UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

IVAN CARLOS ALVES BARBOSA

MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS E DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES EM EMPRESAS CONSTRUTORAS

METHOD FOR DEPLOYMENT OF NEW TECHNOLOGIES AND INNOVATIVE BUILDING SYSTEMS IN CONSTRUCTION COMPANIES

CAMPINAS

2023

IVAN CARLOS ALVES BARBOSA

MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS E DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES EM EMPRESAS CONSTRUTORAS

Trabalho de Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Construção.

Orientador: Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DO ALUNO IVAN CARLOS ALVES BARBOSA ORIENTADO PELO PROF. DR. ARIOVALDO DENIS GRANJA.

CAMPINAS

2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

B234m

Barbosa, Ivan Carlos Alves, 1964-
Método para implantação de novas tecnologias e de sistemas construtivos inovadores em empresas construtoras / Ivan Carlos Alves Barbosa. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Ariovaldo Denis Granja.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Sistema de inovação. 2. Indústria de construção civil. 3. Inovações tecnológicas - Gestão. 4. Incorporação imobiliária. 5. Gestão da Inovação. 6. Sistemas construtivos. 7. Inovação. I. Granja, Ariovaldo Denis, 1963-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Method for deployment of new technologies and innovative building systems in construction companies
Palavras-chave em inglês:
Innovation system
Construction industry
Technological innovation – Management
Real state development business
Innovation management
Building systems
Innovation
Área de concentração: Construção
Titulação: Mestre em Engenharia Civil
Banca examinadora:
Ariovaldo Denis Granja [Orientador]
Flávio Augusto Picchi
Cláudio Vicente Mitidieri Filho
Data de defesa: 28-06-2023
Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)
- ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0002-6005-0275
- Currículo Lattes do autor: http://lattes.cnpq.br/1792259750569386

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS E DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES EM EMPRESAS CONSTRUTORAS

Ivan Carlos Alves Barbosa

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja
Presidente e Orientador / FECFAU/UNICAMP

Prof. Dr. Flávio Augusto Picchi
FECFAU/UNICAMP

Prof. Dr. Cláudio Vicente Metidieri Filho
IPT/SP

A Ata do Exame de Dissertação com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 28 de junho de 2023.

“Mentes são como paraquedas. Elas só funcionam quando são abertas”.

(James Dewar)

DEDICATÓRIA

Ao amor da minha vida, Andrea, por mudar completamente a minha vida.

E ao amor de nossas vidas, nossa Sophia.

Vocês com carinho, apoio e incentivos nos bons e maus momentos tornaram possível a concretização desse projeto!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por propiciar amparo por toda minha vida, pela graça de permitir alcançar mais esse sonho, recente, de encarar a volta à universidade após 30 anos de formação.

Agradeço especialmente ao meu orientador Ariovaldo Denis Granja, por quem nutro grande respeito e admiração, por todo o aprendizado e paciência que proporcionaram distinguir as variáveis entre os meios acadêmico e profissional. Reforço os agradecimentos pela dedicação, orientações, conselhos e profissionalismo.

Agradeço com carinho e saudades aos meus pais Bento e Yollanda pela educação e valores recebidos, de onde estão tenho certeza do orgulho de ambos com esse momento. Um obrigado também à minha irmã Ivana pelo carinho e apoio.

Obrigado aos meus gestores Renato Diniz e Emerson Pompeo que me incentivaram e apoiaram a aprimorar meus conhecimentos, permitindo a conciliação da vida profissional e acadêmica. Sem este apoio, esse projeto seria inviável. Agradeço também ao meu primeiro gestor, Antonio Pedreira (*in memorian*) a sempre me desafiar pela busca da excelência.

Muito obrigado aos professores das diversas disciplinas cursadas ainda como aluno especial. Um destaque especial aos professores participantes das bancas: Flávio Augusto Picchi, Patrícia Stella Pucharelli Fontanini e Cláudio Vicente Metidieri Filho pela grande contribuição à essa pesquisa.

Aos amigos do Lagercon pelo apoio e companheirismo ao longo desse ciclo, destacando Marcelle Engle Bridi e Lucas Basaglia Dalpino.

Aos amigos desses anos de aprendizado na vida profissional, especialmente ao Augusto Pedreira, Hylton Olivieri, Flávio Pedreira, Janaína Maldonado, Marcelo Prado, Vinicius Paes, Walter Lopes Junior, Leandro Melo, Maria Angélica Covelo, Sérgio Cécere, Ricardo Arantes e Germano Andrade.

Por fim, agradeço às empresas e profissionais participantes pelo suporte e ricas sugestões no desenvolvimento dessa pesquisa.

RESUMO

O setor da construção civil se apresenta como um grande impulsionador da economia. No Brasil, esse setor caracteriza-se pelo tradicionalismo, sendo fortemente influenciado pelo emprego de métodos construtivos convencionais, os quais em geral, dadas suas características, utilizam mão de obra intensiva, muitas vezes com lacunas de habilidade. Entretanto, nos últimos anos com a forte expansão do mercado da área habitacional, a busca permanente por aumento de competividade, bem como reduções de prazo e custo das obras, levou as empresas a analisarem a viabilidade da adoção de novas tecnologias e sistemas construtivos inovadores. No entanto a implantação destes sistemas enfrenta obstáculos como fatores culturais e falta de conhecimento que possibilite a gestão deste processo de forma efetiva, a fim de se estabelecer na organização. Adicionalmente, a expectativa de implantação destes sistemas quase sempre se correlaciona à obtenção de benefícios no curto prazo, em detrimento de importantes aspectos da gestão integrada relativos à sua implantação, desconsiderando os efeitos e benefícios de longo prazo. Ademais, as empresas ligadas ao setor usualmente carecem de estruturação de seus processos. Dessa forma, essa pesquisa se justifica ao investigar a maneira como os novos sistemas e tecnologias inovadoras necessitam ser implantados pelas construtoras, que se beneficiariam dos resultados no curto, médio e longo prazo. Este trabalho objetiva apresentar um método, com roteiro detalhado, para que empresas construtoras possam fazer a gestão do processo de implantação dos sistemas tecnológicos inovadores, independentemente de seu porte econômico. Assim, como produto principal da pesquisa apresenta-se o Método MITI (Método para Implantação de Tecnologia e Inovação em Empresas Construtoras). Para tanto, adotou-se a Design Science Research como estratégia de pesquisa, visto o seu caráter de prescrição de soluções via construção de artefatos (MITI). Os resultados obtidos demonstram a evolução do método durante a fase de desenvolvimento, bem como sua validação através de estudos de casos e avaliações com profissionais do setor de construção civil. Por fim, são apresentadas a utilidade e os potenciais de aplicação do MITI em empresas construtoras.

Palavras-chave: Processo de Gestão de Inovação; Indústria da Construção, Ferramenta de Inovação, Implantação de Tecnologia, Tecnologia Construtiva.

ABSTRACT

The construction industry is a major economic driver. In Brazil, this sector is characterized by traditionalism, which is strongly influenced by the use of conventional constructive methods, which, in general, given their characteristics, are labor intensive, often with skill gaps. However, in recent years, with the strong expansion of the housing market, the continuous search for increased competitiveness, as well as reductions in time and cost of work, has led companies to analyze the feasibility of adopting new technologies and innovative construction systems. However, the deployment of these systems faces obstacles, such as cultural factors and a lack of knowledge that enables the effective management of this process to establish itself in the organization. Additionally, the expectation of deploying these systems almost always correlates with obtaining short-term benefits at the expense of the important aspects of integrated management related to their deployment, ignoring the long-term effects and benefits. In addition, companies related to the sector usually lack structuring of their processes. Thus, this research is justified by investigating how new systems and innovative technologies need to be deployed by manufacturers, who would benefit from the results in the short, medium, and long term. This study aims to present a method with a detailed roadmap so that construction companies can manage the deployment process of innovative technological systems, regardless of their economic size. Thus, the main product of this research is presented as a Method for the Deployment of Technology and Innovation in Construction Companies (MDTI). For this purpose, Design Science Research was adopted as a research strategy given its characteristic of prescribing solutions through the construction of artifacts. (MDTI). The results demonstrated the evolution of the method during the development phase as well as its validation through case studies and evaluations with professionals in the construction sector. Finally, MDTI's utility and potential applications of MDTI in construction companies were discussed.

Keywords: Innovation Management Process; Construction Industry, Innovation Tool, Technology Deployment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo, processo de Inovação Utterback 32
Figura 2: Modelo do processo de Inovação "Stage Gate", Cooper 32
Figura 3: Modelo do Funil de Inovação de Clark e Wheelwright (1992) 33
Figura 4: Modelo do processo de Inovação Aberta, Jonash e Sommerlatte 34
Figura 5: Modelo Funil de Inovação Aberta, Docherty 35
Figura 6: Modelo Cadeia de valor da Inovação, Hansen e Birkinshaw 36
Figura 7: Processo da Gestão da Inovação, Stefanovitz e Nagano 37
Figura 8: Fatores organizacionais de modelo de Inovação, Barret e Sexton 45
Figura 9: Forças de ação e reação em processo de inovação ao longo do tempo, Barret e Sexton 45
Figura 10: Modelo de Inovação em empresas de construção, Tatum 46
Figura 11: Tipos de Inovação em construtoras, Slaugther 47
Figura 12: Proposições no Modelo de Gestão da Inovação, Pellicer 49
Figura 13: Resumo atividades do projeto de gestão de inovação, Gosch 51
Figura 14: Modelo de Gestão de Inovação em Empresas Construtoras e Incorporadoras, Duarte 53
Figura 15: O Modelo de Curva Logística (S) do Processo de Difusão de Inovação, Koebel 55
Figura 16: Características dos adeptos do Modelo de Difusão de Inovações, Rogers. 55
Figura 17: Modelo de Inovação para pequenas empresas 59
Figura 18: Modelo de Inovação para grandes empresas 60
Figura 19: Fundamentos da metodologia de implantação de TCR, Barros 61
Figura 20: Fases e etapas do processo de implantação de TCR, Barros 62
Figura 21: Fases e fluxos da avaliação de propostas de tecnologias inovadoras, Kangari e Myiatake 63
Figura 22: Os cinco estágios da difusão de inovação, Rogers 64
Figura 23: Etapas de implantação de inovações, Slaughter 65
Figura 24: Processo e fluxo para Concessão do DATec, SiNAT 76
Figura 25: Esquema de condução da *DSR* 85
Figura 26: Delineamento da pesquisa 94
Figura 27: Comparativo sequenciamento padrão (parcial) 102
Figura 28: Planta (pavimento tipo - prédio padrão) 103
Figura 29:Esquemático sistema pré-fabricado 104
Figura 30: Planta Forma - Montagem pré-fabricados Protótipo 105
Figura 31: Detalhes construtivos interface painéis x lajes pré-fabricadas 106
Figura 32: Protótipo finalizado 106
Figura 33: Linha do Tempo – Obtenção DATec 107
Figura 34: Captura, página inicial Diretriz SINAT 002 109
Figura 35: Captura – página inicial do Relatório Técnico de Avaliação (RTA) 110
Figura 36: Captura – página inicial do DATec 111
Figura 37: Sequenciamento de obra com equipamento de movimentação de cargas 112
Figura 38: Plantas pavimento tipo – Arquitetura / Estrutura(forma) 115
Figura 39: Fotomontagem – Forma – Execução Estrutura 115
Figura 40: Esquemático Sistema de Formas (esquerda, forma externa; direita, forma interna) 117
Figura 41: Fluxo e etapas do artefato MITI 119
Figura 42: Proposta parcial - Artefato MITI 120
Figura 43: Estrutura Organizacional parcial – Dir. Infraestrutura, Empresa "C" 125

Figura 44: Captura - Imagens de reuniões virtuais / técnico-comerciais 127
Figura 45: Captura - Imagens reuniões de treinamento 128
Figura 46: Captura de reuniões de treinamento 134
Figura 47: Captura- Pontos de coleta de imagens por pavimento 135
Figura 48: Captura- Sequenciamento de imagens Ambiente “A” 135
Figura 49: Captura- Sequencial de imagens Ambiente “A” 136
Figura 50: Linha do tempo – Faculdade Medicina 138
Figura 51: Implantação – Área Coberta 141
Figura 52: Layouts Ambientes 142
Figura 53: Foto Área da implantação 143
Figura 54: Fotos montagem Light Steel Frame 143
Figura 55: Revisão Etapa “A – Prospecção” - Parte 1 150
Figura 56: Revisão Etapa “A – Prospecção” - Parte 2 151
Figura 57: Revisão Etapa “B – Caracterização” - Parte 1 152
Figura 58: Revisão Etapa “B – Caracterização” - Parte 2 153
Figura 59: Revisão Etapa “C – Viabilidade Técnica” - Parte 1 154
Figura 60: Revisão Etapa “C – Viabilidade Técnica” - Parte 2 155
Figura 61: Revisão das Etapas do Método 157
Figura 62: Inclusão Etapa “E – Implantação Piloto” 158
Figura 63: Revisão Etapa “F - Padronização” 159
Figura 64: Etapas do artefato MITI 160
Figura 65: Proposta Final Artefato 161
Figura 66: Fotomontagem de entrevistas virtuais 173
Figura 67: Fases e etapas do processo de implantação de TCR, Barros 196
Figura 68: Comparativo Sequenciamento Padrão – Alvenaria Estrutural Pré-fabricado 200
Figura 69: Matriz BCG 202
Figura 70: Matriz McKinsey-GE 204
Figura 71: Captura - DATec emitido (p 1/14) 205
Figura 72: Captura - DATec emitido (p 2/14) 206
Figura 73: Captura - DATec emitido (p 3/14) 207
Figura 74: Captura - DATec emitido (p 4/14) 208
Figura 75: Captura - DATec emitido (p 5/14) 209
Figura 76: Captura - DATec emitido (p 6/14) 210
Figura 77: Captura - DATec emitido (p 7/14) 211
Figura 78: Captura - DATec emitido (p 8/14) 212
Figura 79: Captura - DATec emitido (p 9/14) 213
Figura 80: Captura - DATec emitido (p 10/14) 214
Figura 81: Captura - DATec emitido (p 11/14) 215
Figura 82: Captura - DATec emitido (p 12/14) 216
Figura 83: Captura - DATec emitido (p 13/14) 217
Figura 84: Captura - DATec emitido (p 14/14) 218
Figura 85: Reprodução Projeto Formas Externas 220
Figura 86: Reprodução Projeto Formas Internas 221

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo da Gestão de Inovação na indústria 40
Quadro 2: Atividades específicas para implantação por tipo de inovação, Slaughter 48
Quadro 3: Proposições no Modelo de Gestão da Inovação, Pellicer 50
Quadro 4: Detalhamento para inovação na construção, Slaughter 66
Quadro 5: Dados necessários para a reutilização eficaz de inovações, Slaughter 68
Quadro 6: Resumo da Gestão de Inovação e Implantação na Construção 71
Quadro 7: Diretrizes SiNAT 78
Quadro 8: Diretrizes SiNAT por grupo e status DATec's , ... 80
Quadro 9: Tipos de Artefatos 85
Quadro 10: Métodos para avaliação dos artefatos 88
Quadro 11: Etapas, Estratégias e Sugestões para Entrevistas On-Line 90
Quadro 12: Esquema da condução da *DSR* - etapas do processo 91
Quadro 13: Características prédio padrão 99
Quadro 14: Sistemas Construtivos Empresa A 100
Quadro 15: Características prédio Empresa B 114
Quadro 16: Análise de sistemas de formas racionalizados Empresa B 116
Quadro 17: Comparativo - Teórico Sist. Convencional x Realizado Sist. Inovador 118
Quadro 18: Análise Crítica- Implantação Aplicativo de PCP 129
Quadro 19: Etapas do Método MITI no Estudo de Caso III - Foco de Análise – Aplicativo PCP 131
Quadro 20: Etapas do Método MITI no Estudo de Caso III - Foco de Análise – Plataforma Imagens 137
Quadro 21: Etapas do Método MITI no Estudo de Caso III - Foco de Análise - SCI 144
Quadro 22: Perfis dos Entrevistados/Empresas 146
Quadro 23: Atividades da Etapa A - Prospecção 162
Quadro 24: Atividades da Etapa B – Caracterização 163
Quadro 25: Atividades da Etapa C – Viabilidade Técnica 165
Quadro 26: Atividades da Etapa D – Testes / Protótipos 167
Quadro 27: Atividades da Etapa E – Implantação piloto 169
Quadro 28: Atividades da Etapa F - Padronização 171
Quadro 29: Questionário consolidado 175
Quadro 30: Etapas/detalhamentos do processo de implantação de TCR, Barros 197

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Diretrizes SiNAT por grupos x Situação DATec's..... 81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Programação Empreendimentos RS 113
Tabela 2 - Quantidade e tipos de obras – fase de padronização 129
Tabela 3: Área construída por ambiente 140
Tabela 4 - Notas avaliatórias do artefato 174

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTAC	Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
BNH	Banco Nacional da Habitação
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
DATec	Documento de Avaliação Técnica
DS	Design Science
DSR	Design Science Research
DT	Diretriz Técnica
EC	Estudo de Caso
GF	Grupo Focal
HIS	Habitação de Interesse Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituição de Ensino Superior
ITA	Instituição Técnica Autorizada
MCMV	Minha Casa Minha Vida
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MITI	Método para Implantação de Tecnologia e Inovação em Empresas Construtoras
MSL	Mapeamento Sistemático de Literatura
NPD	Desenvolvimento de Novos Produtos
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PA	Pesquisa-Ação
PI	Produto Inovador
RA	Realidade Aumentada
RTA	Relatório Técnico de Avaliação
SC	Sistema Construtivo
SCI	Sistema Construtivo Inovador
SiNAT	Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TCR	Tecnologia Construtiva Racionalizada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO 18
1.1. Contexto, motivações e justificativas da pesquisa 18
1.2. Questões de pesquisa 25
1.3. Objetivos da pesquisa 25
1.4. Delimitações da pesquisa 26
1.5. Resumo do método da pesquisa 26
1.6. Estruturação do Trabalho 27
2. GESTÃO DA INOVAÇÃO 29
2.1. Gestão da Inovação na indústria 29
2.1.1. Modelos de Gestão da Inovação na indústria 31
2.1.2. Resumo da Gestão da Inovação na indústria ao longo do tempo 38
2.2. Gestão de Inovação na Construção Civil 40
2.2.1. Modelos de Gestão da Inovação na construção 46
2.2.2. Gestão da Implantação de Tecnologia na Construção Civil 53
2.2.3. Resumo da Gestão de Inovação e Implantação de tecnologia na construção civil ao longo do tempo 69
2.3. Sistemas Construtivos Inovadores e Documentos de Avaliação Técnica 71
2.3.1. Sistemas Construtivos Inovadores (SCI) 72
2.3.2. Documento de Avaliação Técnica (DATec) 75
3. MÉTODO DE PESQUISA 82
3.1. Estratégia de Pesquisa (Histórico e Contextualização – *DS e DSR)* 82
3.2. Estudos de Casos 96
3.3. Construção do Artefato 97
4. MÉTODO MITI – PROPOSTA PARCIAL 99
4.1. Estudo de Caso I – Empresa A, Detalhamento - SCI/DATec 99
4.2. Estudo de Caso II – Empresa B, Detalhamento - Tecnologia Construtiva 114
4.3. Método MITI – Proposta Parcial Artefato 119
4.4. Descrição das etapas e tarefas 121
4.4.1. Etapa 1 - Prospecção 121
4.4.2. Etapa 2 - Caracterização 121
4.4.3. Etapa 3 - Viabilidade Técnica / Custo 122

4.4.4. Etapa 4 – Testes / Protótipos 122
4.4.5. Etapa 5 - Padronização 123
5. MÉTOD MITI - AVALIAÇÕES DO ARTEFATO 124
5.1. Estudo de Caso III - Empresa C 124
5.2. Estudo de Caso III – Empresa C, Detalhamento - Aplicativo PCP 126
5.3. Estudo de Caso III – Empresa C, Detalhamento – Plataforma de Imagens 131
5.4. Estudo de Caso III – Empresa C, Detalhamento - SCI 137
5.5. Entrevistas Estruturadas 145
5.5.1. Entrevistas - Planejamento e condução 145
5.5.2. Entrevistas - Perfil dos participantes 145
6. MÉTODO MITI - PROPOSTA FINAL 149
6.1. Resultados obtidos 149
6.2. Proposta Final Artefato 160
6.3. Avaliação do Artefato 172
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 178
7.1. Principais Conclusões 178
7.2. Limitações e sugestões de pesquisas futuras 181
GLOSSÁRIO 183
REFERÊNCIAS 186
APÊNDICE A 196
APÊNDICE B 199
APÊNDICE C 201
ANEXO A 205
ANEXO B 219

1. INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

Neste capítulo apresentam-se os motivos que guiaram para definição do tema, problematização, objetivos e questões da pesquisa. Além disso, a estruturação da pesquisa também é apresentada.

1.1. Contexto, motivações e justificativas da pesquisa

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) tem como objetivos principais a representação institucional do setor da construção, bem como promover ações que integrem a cadeia produtiva do setor em âmbito nacional, colaborando para o avanço econômico e social do país. Dentre outras contribuições, organiza desde 1992 um banco de dados do setor da Construção Civil, nos diversos segmentos, com intuito de subsidiar análises e tomada de decisões. Ressalta-se que esses dados são obtidos das bases do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que desde 1990 realiza a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), apresentando as características do segmento, cujas informações são de interesse de entidades públicas ou privadas.

