation in Construction**, v. 18, n. 2, p. 95–108, 2009.
- GONZÁLEZ, V. A.; ALARCÓN, L. F.; MUNDACA, F. Investigating the relationship between planning reliability and project performance. **Production Planning & Control**, v. 19, n. 5, p. 461–474, 2008.
- GOSLING, J. et al. Supplier development initiatives and their impact on the consistency of project performance. **Construction Management and Economics**, v. 33, n. 5–6, p. 390–403, 2015.
- GREENWOOD, D.; WU, S. Establishing the association between collaborative working and construction project performance based on client and contractor perceptions. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 4, p. 299–308, 2012.
- GÜNDÜZ, M.; NIELSEN, Y.; ÖZDEMİR, M. Quantification of delay factors using the relative importance index method for construction projects in Turkey. **Journal of Management in Engineering**, v. 29, n. 2, p. 133–139, 2013.
- HAFIFATHALIAN, K. et al. Effects of production control strategy and duration variance on productivity and work in process: simulation-based investigation. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 9, p. 1035–1043, 2012.
- HALLOWELL, M.; TOOLE, T. M. Contemporary design-bid-build model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 6, p. 540–549, 2009.

- HAMZA, N.; GREENWOOD, D. Energy conservation regulations: Impacts on design and procurement of low energy buildings. **Building and Environment**, v. 44, n. 5, p. 929–936, 2009.
- HAN, S. H. et al. Six sigma-based approach to improve performance in construction operations. **Journal of Management in Engineering**, v. 24, n. 1, p. 21–31, 2008.
- HANNA, A. S. et al. Mathematical formulation of the project quarterback rating: new framework to assess construction project performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 8, p. 04014033, 2014.
- HANNA, A. S. Benchmark performance metrics for integrated project delivery. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 9, p. 1–9, 2016.
- HANNA, A. S.; MIKHAIL, G.; ISKANDAR, K. A. State of prefab practice in the electrical construction industry: qualitative assessment. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 2, 2017.
- HAPONAVA, T.; AL-JIBOURI, S. Proposed system for measuring project performance using process-based key performance indicators. **Journal of Management in Engineering**, v. 28, n. 2, p. 140–149, 2012.
- HASTAK, M. et al. Analysis of techniques leading to radical reduction in project cycle time. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 12, p. 915–927, 2008.
- HAY, R. et al. Post-occupancy evaluation in architecture: experiences and perspectives from UK practice. **Building Research and Information**, v. 46, n. 6, p. 698–710, 2018.
- HERAVI, G.; ILBEIGI, M. Development of a comprehensive model for construction project success evaluation by contractors. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 5, p. 526–542, 2012.
- HERAVI, G.; RASHID, M. Developing an approach to develop and validate a lean construction plan using performance evaluation of repetitive subprojects. **Journal of Architectural Engineering**, v. 24, n. 1, 2018.
- HONG, Y.; CHAN, D. W. M.; CHAN, A. P. C. Exploring the applicability of construction partnering in Mainland China: a qualitative study. **Facilities**, v. 30, n. 13, p. 667–694, 2012.
- HORTA, I.; CAMANHO, A.; DA COSTA, J. Performance assessment of construction companies integrating key performance indicators and data envelopment analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 5, p. 581–594, 2009.
- HU, X.; LIU, C. Profitability performance assessment in the Australian construction industry: a global relational two-stage DEA method. **Construction Management and Economics**, v. 34, n. 3, p. 147–159, 2016.
- HWANG, B.-G.; HO, J. W. Front-end planning implementation in Singapore: status, importance, and impact. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 4, p. 567–573, 2012.
- HWANG, B.-G.; TAN, H. F.; SATHISH, S. Capital project performance measurement and benchmarking in Singapore. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 20, n. 2, p. 143–159, 2013.
- HYUN, C. et al. Effect of delivery methods on design performance in multifamily housing projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 7, p. 468–482, 2008.
- ILLANKOON, I. M. C. S. et al. Key credit criteria among international green building rating tools. **Journal of Cleaner Production**, v. 164, p. 209–220, 2017.
- JHA, K. N.; CHOCKALINGAM, C. Prediction of schedule performance of Indian construction projects using an artificial neural network. **Construction Management and Economics**, v. 29, n. 9, p. 901–911, 2011.
- JIANG, T. et al. Application of discrete-event simulation in the quantitative evaluation of information systems in infrastructure maintenance management processes. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 2, 2016.
- JUAN, Y. K. A hybrid approach using data envelopment analysis and case-based reasoning for housing refurbishment contractors selection and performance improvement. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 3 PART 1, p. 5702–5710, 2009.
- JUN, D. H.; EL-RAYES, K. Optimizing the utilization of multiple labor shifts in construction projects. **Automation in Construction**, v. 19, n. 2, p. 109–119, 2010.
- KABAK, M. et al. A fuzzy multi-criteria decision making approach to assess building energy performance. **Energy and Buildings**, v. 72, p. 382–389, 2014.
- KANG, Y. et al. Interaction Effects of Information Technologies and Best Practices on Construction Project Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 4, p. 361–372, 2012.