Analisando os dados entre os anos 2000 e 2020, se faz possível verificar a importância do setor construção na economia do Brasil, visto ter sido responsável, na média, por 4,53% do PIB brasileiro, responsabilizando-se na média por 7,49% das pessoas ocupadas, sendo que dentro desse mesmo período, o setor de construção civil habitacional representou na média 41,5% da receita bruta.

A história da construção civil no Brasil desde o descobrimento, passou por construções básicas onde não se exigia conhecimento teórico conduzidas por mestres estrangeiros, “oficiais de engenharia” ligados às forças armadas ou sacerdotes com noções de construção e de arquitetura, sendo um setor sem estímulo à inovação face à mão de obra abundante. Somente após a Proclamação da República em 1889 aparecem as primeiras firmas de construção, ainda que subempreiteiras de empresas europeias. A partir de 1930, há um novo avanço nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, com a criação de institutos de pesquisas tecnológicas (VARGAS, 1994 apud BARROS, 2013).

Mas com o surgimento do Banco Nacional da Habitação (BNH) na segunda metade da década de 1960 buscou-se atender a demanda reprimida por residências, fomentando construção

habitacional em larga escala. Como resposta por parte das construtoras, ocorreu a introdução, à época, de Sistemas Construtivos Inovadores (SCI), bem como sistemas industrializados trazidos de outros países, buscando ganhos de produtividade para atendimento da demanda (BARROS, 2013). Com a extinção do BNH ocorrida em 1986, algumas iniciativas isoladas de aplicação de sistemas construtivos industrializados ocorreram, tal como o Projeto Modelar (Canteiro Experimental de Heliópolis) da Cooperativa Habitacional de São Paulo, COHAB-SP em 1990 (SILVA et al, 2010; MOREIRA, 2017). Até o ano de 2007, a escala de produção do setor de construção civil imobiliário impediu a adoção de inovações tecnológicas (SILVA, 2010).

Somente a partir de 2008, com a expansão do crédito imobiliário ocorreu um crescimento extraordinário de empreendimentos imobiliários, movidos pelo programa governamental Minha Casa Minha Vida (MCMV), com a fixação de meta inicial de financiamento e construção de um milhão de habitações. Face ao sucesso, na sequência a expansão do crédito imobiliário alcançou imóveis residenciais e comerciais independente da classe de renda (BARBOSA; PICCHI; GRANJA, 2018). O mercado de construção habitacional fora instigado ao crescimento, por um lado pela entrada de incorporadoras na Bolsa de Valores a partir de 2006 que alcançaram captação de valores acima de 20 bilhões de dólares via mercado de ações, e por outro lado, face ao grande volume de recursos governamentais destinados ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) Habitação em conjunto com o MCMV. Esse lançamento ocorreu em 2009, sendo que somente nesse ano, conforme balanço da Caixa Econômica Federal (CAIXA), R$ 47,05 bilhões foram destinados ao crédito imobiliário (MOYSÉS; BORGES, 2011). Assim, devido ao crescimento abrupto do crédito imobiliário, somente no período de 2009 a 2011, o financiamento de novas unidades habitacionais chegou 1,9 milhões (FIORAVANTE; FURTADO, 2018).

A produção de edificações no Brasil tem sido impulsionada por um conjunto de transformações, em especial em relação à produção habitacional. A mudança radical de escala e a expansão territorial de atuação das empresas vêm trazendo desafios em toda a cadeia produtiva sob a ótica da produção, gestão de processos e tecnologia. No entanto, apesar do aquecimento, o setor de construção habitacional convivia com empresas com elevada capacidade técnica e organizacional competindo com empresas menores, sem o mesmo nível de responsabilidade civil e técnica, gerando riscos para introdução de inovação tecnológica. Assim, para elevar a produtividade sem comprometer a qualidade, estas empresas foram

forçadas a introduzir sistemas construtivos que buscavam a redução do caráter artesanal da produção (SILVA; 2010).

Ainda em 1981, o extinto BNH contratara o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) para sistematização do conhecimento, tendo sido gerado documento denominado "Critérios para Avaliação de Desempenho de Habitações Térreas". A primeira aplicação destes critérios ocorreu no Conjunto Experimental Jardim São Paulo, no bairro de Guaianazes, cidade de São Paulo, um conjunto habitacional da COHAB-SP no ano de 1982 (MITIDIERI FILHO, 2023). Em meados da década de 1990, o IPT desenvolveu novos estudos reformulando os critérios inicialmente criados referentes à Avaliação de Desempenho de SCI nos quesitos de desempenho estrutural, resistência ao fogo, estanqueidade à água, conforto térmico e acústica e durabilidade os quais foram publicados em 1998 no âmbito do PBQP-H. Foram geradas diretrizes que futuramente foram incorporadas pela CAIXA, órgão que sucedeu o BNH no gerenciamento de investimentos públicos em habitação (MITIDIERI FILHO, 2023; GONÇALVES et al, 2003).

No início da década de 2000, por demanda da CAIXA , instalou-se a Comissão de Estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com a responsabilidade de elaboração da Norma Brasileira para Avaliação de Desempenho, tendo ocorrido a publicação de sua primeira versão em 2008, sendo na sequência sua implementação suspensa, face a solicitação dos diversos setores impactados, a fim de promover revisões, cuja versão final foi efetivamente publicada em 2013 como NBR 15.575 – Edificações – Avaliação de Desempenho (MITIDIERI FILHO, 2023; CASTRO; VON KRUGER; 2013).

Durante o período pré-existência da Norma de Avaliação de Desempenho, o mercado da construção buscava aprimorar aspectos da tecnologia que dominavam, buscando inovações incrementais de ganhos de produção ou redução de custos, furtando-se a adotar novas tecnologias construtivas. Um dos aspectos a dificultar esse processo era proveniente da ausência de critérios definidos para sua aceitação junto aos organismos financiadores.

Em contrapartida, o Governo Federal através do Ministério das Cidades, no contexto do PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) criou o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores (SiNAT) pela Portaria n. 345, de 13 de agosto de 2007, tendo iniciado suas atividades no ano de 2008, tendo como objetivos

principais: estabelecer requisitos, critérios e métodos que possibilitem a avaliar tecnicamente os produtos e processos inovadores, para os quais não há normatização nacional disponível.

Um dos objetivos do SiNAT é a elaboração de diretrizes para a avaliar tecnicamente um determinado grupo de produtos, focando no desempenho de produtos, sendo abordados dentre outros, aspectos como desempenho estrutural, segurança contra incêndio, estanqueidade, segurança no uso e operação, desempenho térmico, acústico e de luminosidade. No entanto ocorrendo a inexistência de uma Diretriz aplicável ao produto, uma Instituição Técnica Avaliadora (ITA) contratada pelo interessado elaborará uma minuta para apreciação do Conselho do SiNAT, criando assim segurança técnica-legal para Incorporadoras e Construtoras avançarem em inovações construtivas (MITIDIERI FILHO,2011; AMANCIO; FABRICIO; MITIDIERI FILHO, 2012; ZANONI; SÁNCHEZ, 2013).

Os esforços para promover a inovação e modernização do setor da construção civil são claros. Comparando com outros setores, a construção civil é classificada como um setor de baixa tecnologia, não destinando valores significativos para pesquisa, desenvolvimento ou inovação (REICHSTEIN; SALTER; GANN, 2005), sendo percebido como um setor constantemente em risco, dadas as reduzidas margens de lucros, alto custo de produção e pouca preocupação com o cliente final, ademais, um setor com lentidão para adoção de novos conhecimentos. A eficácia das ingerências do setor público ainda não se resolveu adequadamente, quer seja pela complexidade do setor, quer seja pela forma de atuação dos Governos (SEADEN; MANSEAU; 2001).

No Brasil, os setores privados, público e a acadêmico, até então com baixa integração nas ações conjuntas, têm buscado a união para desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação com intuito da modernização do setor de construção civil. O primeiro passo foi dado pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), que publicou no ano de 2002 o Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação, com ênfase na construção habitacional. Entre 2007 e 2009, a CBIC promoveu o PIT (Projeto de Inovação Tecnológica), tendo ao término convidado a ANTAC para prosseguir nas pesquisas, aprofundando o projeto “Ciência e Tecnologia para a Inovação na Construção “, com participação de acadêmicos, setores privado e público, que resultou na publicação do documento “Estratégias para a formulação de Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a indústria da Construção Civil “(CARDOSO, 2013).

No entanto, apesar dos esforços para fomentar a inovação no setor, os resultados são escassos, pois é baixo o número de profissionais atuando diretamente em desenvolvimento tecnológico, e estes raramente estão inseridos na estrutura organizacional das construtoras, sendo somente encontrados nas grandes empresas do setor (BERNARDES, 2011). O desconhecimento faz com que a maioria utilize materiais, produtos ou serviços já conhecidos, cabendo às empresas a função de investir, explicar e propagar tecnologias construtivas inovadoras (HANDA; FONTANINI, 2019).

Diversos estudos indicam que falhas na implantação da tecnologia podem levar às manifestações patológicas. Considerando a necessidade de acelerar o desenvolvimento técnico da construção civil no Brasil, ocorreu a pesquisa por inovações e consequente necessidade de inserção de novas tecnologias construtivas. Entretanto, por motivos diversos, destacando-se falhas de projetos e executivas, vem sendo crescente a verificação de manifestações patológicas nas edificações (SANTOS et al; 2014). Não é raro que as tecnologias construtivas encontrem barreiras de implantação. Os fabricantes desenvolvem as inovações, mas falham em repassar informações claras e objetivas aos projetistas, sendo que estes por sua vez, dada uma característica cultural presente na construção civil brasileira, entendem que os detalhes construtivos serão resolvidos no canteiro de obra. Assim, as inovações deixam de contribuir para uma construção mais eficiente, podendo gerar falhas construtivas que levam à redução da vida útil da edificação (VALÉRIO; 2019).

Para a implantação de um SCI, verifica-se a necessidade de estruturação sistemática de todo o processo executivo, posto existir grande dificuldade de implantação onde destacam-se o desconhecimento de métodos construtivos, baixa capacitação da mão-de-obra e principalmente, descumprimento das recomendações dos fabricantes redundando em propagação de manifestações patológicas (HANDA; 2019). Assim, é fundamental que ocorra a união das instituições de ensino, fabricantes, associações da construção e entidades correlacionadas de forma a prover capacitação aos projetistas possibilitando para atuar preventivamente objetivando a mitigação da ocorrência de manifestações patológicas (SILVA; 2012).

A história mostra que períodos de crises, tal como está inserida a construção civil habitacional a partir de 2017, são incentivadores para busca da inovação. Tal como ocorrido nas décadas de 1980 e 1990, empresas construtoras buscam inovar pela implantação de novos sistemas construtivos, materiais, equipamentos, e atualmente, busca-se a utilização de recursos

de tecnologia da informação (DUARTE; PICCHI, 2017). Nesse sentido, vem crescendo rapidamente o número de construtechs[1], sendo que em 2017 contabilizava-se cerca de 250 empresas, número que saltou para cerca de 955 empresas ativas em 2023 (TERRACOTTA VENTURES, 2023). Nesse sentido, cresce também a construção *offsite* em *wood frame* a partir da emissão de diretriz SiNAT específica para o sistema com a empresa Tecverde obtendo homologação via Documento de Avaliação Técnica (DATec) (ESPINDOLA; INO, 2014). Mais recentemente, também em construção *offsite,* se faz presente no mercado a construção modular em estrutura metálica adaptáveis ao projeto arquitetônico, contando com várias empresas trilhando o mesmo caminho da pioneira, a construtech Brasil ao Cubo criada em 2016 (DE FREITAS; RODRIGUES, 2022).

A gestão da inovação tem sido objeto de estudos por diversos pesquisadores desde a década de 1960 e papel central nos meios acadêmicos e empresarial, sendo que sua adoção passa necessariamente pela implantação de modelo que norteie a concepção de métodos organizacionais pelos quais deverá ser conduzida. Ao realizar uma revisão literária, encontraram-se inúmeros modelos propostos predominando a heterogeneidade quanto aos paradigmas teóricos sob os quais foram criados. É fato que todos os modelos focam no processo de gestão da inovação. No entanto, é clara a importância de acentuarem-se as pesquisas focadas nas fases subsequentes de transmissão e aplicação, bem como dos processos interativos dentro da organização (SILVA, BAGNO; SALERNO, 2014).

Contextualizando, a primeira forma de classificação inovação propôs a divisão em quatro grandes grupos, a saber:

a) produto: criação de novos produtos ou serviços, ou aprimoramento de produtos e serviços já existentes;
b) processo: aperfeiçoamento de processos aprimorados, por exemplo, operações, gestão de pessoas etc. a fim de aumentar a eficácia;
c) marketing: aprimoramento produto, preço, distribuição e mercado;
d) gestão organizacional: melhorias no gerenciamento da companhia, por exemplo, reengenharia, *benchmarking* e gestão da qualidade etc. (HIGGINS, 1995; OECD, 1997).

Ao longo do tempo, a OCDE vem sistematicamente revisando e atualizando a forma de gerenciar inovação nas empresas, tendo sido a versão mais recente publicado em 2018 no "*Oslo*

[1] Construtech é uma startup voltada às soluções para o setor de construção, com modelo de negócios reproduzível e de rápido crescimento, trabalhando em ambiente de extrema incerteza (PASSOS; DE MELO, 2021)

Manual 2018 – Guidelines for colletcting, reporting and using data of innovation", classificando inovação como:

> Inovação de produto é um bem ou serviço novo ou melhorado que difere significativamente dos bens ou serviços anteriores da empresa e que foi introduzido no mercado;
>
> Inovação de processos de negócios é um processo de negócio novo ou aperfeiçoado para uma ou mais funções comerciais que difere significativamente dos processos comerciais anteriores da empresa e que foi introduzido pela empresa; (OCDE; 2018).

A inovação de negócios engloba como atividades: (i) produção, (ii) entrega, (iii) processos, (iv) marketing e (v) organizacionais.

Nossa pesquisa tem como foco a inovação tecnológica, encaixando-se tanto em produtos, bem como processos, ambas impactantes para companhias atuantes no mercado da construção civil.

Como primeira tarefa dessa pesquisa, realizou-se um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) objetivando a busca de modelos de gestão para implantação de tecnologia construtiva e inovação em empresas construtoras, verificou-se que nos últimos anos, com a evolução do setor habitacional brasileiro, acrescido à demanda intrínseca de incrementar a competitividade, bem como reduções de prazo e custo das obras, diversas empresas passaram a examinar como viabilizar a adoção de SCI's, mesmo que para tanto seja necessário enfrentarem barreiras de fatores culturais além da falta de conhecimento do gerenciamento deste processo de implantação de forma efetiva. A visão empresarial para adoção de SCI's frequentemente está associada em obter-se ganhos no curto prazo, ignorando os ganhos, intangíveis num primeiro momento, do gerenciamento integral relacionados à sua implantação. Constatou-se na análise dos documentos, esses eram preponderantemente conceituais, ou mesclavam conceitos com técnicas, sem, no entanto, apresentarem um roteiro claro de etapas ou tarefas a serem seguidas para uma efetiva implantação do SCI. Pelo mapeamento, apenas três documentos abordavam pesquisas originárias do Brasil. Dentre esses três, apenas um dos documentos abordava, ainda que não totalmente o tema, pois tratava-se de um estudo de caso particular buscando estruturar um sistema de gerenciamento da inovação para uma empresa específica (BARBOSA; GRANJA; OLIVIERI, 2019).

Assim, baseado no MSL referenciado, pode-se concluir que há uma lacuna de conhecimento quanto à gestão de implantação de tecnologia e inovação em empresas construtoras. Desta forma, tendo como clara a necessidade, aprofundaremos a pesquisa com intuito de contribuir para prescrição de um método de implantação de tecnologia e inovação em empresas construtoras , pois conforme diversos pesquisadores citados nesta seção indicam, falhas na implantação de tecnologia e inovação em empresas construtoras podem gerar dentre outras consequências: (i) desvio de implantação, (ii) aumento de custo, (iii) manifestações patológicas, (iv) ampliação de *time to market*[2], fatores esses que podem no limite, levar ao abandono da utilização de novas tecnologias e inovações.

1.2. Questões de pesquisa

Esta pesquisa buscou resposta para a seguinte questão:

Como proceder para introduzir tecnologia construtiva e inovação em uma construtora?

Partindo da questão principal, definiu-se a seguinte questão intermediária:

> Quais os modelos existentes para gestão de um processo de introdução de tecnologia e inovação?

1.3. Objetivos da pesquisa

O objetivo geral desta pesquisa é: propor um Método para Implantação de Tecnologia e Inovação em empresas construtoras[3] (MITI). O método deverá proporcionar o desdobramento das atividades conceituais em ações necessárias, de forma a tornar efetiva e evolutiva a implantação.

Desta forma, apresenta-se como objetivo específico para a pesquisa:

---

[2] *Time to market* é definido como uma coleção de técnicas utilizáveis com intuito de reduzir o tempo transcorrido entre o nascimento de uma ideia e a apresentação de um produto ou serviço, ou de outra forma, o período que se leva da concepção de um produto até sua disponibilização para venda.

[3] Conforme classificação CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas, Setor F: CONSTRUÇÃO, Divisão: Construção de Edifícios; Obras de Infraestrutura; Serviços Especializados para Construção.

- Identificação de barreiras e oportunidades para efetiva utilização do método em empresas construtoras;

As questões foram refinadas de forma a se desenvolver a revisão de literatura e pesquisa, objetivando gerar um conjunto de premissas que sustentam a proposição do método aplicável às empresas do mercado de construção, independente do porte econômico desta.

Importante ressaltar que a implantação de tecnologia e inovação não se refere tão somente ao uso em um caso particular, mas à metodologia de implantação e consolidação de sua utilização na empresa por processos que permitam sua constante avaliação e evolução.

Para efeito dessa pesquisa, para simplificação esquemática de processos gráficos, podemos substituir "implantação de tecnologia e inovação" pela citação "implantação de produto inovador (PI)", estando englobado em PI: componente, elemento, sistema ou subsistema construtivo (que não esteja contemplado por norma brasileira (ABNT) ou demais entidades autorizadas pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro – em vista das diretivas e métodos estabelecidos pelo citado Conselho conforme Resolução nº 01/92), bem como inovações de processos, tal como softwares para gestão de processos aplicáveis às empresas construtoras.

1.4. Delimitações da pesquisa

Essa pesquisa prescreve um método. As principais delimitações estão associadas à conjuntura nas quais os Estudos de Casos I e II que foram aplicados por empresas do mercado habitacional, e o Estudo de Caso III aplicado na área de engenharia de uma empresa educacional. Desta forma, não foram aplicados em outras empresas da construção civil, tais com obras comerciais, industriais ou construção pesada, não obstante tenha ocorrido avaliação da ferramenta por empresas diversas do setor habitacional, com diferentes níveis de porte e padrão construtivo, bem como projetistas e consultores. Logo, poderá existir limitação quanto à possibilidade de generalizar e aplicar o método e os conceitos discutidos neste trabalho em outros contextos.

1.5. Resumo do método da pesquisa

Dentre as várias abordagens de metodologias aplicáveis às pesquisas, a *Design Science Research* (*DSR*) apresenta-se como método pelo qual se desenvolvem estudos que objetivam projeto, prescrição e construção de artefatos.

Esse método de pesquisa tem como base epistemológica a *Design Science (DS)*, conceituação que tem por objetivo diferenciar-se das ciências tradicionais, visto ter como foco o artificial, ou em outras palavras, o conjunto completo do que originalmente foi concebido ou projetado pelo ser humano. Ressalta-se que a pesquisa fundamentada no conceito da *DS* ocorre tanto no âmbito acadêmico, quanto no contexto corporativo (DRESCH; LACERDA; MIGUEL; 2015, sendo, portanto, o método a ser utilizado considerando o objetivo dessa pesquisa.

1.6. Estruturação do Trabalho

Estruturou-se essa dissertação em sete capítulos. O primeiro capítulo consiste na introdução, onde apresentam-se as motivações, contexto, problematização, justificativas e lacunas no conhecimento que conduziram à definição do tema e respectivas questões de pesquisa, objetivos bem a visão resumida do método de pesquisa.

No capítulo 2 apresenta-se a revisão de literatura, compreendendo-se gestão de inovação tanto na indústria seriada tanto na construção civil, onde apresentam-se conceitos, modelos e ferramentas disponíveis. Também são abordados aspectos técnico-legais da criação do SiNAT, apresenta-se a definição de Sistemas Construtivos Inovadores e como obter-se autorização de utilização destes em obras habitacionais através da obtenção do DATec dentro do âmbito do programa do PBQP-H

No capítulo 3 descreve-se o método de pesquisa, sendo que além da perspectiva metodológica, estratégia geral e forma de condução da pesquisa, apresentam-se a definição das etapas avaliatórias e forma de coleta dos dados.

O capítulo 4 são apresentados os resultados relativos a dois estudos de casos ocorridos em empresas incorporadoras brasileiras, os quais possibilitaram a criação da primeira versão, parcial, do artefato MITI para empresas construtoras.

Apresenta-se no capítulo 5 o terceiro estudo de caso, com foco de análise em três implantações na mesma empresa, que foram utilizados para avaliação da proposta parcial do

método, bem como a metodologia utilizada para realização de entrevistas estruturadas avaliativas do método com profissionais atuantes no mercado da construção civil.

No capítulo 6 evidenciam-se os resultados relativos aos estudos de casos e entrevistas avaliatórias que possibilitaram o desenvolvimento da proposta final do método, bem como os resultados de avaliação do artefato.

Encerra-se com o capítulo 7, com as conclusões da pesquisa e sugestão para trabalhos futuros.

O delineamento do método de pesquisa aplicado para o presente trabalho foi submetido e aprovado pela Plataforma Brasil, pertencente ao Ministério da Saúde, por se tratar de entrevistas com seres humanos, por meio da emissão do Parecer Consubstanciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Unicamp – Campus Campinas, CAAE: 43907121.8.0000.8142, e número do parecer: 4.663.469. Aplicou-se também a LGPD[4] de forma a manter em sigilo nomes e imagens de pessoas físicas e jurídicas participantes dos estudos de casos e entrevistas avaliatórias.

[4] A Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, foi promulgada com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e a livre formação da personalidade de cada indivíduo. A LGPD fala sobre o tratamento de dados pessoais, dispostos em meio físico ou digital, feito por pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, e engloba um amplo conjunto de operações efetuadas em meios manuais ou digitais.

2. GESTÃO DA INOVAÇÃO

Este capítulo apresenta a revisão de literatura relativa à gestão de inovação nas indústrias, produção em série e construção civil, pesquisando conceitos, modelos e ferramentas disponíveis. Aborda-se também aspectos técnicos legais para inovações na construção civil quando da ausência de normativa técnica, bem como resumo dos modelos pesquisados verificando-se possível contribuição de algum dos modelos para a criação do Método MITI. Ressalta-se que essa pesquisa tem como foco a inovação em produtos e processos, ambas impactantes para companhias atuantes no mercado da construção civil.

2.1. Gestão da Inovação na indústria

> *"Uma inovação é um produto ou processo novo ou aprimorado (ou combinação deles) que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores da unidade e que foi disponibilizado a usuários em potencial (produto) ou colocado em uso pela unidade (processo)" (OCDE; 2018).*

A relevância da inovação para o crescimento econômico no longo prazo tem sido salientada por diversos pesquisadores. Dentre esses, Schumpeter considerou a inovação como um impulso fundamental que mantém o capitalismo em movimento. Kuznets apontou que para garantia do crescimento econômico ao longo do tempo, a inovação tem papel central, assim, ignorar a inovação e melhorias nos produtos é ignorar a contribuição mais importante do progresso técnico ao bem-estar humano (NAM; TATUM; 1989).

A inovação é reconhecida como a base do crescimento econômico, devendo portanto ser maximizada (SKOGSTAD; LEIFER, 2010), sendo que a inovação tecnológica é sucessivamente mencionada como estratégia para resgatar companhias e países de suas adversidades econômicas e impulsionar seu crescimento (PLONSKI, 2005). Dentre os fatores fundamentais que impactam de forma positiva o desempenho econômico, bem como a competitividade, destaca-se a inovação, pois na busca constante de melhoria de produtividade, países que a estimulam têm tornado suas respectivas economias mais eficientes (PINSKY et al; 2015). A noção de vantagem competitiva sustentável está cada vez mais entrelaçada com a capacidade das nações e empresas de criar, gerenciar e explorar a inovação com sucesso. Duas vertentes principais podem ser identificadas: a primeira, o entendimento aprimorado do importante papel que as pequenas empresas desempenham nos mercados industriais. A segunda, empresas de vários setores estão experimentando cada vez mais modelos de

organização baseados em projetos para acomodar e explorar mudanças fundamentais na natureza e papéis dos mercados e tecnologias (BARRETT; SEXTON, 2006).

Na década de 1950 supunha-se que inovar em tecnologia industrial era um processo de gestão sequencial, que tendo início com uma descoberta científica, sucediam-se atividades industriais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), engenharia e manufatura, finalizando com a criação de novo produto ou processo, em que a tecnologia empurrava a inovação. Na década de 1960, predominava o modelo linear de inovação, mas na linha de "puxar o mercado" considerava-se que as inovações surgiam da necessidade percebida do cliente, resultando em uma atividade reativa de P&D. No entanto, no início da década de 1970 surgiram os modelos para gestão de inovação de terceira geração, que reconheciam como necessárias combinações de tecnologia e/ou mercado como indutores do processo em que se mantinham a linearidade, porém acrescentavam-se alguns *loops* de retorno entre as fases. Nos anos 1980, a quarta geração de modelos de inovação considerava atividades paralelas, utilizando alianças e parcerias de mercado, tendo sido fortemente influenciadas face às pesquisas dos modelos de gestão de inovação nas principais companhias japonesas. Na década de 1990, a quinta geração passava a entender que a gestão de inovação deveria ser pensada como um processo contínuo, envolvendo cada vez mais redes entre empresas e novas ferramentas eletrônicas (ROTHWELL, 1992; SILVA, BAGNO; SALERNO, 2014).

Como exposto, a partir da década de 1960 aprofundaram-se as pesquisas de implantação e gestão de inovação, tendo a partir de então sido criados e disseminados uma grande diversidade de modelos, construídos essencialmente nas demandas do setor industrial, com ênfase em inovações tecnológicas.

Utilizando-se do processo de revisão de literatura narrativa ou tradicional, processo no qual não há necessidade de utilizar-se critérios explícitos e sistemáticos para busca e análise crítica, bem como não há compromisso em se cobrir todo o universo de fontes de informação, utilizado para se discutir o desenvolvimento ou o estado da arte de um determinado assunto, colaborando na aquisição e atualização do conhecimento em curto espaço de tempo (CORDEIRO et al; 2007, ROTHER; 2007, ERCOLE; MELO; ALCOFORADO, 2014; MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008). Assim, focando nos sistemas de gestão de inovação, foram destacados para análise dezenove modelos que compreendem o período de 1970 a 2007,

sendo que todos tem em comum a origem na indústria. Esses dezenove modelos foram categorizados em quatro grupos de linha de pensamento que se apresentam a seguir:

- A inovação a partir da criação de novos produtos: um processo controlado por estágios e tomada de decisões;
- A inovação partindo da visão ampliada de multiprojeto, utilizando-se da seleção representada gráficamente em funil;
- A gestão da inovação tendo como desafio extrapolar a visão de apenas desenvolver novos produtos;
- A gestão da inovação, responsabilidades e elementos institucionais que se fazem essenciais para sistematizar o processo de inovação contínua; (SILVA, BAGNO; SALERNO, 2014)

Optou-se por apresentar em ordem cronológica os principais modelos que balizaram a gestão de inovação em indústrias.

2.1.1. Modelos de Gestão da Inovação na indústria

Na Figura 1encontra-se representado um dos modelos iniciais de processo de gestão de inovações. Com foco no viés tecnológico, compõe-se de três fases: (i) gerar ideias, onde ocorre a criação conceitual de um projeto novo ou nova proposta técnica; (ii) solucionar problemas, através da criação e desenvolvimento de uma invenção buscando solução partindo-se de uma condição técnica original, (iii) implantar (introduzir na fábrica, engenharia ou no mercado) e difundir (comunicar a utilização de forma a impactar econômico e socialmente) pelo resultado planejado (UTTERBACK, 1969; 1971).

No modelo de Cooper (1993), que passou por diversas evoluções desde 1990, entende-se que o desenvolvimento de novos produtos (NPD) é o cerne para se desenvolver a inovação com viés tecnológico. Apesar de seu modelo gráfico explicitar que o processo de construção do conhecimento é linear, sendo realizado como um produto ou serviço no percurso das etapas, na descrição detalhada do modelo reconhece-se a importância de aspectos particulares de cada organização, tais como: fatores multifuncionais de tarefas para cada fase, contato com o mercado e ainda a hierarquia decisória, conforme representa-se na Figura 2.

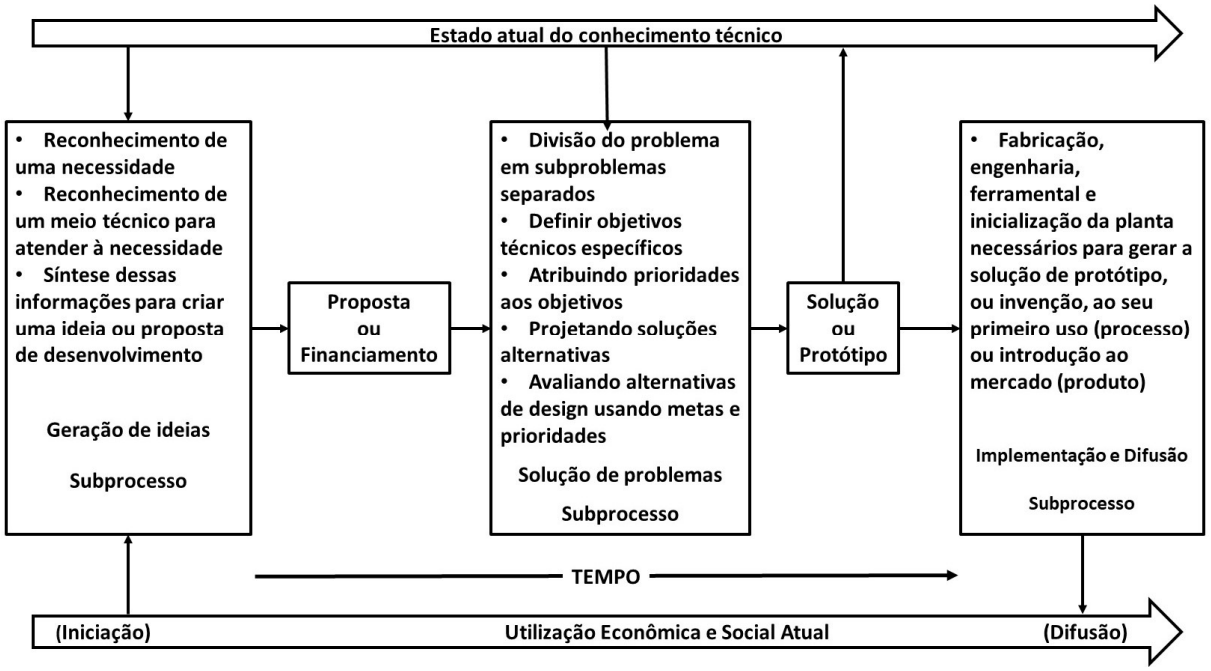


Figura 1: Modelo, processo de Inovação Utterback
Fonte: Autor, adaptado de Utterback (1971)

O NPD é dividido em estágios subsequentes, sendo que a abertura de cada estágio existe um portão de controle com a oportunidade de revisão do processo e portfólio, visto que por decisões gerenciais decide-se continuar, pausar, cancelar ou retomar o estágio (SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014).

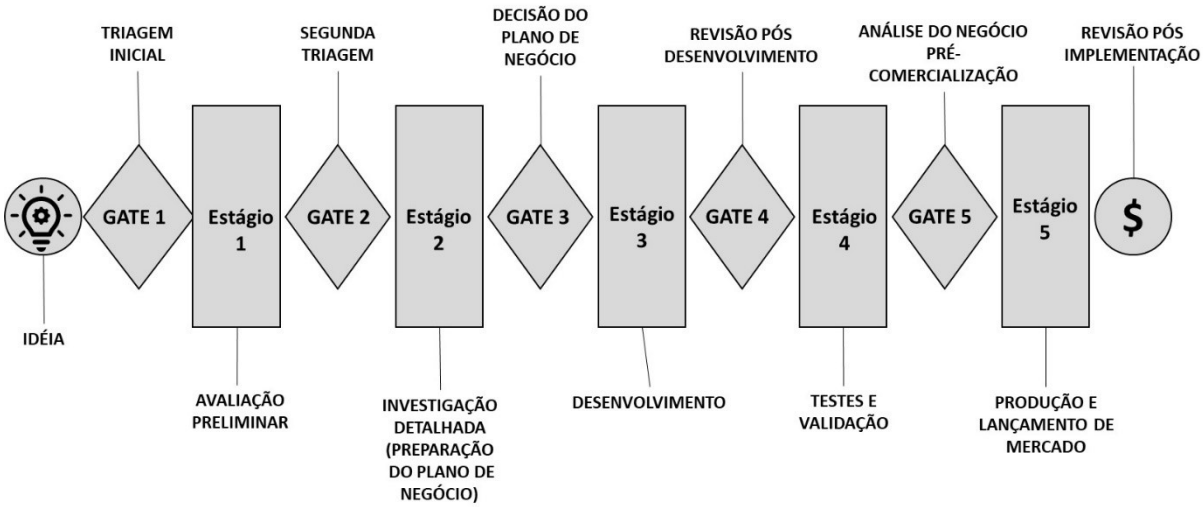


Figura 2: Modelo do processo de Inovação “Stage Gate”, Cooper
Fonte: Autor, adaptado de Cooper (1993)

Seguindo na linha da inovação com a perspectiva multiprojeto, destaca-se o modelo clássico proposto por Clark e Wheelwright (1992) representado graficamente por um funil (Figura 3), onde se demonstra visualmente que no processo de seleção de projetos de P&D, dentre as várias opções estudadas, raros projetos terão espaço na carteira de produtos da

companhia. Ressalta-se que estes modelos se referem aos modelos de quarta geração que possibilitam atividades executadas em paralelo apoiadas em sistemas de cooperação (SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014; ROTHWELL, 1992). Processos bem conduzidos detêm bocas largas e gargalos estreitos, demonstrando-se a abrangência na fase de captação de ideias, com um processo eficiente para identificação das que detêm um maior potencial, as quais obterão recursos seguindo seu desenvolvimento. A forma de funil pretende mostrar de forma simples que ideias poderão ser desconsideradas conforme ocorra convergência, de forma a efetuar a redução contínua das dúvidas, quer seja num projeto, quer seja num conjunto deles. Os sistemas estruturados com *Stage-Gate* apresentam a perspectiva de multiprojeto, no entanto o funil tem maior poder explicativo, embora com operação prática menos tangível (SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014; SALERNO et al, 2015; BAGNO; SALERNO; SILVA, 2017).

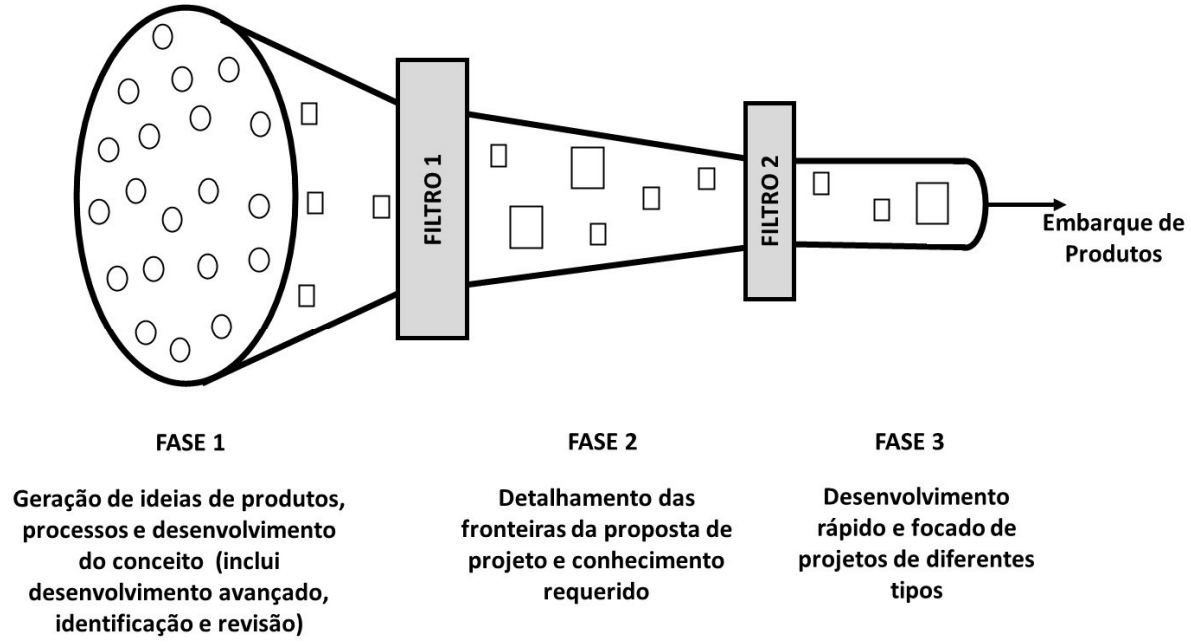


Figura 3: Modelo do Funil de Inovação de Clark e Wheelwright (1992)
Fonte: Autor, adaptado de Bagno; Salerno; DA Silva (2014)

Outros modelos buscam demonstrar principalmente como ocorrem as diferenças entre as funções da organização estabelecidas ao redor do processo de inovação, considerando por quais componentes do ambiente corporativo (cultural, liderança, aprendizado e definição estratégica) o processo ocorre. O modelo de inovação de Jonash e Sommerlatte (2001), representado esquematicamente na Figura 4, sinaliza que a inovação como estratégia da empresa como um todo, não deve ficar restrita à área P&D, visto tratar-se de um modelo de evolução do processo de gestão de inovação na empresa, resultado da aplicação de metodologias de análise crítica (reflexão), alterações (mudança contínua), bem como trilhar a busca contínua do conhecimento

(aprendizado) da inovação. Assim, entende-se que para o desenvolvimento da inovação, deverá haver direcionamento de todos os recursos ligados à estratégia, procedimentos, metodologias de gerenciamento e sobretudo tecnologias. (SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014).

O desenvolvimento de modelos em funil vem no sentido de detalhar um processo de inovação aberta (*open innovation*), onde para ser possível o crescimento interno faz-se necessário considerar os conceitos de investimento externo, inovação e tecnologia, que também implica na cisão e na externalização da propriedade intelectual (DOCHERTY, 2006).