- KANG, Y.; O'BRIEN, W. J.; MULVA, S. P. Value of IT: Indirect impact of IT on construction project performance via Best Practices. **Automation in Construction**, v. 35, p. 383–396, 2013.
- KARIMI, H.; TAYLOR, T. R. B.; GOODRUM, P. M. Analysis of the impact of craft labour availability on North American construction project productivity and schedule performance. **Construction Management and Economics**, v. 35, n. 6, p. 368–380, 2017.
- KIM, D. Y. et al. Structuring the prediction model of project performance for international construction projects: a comparative analysis. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2, Part 1, p. 1961–1971, 2009.
- KIM, S.-C. et al. Impact of Measuring Operational-Level Planning Reliability on Management-Level Project Performance. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 5, 2015.
- KYRÖ, R.; HEINONEN, J.; JUNNILA, S. Housing managers key to reducing the greenhouse gas emissions of multi-family housing companies? A mixed method approach. **Building and Environment**, v. 56, p. 203–210, 2012.
- LAI, I. K. W.; LAM, F. K. S. Perception of various performance criteria by stakeholders in the construction sector in Hong Kong. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 4, p. 377–391, 2010.
- LAM, E. W. M.; CHAN, A. P. C.; CHAN, D. W. M. Determinants of successful design-build projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 5, p. 333–341, 2008.
- LAM, P. T. I.; WONG, F. W. H. Improving building project performance: how buildability benchmarking can help. **Construction Management and Economics**, v. 27, n. 1, p. 41–52, 2009.
- LEE, J.-Y. et al. Development and application of the KLT method for the energy performance evaluation of non-residential buildings in the early design stage. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 14, n. 3, p. 701–708, 2015.
- LEHTIRANTA, L. et al. The role of multi-firm satisfaction in construction project success. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 6, p. 463–475, 2012.
- LING, F. Y. Y.; ANG, W. T. Using control systems to improve construction project outcomes. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 20, n. 6, p. 576–588, 2013.
- LIU, M.; BALLARD, G.; IBBS, W. Work flow variation and labor productivity: case study. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 4, p. 236–242, 2011.
- LOPEZ, R.; LOVE, P. E. D. Design error costs in construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 5, p. 585–593, 2012.
- LUCCHI, E. et al. Thermal performance evaluation and comfort assessment of advanced aerogel as blown-in insulation for historic buildings. **Building and Environment**, v. 122, p. 258–268, 2017.
- LUCCHI, E.; ROBERTI, F.; ALEXANDRA, T. Definition of an experimental procedure with the hot box method for the thermal performance evaluation of inhomogeneous walls. **Energy and Buildings**, v. 179, p. 99–111, 2018.
- MANDUJANO, M. G. et al. Modeling virtual design and construction implementation strategies considering lean management impacts. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, v. 32, n. 11, p. 930–951, 2017.
- MARJABA, G. E.; CHIDIAC, S. E. Sustainability and resiliency metrics for buildings—critical review. **Building and Environment**, v. 101, p. 116–125, 2016.
- MBACHU, J. Conceptual framework for the assessment of subcontractors' eligibility and performance in the construction industry. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 5, p. 471–484, 2008.
- MENCHES, C. L. et al. Impact of pre-construction planning and project characteristics on performance in the US electrical construction industry. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 8, p. 855–869, 2008.
- MOON, H. J.; AUGENBROE, G. Empowerment of decision-makers in mould remediation. **Building Research and Information**, v. 36, n. 5, p. 486–498, 2008.
- MOSLEY, J. C.; BUBSHAIT, A. A. Performance evaluation of international contractors in Saudi Arabia. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, n. 1, p. 1–7, 2016.
- MWASHA, A.; WILLIAMS, R. G.; IWARO, J. Modeling the performance of residential building envelope: the role of sustainable energy performance indicators. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 9, p. 2108–2117, 2011.

- NEGENDAHL, K. Building performance simulation in the early design stage: an introduction to integrated dynamic models. **Automation in Construction**, v. 54, p. 39–53, 2015.
- OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M. Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Sustainable Cities and Society**, v. 40, p. 16–27, 2018.
- OLIVIERI, H.; SEPPÄNEN, O.; GRANJA, A. D. Improving workflow and resource usage in construction schedules through location-based management system (LBMS). **Construction Management and Economics**, v. 36, n. 2, p. 109–124, 2018.
- OMAR, H.; MAHDJOUBI, L.; KHEDER, G. Towards an automated photogrammetry-based approach for monitoring and controlling construction site activities. **Computers in Industry**, v. 98, p. 172–182, 2018.
- PALANEESWARAN, E. et al. Mapping rework causes and effects using artificial neural networks. **Building Research and Information**, v. 36, n. 5, p. 450–465, 2008.
- PARK, S. H. Whole life performance assessment: critical success factors. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 11, p. 1146–1161, 2009.
- PAUWELS, P. et al. A semantic rule checking environment for building performance checking. **Automation in Construction**, v. 20, n. 5, p. 506–518, 2011.
- PEÑA-MORA, F. et al. Strategic-operational construction management: hybrid system dynamics and discrete event approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 9, p. 701–710, 2008.
- PIROOZFAR, P. A. E.; ALTAN, H.; POPOVIC-LARSEN, O. Design for sustainability: a comparative study of a customized modern method of construction versus conventional methods of construction. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 1, p. 55–75, 2012.
- POIRIER, E. A.; STAUB-FRENCH, S.; FORGUES, D. Measuring the impact of BIM on labor productivity in a small specialty contracting enterprise through action-research. **Automation in Construction**, v. 58, p. 74–84, 2015.
- POMPONI, F. et al. Façade refurbishment of existing office buildings: do conventional energy-saving interventions always work? **Journal of Building Engineering**, v. 3, p. 135–143, 2015.
- PRADHAN, A.; AKINCI, B.; HAAS, C. T. Formalisms for query capture and data source identification to support data fusion for construction productivity monitoring. **Automation in Construction**, v. 20, n. 4, p. 389–398, 2011.
- PUDDICOMBE, M. S. Why contracts: evidence. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 8, p. 675–682, 2009.
- RASLAN, R.; DAVIES, M. Legislating building energy performance: putting EU policy into practice. **Building Research and Information**, v. 40, n. 3, p. 305–316, 2012.
- ROSE, T.; MANLEY, K. Motivational misalignment on an iconic infrastructure project. **Building Research and Information**, v. 38, n. 2, p. 144–156, 2010.
- RUPARATHNA, R.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. Developing a level of service (LOS) index for operational management of public buildings. **Sustainable Cities and Society**, v. 34, n. April, p. 159–173, 2017.
- SHAHTAHERI, M.; NASIR, H.; HAAS, C. T. Setting baseline rates for on-site work categories in the construction industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 5, p. 04014097, 2015.
- SHARPE, T. Ethical issues in domestic building performance evaluation studies. **Building Research and Information**, v. 3218, n. May, p. 1–12, 2018.
- SHEHATA, M. E.; EL-GOHARY, K. M. Towards improving construction labor productivity and projects' performance. **Alexandria Engineering Journal**, v. 50, n. 4, p. 321–330, 2011.
- SHEN, L. et al. Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 254–259, 2010.
- SHOKRI, S. et al. Current status of interface management in construction: drivers and effects of systematic interface management. **Journal of construction engineering and management**, v. 142, n. Jan, p. 1–12, 2016.