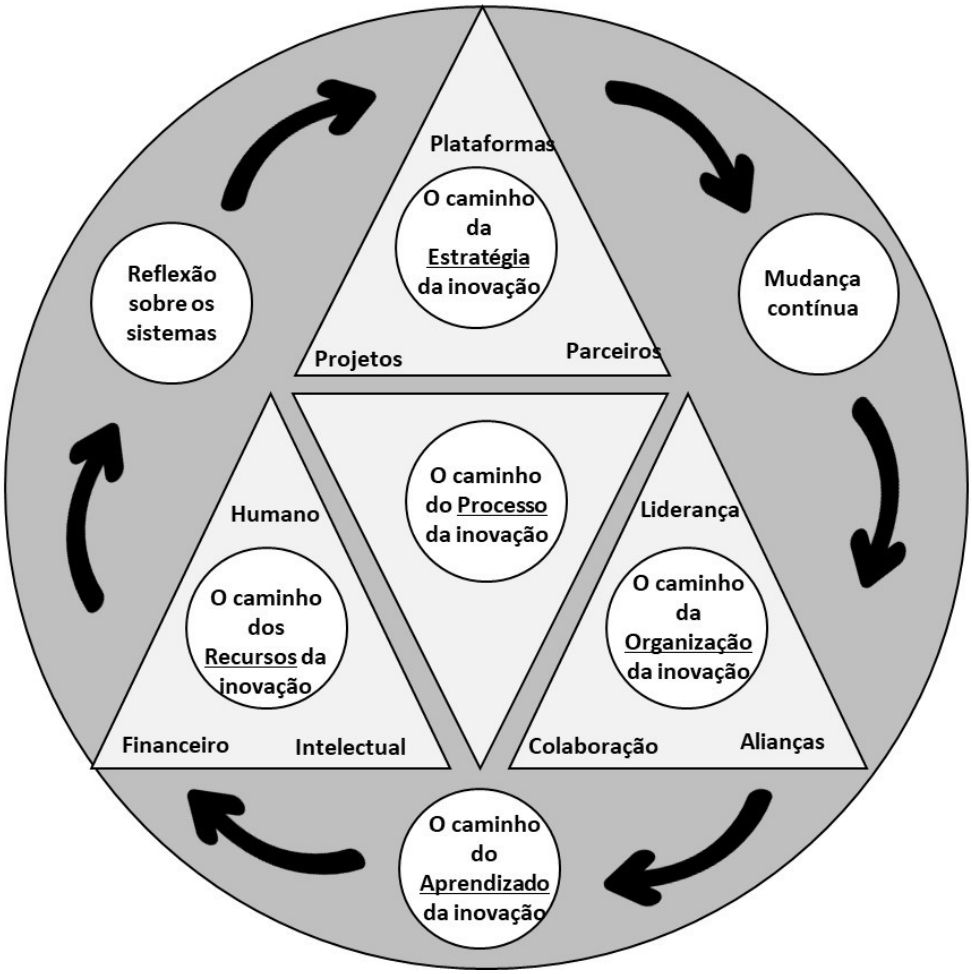


Figura 4: Modelo do processo de Inovação Aberta, Jonash e Sommerlatte

Fonte: Autor, adaptado de Jonash; Sommerlatte (2001)

O modelo gráfico de inovação aberta representado na Figura 5, permite agregar várias opções de entradas e saídas intermediárias, não alterando de forma geral o desenvolvimento de inovações, mas permitindo novas concepções e possibilidades, propiciando uma ampla visão dos processos subjacentes, pois as empresas olham de dentro para fora e de fora para dentro quer seja na etapa inicial – difusa, como nas etapas de desenvolvimento e comercialização,

sendo que desta forma pode-se criar muito mais valor ao longo do processo. Especificamente na fase de comercialização, as empresas podem desenvolver tecnologias já existentes, bem como linhas de produtos ou negócios os quais poderão fornecer fontes imediatas para crescimento da companhia (DOCHERTY, 2006; SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014)

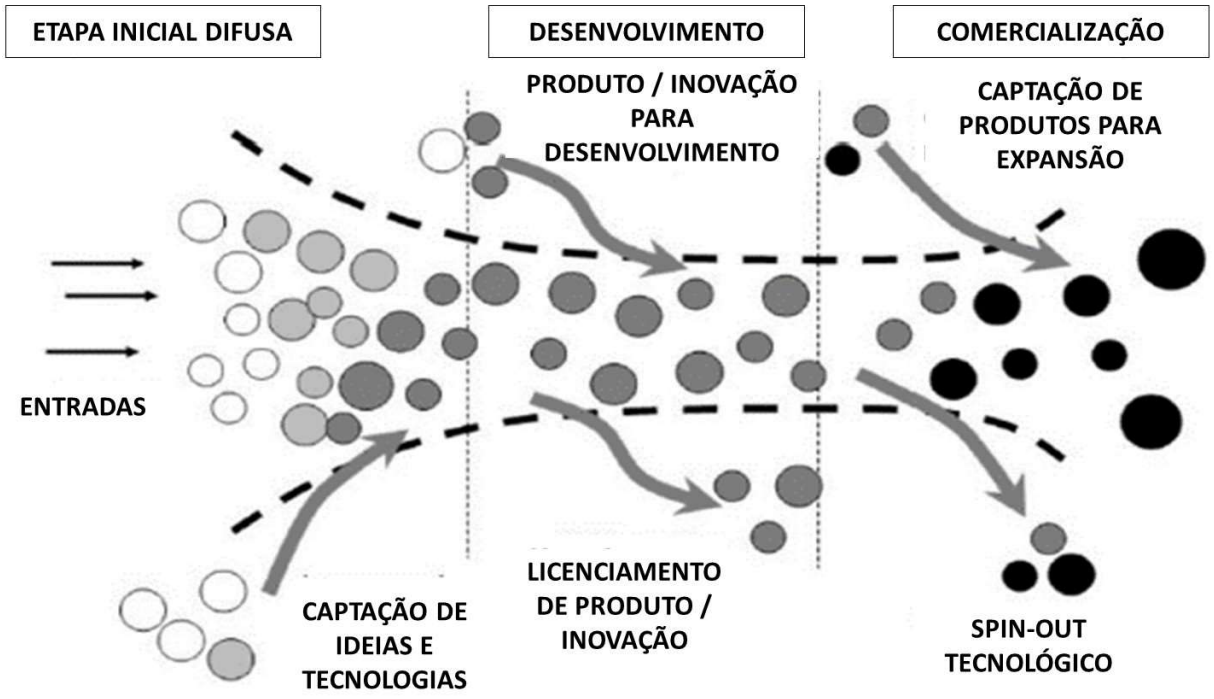


Figura 5: Modelo Funil de Inovação Aberta, Docherty
Fonte: Autor, adaptado de Docherty (2006)

Avançado em outra linha de pesquisa além do desenvolvimento de novos produtos, propõem-se o modelo "cadeia de valor da inovação" onde se possibilita visualizar o processo de inovação como um fluxo divido em três grandes fases, cuja representação encontra-se na Figura 6 (HANSEN; BIRKINSHAW, 2007).

Na primeira fase, correspondente à geração de ideias ocorrendo a partir de três fontes: dentro de uma unidade da empresa, entre unidades da mesma empresa ou fora da empresa utilizando-se de *open innovation*, cessão de tecnologia etc. Já na fase 2, tratamos da fase de conversão ou seleção da ideia para financiar e desenvolvê-las em produtos ou práticas. A terceira e última fase relaciona-se à divulgação ao mercado dos produtos bem como de procedimentos desenvolvidos e/ou das práticas desenvolvidas em todos os níveis organizacionais. Assim, todas as etapas são consideradas como fundamentais, pois cada uma destas torna-se um elo da corrente. Propõe-se que a empresas analisem o quanto vêm empenhado de energia em seus projetos de inovação a partir de um ponto de vista ampliado da cadeia, avaliando os pontos positivos e negativos relativos às próprias competências. Esse

processo deve ser contínuo, buscando-se identificar e incrementar as deficiências apontadas de forma a sempre fortalecer o ponto mais frágil da cadeia (HANSEN; BIRKINSHAW, 2007; SILVA; BAGNO; SALERNO, 2014).

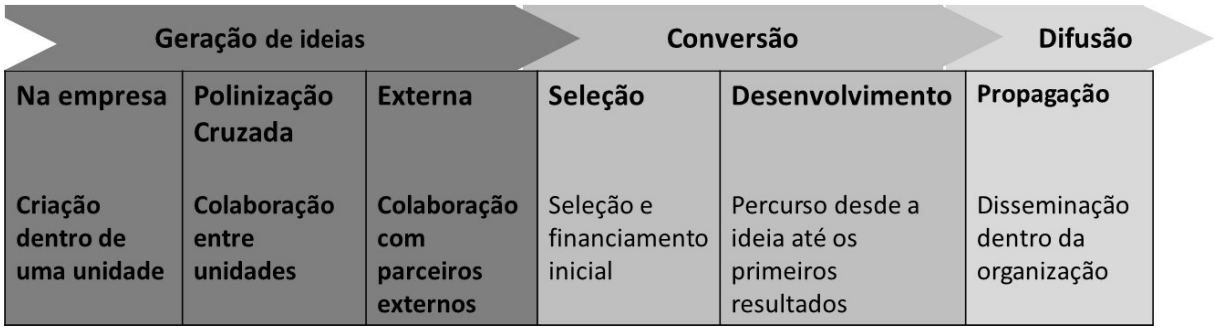


Figura 6: Modelo Cadeia de valor da Inovação, Hansen e Birkinshaw
Fonte: Autor, adaptado de Hansen; Birkinshaw (2007)

Um modelo integrado de gestão de inovação compreendendo 6 fases apresenta-se representado esquematicamente na Figura 7, onde propõem a organização do gerenciamento da inovação baseados em três dimensões fundamentais: processos, recursos e ambiente institucional, já que a inovação deve ser vista como um processo que necessita associar compromissos com os setores que se encontram desafiados, reforçando ainda ser fundamental o mapeamento do relacionamento entre os setores da empresa, bem como desenvolvimento de rotinas que incrementem as atividades inovadoras.

As 6 fases do processo da gestão integrada de inovação são resumidas a seguir:

- Prospecção: A introdução de um (PI) no mercado gerará um novo conceito, com acréscimo de valor ao cliente. É fundamental que ocorra análise crítica das informações que possibilitarão a introdução de um novo produto num cenário competitivo;
- Ideação: fase responsável pela geração de soluções que desfaçam o limite o que existe e o que se deseja. Apesar de ser um momento de criação, também fazem parte de sua composição análisar as informações, interação entre sinalizações e predisposições de diferentes áreas da ciência, unindo as partes que geram e avaliam as ideias;
- Construção da Estratégia: Tem como matéria-prima a informação, pois nessa fase são geradas ideias que serão examinadas, classificadas e comparadas, sendo necessário a existência de um contexto de informações geradas pelo entendimento angariado na fase de prospecção quanto aos fatores mercadológicas e tecnológicas;
- Mobilização de Recursos: Etapa intermediária entre estratégia e implantação, onde se definem os recursos utilizados para execução. Se no caso houver necessidade de desenvolver tecnologia, trata-se de uma decisão de terceirizar (*"outsourcing"*) ou internalizar pela área de P&D;

- Implantação: Ponto central do processo, onde se concentra o consumo majoritário de tempo e custo, tendo como entrada os itens de estratégias, ideias e mobilizaçapo de recursos, e suas saídas são o produto pronto e preparado para ser lançado ao mercado;
- Avaliação: É imprescindível que ocorra monitoramento do desempenho inovativo a fim de ser gerenciado eficazmente, visto que por análise crítica e consequente diagnóstico, seja de avanços ou retrocessos, a companhia poderá aperfeiçoar perenemente seu processo inovador. (STEFANOVITZ; NAGANO, 2013)

	1. Prospeção	2. Ideação	3. Construção da Estratégia	4. Mobilização de recursos	5. Implementação
SUBPROCESSOS	- Monitorar tendências: * tecnológicas * consumo * competidores Construção de cenários	- Gerar, captar e gerir novas idéias	-Construir plano de produtos - Construir mapa guiade tecnologias - Gerir estratégicamente o portfólio de projetos	- Identificar necessidades, buscar e mobilizar recursos - Operacionalizar a gestão da carteira de projetos	- Processo de aperfeiçoamento de tecnologias e produtos
OUTPUTS	Sinalizaçao, direcionamento e tendências e benefícios nos ambientes, bem como conjuntura tecnológica e mercadológica	Dirigir ideia(s), proposta(s) e projeto(s)para os direcionamentos observados	Definir direção tecnológica e mercadológica, cadência de entradas; selecionar projetos a priorizar execução	Alocar recursos, interno ou externo, possibilitando implantação dos projetos priorizados	Introduzir produtos inovadores no mercado
	6. Avaliação				
SUBPROCESSOS	- Avaliar resultados e conhecimento adquirido nos projetos de inovação - Avaliar desempenho e melhoria contínua dos sistema de inovação				
OUTPUTS	- Incorporar liçoes aprendidas durante a fase executiva dos projetos - Diagnósticar e monitorar desempenho dos procedimentos de inovação para sua melhoria contínua				

Figura 7: Processo da Gestão da Inovação, Stefanovitz e Nagano
Fonte: Autor, adaptado de Stefanovitz; Nagano (2013)

Importante ressaltar que de forma geral as inovações tecnológicas, quer sejam em produtos ou processos não são excludentes, podendo até combinar-se. Uma classificação importante para as inovações tecnológicas, presente em diversas pesquisas refere-se ao grau de mudança requerido, podendo ser categorizado por incrementais, radicais ou transformadores. Uma pequena alteração baseada em conhecimento e prática atual é característica da inovação incremental. De outra forma, a inovação radical trata de uma inovação científica ou tecnológica que muitas vezes muda o caráter e a natureza de um setor ou indústria (SLAUGHTER, 1988; STRINGER, 2000; PLONSKI, 2005; SILVA, BAGNO, SALERNO; 2014; STEFANOVITZ, NAGANO; 2013 SPYROPOULOS; 2018).

Embora as inovações incrementais ocorram constantemente, inovações radicais são raras e imprevisíveis em sua aparência e em seus impactos. Para inovações incrementais, os impactos são previsíveis em uma faixa bastante estreita, e as interações com outros componentes e sistemas são desprezíveis (SLAUGHTER, 1998). Algumas opiniões midiáticas levam ao desvirtuamento da importância casual das categorias no mundo real, pois enquanto algumas inovações incrementais são depreciadas, supostas inovações radicais são ostentadas antes de se comprovarem sua eficácia, sendo considerado um equívoco pois dentre outras razões, desconsidera-se o efeito econômico social gerado pelo processo acumulativo de utilização de inovações incrementais (PLONSKI; 2005).

Frise-se que as fontes de inovações incrementais e radicais são diferentes, pois enquanto a primeira surge em organizações que possuem base de conhecimento sólido sobre o que desenvolver, as inovações radicais vêm de fora da indústria, normalmente oriundas de pesquisas científicas ou de engenharia (SLAUGTHER, 1998). Já a ideia de inovação disruptiva (ou inovação de ruptura), não pode ser confundida com o conceito de inovação radical, visto que a inovação disruptiva é capaz de transformar um produto que tradicionalmente era complexo com preço elevado, e por esse motivo uma pequena parcela de clientes teria acesso, em algo tão simples e acessível que uma parcela bem maior da população passa a ter acesso (CHRISTENSEN; 2012). Inovações radicais são criadas a partir de novos estudos, do comércio de ideias ou ainda produtos efetivamente novos, enquanto a inovação disruptiva está indiscutivelmente ligada às combinações de tecnologias e variações de modelos de negócios, sendo que para esse tipo de inovação, a chave para a renovação organizacional pode estar nas necessidades dos clientes, enquanto na inovação radical, pode estar dentro das capacidades da própria empresa estabelecida. Um bom exemplo de inovação disruptiva é o caso da Netflix, substituindo aluguel de vídeos por correspondência em CD/DVD por demanda via internet, graças ao crescimento da capacidade de transmissão de dados (HOPP et al; 2018).

2.1.2. Resumo da Gestão da Inovação na indústria ao longo do tempo

A análise de modelos de gestão da inovação para indústrias cobrindo o período de 1971 a 2013, mostrou a clara evolução destes. De forma geral, é importante citar que todos os pesquisadores apontam a complexidade da gestão de inovação devendo portanto ser interdisciplinar, permeando por toda a corporação para se atingir o objetivo de reconfiguração do negócio.

Na sequência, o

AUTORIA	MODELO	OBJETIVO (Visão)	EVENTO DE INÍCIO	EVENTO FINAL
Utterback (1970)	Processo de inovação tecnológica	Sobrevivência e ampliação da competitividade do negócio	Geração de ideias. Resulta do reconhecimento integrado de uma necessidade e de meios técnicos a ela aderentes.	Difusão: primeiro uso (processos) ou introdução n o mercado (produto)
Clark e Wheelright (1992)	Funil de desenvolvimento	Identificar e desenvolver as melhores oportunidades dentre um universo de possibilidades	Geração de ideias e desenvolvimentos conceituais	Embarque de produtos
Cooper (1993, 1994, 2008)	*Stage-gate*	Satisfazer estratégia de negócio	Geração de ideias ou descoberta, conforme a versão do modelo.	Lançamento Comercial
Jonash e Sommerlate (2001)	Modelo de inovação avançada e de alto desempenho	Desenvolvimento de inovações de forma contínua e sustentável no âmbito da empresa	Geração de ideias (ideação)	Comercialização
Doherty (2006)	Funil de inovação aberta	Agregar valor à organização através de múltiplas formas de se tratar as oportunidades, no negócio atual ou criando novos negócios	Captação da oportunidade. Funil é permeável a *inputs* em quaisquer fases: geração de ideia, desenvolvimentos internos, aquisição de licenças, produtos para *scale up,* etc.	Captação do valor do projeto. Funil é permeável a *outputs* em quaisquer fases: licenciamentos, venda de projetos parcialmente desenvolvidos, *spin-out*, etc.
Hansen e Birkinshaw (2007)	Cadeia de valor da inovação	Maximizar fluxo de inovações ao longo da cadeia, identificar e melhorar elos fracos	Geração de ideias (interna ou de forma colaborativa)	Difusão: disseminação pela corporação e mercado
Stefanovitz e Nagano (2013)	Modelo integrado de gestão da inovação	Mecanismo de integração multifuncional com estruturação de equipes e governança das metas	Prospecção de tendências da situação atual e Geração de Ideias	Avaliação e retroalimentação do modelo integrado para melhoria contínua

Quadro 1 apresenta a compilação e resumo dos modelos:

AUTORIA	MODELO	OBJETIVO (Visão)	EVENTO DE INÍCIO	EVENTO FINAL
Utterback (1970)	Processo de inovação tecnológica	Sobrevivência e ampliação da competitividade do negócio	Geração de ideias. Resulta do reconhecimento integrado de uma necessidade e de meios técnicos a ela aderentes.	Difusão: primeiro uso (processos) ou introdução n o mercado (produto)
Clark e Wheelright (1992)	Funil de desenvolvimento	Identificar e desenvolver as melhores oportunidades dentre um universo de possibilidades	Geração de ideias e desenvolvimentos conceituais	Embarque de produtos
Cooper (1993, 1994, 2008)	*Stage-gate*	Satisfazer estratégia de negócio	Geração de ideias ou descoberta, conforme a versão do modelo.	Lançamento Comercial
Jonash e Sommerlate (2001)	Modelo de inovação avançada e de alto desempenho	Desenvolvimento de inovações de forma contínua e sustentável no âmbito da empresa	Geração de ideias (ideação)	Comercialização
Doherty (2006)	Funil de inovação aberta	Agregar valor à organização através de múltiplas formas de se tratar as oportunidades, no negócio atual ou criando novos negócios	Captação da oportunidade. Funil é permeável a *inputs* em quaisquer fases: geração de ideia, desenvolvimentos internos, aquisição de licenças, produtos para *scale up,* etc.	Captação do valor do projeto. Funil é permeável a *outputs* em quaisquer fases: licenciamentos, venda de projetos parcialmente desenvolvidos, *spin-out*, etc.
Hansen e Birkinshaw (2007)	Cadeia de valor da inovação	Maximizar fluxo de inovações ao longo da cadeia, identificar e melhorar elos fracos	Geração de ideias (interna ou de forma colaborativa)	Difusão: disseminação pela corporação e mercado
Stefanovitz e Nagano (2013)	Modelo integrado de gestão da inovação	Mecanismo de integração multifuncional com estruturação de equipes e governança das metas	Prospecção de tendências da situação atual e Geração de Ideias	Avaliação e retroalimentação do modelo integrado para melhoria contínua

Quadro 1: Resumo da Gestão de Inovação na indústria
Fonte: Autor, adaptado de Silva; Bagno; Salerno (2014)

2.2. Gestão de Inovação na Construção Civil

O processo de implantação de tecnologias e gestão de inovações na construção civil está em discussão desde o início da década de 1960, tendo sido criados e disseminados diversos modelos de processo de inovação desde então. Torna-se necessário diferenciar os conceitos de invenção, inovação e tecnologia construtiva. Assim, invenção é processo no qual uma nova ideia é descoberta ou criada. Já inovação se refere ao primeiro uso de uma tecnologia dentro de uma empresa de construção. A tecnologia construtiva é definida como a combinação de métodos construtivos, recursos, tarefas e influências de projeto que definem a forma de realização de uma determinada operação na construção, ou seja, trata-se do estado da arte em métodos, processos, equipamentos e materiais de construção (TATUM; 1986).

O desenvolvimento econômico de um país está intrinsecamente relacionado à construção civil (CHOU; YANG, 2012), sendo a inovação a base do crescimento econômico e, portanto, deve ser maximizada (SKOGSTAD; LEIFER; 2011). Um dos fatores críticos neste desenvolvimento é a utilização de novas tecnologias em processos construtivos, especialmente nos países considerados em desenvolvimento, possuindo amplo campo a ser explorado, levando-se em conta a inovação como sendo a primeira utilização de uma tecnologia construtiva dentro de uma companhia (TATUM; 1987). As inovações podem formar a espinha dorsal da estratégia competitiva de uma empresa. Um novo design ou tecnologia pode ser o meio pelo qual uma empresa pode atingir os objetivos do cliente ou seus próprios objetivos em um conjunto de projetos para diferentes clientes (SLAUGTHER, 2000).

A noção de vantagem competitiva sustentável está cada vez mais mesclada com a capacidade de nações e companhias de criar, gerenciar e explorar com sucesso a inovação que mais se adequa ao seu portfólio. Desta forma, o entendimento aprimorado é quanto ao importante papel que as pequenas empresas desempenham nos mercados. E empresas de vários setores estão experimentando cada vez mais modelos de organização baseados em projetos para organizar e explorar mudanças fundamentais na natureza e nas regras dos mercados e tecnologias. Uma organização baseada em projetos concentra-se no lado da produção e / ou entrega dos negócios de uma companhia, caracterizando-se pela simultaneidade de uma estrutura organizacional típica e seus departamentos funcionais, contrastando com uma corporação temporária com uma estrutura organizacional baseada nas equipes do projeto, as quais formam um local crescente de inovação e crescimento econômico (BARRETT; SAXTON, 2006).

O setor econômico da construção civil é geralmente voltado à projetos únicos, e em cada um deles uma equipe é criada e ao término desmobilizada. Assim, dada a natureza temporária das equipes do projeto e as relações de curto prazo entre as organizações, torna-se extremamente difícil a migração de inovações de projeto projetos subsequentes, bem como a passagem de uma companhia para outra (BARRETT; SAXTON, 2006; SLAUGHTER, 1998; 2000).

Entretanto, a lentidão na implantação de novas tecnologias tem gerado críticas à indústria da construção (O'CONNOR; YANG, 2004; YANG, 2007). Diversos estudos mostram que os gastos com P&D são extremamente baixos nas empresas de construção em comparação com

outros setores (OECD, 2000; SEADEN; MANSEAU, 2001; SALTER; GANN, 2005; BARBOSA; VILNĪTIS, 2017). Por outro lado, pode-se acreditar que o cenário esteja mudando de forma gradual. As demandas por redução de custos e maior eficiência dos cronogramas de construção tem liderado estas mudanças (O'CONNOR; YANG, 2004), e desta forma não pode se considerar mais como uma escolha, mas sim uma necessidade vital para a sobrevivência das organizações (DUARTE; 2022).

As novas tecnologias implantadas têm alterado drasticamente a qualidade final e os processos construtivos, mas infelizmente, por característica do setor, não existem medições de resultados aceitáveis em quantidade ou qualidade (GOODRUM; HAAS, 2000). Assim, em comparação com outras indústrias, existe a impressão de que a indústria de construção está estagnada. Embora seja um quesito essencial para se alcançar sucesso de longo prazo no mercado, a necessidade de inovação tem sido subestimada no setor da construção civil (TOOLE; CHINOWSKY; HALLOWELL, 2010).

Algumas construtoras adotam tecnologias emergentes tendo como foco a redução de custo e prazo de um determinado projeto. No entanto, como os benefícios da inovação podem ser intangíveis num primeiro momento, esse fato retardou ou impediu a implantação de novas tecnologias. Para o entendimento dos benefícios de sua aplicação, as mudanças tecnológicas necessitam de uma quantificação dos dados acerca da tecnologia aplicada. Estas tecnologias podem auxiliar as empresas e seus gestores na solução de problemas de desempenho e nos aspectos de obras relacionados à qualidade, custos e, principalmente, prazo (YANG, 2007). Aplicar novos sistemas construtivos tecnologicamente desenvolvidos tendem a apresentar ganhos consideráveis na melhoria das condições de sustentabilidade nas obras, tais como: redução no consumo de recursos de mão de obra e de materiais, redução de resíduos e retrabalhos, melhoria de logística e a redução dos prazos de obra. (OLIVIERI et al; 2017).

Para a indústria da construção civil é essencial que exista efetivamente o gerenciamento baseada em projetos (BALLARD, 2000; ISIK et al., 2008). Historicamente os projetos de construção têm como característica envolver muitos profissionais, ciclos longos e interfaces complexas (CHOU; YANG, 2012). Outra característica da indústria da construção é a contratação a preço fixo (empreitada global), que transfere todo o risco para o contratado, que evitará investimentos em inovações tecnológicas visto as incertezas de que reduções de custos de produção compensarão os investimentos, optando o contratado por tecnologias construtivas

já conhecidas com processo de construção controlado baseado na eficiência de curto prazo (ERIKSSON, 2013).

Ainda na fase inicial das pesquisas referentes à gestão de inovação em construção civil, definiu-se tecnologia de construção como “a combinação de métodos de construção, recursos de construção, tarefas de trabalho e influências de projeto que definem a maneira de executar uma operação de construção”, destacando que para a construção civil, a inovação deve ser entendida como a primeira utilização de uma tecnologia dentro daquela construtora, independente do conhecimento e uso recorrente no mercado” (TATUM; 1987). Na mesma linha, define-se a inovação de produto na construção como um novo design, tecnologia, material ou componente que tem valor econômico, funcional ou tecnológico para o contexto em que é adotado (NAM; TATUM; 1989). De outra forma, apresenta-se inovação de construção como "um aperfeiçoamento que não seja corriqueiro em um determinado produto, processo ou sistema onde ocorre efetivamente o uso, sendo novidade para construtoras que estão em desenvolvimento ou utilizando-o (SLAUGHTER; 2000).

No cenário brasileiro, em função do aquecimento do mercado imobiliário habitacional a partir de 2008, estimulado de um lado pelo programa habitacional do Governo Federal MCMV, e de outro lado pelo crédito abundante no mercado financeiro privado, as construtoras e incorporadoras se viram obrigadas a buscar alternativas aos sistemas construtivos convencionais, utilizados desde o início do século XX. (OLIVEIRA; 2013, DE FREITAS; 2011, BARBOSA; PICCHI; GRANJA; 2018)

O setor da construção civil brasileira tem crescimento lento relativo a sistemas construtivos inovadores, utilização de novas tecnologias ou de processos de gestão organizacional, visto que suas atividades são preponderantemente similares ao artesanato com baixa produção e alto desperdício, de tal forma que essa característica passa como uma condição inerente ao setor para pessoas sem conhecimento própria construção civil (SANTIAGO, 2008).

A implantação de inovação tecnológica na construção civil se assemelha à introdução de inovações em outros setores industriais, excetuando-se a questão da forte oposição dos profissionais, receosos em assumir os riscos de mudança no estágio atual. Considerando-se ainda a característica multidisciplinar nos projetos, envolvendo várias empresas prestadoras de serviços, além da dependência de pesquisa de novos materiais e equipamentos, forma-se um

ambiente que reduz a velocidade de modernização do setor comparativamente com outros setores industriais (FRANCKLIN JUNIOR; 2009).

Considerando que a aptidão para inovação se caracteriza como fator preponderante para o bem estar, desenvolvimento e competitividade econômica de um país, no Brasil com um mercado de tradição conservadora, investir em inovação podem gerar benefícios de: (i) produto com desempenho e qualidade superior, (ii) provável reduções de custo, prazo de construção e (iii) sustentabilidade no canteiro de obras, de forma a aumentar o poder competitivo de uma empresa (GOSCH; 2016), devendo considerar-se ainda que a utilização de novas tecnologias aplicadas em sistemas construtivos pode levar à significativa redução, quer seja no consumo de insumos, quer seja nas atividades operacionais nos canteiros de obras, que provavelmente possibilitarão melhorias operacionais nos canteiros (OLIVIERI et al; 2017).

Negócios baseados em projetos únicos ou específicos, como a construção civil geram uma conjuntura diferente para inovação, além da tecnologia das operações presentes na construção diferirem significativamente da indústria manufatureira (TATUM, 1987). O processo de inovação em empresas construtoras é de natureza comportamental, fazendo parte de um processo cíclico de diagnosticar, planejar, agir, avaliar e transformar em lições aprendidas, tendo como início a percepção de oportunidade ou por necessidade do negócio relativamente ao mercado e clientes. Na Figura 8 apresentam-se os agentes e fatores organizacionais para o modelo de inovação. Pequenas empresas baseadas em projetos são passíveis de adotarem estratégias suaves, que podem ter seu rumo alterado com facilidade, contrariamente à grandes empresas que por sua estrutura organizacional mais complexa têm correção de rotas com maiores dificuldades. (BARRET; SEXTON, 2006).

Na Figura 9 estão esquematicamente apresentadas as forças de ação e reação ao longo do tempo dentro de um processo de inovação, quando se busca alçar de patamar do nível atual para o nível desejado de performance. Dentre as forças favoráveis à inovação, destacam-se: apoio da alta administração e alocação de recursos financeiros para aquisições de tecnologias necessárias. Por outro lado, exemplos de forças desfavoráveis são: resistência da equipe à mudança e falta de coordenação para encaminhar as atividades de inovação.

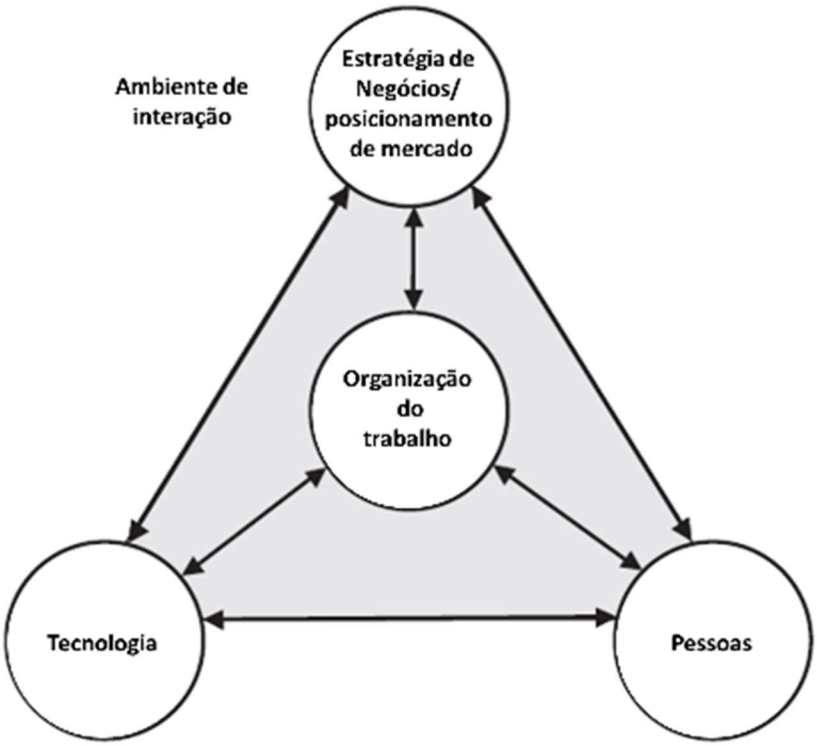


Figura 8: Fatores organizacionais de modelo de Inovação, Barret e Sexton
Fonte: Autor, adaptado de Barret; Sexton (2006)

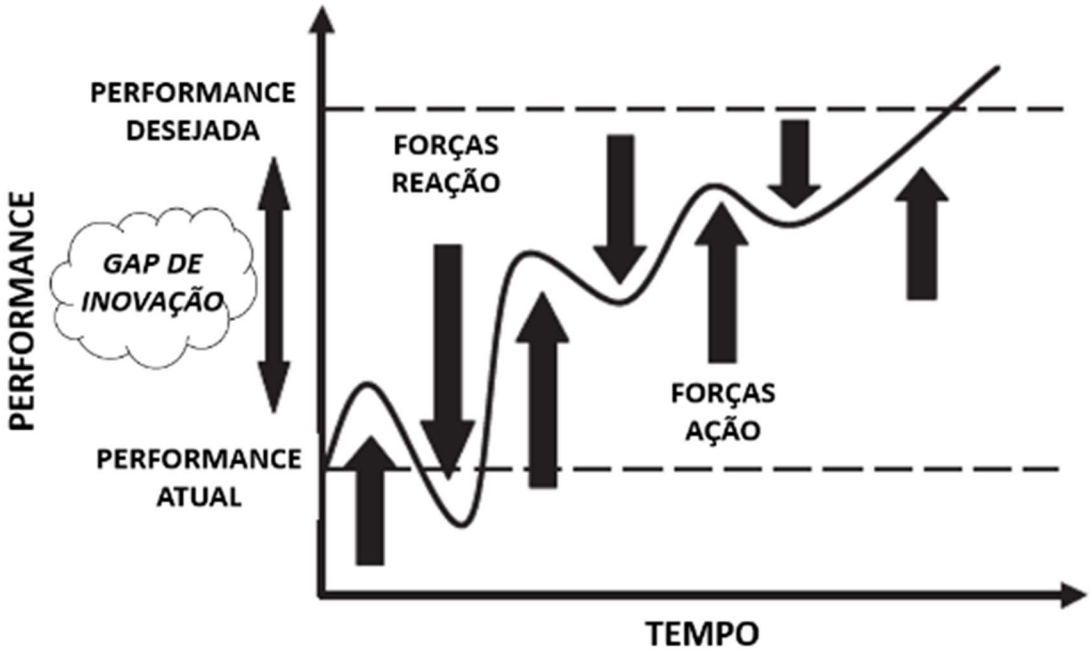


Figura 9: Forças de ação e reação em processo de inovação ao longo do tempo, Barret e Sexton
Fonte: Autor, adaptado de Barret; Sexton (2006)

2.2.1. Modelos de Gestão da Inovação na construção

Um dos primeiros modelos de gestão de inovação para construção civil está representado na Figura 10, onde os principais elementos incluem: (i) reconhecer de forças e oportunidades para a inovação, (ii) criar clima organizacional voltado para inovação, (iii) desenvolver as competências necessárias, (iv) fornecer, investigar, refinar e implantar novas tecnologias de construção. Cada uma dessas etapas é diferente nos negócios de engenharia e construção baseados em projetos, onde a tecnologia de construção é definida como a combinação de métodos, recurso, tarefas de trabalho e influências de projeto que definem a maneira de executar uma operação de construção incluindo também feedback e iteração, sendo a inovação considerada como a primeira utilização de uma tecnologia por uma construtora (TATUM; 1987).

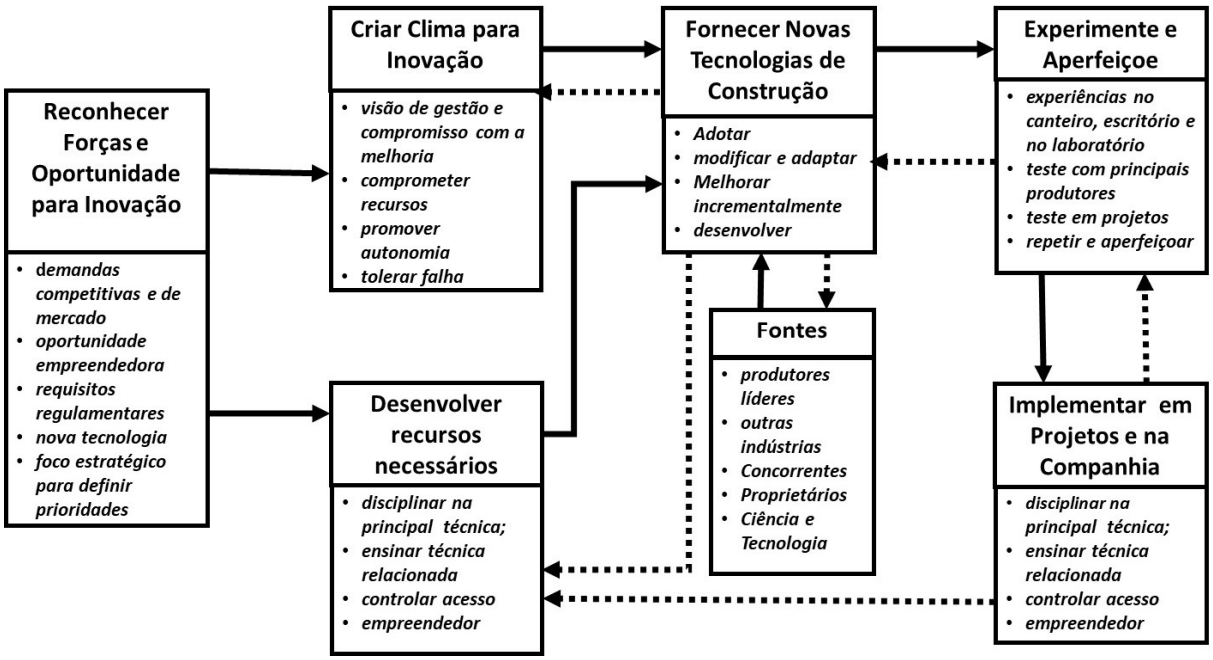


Figura 10: Modelo de Inovação em empresas de construção, Tatum
Fonte: Autor, adaptado de Tatum (1987)

O contexto organizacional das inovações no setor de construção difere significativamente de grande parte das inovações dos setores industriais visto que as inovações no ambiente da construção civil ocorrem dentro de um pacto transitório entre várias empresas autônomas que se unem para a execução de um projeto específico, sendo que ao término do projeto esse pacto é desfeito (SLAUGHTER, 1998; 2000)

Outro aspecto importante que leva à modificação dos modelos de inovação existentes na indústria para aplicação no ambiente da construção civil é o contexto social e político das

construções, pois o bem-estar do público, bem como saúde e segurança são diretamente influenciados, visto que todas as partes que compõem o período executivo um empreendimento (projeto, construção, operação e desativação) são circunscritas por códigos e regulamentos. Desta forma, todo o projeto é conduzido para atendimento de normas e legislações, além de especificações detalhadas estabelecidas por meio de experiência significativa e codificadas na elaboração de regras. Assim, se for necessária a existência de condições específicas ou ambientes controlados para implantação de inovações, sua aplicação poderá ser restringida (SLAUGHTER; 1998).

Para o ambiente da construção civil, uma inovação tem resultados mais confiáveis quando os resultados são obtidos a partir de protótipos em grande escala, pois o efeito "escala" tende a ser significativo, apesar de caros e uma relativa demora. Na Figura 11 apresenta-se o modelo de Slaughter (2000), evolução do modelo de Slaughter (1998), onde indica-se que os princípios que norteiam o modelo são a magnitude da mudança, relacionado ao estado da arte atual da inovação e as conexões da inovação com outros componentes e sistemas, sendo que esses dois princípios podem ser combinados a fim de fornecer informações sobre as estratégias eficazes de implantação e possíveis fontes de inovação.

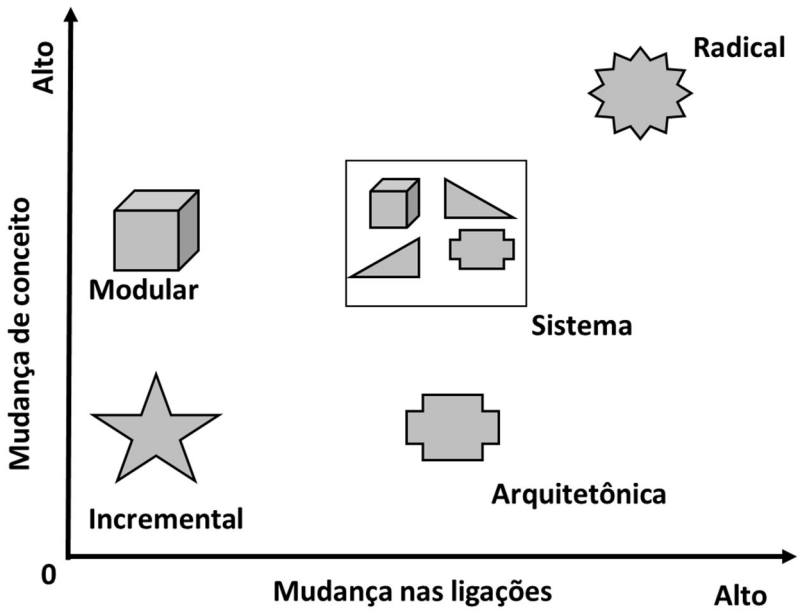


Figura 11: Tipos de Inovação em construtoras, Slaugther
Fonte: Autor, adaptado de Slaughter (2000)

Neste modelo, as categorias de inovação podem ser usadas para estabelecer o grau que a inovação proposta exigirá em termos de habilidades, conhecimentos e atividades especiais para que sejam efetivamente implantadas, conforme detalhamento:

inovação incremental: caracterizando-se por uma pequena mudança na prática atual, baseada no conhecimento e na experiência atuais na corporação, com mínimos impactos e outros componentes ou sistemas, sendo a inovação que ocorre constantemente nas corporações;

inovação arquitetônica: uma pequena melhoria dentro de uma área específica ou num conceito, mas requer uma modificação significativa em outros componentes ou sistemas para funcionar;

inovação modular: uma melhoria significativa (ou mesmo um novo conceito) dentro de uma área específica, mas não gera alterações em outros componentes ou sistemas.

inovação de sistema: grupo de inovações complementares que quando aplicadas fornecem novas características ou funções, podendo avançar significativamente o conhecimento ou prática;

inovação radical: referindo-se à uma inovação científica ou tecnológica que altera a característica e natureza de uma indústria, tornando obsoletas as soluções anteriores, inclusive componentes ou sistemas interdependentes, sendo por essa característica raras e imprevisíveis em seu surgimento e impactos.

As atividades específicas necessárias para os cinco tipos de inovações podem ser apresentadas como um nível crescente de complexidade correspondente ao grau de mudança associado à inovação, conforme Quadro 2.

Atividades / Tipos	Incremental	Modular	Arquitetônica	Sistema	Radical
Momento	qualquer momento	fase de projeto ou seleção	fase de projeto até implementação	fase de concepção de projeto	fase de viabilidade
Coordenação com time de projetos	não	não	partes afetadas	toda equipe de projetos	alta direção / gestão de todas as organizações envolvidas
Recursos especiais	não	para mudança de conceito	para mudança complementar	integração de conjunto de inovações	para avanço do processo
Nível de supervisão organizacional	local da melhoria	nível de projeto	nível do sistema afetado	alta direção/gestão de engenharia	alta direção/gestão
Tipo de Supervisão	notificação	notificação revisão	notificação, acordo, revisão	escopo de projeto, acordo, revisão	projetos, objetivos e escopo
Competência da Supervisão	processo ou produto específico	competência técnica	competência do sistema	Competência técnica e de sistema	competência técnica especializada

Quadro 2: Atividades específicas para implantação por tipo de inovação, Slaughter
Fonte: Autor, adaptado de Slaughter (1998)

Buscando padronizar o processo de inovação em empresas de construção com vistas à melhoria organizacional, e considerando que um projeto de inovação deve envolver no mínimo quatro objetivos: (i) melhorar a competitividade da empresa, (ii) aumentar a capacidade técnica para resolução de problemas organizacionais, (iii) oferecer incentivos para o aprendizado dos funcionários e (iv) possibilitar transferência das soluções obtidas para projetos futuros, apresenta-se na Figura 12 um modelo integrado de inovação para empresas construtoras, tendo sido elaborado na condução de um Estudo de Caso (EC) em construtoras espanholas, partindo de um modelo existente proposto por Correa, Yepes e Pellicer (2007). Frise-se que para a

exploração sistemática dos benefícios de implantação de inovação torna-se necessária a indicação de um líder responsável pela condução do processo, proteção dos dados e divulgação dos resultados (PELLICER et al; 2012). No Quadro 3 encontram-se detalhadas as proposições do modelo de gestão integrada de inovação.