- SHORT, C. A.; COOK, M. J.; LOMAS, K. J. Delivery and performance of a low-energy ventilation and cooling strategy. **Building Research and Information**, v. 37, n. 1, p. 1–30, 2009.
- SINESILASSIE, E. G.; TABISH, S. Z. S.; JHA, K. N. Critical factors affecting schedule performance: a case of Ethiopian public construction projects - Engineers' perspective. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 5, p. 757–773, 2017.
- TAO, L.; KUMARASWAMY, M. Unveiling relationships between contractor inputs and performance outputs. **Construction Innovation**, v. 12, n. 1, p. 86–98, 2012.
- TENNANT, S.; LANGFORD, D.; MURRAY, M. Construction site management team working: a serendipitous event. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 4, p. 220–228, 2011.
- THOMAS, A.; MENASSA, C. C.; KAMAT, V. R. A systems simulation framework to realize net-zero building energy retrofits. **Sustainable Cities and Society**, v. 41, p. 405–420, 2018.
- TUOHY, P. G.; MURPHY, G. B. Closing the gap in building performance: learning from BIM benchmark industries. **Architectural Science Review**, v. 58, n. 1, p. 47–56, 2014.
- VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, A.; ÁLVAREZ, M. F. R. Evaluation of buildings in real conditions of use: current situation. **Journal of Building Engineering**, v. 12, p. 26–36, 2017.
- WANG, T. et al. Enhancing design management by partnering in delivery of international EPC projects: evidence from chinese construction companies. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 4, p. 04015099, 2016.
- WANG, X.; CHONG, H. Y. Setting new trends of integrated Building Information Modelling (BIM) for construction industry. **Construction Innovation**, v. 15, n. 1, p. 2–6, 2015.
- WANG, Y.-R.; GIBSON JR., G. E. A study of preproject planning and project success using ANNs and regression models. **Automation in Construction**, v. 19, n. 3, p. 341–346, 2010.
- WANG, Y. et al. Analysis of the benefits and costs of construction craft training in the United States based on expert perceptions and industry data. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 12, p. 1269–1285, 2010.
- WATSON, K. J.; WHITLEY, T. Applying social return on investment (SROI) to the built environment. **Building Research & Information**, v. 3218, p. 1–17, 2016.
- WELLE, B.; ROGERS, Z.; FISCHER, M. BIM-Centric daylight profiler for simulation (BDP4SIM): a methodology for automated product model decomposition and recomposition for climate-based daylighting simulation. **Building and Environment**, v. 58, p. 114–134, 2012.
- WHITE, D.; FORTUNE, J. Using systems thinking to evaluate a major project: the case of the Gateshead Millennium Bridge. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 2, p. 205–228, 2012.
- WILDE, P. DE; TIAN, W. The role of adaptive thermal comfort in the prediction of the thermal performance of a modern mixed-mode office building in the UK under climate change. **Journal of Building Performance Simulation**, v. 3, n. 2, p. 87–101, 2010.
- WONG, F. W. H.; LAM, P. T. I. Difficulties and Hindrances Facing End Users of Electronic Information Exchange Systems in Design and Construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 1, p. 28–39, 2011.
- WONG, P. F.; SALLEH, H.; RAHIM, F. A. M. A Relationship Framework for Building Information Modeling (BIM) Capability in Quantity Surveying Practice and Project Performance. **Informes de la Construcción**, v. 67, n. 540, p. e119, 2015.
- WONG, P. S. P.; CHEUNG, S. O.; FAN, K. L. Examining the relationship between organizational learning styles and project performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 6, p. 497–507, 2009.
- XIA, B. et al. Investigating the impact of project definition clarity on project performance: structural equation modeling study. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, p. 1–8, 2016.
- YAP, J. B. H.; ABDUL-RAHMAN, H.; WANG, C. Preventive mitigation of overruns with project communication management and continuous learning: PLS-SEM approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 5, p. 04018025, 2018.

- YEUNG, J. F. Y.; CHAN, A. P. C.; CHAN, D. W. M. A computerized model for measuring and benchmarking the partnering performance of construction projects. **Automation in Construction**, v. 18, n. 8, p. 1099–1113, 2009.
- ZAVADSKAS, E. K. et al. Multi-criteria analysis of Projects' performance in construction. **Archives of Civil and Mechanical Engineering**, v. 14, p. 114–121, 2014.
- ZHAI, D. et al. Relationship between automation and integration of construction information systems and labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 8, p. 746–753, 2009.
- ZHANG, P.; NG, F. F. Analysis of knowledge sharing behaviour in construction teams in Hong Kong. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 7, p. 557–574, 2012.
- ZHANG, P.; NG, F. F. Explaining knowledge-sharing intention in construction teams in Hong Kong. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 3, p. 280–293, 2013.
- ZWIKAEL, O. Critical planning processes in construction projects. **Construction Innovation**, v. 9, n. 4, p. 372–387, 2009.

APÊNDICE D – LISTA DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO NO EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO

Item	Informação do desempenho no empreendimento de construção	Referências
1	Acompanhamento de preços dos materiais de construção	Zou e Zhang (2009)
2	Aprovação de documentos em órgãos governamentais	Zou e Zhang (2009)
3	As built	Hastak <i>et al.</i> (2008)
4	Avaliação do desempenho dos projetos	El Shenawy e Zmeureanu (2013); Hallowell e Toole (2009); Hamza e Greenwood (2009); Wang <i>et al.</i> (2016); Watson e Whitley (2017)
5	Avaliação dos fornecedores	Azambuja <i>et al.</i> (2014); Chow e Ng (2010)
6	Avaliação do desempenho do empreendimento	Haponava e Al-Jibouri (2012); Heravi e Ilbeigi (2012); Hwang, Tan e Sathish (2013)
7	Avaliação econômica dos efeitos socioambientais	Park (2009)
8	Comportamento do orçamento da construção (Relação custo-benefício)	Azambuja <i>et al.</i> (2014); Park (2009)
9	Compreender os objetivos do cliente	Lam, Chan e Chan (2008); Sharpe (2018)
10	Construção sustentável	Illankoon <i>et al.</i> (2017); Olawumi e Chan (2018); Park (2009)
11	Contratação de projetistas	Choi <i>et al.</i> (2019)
12	Contratação dos serviços de consultoria	Choi <i>et al.</i> (2019); Chow e Ng (2010)
13	Controle das alterações do projeto	Mosley e Bubshait (2016)
14	Coordenação dos agentes participantes do empreendimento (project)	Hallowell e Toole (2009); Lehtiranta <i>et al.</i> (2012); Park (2009); Tao e Kumaraswamy (2012); Zou e Zhang (2009)
15	Coordenação dos requisitos das partes interessadas	Tao e Kumaraswamy (2012)
16	Cronograma do de desenvolvimento do empreendimento	Chen <i>et al.</i> (2010); Ling e Ang (2013); Omar, Mahdjoubi e Kheder (2018); Park (2009)
17	Definição da função dominante do edifício (residencial, comercial, educacional, uso misto)	Göçer, Hua e Göçer (2015)
18	Definição do plano de qualidade da construção	Park (2009)
19	Definição do plano de qualidade do empreendimento	Hyun <i>et al.</i> (2008); Park (2009); Zwikael (2009)
20	Definição do plano técnico do produto	Hastak <i>et al.</i> (2007)
21	Definição do terreno/ Informações do terreno	Park (2009); Zou e Zhang (2009)
22	Definição dos requisitos de projeto - descrever claramente os objetivos do empreendimento (definição técnica do produto)	Cheng, Tsai e Lai (2009); Xia <i>et al.</i> (2016)
23	Desenvolvimento do conceito do empreendimento	Xia <i>et al.</i> (2016)
24	Disponibilidade de recursos e habilidades	Park (2009)
25	Documentação dos processos	Zhang e Ng (2013)
26	Eliminar desperdícios no canteiro de obras	Park (2009)
27	Estabelecer a segurança operacional na filosofia do empreendimento (segurança dos trabalhadores)	Chen <i>et al.</i> (2010)
28	Estimativa de custos do empreendimento	Chen <i>et al.</i> (2010); Park (2009); Zou e Zhang (2009)
29	Estudar alternativas e abordagens inovadoras	Bakti <i>et al.</i> (2011)

(CONTINUAÇÃO)

Item	Informação do desempenho no empreendimento de construção	Referências
30	Expectativa de desempenho/ alta qualidade	Xia <i>et al.</i> (2016); Zou e Zhang (2009); Zwikael (2009)
31	Expressar a ideia de acordo com a visão do projetista e ajudar a direcionar a variedade de decisões que se seguem	Göçer, Hua e Göçer (2015)
32	Fornecer informações necessárias para operações de compras, contratação e construção	Lam, Lam e Wang (2008); Mosley e Bubshait (2016); Wang <i>et al.</i> (2016)
33	Gerenciamento do empreendimento	Arslan <i>et al.</i> (2008); Chih <i>et al.</i> (2017); Love, Edwards e Wood (2011); Omar, Mahdjoubi e Kheder (2018); Rose e Manley (2010);
34	Gerenciamento do canteiro de obras	Choi <i>et al.</i> (2019); Fuertes <i>et al.</i> (2013); Tennant, Langford e Murray (2011)
35	Gerenciamento dos materiais (ex.: solicitações, prazo de entrega, recebimento)	Park (2009)
36	Identificar os fatores de custo em empreendimentos realizados	Arslan <i>et al.</i> (2008); Hyun <i>et al.</i> (2008)
37	Implementar parcerias	Hong, Chan e Chan (2012); Lai e Lam (2010); Lehtiranta <i>et al.</i> (2012); Park (2009); Wang <i>et al.</i> (2016)
38	Interação do projeto com os métodos construtivos	Trigunaryyah (2007)
39	Montar a equipe de especialistas	McDonald e Persram (2012)
40	Poluição sonora causada pela construção	Zou e Zhang (2009)
41	Possibilidade de personalização	Zou e Zhang (2009)
42	Programação de compras	Azambuja <i>et al.</i> (2014); Hamza e Greenwood (2009); Lam, Lam e Wang (2008)
43	Qualidade contratada do material	Park (2009)
44	Qualidade contratada do trabalho	Park (2009)
45	Rentabilidade a longo prazo	Park (2009)
46	Satisfação do cliente (usuário)	Azambuja <i>et al.</i> (2014); Chen <i>et al.</i> (2010); Cheng, Tsai e Lai (2009); Hay <i>et al.</i> (2018)
47	Satisfação dos participantes no processo do empreendimento	Choi <i>et al.</i> (2019)

REFERÊNCIAS

- ARSLAN, G. et al. Improving sub-contractor selection process in construction projects: Web-based sub-contractor evaluation system (WEBSSES). **Automation in Construction**, v. 17, n. 4, p. 480–488, 2008.
- AZAMBUJA, M. M. et al. Strategic Procurement Practices for the Industrial Supply Chain. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 7, p. 1–4, 2014.
- BAKTI, E. S. et al. Constructability improvement in seawater intake structure. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 6, p. 595–608, 2011.
- CHEN, Y. Q. et al. Analysis of project delivery systems in Chinese construction industry with data envelopment analysis (DEA). **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 17, n. 6, p. 598–614, 2010.
- CHENG, M. Y.; TSAI, H.-C.; LAI, Y.-Y. Construction management process reengineering performance measurements. **Automation in Construction**, v. 18, n. 2, p. 183–193, 2009.
- CHIH, Y.-Y. et al. Feeling Positive and Productive: Role of Supervisor-Worker Relationship in Predicting Construction Workers' Performance in the Philippines. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 8, p. 1–10, 2017.
- CHOI, J. et al. Team integration and owner satisfaction: comparing integrated project delivery with construction management at risk in health care projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 1, p. 1–11, 2019.
- CHOW, L. K.; NG, S. T. Delineating the performance standards of engineering consultants at design stage.

Construction Management and Economics, v. 28, n. 1, p. 3–11, 2010.

EL SHENAWY, A.; ZMEUREANU, R. Exergy-based index for assessing the building sustainability. **Building and Environment**, v. 60, p. 202–210, 2013.

FUERTE, A. et al. An Environmental Impact Causal Model for improving the environmental performance of construction processes. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 425–437, 2013.

HALLOWELL, M.; TOOLE, T. M. Contemporary design-bid-build model. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 6, p. 540–549, 2009.

HAMZA, N.; GREENWOOD, D. Energy conservation regulations: Impacts on design and procurement of low energy buildings. **Building and Environment**, v. 44, n. 5, p. 929–936, 2009.

HAPONAVA, T.; AL-JIBOURI, S. Proposed System for Measuring Project Performance Using Process-Based Key Performance Indicators. **Journal of Management in Engineering**, v. 28, n. 2, p. 140–149, 2012.