Figura 12: Proposições no Modelo de Gestão da Inovação, Pellicer
Fonte: Autor, adaptado de Pellicer et al (2012)

As proposições do modelo encontram-se detalhadas no Quadro 3:

Código	Proposição
P1	A inovação vem de problemas técnicos que surgem na execução do projeto no canteiro de obras
P2	Empresas de construção inovam para atender aos requisitos do cliente
P3	A alta administração impulsiona projetos de inovação para melhorar a competitividade da empresa
P4	Ao adotar um sistema de gestão da inovação, a inovação deve seguir uma estratégia pré-definida
P5	Ao implementar um sistema de gestão da inovação, a empresa responde à necessidade de gerar diferenciação positiva que é valorizada pelos clientes
P6	As construtoras geralmente inovam em processos, inicialmente nas obras e na sequência nos negócios como um todo
P7	A implementação de um sistema de gestão da inovação aprimora a gestão do conhecimento, integrando informações entre as partes interessadas
P8	As construtoras que adotam um sistema de gestão da inovação compreendem melhor seu ambiente, como o monitoramento da tecnologia agregando parceiros ou instituições
P9	O controle dos processos internos (principalmente produção e gerenciamento) constitui uma fonte básica para gerar idéias inovadoras
P10	A existência de um sistema de qualidade certificado pela norma ISO 9001 facilita a implementação de um sistema de gestão da inovação
P11	A existência de um sistema de gestão da inovação estimula a subcontratação de empresas especializadas, especialistas ou universidades, agregando valor ao processo de inovação
P12	O envolvimento ativo do gerente de obra site no processo de inovação tem um impacto significativo nos resultados da inovação
P13	A inovação na construção requer a participação de equipes multidisciplinares
P14	A adoção de um sistema de gerenciamento da inovação melhora as capacidades tecnológicas da empresa
P15	A adoção de um sistema de gestão da inovação melhora a competitividade e imagem da empresa
P16	A certificação de um projeto de inovação melhora os resultados de empreendimentos
P17	A inovação na construção é enfraquecida ou adiada quando a alta gerência não a considera uma estratégia competitiva
P18	A priorização dos processos de produção é uma barreira para a identificação de oportunidades de inovação

Quadro 3: Proposições no Modelo de Gestão da Inovação, Pellicer
Fonte: Autor, adaptado de Pellicer et al (2012)

Com a aplicação do EC, obteve-se como resultado direto a resolução de problemas no canteiro de obras através da padronização do sistema de gerenciamento da inovação, bem como a melhoria organizacional da empresa com aumento das capacidades técnicas, o conhecimento,

os lucros dos negócios e a satisfação do cliente, e ainda, os gerentes passaram a ter a percepção que a inovação deixa de ser um ato espontâneo para resolução de problemas específicos (PELLICER et al; 2012).

Em outro EC, estruturou-se o processo de gestão da inovação para o caso particular de uma incorporadora/construtora sediada na cidade de São Paulo. Após revisão de literatura e pesquisas através de entrevistas estruturadas com seis grandes incorporadoras/construtoras da área de edificações da cidade de São Paulo, foram constatadas as práticas correntes e através destas, definiu-se um processo de gestão da inovação específico para essa construtora, sendo constituído de 7 fases: "*(i)* geração de ideias, *(ii)* seleção de ideias, *(iii)* proposta de inovação, *(iv)* prototipagem, (v) planejamento do projeto de inovação, *(vi)* desenvolvimento em escala piloto, *(vii)* disseminação na empresa", desdobrada em 19 atividades, cujo resumo esquemático representa-se na Figura 13 (GOSCH; 2016).

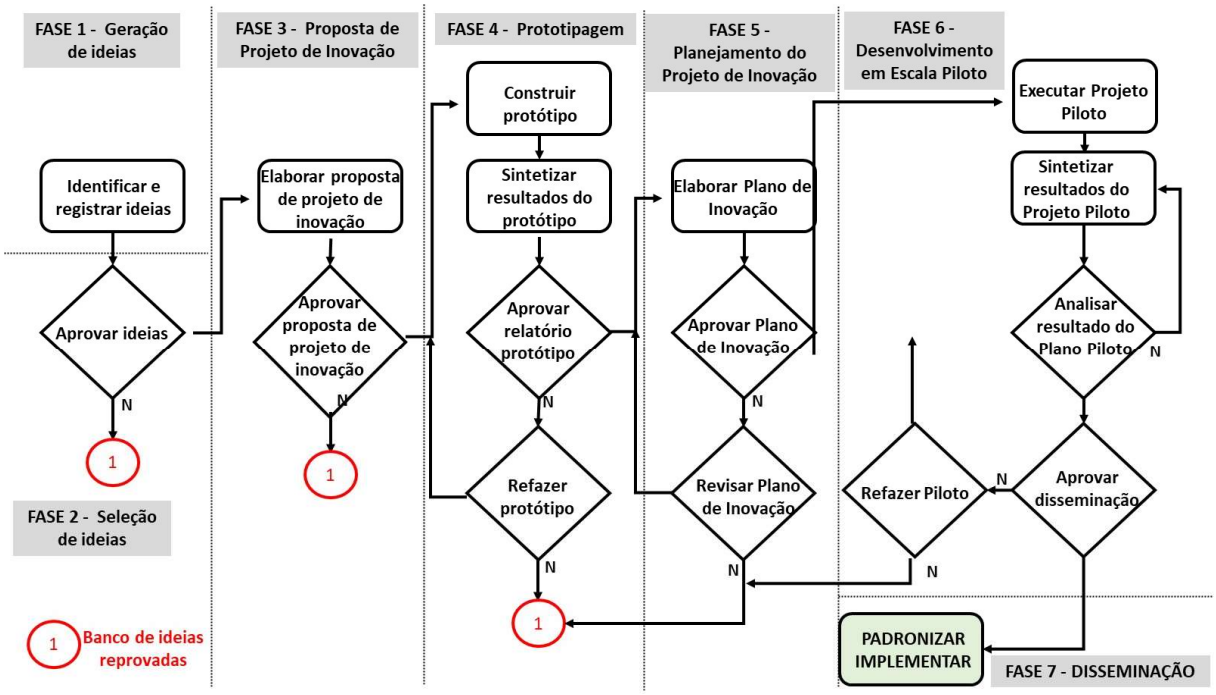


Figura 13: Resumo atividades do projeto de gestão de inovação, Gosch
Fonte: Autor, adaptado de Gosch (2016)

Considerando a baixa difusão da gestão da inovação em empresas construtoras, estruturou-se um modelo onde empresas que compreendendo a importância de inovar, mas com pouco conhecimento de conceitos ligados à essa temática foram as premissas básicas para criação de um modelo de gestão de inovação no qual são priorizados elementos nos quais são consideradas as particularidades de empresas construtoras e incorporadoras de forma a torna-lo acessível às companhias do setor, levando em consideração inovações em produtos,

processos, marketing, organizacional e modelo de negócio (DUARTE; 2022) estando representado graficamente na Figura 14, com 4 etapas. O método completo tem ainda estabelecidas 13 diretrizes e 37 procedimentos. Na sequência resumem-se as 4 etapas:

- Estratégia de Inovação: deve ser clara, refletindo seus objetivos estratégicos, ambiente de negócios e capacidades internas, orientando as decisões de alocação de recursos de forma a ser compreendida pelos envolvidos, devendo ainda ser desdobrada em planos da organização para adoção ou desenvolvimento de inovações;
- Organização e Cultura: as empresas construtoras e incorporadoras inserem-se num mercado instável e de alta complexidade, pois são diretamente influenciadas pelas regras de financiamento e taxas de juros, sendo portanto necessário que as mudanças organizacionais com foco em inovação devem ocorrer de forma gradual e planejada. Deve-se levar em consideração a criação de estrutura organizacional flexível, fomentar a comunicação veloz no sentido horizontal hierárquico a fim de gerar ambiente favorável para exposição de ideias;
- Liderança e Pessoas: necessária a participação ativa dos líderes, patrocinando as mudanças e o comprometimento com o processo de inovação, visto a necessidade de vencer o usual conservadorismo dos participantes. Sugere-se que a companhia estabeleça um programa de capacitação dos líderes que serão os multiplicadores do processo;
- Processos: os processos devem ser estruturados dentro de uma sequência lógica, sendo no entanto importante ressaltar que poderão ocorrer variações dadas as características específicas de cada processo de inovação. Além disso, frise-se a diferença entre o processo de desenvolvimento de uma inovação e o processo de adoção de uma inovação.

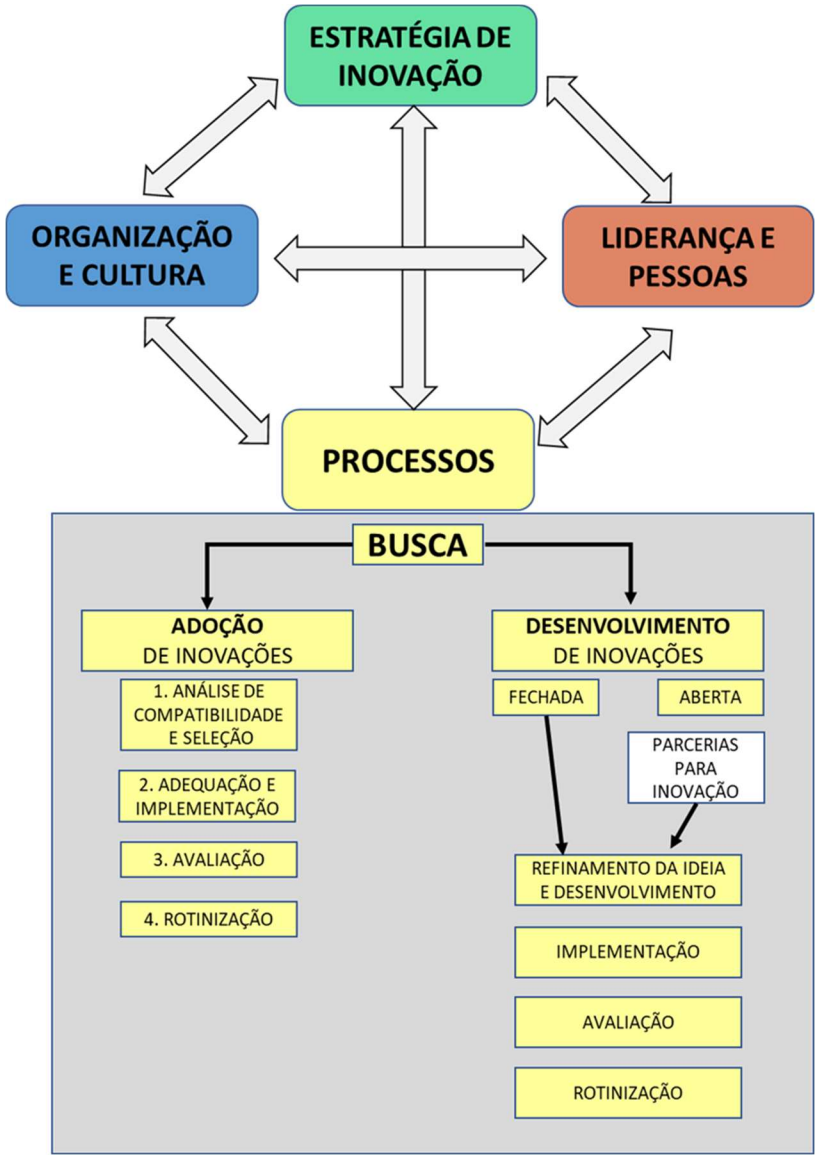


Figura 14: Modelo de Gestão de Inovação em Empresas Construtoras e Incorporadoras, Duarte
Fonte: Autor, adaptado de Duarte (2022)

2.2.2. Gestão da Implantação de Tecnologia na Construção Civil

A partir da revisão de literatura de modelos de gestão da implantação de tecnologia na construção, verificou-se o uso de diferentes terminologias: adoção (HANSEN; TATUM, 1989), difusão (ROGERS; 1983, NAM; TATUM, 1997) e implementação (KANGARI; MIYATAKE, 1997SLAUGHTER; 2000, MILLER; RADCLIFFE, ISOKANGAS; 2009, STEFANOVITZ; NAGANO, 2013).

O termo difusão é utilizado para a ação de disseminar, comunicando uma inovação por todo o sistema social (interno e externo à organização). Já o termo adoção trata da aceitação e tomada de ação para implantar uma ideia, produto ou serviço já em uso em outras companhias,

ligado à um processo comportamental que leva à adoção ou rejeição de uma inovação (KOEBEL et al; 2003). Em nossa pesquisa para criação de um artefato que visa implantar tecnologia e inovação em empresas construtoras, por tratar-se da ação de implantar, estimular, fomentar, consideramos que as terminologias adoção, difusão (interna) e implementação são ações contempladas no método, visto que são ações presentes no artefato, pois o método se presta a: (i) implantar tecnologias e inovações, originais ou já em uso no mercado e (ii) para o ato de implantar se faz necessário difundir internamente dentro da companhia tanto para os colaboradores diretos quanto para os colaboradores terceiros.

A propagação de uma inovação em função do tempo representa-se conforme apresentado na Figura 15, destacando-se que a origem do modelo remete à aplicação do modelo epidêmico, há muito usado para descrever a propagação de doenças contagiosas. Analogamente, em sendo conhecido tanto a existência quanto a lucratividades como função crescente da utilização de uma tecnologia, espera-se que o uso desta se espalhe ampla e velozmente[5], ou seja, a probabilidade de um não usuário adotá-la a qualquer momento será uma função crescente do percentual da população que já adotou, ressaltando no entanto, tratar-se apenas de um modelo, visto que nenhuma curva isolada pode descrever satisfatoriamente a difusão de todas as inovações em função da heterogeneidade das condições, seja por tamanho, concentração do mercado e integração, levando à distintos processos de difusão (KOEBEL et al; 2003).

De outra forma, o caráter inovador dos adotantes de uma determinada inovação em função do tempo varia como uma distribuição de probabilidade, mostrando que os tipos de inovadores têm perfis individuais distintos (Figura 16).

Analisando-se as curvas das Figuras 15 e 16, pode-se afirmar que o ponto de inflexão em ambas representa o mesmo fenômeno. Assim, a maioria tardia e os retardatários do modelo de Roger identificam-se como se comportando no “efeito de adesão” do modelo de curva “S” de logística, enquanto os inovadores, adeptos precoces e maioria precoce do modelo de Rogers representam um comportamento verdadeiramente inovador (KOEBEL et al, 2003).

[5] Traduzindo o termo original integralmente, a frase seria “então o uso dessa tecnologia pode ser esperado para se espalhar como uma doença”.

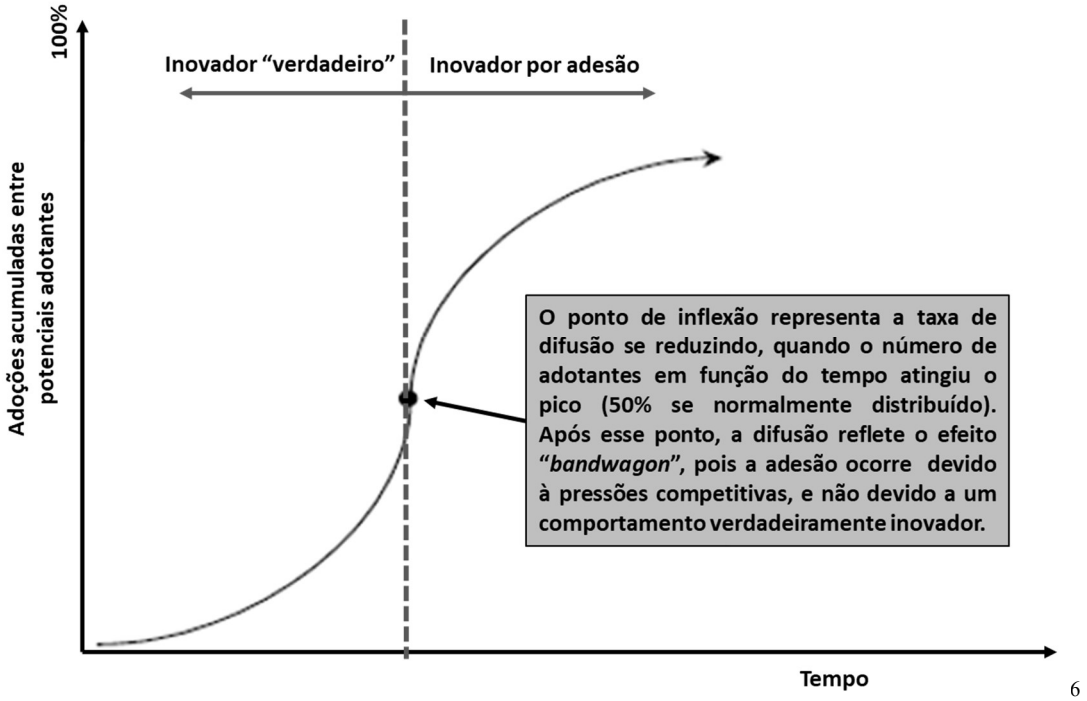


Figura 15: O Modelo de Curva Logística (S) do Processo de Difusão de Inovação, Koebel
Fonte: Autor, adaptado de Koebel et al (2003)

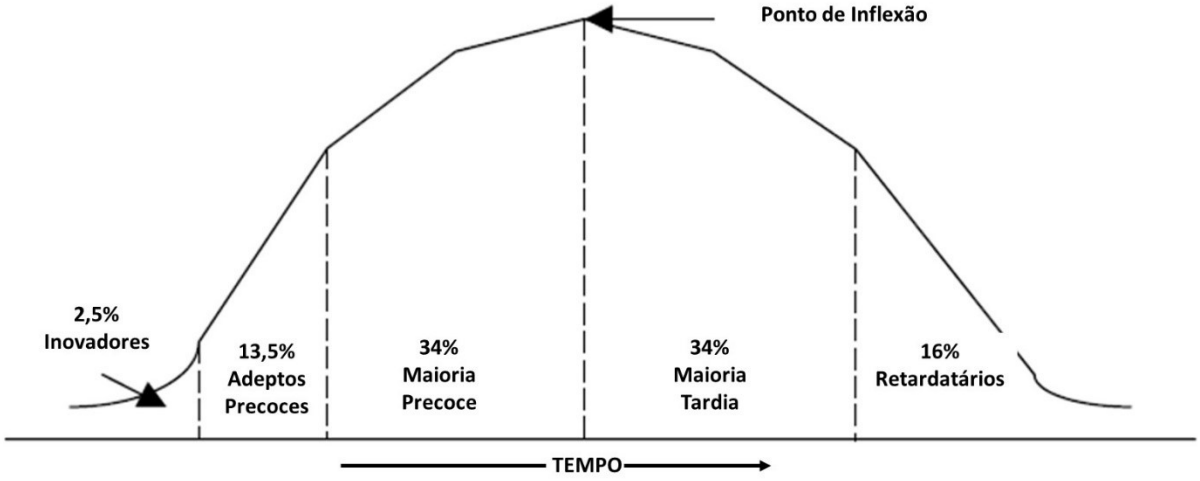


Figura 16: Características dos adeptos do Modelo de Difusão de Inovações, Rogers.
Fonte: Autor, adaptado de Rogers (1983); Koebel et al (2003)

A decisão da difusão da inovação em uma empresa não é um ato instantâneo, ao contrário, trata-se da aplicação de um processo ao longo do tempo, consistindo numa gama de atividades (ROGERS, 1983). A natureza da construção civil envolve complexidade adicional para empresas que implantam inovações tecnológicas, tratando-se de uma atividade baseada em

[6] Efeito "*bandwagon"*, também referenciado como "efeito de adesão" ou "efeito de contágio" é um viés cognitivo que faz pessoas ou grupos de pessoas seguirem uma tendência de comportamento simplesmente porque muitas outras pessoas estão seguindo, sem pensar ou raciocinar sobre a lógica por trás dessas ações. O termo surgiu na vida política dos Estados Unidos da América no final do século 19, relacionando-se ao vagão que num desfile carrega uma banda, atraindo multidões marchando atrás dele para apreciar a música (SCHMITT-BECK; 2015).

projeto envolvendo várias partes existentes como organizações separadas, cada qual com seus próprios interesses e expectativas. Dada uma certa tecnologia a ser adotada por uma empresa construtora, esta deve ser implantada nos diversos locais do projeto onde as ações de gerenciamento e usuários determinem a eficácia da implantação (MILLER; RADCLIFFE; ISOKANGAS, 2009).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)[7] define inovação tecnológica como:

> *"As inovações de produto e processo tecnológico (TPP) incluem novos produtos e processos tecnológicos implementados e melhorias tecnológicas significativas em produtos e processos. Uma inovação TPP foi implementada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou utilizada dentro de um processo de produção (inovação de processo). As inovações do TPP envolvem uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. A empresa inovadora TPP é aquela que implementou produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados durante o período considerado." (OCDE/Eurostat, 1997, §130).*

A implantação, não o desenvolvimento, de tecnologia pode trazer grande benefício em termos competitivos para a construção civil (HANSEN; TATUM; 1989). Grandes empresas de construção consideram o desenvolvimento inovador da tecnologia de construção como um fator chave para o sucesso no competitivo setor de construção (KANGARI; MIYATAKE, 1997). Todo processo de construção civil é uma solução inovadora para as necessidades de um cliente, transparecendo, no entanto, que o setor é resistente às inovações, visto que as inovações não são maciçamente difundidas, pois os processos geralmente não são efetivamente documentados (VESHOSKY; 1998).