HASTAK, M. et al. Project manager's decision aid for a radical project cycle reduction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 6, p. 437–446, 2007.

HASTAK, M. et al. Analysis of techniques leading to radical reduction in project cycle time. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 12, p. 915–927, 2008.

HAY, R. et al. Post-occupancy evaluation in architecture: experiences and perspectives from UK practice. **Building Research and Information**, v. 46, n. 6, p. 698–710, 2018.

HERAVI, G.; ILBEIGI, M. Development of a comprehensive model for construction project success evaluation by contractors. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 5, p. 526–542, 2012.

HONG, Y.; CHAN, D. W. M.; CHAN, A. P. C. Exploring the applicability of construction partnering in Mainland China: A qualitative study. **Facilities**, v. 30, n. 13, p. 667–694, 2012.

HWANG, B.-G.; TAN, H. F.; SATHISH, S. Capital project performance measurement and benchmarking in Singapore. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 20, n. 2, p. 143–159, 2013.

HYUN, C. et al. Effect of Delivery Methods on Design Performance in Multifamily Housing Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 7, p. 468–482, 2008.

ILLANKOON, I. M. C. S. et al. Key credit criteria among international green building rating tools. **Journal of Cleaner Production**, v. 164, p. 209–220, 2017.

LAI, I. K. W.; LAM, F. K. S. Perception of various performance criteria by stakeholders in the construction sector in Hong Kong. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 4, p. 377–391, 2010.

LAM, E. W. M.; CHAN, A. P. C.; CHAN, D. W. M. Determinants of Successful Design-Build Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 5, p. 333–341, 2008.

LAM, K.-C.; LAM, M. C.-K.; WANG, D. MBNQA-oriented self-assessment quality management system for contractors: Fuzzy AHP approach. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 5, p. 447–461, 2008.

LEHTIRANTA, L. et al. The role of multi-firm satisfaction in construction project success. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 6, p. 463–475, 2012.

LING, F. Y. Y.; ANG, W. T. Using control systems to improve construction project outcomes. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 20, n. 6, p. 576–588, 2013.

LOVE, P.; EDWARDS, D.; WOOD, E. Loosening the Gordian knot: the role of emotional intelligence in construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 1, p. 50–65, 2011.

MOSLEY, J. C.; BUBSHAIT, A. A. Performance Evaluation of International Contractors in Saudi Arabia. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 142, n. 1, p. 1–7, 2016.

OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M. Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Sustainable Cities and Society**, v. 40, p. 16–27, 2018.

OMAR, H.; MAHDJOURI, L.; KHEDER, G. Towards an automated photogrammetry-based approach for monitoring and controlling construction site activities. **Computers in Industry**, v. 98, p. 172–182, 2018.

PARK, S. H. Whole life performance assessment: Critical success factors. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 11, p. 1146–1161, 2009.

- ROSE, T.; MANLEY, K. Motivational misalignment on an iconic infrastructure project. **Building Research and Information**, v. 38, n. 2, p. 144–156, 2010.
- SHARPE, T. Ethical issues in domestic building performance evaluation studies. **Building Research and Information**, v. 3218, n. May, p. 1–12, 2018.
- TAO, L.; KUMARASWAMY, M. Unveiling relationships between contractor inputs and performance outputs. **Construction Innovation**, v. 12, n. 1, p. 86–98, 2012.
- TENNANT, S.; LANGFORD, D.; MURRAY, M. Construction site management team working: A serendipitous event. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 4, p. 220–228, 2011.
- TRIGUNARSYAH, B. Project designers' role in improving constructability of Indonesian construction projects. **Construction Management and Economics**, v. 25, n. 2, p. 207–215, 2007.
- WANG, T. et al. Enhancing Design Management by Partnering in Delivery of International EPC Projects: Evidence from Chinese Construction Companies. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 4, p. 04015099, 2016.
- WATSON, K. J.; WHITLEY, T. Applying Social Return on Investment (SROI) to the built environment. **Building Research and Information**, v. 45, n. 8, p. 875–891, 2017.
- XIA, B. et al. Investigating the Impact of Project Definition Clarity on Project Performance: Structural Equation Modeling Study. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, p. 1–8, 2016.
- ZHANG, P.; NG, F. F. Explaining knowledge-sharing intention in construction teams in Hong Kong. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 3, p. 280–293, 2013.
- ZOU, P. X. W.; ZHANG, G. Managing risks in construction projects: Life cycle and stakeholder perspectives. **International Journal of Construction Management**, v. 9, n. 1, p. 61–77, 2009.
- ZWIKAEL, O. Critical planning processes in construction projects. **Construction Innovation**, v. 9, n. 4, p. 372–387, 2009.

APÊNDICE E – LISTA DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

Item	Informação do desempenho do edifício	Referências
1	Avaliação das condições do local e quaisquer estruturas existentes (diretrizes para implantação do entorno)	Pomponi <i>et al.</i> (2015)
2	Avaliação do conforto ambiental	Lucchi <i>et al.</i> (2017); Welle, Rogers e Fischer (2012); Wilde e Tian (2010)
3	Avaliação do desempenho da construção do ponto de vista do usuário	Göçer, Hua e Göçer (2015)
4	Consideração de questões de desenvolvimento local	McDonald e Persram (2012)
5	Definição da vida útil dos componentes do edifício	Park (2009)
6	Definição de sistemas mecânicos e elétricos	Lee <i>et al.</i> (2015);
7	Definição do padrão de instalações	Chen <i>et al.</i> (2010)
8	Definição dos objetivos do cliente para indicar as metas do projeto (em termos de saúde, segurança, segurança, funcionalidade e eficiência, conforto psicológico, qualidade estética e satisfação)	Almeida <i>et al.</i> (2010); Göçer, Hua e Göçer (2015); Negendahl (2015)
9	Definição do tipo de estrutura	McDonald e Persram (2012)
10	Definição dos requisitos de conforto ambiental	Pauwels <i>et al.</i> (2011); Lee <i>et al.</i> (2015); Lucchi <i>et al.</i> (2017); Tuohy e Murphy (2014); Welle, Rogers e Fischer (2012); Wilde e Tian (2010)
11	Desenvolvimento do projeto do envelope de construção	Pomponi <i>et al.</i> (2015)
12	Dimensionamento dos sistemas de AVAC	Lee <i>et al.</i> (2015); Wilde e Tian (2010)
13	Entender as implicações de construção e custo para testar a realidade das expectativas do usuário	Göçer, Hua e Göçer (2015)
14	Entender o papel dos ocupantes no desempenho (a natureza das influências dos ocupantes)	Göçer, Hua e Göçer (2015)
15	Escolher a solução correta para um conjunto específico de circunstâncias em um momento específico, considerando os benefícios para clientes, construtores e usuários em uma estrutura de recursos limitados e esforço criativo.	Göçer, Hua e Göçer (2015)
16	Garantir a operação adequada e eficiente de vários sistemas de construção	Kyrö, Heinonen e Junnila (2012)
18	Medição (avaliação) do desempenho do edifício	Göçer, Hua e Göçer (2015); Negendahl (2015); Watson e Whitley (2017)
19	Monitoramento do uso predial (avaliar o desempenho dos edifícios depois de construídos e ocupados por algum tempo – inspeção predial)	Baborska-Narozny, Stevenson e Chatterton (2016); Göçer, Hua e Göçer (2015); Kyrö, Heinonen e Junnila (2012); Moon e Augenbroe (2008); Pomponi <i>et al.</i> (2015); Sharpe (2018); Vásquez-Hernández e Álvarez (2017)
20	Monitoramento energético da edificação	Göçer, Hua e Göçer (2015); Kyrö, Heinonen e Junnila (2012); Lee <i>et al.</i> (2015); Thomas, Menassa e Kamat (2018)
21	Simulação do consumo de energia	Dabaieh e Johansson (2018); Negendahl (2015); Tuohy e Murphy (2014)
22	Simulação do desempenho do edifício	Negendahl (2015)

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. et al. A framework for combining risk-management and performance-based building approaches. **Building Research and Information**, v. 38, n. 2, p. 157–174, 2010.
- BABORSKA-NAROZNY, M.; STEVENSON, F.; CHATTERTON, P. Temperature in housing: stratification and contextual factors. n. 2012, p. 1–17, 2014.
- DABAIEH, M.; JOHANSSON, E. Building Performance and Post Occupancy Evaluation for an off-grid low carbon and solar PV plus-energy powered building. A case from the Western Desert in Egypt. **Journal of Building Engineering**, v. 18, p. 418–428, 2018.
- GÖÇER, Ö.; HUA, Y.; GÖÇER, K. Completing the missing link in building design process: Enhancing post-occupancy evaluation method for effective feedback for building performance. **Building and Environment**, v. 89, p. 14–27, 2015.
- KYRÖ, R.; HEINONEN, J.; JUNNILA, S. Housing managers key to reducing the greenhouse gas emissions of multi-family housing companies? A mixed method approach. **Building and Environment**, v. 56, p. 203–210, 2012.
- LEE, J.-Y. et al. Development and Application of the KLT Method for the Energy Performance Evaluation of Non-residential Buildings in the Early Design Stage. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 14, n. 3, p. 701–708, 2015.
- LUCCHI, E. et al. Thermal performance evaluation and comfort assessment of advanced aerogel as blown-in insulation for historic buildings. **Building and Environment**, v. 122, p. 258–268, 2017.
- MAHDAVI, A.; TAHMASEBI, F. The deployment-dependence of occupancy-related models in building performance simulation. **Energy and Buildings**, v. 117, p. 313–320, 2016.
- MCDONALD, R. C.; PERSRAM, S. The integrative design process. In: MALLORY-HILL, S.; PREISER, W. F. E.; WATSON, C. (Eds.). . **Enhancing Building Performance**. 1. ed. West Sussex, United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2012. p. 35–47.
- MOON, H. J.; AUGENBROE, G. Empowerment of decision-makers in mould remediation. **Building Research and Information**, v. 36, n. 5, p. 486–498, 2008.
- NEGENDAHL, K. Building performance simulation in the early design stage: An introduction to integrated dynamic models. **Automation in Construction**, v. 54, p. 39–53, 2015.
- PAUWELS, P. et al. A semantic rule checking environment for building performance checking. **Automation in Construction**, v. 20, n. 5, p. 506–518, 2011.
- POMPONI, F. et al. Façade refurbishment of existing office buildings: Do conventional energy-saving interventions always work? **Journal of Building Engineering**, v. 3, p. 135–143, 2015.
- SHARPE, T. Ethical issues in domestic building performance evaluation studies. **Building Research and Information**, v. 3218, n. May, p. 1–12, 2018.
- THOMAS, A.; MENASSA, C. C.; KAMAT, V. R. A systems simulation framework to realize net-zero building energy retrofits. **Sustainable Cities and Society**, v. 41, n. May, p. 405–420, 2018.
- TUOHY, P. G.; MURPHY, G. B. Closing the gap in building performance: learning from BIM benchmark industries. **Architectural Science Review**, v. 58, n. 1, p. 47–56, 2014.
- VÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, A.; ÁLVAREZ, M. F. R. Evaluation of buildings in real conditions of use: Current situation. **Journal of Building Engineering**, v. 12, n. April, p. 26–36, 2017.
- WATSON, K. J.; WHITLEY, T. Applying Social Return on Investment (SROI) to the built environment. **Building Research & Information**, v. 3218, n. October, p. 1–17, 2016.
- WELLE, B.; ROGERS, Z.; FISCHER, M. BIM-Centric Daylight Profiler for Simulation (BDP4SIM): A methodology for automated product model decomposition and recomposition for climate-based daylighting simulation. **Building and Environment**, v. 58, p. 114–134, 2012.
- WILDE, P. DE; TIAN, W. The role of adaptive thermal comfort in the prediction of the thermal performance of a modern mixed-mode office building in the UK under climate change. **Journal of Building Performance Simulation**, v. 3, n. 2, p. 87–101, 2010.
- XIA, B. et al. Investigating the Impact of Project Definition Clarity on Project Performance: Structural Equation Modeling Study. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, p. 1–8, 2016.

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO MODELO

Prezados e Prezadas,

Este questionário é parte de uma Pesquisa de Doutorado intitulada "Modelo de fluxo para a integração das informações para avaliação e monitoramento do desempenho do edifício ao longo das fases do empreendimento de construção".

Pesquisadora: Msc. Francielle Coelho dos Santos;

Orientadoras: Dra. Michele Tereza M. Carvalho (UnB) e Maria Carolina G. O. Brandstetter; (UFG).