O ponto crítico entre a decisão de adotar uma inovação e seu uso rotineiro é o processo de implantação de uma tecnologia, devendo-se buscar membros da organização comprometidos e direcionados para a utilização apropriada, sendo a implantação um estágio definido do ciclo de vida na difusão de uma inovação (ROGERS; 1983). Os responsáveis por uma implantação são chamados de agentes de mudança ou líderes de tecnologia, também chamados de campeões ("*champion*") existindo em cada nível de tomada de decisão do processo de difusão, devendo

[7] Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), trata-se de organização internacional estabelecida em 1961, sediada na cidade de Paris (França), formada por 38 países e 5 parceiros estratégicos (incluso Brasil), cujo objetivo é fomentar a criação de "políticas melhores para vidas melhores", bem como identificar e estabelecer políticas e procedimentos visando promover oportunidade, prosperidade, igualdade e bem-estar. Disponível em https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/ocde/sobre-a-ocde-1/sobre-a-ocde, acesso 20/02/2023

todos trabalharem juntos formando uma cadeia para garantir a difusão bem-sucedida, devendo possuir habilidades e conhecimentos a serem repassados aos usuários secundários nos locais do projeto. Ao longo do processo existirão três tipos de líderes com ações em conjunto, podendo até ocorrer que as três características estarem presentes em um único líder (NAM; TATUM, 1997):

- Líder técnico, que a partir do conceito inicial desenvolve-o até o ponto de obter um processo ou produto viável;
- Líder de negócio, que viabiliza a estrutura do negócio para aplicação de uma ideia técnica;
- Líder executivo, que sustenta a ideia junto à alta administração;

Os patrocinadores mantêm contato com o gerenciamento de projetos antes de uma implantação, a fim de facilitar o compromisso de implantação da tecnologia, utilizando-se de comunicações informativas ou de marketing, bem como relacionamento contínuo durante toda a implantação, devendo esta ser bem planejada, com o plano constantemente revisado e adaptado às novas condições (MILLER; RADCLIFFE; ISOKANGAS, 2009).Reforça-se a importância dos recursos comprometidos, bem como o entendimento da característica dos procedimentos envolvidos para alcançar uma implantação efetiva de uma inovação na construção (SLAUGHTER; 2000).

Não há possibilidade de ocorrer desenvolvimento tecnológico sem a necessária interação entre produtos e processos. Na construção civil tradicionalmente existe uma divisão entre projetistas e construtoras, gerando dificuldade para criação desse vínculo, pois a maiorias dos projetistas desconhece quem será contratado com antecedência para construir, desta forma eles não têm permissão para especificar métodos de construção. Outro ponto que frequentemente é atribuído à falta de interação, e consequente perda de vantagem competitiva, refere-se às questões legais ligadas à erros e omissões, apresentando como uma das soluções, o envolvimento de um gerente de obras o mais cedo possível para incluir construtibilidade, ou seja, agregar conhecimento e experiência em construção na fase de projetos. Esses gerentes devem estar preparados para responder às seguintes questões a fim de tomar as medidas apropriada (HANSEN; TATUM, 1989):

- Pessoas: Quem são, nível de experiência, habilidades e formação educacional?
- Base tecnológica: Como construir: aprimorando internamente, integração vertical ou reestruturação com fornecedores?
- Organização: Envolvimento da alta gerência? A tecnologia leva à obtenção de vantagem competitiva? Implantação em toda a empresa ou algumas áreas? Quem será o coordenador do processo de implantação?

- Ligações externas: Relacionamento adequado com fontes externas de informação - universidades, fornecedores de equipamentos e materiais, concorrentes?
- Políticas de tecnologia/negócios: Foi realizada engenharia de valor? Melhora a construtibilidade? Alteração de estruturas de contrato? Fornecedores tem ciência que poderão não colher frutos de seus trabalhos?
- Sistemas de medição de desempenho e recompensas: Compensação, bônus etc. recompensam os riscos ou controle do projeto? Correspondem às expectativas dos colaboradores? Operacionais serão recompensadas?
- Orçamento: Quais ferramentas - meios - as pessoas têm à sua disposição? Têm a oportunidade de atualização? Recebem orçamentos adequados?

Muitas empresas consideram que as palavras inovação e tecnologia não se aplicam à construção. No entanto, passam a ser aplicáveis quando se define inovação tecnológica como um produto ou processo que uma empresa nunca utilizou em sua operação, e inovação como a busca, reconhecimento e implantação de uma nova tecnologia que proporcione melhoria de funções que a empresa já se encontra desempenhando (LABORDE; SANVIDO, 1994). Os autores em pesquisa com diversas empresas de construção que já se encontravam de alguma forma implantando novas tecnologias, foram utilizadas as noves questões a seguir apresentadas:

1. A tecnologia foi buscada em decorrência de um projeto específico ou por inovação?
2. Quem na organização viu a necessidade de uma nova tecnologia?
3. Quem avaliou a nova tecnologia? Quem decidiu implantá-lo?
4. A gestão de topo apoia a inovação? Qual é o clima da organização?
5. O pessoal de campo estava cético em relação à nova tecnologia?
6. Alguma vez já ocorreu a ideia de descontinuar o uso da nova tecnologia?
7. A pesquisa e o desenvolvimento da construção são viáveis?
8. De onde veio o dinheiro para a nova tecnologia?
9. Como/quem fornece feedback para avaliar o sucesso/fracasso da nova tecnologia?

Baseado nas respostas aos questionários, os autores propuseram dois modelos de implantação de inovação, onde na Figura 17, apresenta-se o modelo direcionado para pequenas empresas, enquanto na Figura 18 representa-se o modelo focado em grandes empresas.

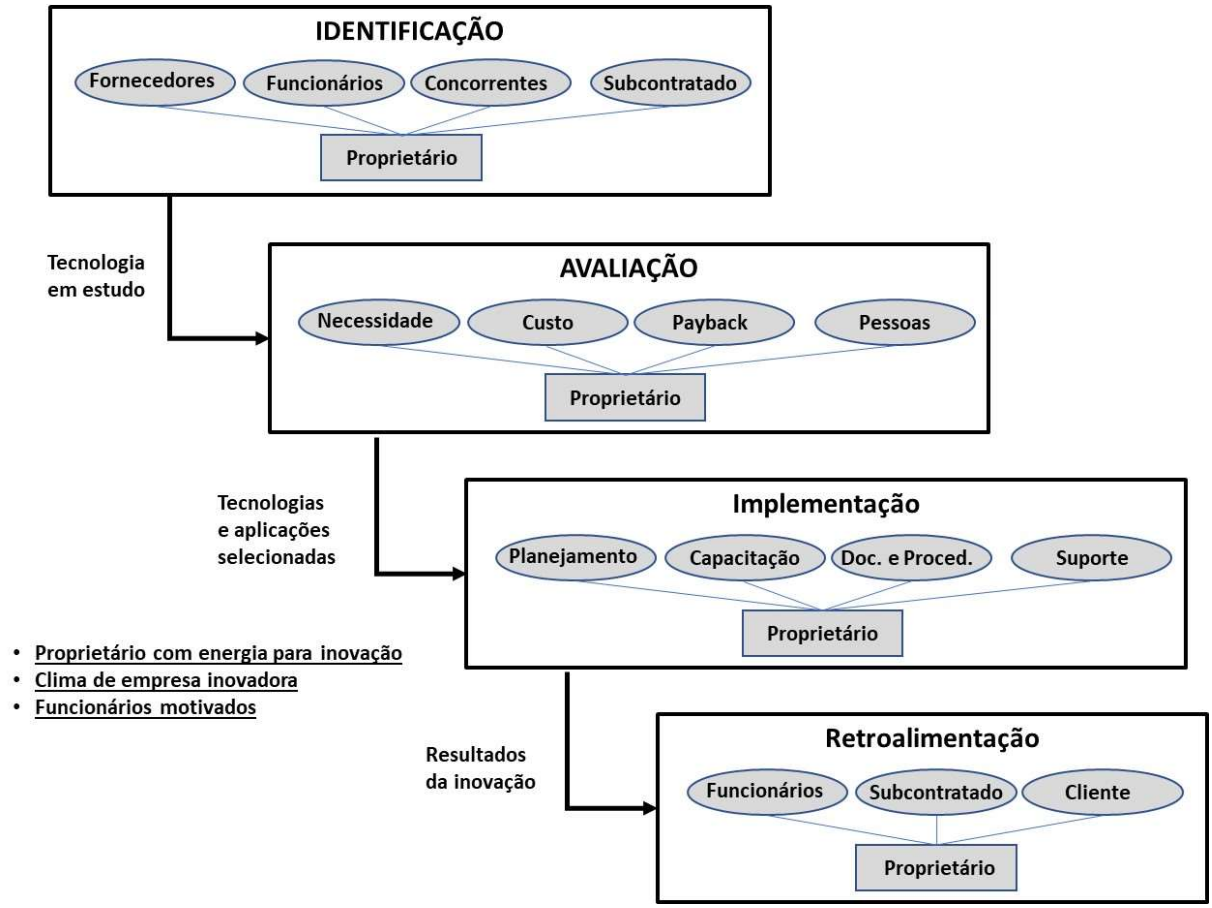


Figura 17: Modelo de Inovação para pequenas empresas
Fonte: Autor, adaptado de Laborde; Sanvido (1994)

As empresas devem incorporar em seu plano estratégico o apoio às ideias inovadoras sobre tecnologias já comprovadas, enfatizando os benefícios de longo prazo em oposição ao lucro de curto prazo. Deve-se criar um clima na empresa que estimule os funcionários a participar e acompanhar os novos desenvolvimentos não como um risco, mas sim como oportunidade de melhoria de forma a se buscar mais eficiência para a empresa (LABORDE; SANVIDO, 1994).

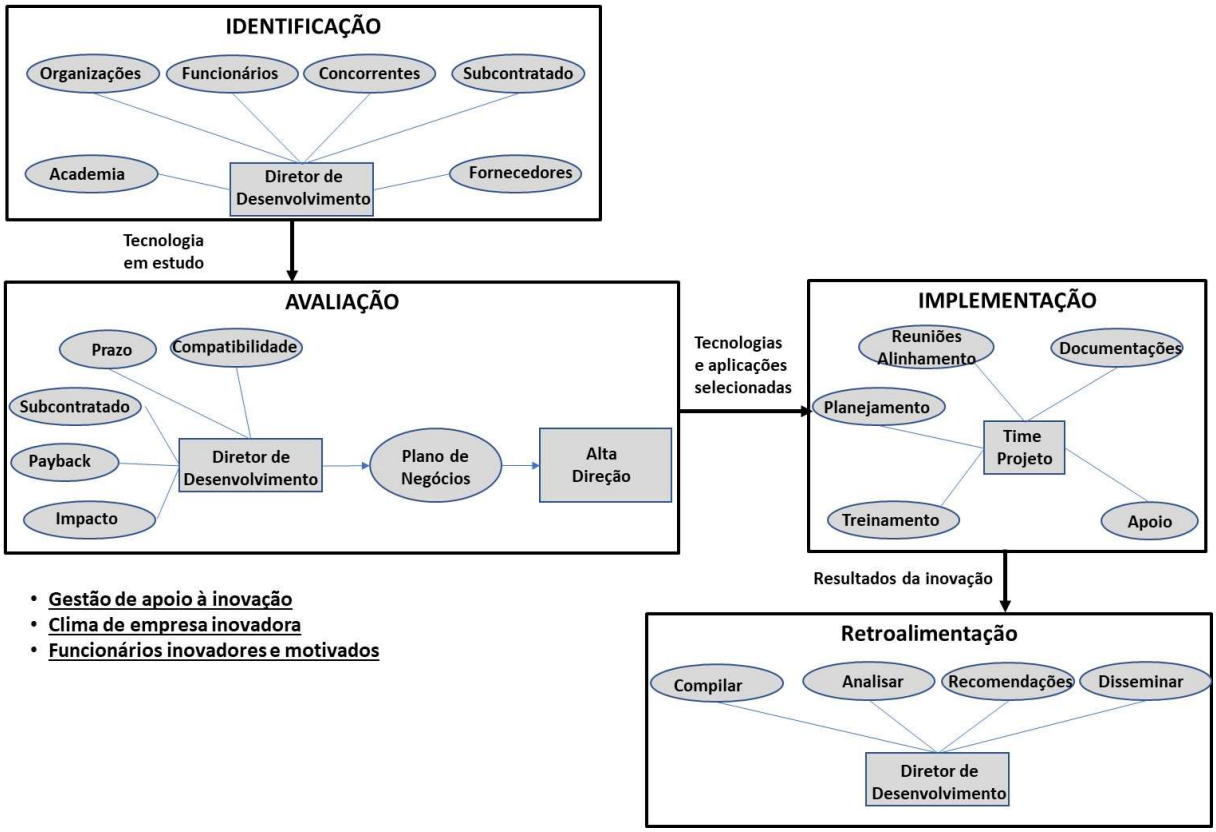


Figura 18: Modelo de Inovação para grandes empresas
Fonte: Autor, adaptado de Laborde; Sanvido (1994)

Através da análise de diversos modelos de gestão de inovação disponíveis à época, apresenta-se uma metodologia de implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas (TCR), método focado em melhoria de processos recorrentes e usuais de obras habitacionais, cujos fundamentos encontram-se representados esquematicamente na Figura 19. Definiram-se os elementos estratégicos primordiais a serem atingidos: visão de longo prazo, inovação tecnológica manifestada na estratégia da construtora, comprometimento da alta administração, ambiente de desenvolvimento técnico organizacional da empresa, necessidade de estabelecimento de um líder para condução do processo ("c*hampion*", NAM; TATUM, 1997), disponibilização de recursos, existência de sistema de informações técnicas com capacidade para difusão do conhecimento, coordenação de projetos, implantação de capacitação e implantação de padronização/normalização (BARROS, 1996).

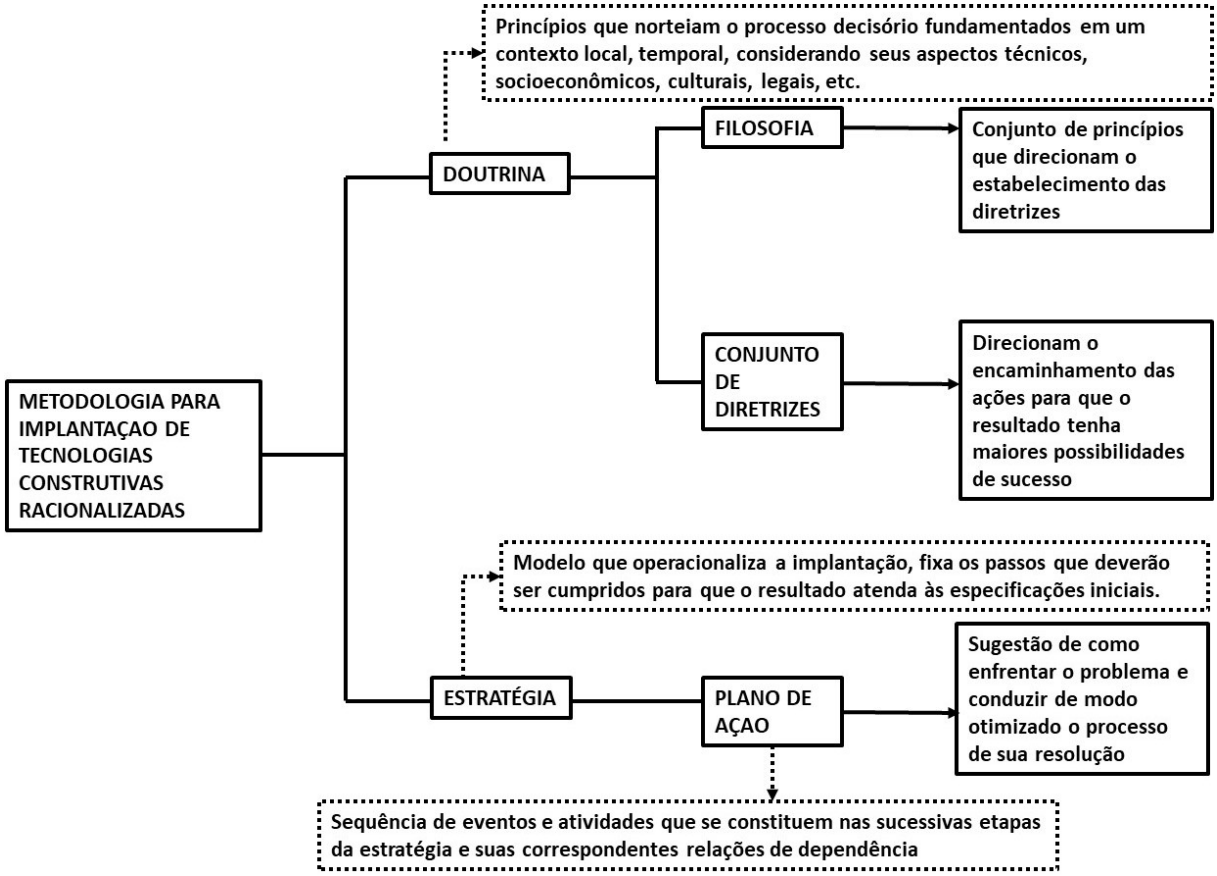


Figura 19: Fundamentos da metodologia de implantação de TCR, Barros
Fonte: Autor, adaptado de Barros (1996)

Na Figura 20 está representado o esquemático das fases e processos de implantação de TCR, assim como no Apêndice A apresenta-se o modelo esquemático de Barros (1996), com as respectivas etapas e detalhamentos propostos para uma empresa que pretende buscar a inovação de seu processo produtivo tendo por base os elementos de ordem estratégica e os fundamentos da metodologia de implantação de TCR.

A inovação tecnológica engloba três atividades principais quando se foca na realização de uma operação radicalmente nova: previsão de novas estratégias de trabalho, planejamento do processo e implantação das mudanças na empresa, levando em conta as dimensões tecnológicas, humanas e organizacionais. Destacam-se como elementos principais para que a tecnologia inovadora possa se desenvolver na construção: *(i)* alianças estratégicas, *(ii)* capacidade efetiva de coleta de informações, *(iii)* ganho de reputação através da inovação, *(iv)* fusão de tecnologia. Além destes, faz-se necessário desenvolver um procedimento eficaz de avaliação de tecnologia para garantir a seleção de tecnologias inovadoras que terão o maior impacto positivo relativo à principal linha de negócios de uma empresa, divididas em 4 fases (KANGARI; MIYATAKE, 1997), conforme representado na Figura 21.