Você está participando de uma pesquisa para contribuir sobre o assunto: integração das de informações desempenho do edifício nas empresas de construção. Um retorno será dado sobre o balanço da pesquisa aos participantes.

Aqui você avaliará as etapas de pesquisa em que participou quanto a utilidade e aplicabilidade do Mapeamento das Informações de Desempenho e a Ferramenta NBR15575 (plugin integrado ao Revit®).

Qualquer dúvida não deixe de entrar em contato.

SUA PARTICIPAÇÃO É VOLUNTÁRIA E ANÔNIMA.

Att.

Francielle Coelho

Doutoranda em Construção Civil (Universidade de Brasília - UnB)

Perguntas	1	2	3	4	5
Quanto à Matriz de Informações de Desempenho					
As Informações de desempenho do empreendimento de construção já são habitualmente observadas na empresa em que você trabalha?					
As Informações de desempenho do edifício já são habitualmente observadas na empresa em que você trabalha?					
Todas as atividades apresentadas na Lista de Informações de Desempenho, são executadas pela empresa em que você trabalha?					
Você considera que a Matriz resultante do mapeamento das principais informações de desempenho está adequadas?					
Acredita que algo deve ser retirado?					
Acredita que algo deve ser acrescentado?					
Quanto ao Plug-in NBR 15575					
É fácil usar as navegações do software?					
É fácil transitar entre diferentes níveis de menu?					
É fácil retornar ao menu inicial a partir de outros níveis do menu?					
É sempre fácil implementar as funções correspondentes de acordo com a tarefa de trabalho atual?					
É fácil alternar entre páginas diferentes?					
Posso interromper a etapa de processamento, mesmo quando o software está aguardando minha entrada?					
Eu posso parar o processo a qualquer momento?					
Qual é a sua percepção enquanto à utilização de um <i>plug-in</i> integrado ao Revit® para controle das informações de desempenho do edifício ao longo das fases do empreendimento?					
Passei pouco tempo aprendendo a usar o software.					
Eu posso aprender facilmente como usar o software novamente, mesmo após um longo período de interrupção.					
Eu posso operar o software sozinho desde o início, em vez de pedir ajuda aos colegas.					
A alimentação do modelo com informações de projeto pode ser preenchida com facilidade?					
A alimentação do modelo com informações de campo pode ser preenchida com facilidade?					
A informação gerada pela ferramenta pode ser visualizada em tempo hábil para sua utilização?					
Após participar de todas as etapas, estou mais interessado em observar e explorar os recursos do <i>plug-in</i> ?					
Quais são as vantagens ou oportunidades de melhoria percebidas no <i>plug-in</i> proposto?					
Quais seriam as desvantagens ou contratempos percebidos no <i>plug-in</i> proposto?					
Quanto ao modelo de fluxo para a integração das informações					
A abordagem de desempenho é motivadora pra mim.					
As atividades apresentadas pela plataforma são fidedignas a realidade?					
As informações geradas pelo modelo ajudam a melhorar a comunicação entre as partes interessadas?					
A utilização do BIM como ferramenta para gerar as informações ajudam a melhorar a comunicação entre as partes interessadas?					
Há interesse em continuar com o uso do modelo desenvolvido?					
Depois de participar das atividades de mapeamento e utilização da ferramenta NBR15575, estou mais confiante em aplicar conceitos de desempenho do edifício nos processos?					
Recomendaria a implementação do mapeamento de atividades de desempenho e a ferramenta NBR15575?					
Depois de participar das atividades dessa pesquisa, estou mais confiante em aplicar conceitos de desempenho do edifício nos processos?					
O que mudaria na rotina da coordenação do projeto com a implementação do modelo proposto?					

Considera que a implementação do modelo proposto pode originar uma melhoria no gerenciamento das informações tendo em conta o tempo e recursos utilizados?	
Quais mudanças ou adaptações seriam necessárias (nos processos e operações gerenciais e administrativos) para a aplicação do modelo proposto?	
Qual é a visão da empresa em relação à integração dos requisitos de desempenho do edifício no gerenciamento do empreendimento de construção?	

APÊNDICE G – MATRIZ DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO DO EMPREENDIMENTO DE CONSTRUÇÃO

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Acompanhamento de preços dos materiais de construção			- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador	
Aprovação de documentos em órgãos governamentais	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Agentes externos	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Agentes externos			
As built		- Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra - Fornecedores - Gerente de manutenções	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade - Fornecedores - Gerente de manutenções
Avaliação do desempenho dos projetos		- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Fornecedores - Gerente de manutenções	- Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções	- Gerente de obras - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções
Avaliação do desempenho do empreendimento		- Coordenador de projetos		- Construtor/ incorporador - Clientes/ usuários	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade - Clientes/ usuários
Avaliação dos fornecedores		- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos	- Engenheiros de obra - Fornecedores	- Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Comprador - Fornecedores - Gerente de manutenções	- Gerente da qualidade - Gerente de manutenções

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Avaliação econômica dos efeitos socioambientais	- Construtor/ incorporador			- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	
Comportamento do orçamento da construção	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Comprador	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Engenheiros de obra - Agentes externos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador - Agentes externos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador - Agentes externos	- Gerente de obras - Engenheiros de obra
Compreensão dos objetivos do cliente	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Projetistas		- Gerente de obras - Gerente de manutenções	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Gerente da qualidade - Gerente de manutenções - Clientes/ usuários
Construção sustentável	- Construtor/ incorporador - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Projetistas	- Gerente de obras - Engenheiros de obra - Fornecedores	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Fornecedores	
Contratação de projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente da qualidade	- Construtor/ incorporador - Gerente de manutenções
Contratação dos serviços de consultoria	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Gerente da qualidade	
Controle das alterações do projeto		- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente de qualidade - Engenheiros de obra	

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Coordenação dos agentes participantes do projeto	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Gerente de obras - Coordenador de projetos
Coordenação dos requisitos das partes interessadas	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade	- Coordenador de projetos - Gerente da qualidade		- Coordenador de projetos	
Cronograma de desenvolvimento do empreendimento	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra - Comprador	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Projetistas - Engenheiros de obra	
Definição da função dominante do edifício	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador			
Definição do plano de qualidade da construção			- Gerente da qualidade	- Gerente da qualidade	
Definição do plano de qualidade do empreendimento	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	- Coordenador de projetos - Gerente da qualidade		- Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	
Definição do plano técnico do produto	- Construtor/ incorporador - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador
Definição do terreno/ Informações do terreno	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras		- Construtor/ incorporador - Engenheiros de obra	
Definição dos requisitos de projeto	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade			

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Desenvolvimento do conceito do empreendimento	- Construtor/ incorporador - Projetistas		- Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Coordenador de projetos	
Disponibilidade de recursos e habilidades	- Construtor/ incorporador	- Construtor/ incorporador		- Construtor/ incorporador	
Documentação dos processos	- Gerente da qualidade	- Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Comprador	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Comprador - Gerente de manutenções
Eliminar desperdícios no canteiro de obras	- Projetistas	- Engenheiros de obra	- Engenheiros de obra - Fornecedores	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Fornecedores	
Estabelecer a segurança operacional na filosofia do empreendimento	- Construtor/ incorporador	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Fornecedores	
Estimativa de custos do empreendimento	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras	- Construtor/ incorporador	
Estudo das alternativas e abordagens inovadoras	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra	

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Expectativa de desempenho/ alta qualidade	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Projetistas - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Clientes/ usuários
Expressar a ideia de acordo com a visão do projetista e ajudar a direcionar a variedade de decisões que se seguem	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	
Fornecimento de informações necessárias para operações de compras, contratação e construção		- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra - Comprador - Fornecedores	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra - Comprador - Fornecedores	
Gerenciamento do canteiro de obras			- Gerente de obras - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	
Gerenciamento do empreendimento			- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador	- Gerente de manutenções
Gerenciamento dos materiais			- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador - Fornecedores	
Identificar os fatores de custo em empreendimentos realizados	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras	- Engenheiros de obra	

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Implementação de parcerias	- Construtor/ incorporador	- Construtor/ incorporador	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade - Comprador	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra	
Interação do projeto com os métodos construtivos	- Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas	- Coordenador de projetos - Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	
Montagem de equipe de especialistas	- Construtor/ incorporador	- Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos
Poluição sonora causada pela construção		- Gerente da qualidade		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	
Possibilidade de personalização	- Construtor/ incorporador - Clientes/ usuários	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos		- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos	
Programação de compras			- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador	- Gerente de obras - Engenheiros de obra - Comprador	
Qualidade contratada do material			- Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Comprador - Fornecedores	- Fornecedores
Qualidade contratada do trabalho			- Engenheiros de obra	- Gerente de obras - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Fornecedores	
Rentabilidade a longo prazo	- Construtor/ incorporador - Clientes/ usuários		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras		

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Satisfação do cliente				- Clientes/ usuários	- Construtor/ incorporador - Gerente da qualidade - Gerente de manutenções - Clientes/ usuários
Satisfação dos participantes no processo do desenvolvimento do empreendimento		- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Gerente da qualidade			- Construtor/ incorporador - Gerente da qualidade

APÊNDICE H – MATRIZ DE INFORMAÇÕES DE DESEMPENHO DO EDIFÍCIO

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Avaliação das condições do local e quaisquer estruturas existentes	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Projetistas			
Avaliação do conforto ambiental	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Cliente/ Usuário	- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário
Avaliação do desempenho da construção do ponto de vista do usuário	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos			- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário
Consideração de questões de desenvolvimento local	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Projetistas			
Definição da vida útil dos componentes do edifício	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Fornecedores		- Construtor/ incorporador - Projetistas - Fornecedores	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Fornecedores - Gerente de manutenções
Definição de sistemas mecânicos e elétricos	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas		
Definição do padrão de instalações	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos		- Construtor/ incorporador	

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Definição do tipo de estrutura	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Projetistas			
Definição dos requisitos de conforto ambiental	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente de manutenções	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente de manutenções			
Definição dos objetivos do cliente para indicar as metas do projeto	- Construtor/ incorporador - Projetistas - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário		- Construtor/ incorporador		- Construtor/ incorporador - Projetistas - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário
Dimensionamento dos sistemas de AVAC	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Projetistas			
Entendimento as implicações de construção e custo para testar a realidade das expectativas do usuário	- Construtor/ incorporador		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas		
Entendimento o papel dos ocupantes no desempenho (a natureza das influências dos ocupantes)	- Construtor/ incorporador - Projetistas - Cliente/ Usuário	- Construtor/ incorporador			
Escolha a solução correta para um conjunto específico de circunstâncias em um momento específico, considerando os benefícios para clientes, construtores e usuários em uma estrutura de recursos limitados e esforço criativo.	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra	

(CONTINUAÇÃO)

FASES DO EMPREENDIMENTO → INFORMAÇÕES DO DESEMPENHO ↓	VIABILIDADE	PROJETO	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO
Garantia da operação adequada e eficiente de vários sistemas de construção		- Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário
Medição (avaliação) do desempenho do edifício				- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário
Monitoramento do uso predial (avaliar o desempenho dos edifícios depois de construídos e ocupados por algum tempo – inspeção predial)			- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário	- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos - Projetistas - Gerente da qualidade - Engenheiros de obra - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário
Monitoramento energético da edificação	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas				- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Projetistas - Gerente de manutenções - Cliente/ Usuário
Simulação do consumo de energia	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas		- Construtor/ incorporador
Simulação do desempenho do edifício	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas	- Construtor/ incorporador - Coordenador de projetos - Projetistas		- Construtor/ incorporador - Gerente de obras - Coordenador de projetos

APÊNDICE I – VÍDEOS DE TREINAMENTO

- Vídeo 1: Apresentação do treinamento do *plug-in*: https://youtu.be/P29Lkz_mhRQ
- Vídeo 2: Apresentação da interface do *plug-in* no Revit®: <https://youtu.be/nMk0kniEacY>
- Vídeo 3: Cadastro dos agentes envolvidos: <https://youtu.be/kZVZ4NYWDwo>
- Vídeo 4: Cadastro e análise de ensaios e verificação *in loco*: <https://youtu.be/s4mOR18CMBA>
- Vídeo 5: Gerando o relatório de atividades: <https://youtu.be/J2u7E75oHdc>
- Vídeo 6: E quando não tem *plug-in* instalado no Revit®: <https://youtu.be/2w6DyT-uB3g>