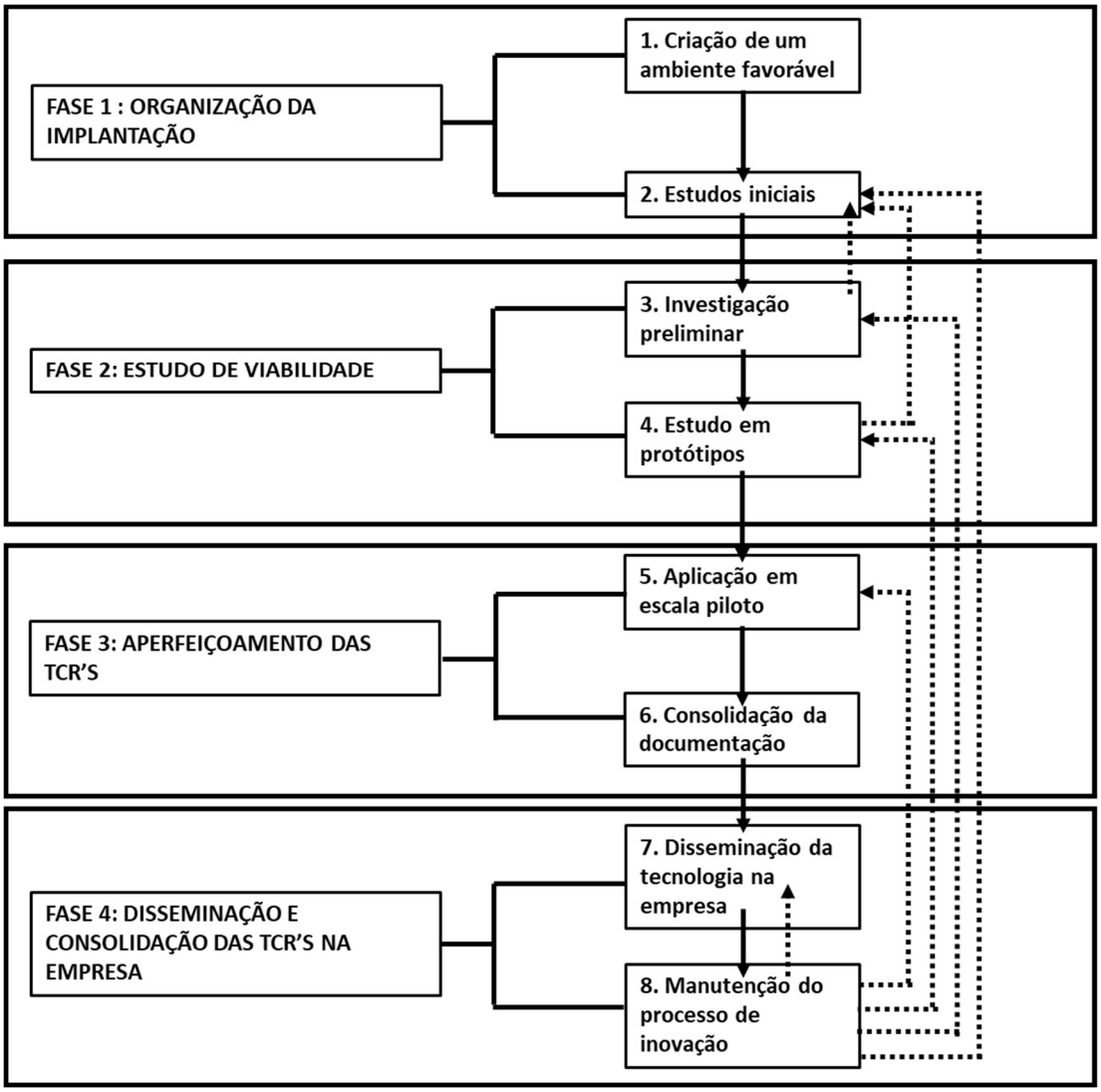


Figura 20: Fases e etapas do processo de implantação de TCR, Barros
Fonte: Autor, adaptado de Barros (1996)

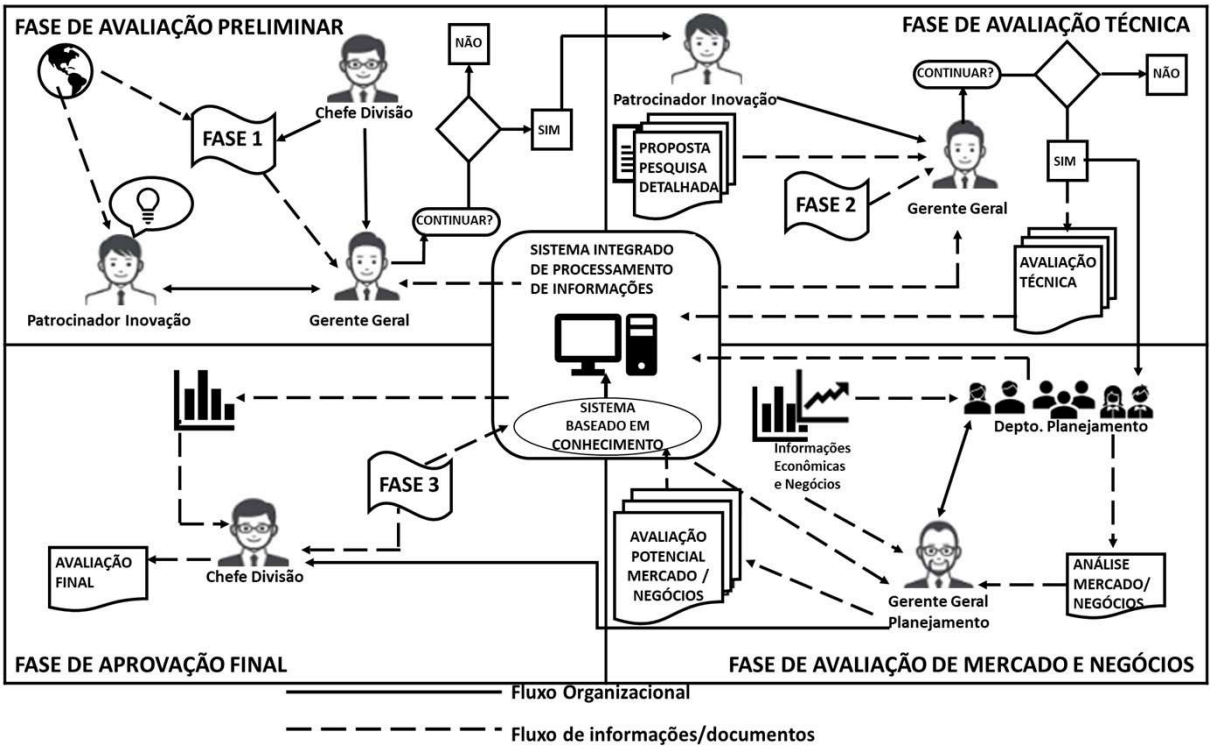


Figura 21: Fases e fluxos da avaliação de propostas de tecnologias inovadoras, Kangari e Myiatake
Fonte: Autor, adaptado de Kangari; Miyatake (1997)

Na sequência apresentam-se resumidamente as quatro fases:

- Avaliação preliminar: considera as estratégias corporativas anuais, como o aprimoramento de projetos de construção orientados por tecnologia, o relacionamento da empresa com os clientes, o nível de automação e robotização dos métodos de construção e a interface design-construção,
- Avaliação técnica: verificando-se grau de conhecimento técnico, capacidade técnica para gerar o desenvolvimento, tempo necessário para realização do desenvolvimento, existência de motivação necessária para o desenvolvimento, o desenvolvimento da tecnologia atende a atual estratégia corporativa técnica e como esta se compara com a tecnologia atual, se os concorrentes possuem tecnologia semelhante implantada e como diferenciar-se , existe alguma razão para interromper o desenvolvimento dessa nova tecnologia;
- Avaliação de mercado/negócios: analisando-se qual nível de alinhamento ao objetivo técnico estratégico da empresa; posicionamento de um novo mercado no negócio principal; aprimoramento da imagem da empresa como líder em tecnologia, qual o nível de inovação dessa tecnologia e sua correlação com a tecnologia atual, nível atual e crescimento prospectado do mercado desta tecnologia; habilidade do grupo e clareza do processo de desenvolvimento na nova tecnologia;
- Aprovação final: emissão de projetos e procedimentos aplicáveis para o desenvolvimento da nova e implantação da nova tecnologia.

A partir do ano 2000, vários pesquisadores passaram a focar na etapa de implantação de uma tecnologia inovadora. Uma das teorias mais utilizadas para difusão de inovação é de Rogers (2003), cujo modelo dividido em cinco estágios fornece uma estrutura de elementos e mecanismos no processo geral de difusão da inovação, sendo um ponto de partida ideal que mostra o panorama geral de um estudo focado em uma parte específica do processo de difusão (MILLER; RADCLIFFE; ISOKANGAS; 2006)

A decisão de inovar é um processo pelo qual uma organização passa do primeiro contato e entendimento da inovação para tomada de atitude, quer seja de adoção ou rejeição, para ação de implantar a nova ideia, confirmando esta decisão. Já o ato de implementar acontece quando a organização passa a utilizar uma inovação, pois até o estágio de implantação, a tomada de decisão sobre inovação apresenta-se como um exercício puramente mental. De outra forma, a ação de implementar envolve mudança comportamental à medida que a inovação é realmente colocada em prática, visto que frequentemente, decidir adotar uma inovação tecnológica é diferente de colocá-la em uso, uma vez que os problemas podem surgir no estágio de implementação (ROGERS, 2003).

A estrutura de difusão de inovação de Rogers (2003), baseada em cinco estágios está representada na Figura 22.

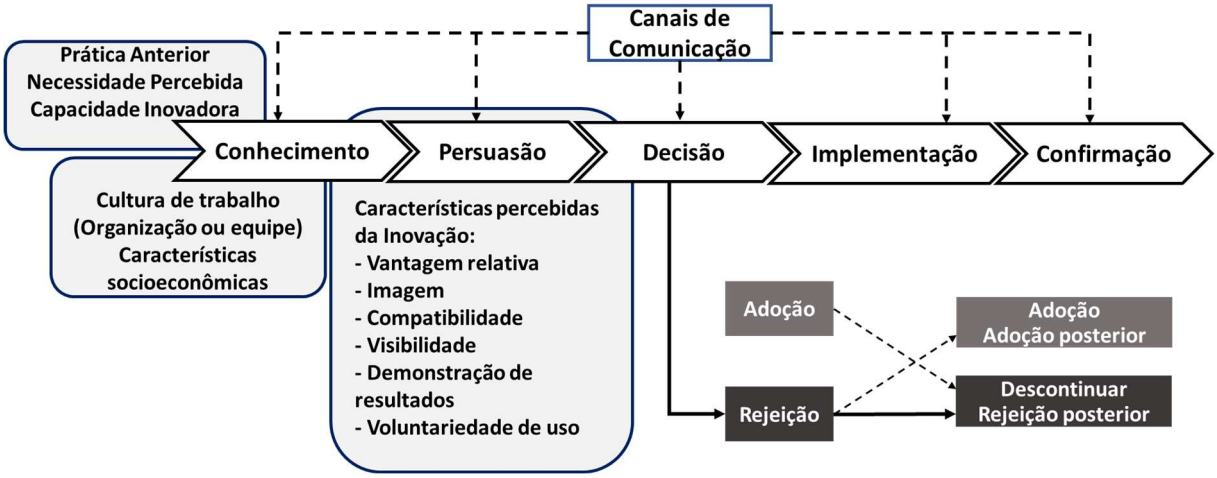


Figura 22: Os cinco estágios da difusão de inovação, Rogers
Fonte: Autor, adaptado de Rogers (1983; 2003)

Quando se trata de implementação, buscam-se respostas para questões tais como "Onde obtenho a inovação?", "Como eu uso isso?" e "Quais problemas operacionais provavelmente encontro e como posso resolvê-los?" Assim, a busca ativa de informações geralmente ocorre

no estágio de implementação, sendo que o agente de mudança é o principal responsável por transmitir conhecimento e fornecer assistência técnica para operar a inovação.

Na sequência, apresenta-se o descritivo resumido de cada um dos estágios do modelo de difusão de inovação de Rogers (2003):

> Conhecimento: quando a organização é levada a conhecer a existência da inovação, passando a compreender de forma básica seu funcionamento;
> Persuasão: processo de formação de atitude, favorável ou desfavorável relativa à inovação;
> Decisão: conjunto de atividades que conduzem à adoção ou rejeição da inovaçao;
> Implementação: efetivação do uso de uma inovação;
> Confirmação: busca-se reforçar a decisão de inovação já efetivada, sendo possível no entanto a reversão da decisão, caso tenham ocorrido visões conflitantes sobre a inovação;

A efetivação de inovações em empresas construtoras pode se dar por meio de ciclos de etapas e atividades de implantação em um ciclo contínuo, sendo as seis etapas: (i) identificação, (ii) avaliação, (iii) compromisso, (iv) preparação, (v) uso real e (vi) avaliação pós uso, que se encontram representadas na Figura 23 (SLAUGHTER, 2000):

Figura 23: Etapas de implantação de inovações, Slaughter
Fonte: Autor, adaptado de Slaughter, (2000)

As etapas e respectivos detalhamentos estão apresentados no Quadro 4:

ETAPAS	DETALHAMENTO PARA INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO
Identificação	Especificação clara dos objetivos associados ao projeto e organização, com a identificação de alternativas possíveis para alcançar esses objetivos. Fator crítico: presença de um guardião (*"champion"*), ciente das soluções que podem ser aplicáveis ao problema em questão, podendo identificar novas alternativas, fornecer informações relevantes na etapa de avaliação, ou ainda, assumir novos desafios por meio do desenvolvimento de soluções exclusivas.
Avaliação	Alternativas são avaliadas com relação aos objetivos do projeto, medindo-se o desempenho das alternativas dentro de critérios pré-estabelecidos (custo, desempenho, prazo, viabilidade técnica, saúde e segurança do trabalhador, impactos ambientais, riscos de falha e implantação). Apesar de ser característica do setor da construção a busca por redução de custo, as alternativas inovadoras não podem ser avaliadas somente pela ótica do custo, mas também pelos aspectos de desempenho, segurança do trabalho e viabilidade técnica, caso contrário, pode-se ignorar a série de benefícios que se esperaria de inovações, pois os benefícios amplos nas implicações competitivas e estratégicas por mais tempo, ou mais projetos, podem revelar fortes incentivos ao uso de uma inovação.
Compromisso	Deverá haver o comprometimento da construtora com as inovações avaliadas, demonstrada pela alocação interna de recursos visando a implantação da inovação. A irrevogabilidade dos compromissos anunciados publicamente com inovações na verdade, por muitas vezes depende das ações de um determinado líder "*champion*", que está disposto a orientar a organização para garantir os recursos financeiros, pessoais, equipamentos e materiais iniciais, bem como recursos de longo prazo necessários para manter a condição ou operação da inovação.
Preparação	Estágio crítico que não deve ser negligenciado no processo de implantação. Deve-se preparar as pessoas da empresa que implantarão a inovação, a equipe do projeto (proprietário, designer, empreiteiro geral, empreiteiros especializados) e as equipes de canteiro. Durante esta fase, a equipe de construção precisará realizar duas atividades principais: *(i)* obter os recursos; *(ii)* desenvolver e treinar o pessoal que estará envolvido. Em casos específicos, a empresa pode decidir "experimentar" uma versão pequena da inovação (piloto) antes do comprometimento em grande escala. Essa opção oferece uma experiência importante e revela fatores críticos para uso em larga escala, não podendo ser interpretada como implantação completa, pois pode não fornecer informações precisas sobre os custos, pois o efeito de escala é significativo em projetos de construção. Uma vantagem é que nos testes iniciais, modificações ou ajustes podem ser feitos conforme necessário antes do projeto estar em pleno fluxo operacional.
Uso Real	Inovações na construção são mudanças introduzidas em sistemas grandes e complexos, assim o próprio estágio de uso torna-se um período no qual são feitos ajustes e alterações "in loco" para obter os benefícios esperados e/ou aproveitar as oportunidades para aumento do nível de benefícios obtidos, incluindo alterações nos processos ou sistemas para uso da inovação de maneira mais eficaz, bem como alterações na própria inovação para melhorar o conjunto complexo de sistemas. Fundamental que o "tomador de decisão", tenha controle e autoridade sobre os recursos, bem como ser uma "fonte de competência", com relação à inovação, orientando as mudanças e modificações necessárias. O treinamento e aprendizado são particularmente importantes quando uma inovação tem o potencial de tornar obsoletas as habilidades e competências existentes, pois a mão de obra pode resistir à implantação da inovação

Quadro 4: Detalhamento para inovação na construção, Slaughter
Fonte: Autor, adaptado de Slaugther (2000)

(continuação do Quadro 4)

ETAPAS	DETALHAMENTO PARA INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO
Avaliação pós uso	Tradicional na construção civil que as equipes do projeto se dispersem rapidamente após o término do projeto, mas informações sobre a implantação da inovação devem ser coletadas a fim de serem utilizados para avaliar os processos da organização e o uso específico da inovação. A primeira avaliação é comparar as expectativas originais de benefícios e custos com os resultados reais, devendo-se revisar/atualizar o projeto e os critérios da empresa com base na experiência de implantação da inovação, sendo na sequência examinadas e retroalimentadas. Independente sucesso relativo da inovação em relação aos objetivos do projeto e da empresa, o pessoal envolvido nas etapas de implantação deve ser recompensado nessa etapa. Além recompensas intrínsecas ao processo de inovação (orgulho e desafios pessoais, desenvolvimento de competências e reputação profissional), a empresa pode fornecer recompensas explícitas, podendo variar de reconhecimento formal (um prêmio interno) a reconhecimento público (nomeação para prêmio nacional ou internacional de inovação em construção) ou ainda incluir valores monetários, como bônus do projeto ou ajuste ascendente do salário.

As inovações na construção existem dentro de um pacto transitório entre empresas e equipes independentes focadas em um projeto específico, sendo que as equipes se dispersam rapidamente ao término do projeto, tornando-se importante que certas informações sobre a implantação da inovação sejam coletadas imediatamente (Quadro 5), uma vez que esses dados podem ser usados para avaliar os processos da organização, bem como o uso específico da inovação ou para uma futura implantação (SLAUGHTER, 2000).

Categoria de dados	Informação Detalhada
Compromisso	1.Componente/ especificações do sistema 2. Atividades reais de implantação 3. Modificações feitas 4. Treinamento real necessário 5. Medidas de desempenho técnico
Projeto	1. Impactos reais no projeto como um todo 2. Atividades especiais do projeto, problemas 3. Compromisso real dentro da equipe do projeto 4. Integração com outros componentes / sistemas
Organização	1. Aplicabilidade aos projetos atuais 2. Aplicabilidade a projetos em potencial 3. Compromisso efetivo da alta gerência 4. Recompensas da empresa
Estratégia	1. Tecnologia comparável por concorrentes 2. Resultados do projeto (duração, custo) comparados aos concorrentes 3. Estratégia para aumentar a vantagem competitiva
Sociedade	1. Benefícios sociais demonstráveis 2. Reduções no cumprimento de objetivos sociais (regulamentos, códigos)

Quadro 5: Dados necessários para a reutilização eficaz de inovações, Slaughter
Fonte: Autor, adaptado de Slaughter (2000)

Embora a maioria dos processos de implantação possa seguir em cada um dos estágios, importante frisar que em certos casos, o estágio de avaliação pode gerar novos critérios, os quais precisarão ser reconsiderados no estágio de identificação, de forma que esses dois estágios podem gerar várias interações. Ainda que estágios de implantação sejam comuns entre muitas disciplinas e setores da engenharia, certos aspectos são particularmente importantes para inovações na construção, visto requerer um comprometimento apropriado dos recursos, assim como um entendimento da natureza das atividades requeridas (SLAUGHTER, 2000).

O ponto forte do processo de inovação é a implantação, destacando a estratégia, ideias bem como a mobilização de recursos como seus principais pontos de entrada, e como resultado o produto desenvolvido, bem como o mercado preparado para recebimento deste. Nessa etapa concentra-se o maior consumo de tempo e custo, visto ser um processo caracterizado por séries de ciclos de idas e vindas visando a solução dos problemas, quer sejam técnicos quanto mercadológicos, sendo necessário o envolvimento de praticamente toda estrutura organizacional (P&D, marketing, assistência ao consumidor, suprimentos, vendas, qualidade e produção). Assim, exige-se que o líder responsável por implantar a inovação seja habilidoso na gestão de mudanças, sendo necessário que este seja patrocinado e desta forma seja respaldado

para vencer as resistências surgidas. Para tanto, necessário conhecimento técnico e operacional aprofundados quer seja relativo às tecnologias, quer seja aos mercados ou ainda quanto aos consumidores. Também será necessário, além de conhecimento para solução de problemas, competências para gerir o projeto equipes ecléticas (STEFANOVITZ; NAGANO, 2013).

Nessa etapa de implantação, o relacionamento será aprofundado nas áreas de *(i)* gestão de pessoas, pois o nível de autonomia e incerteza influenciam no tempo requerido para executar os projetos. Organizações com equipes abertas e diversas aumentam o potencial de competência para solução de problemas; *(ii)* estrutura e governança pois o desenvolvimento demanda respaldo da alta administração e capacidade multifuncional; *(iii)* relacionamento externos maduros com parcerias no uso dos recursos contribuem fortemente na execução de projetos, sem desconsiderar que uma rede de relacionamento poderá ser de grande utilidade para agilizar a resolução de impasses futuros (STEFANOVITZ; NAGANO, 2013; NAGANO; STEFANOVITZ; VICK, 2014).

2.2.3. Resumo da Gestão de Inovação e Implantação de tecnologia na construção civil ao longo do tempo

Nesta seção, analisaram-se os modelos de gestão de inovação e gestão da implantação tecnológica na construção civil, cobrindo o período de 1980 a 2019, conforme apresentados nas seções 2.2.1 e 2.2.2. É possível notar que são poucos os modelos específicos para a construção civil. Em revisão sistemática de literatura, primeira etapa dessa pesquisa constatou-se que apenas 55 de 1818 documentos, selecionados dentro de critérios pré-estabelecidos, relacionavam-se a propostas de gestão de inovação em empresas construtoras. Destes 55 documentos selecionados, 14% tiveram suas técnicas implantadas em casos práticos conduzidos por avaliação técnica e 75% apresentaram conceitos ou propostas de solução, no entanto, sem registrar evolução de implantação técnica. Acrescenta-se que 3 dos 55 documentos aderentes relacionavam-se à gestão da inovação no Brasil, ressaltando a pequena parcela de documentos gerados no país, pois dentre os três, um tratava de um Estudo de Caso particular para criação de um sistema de inovação para uma incorporadora, o segundo apresentava tópicos abordando as dificuldades para implantação de inovação, e o terceiro apresentou conceitos relativos à inovação tecnológica em obras habitacionais" (BARBOSA; GRANJA; OLIVIERI, 2019).

São muitas as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento para estruturar um modelo de sistema de gestão da inovação para um caso particular de uma incorporadora, pois apesar do tema inovação ser discutido internacionalmente, ainda é incipiente no mercado de construção civil brasileiro, face ao baixo número de empresas construtoras atuantes em gestão da inovação ou desenvolvimento tecnológico (GOSCH, 2016).

No Quadro 6 apresenta-se um resumo dos modelos analisados quanto à gestão da inovação na construção e gestão da implantação de tecnologia na construção. Apesar do período relativamente longo de análise, foram encontrados poucos modelos, dos quais o que mais se aproxima do objetivo desta pesquisa é o modelo proposto por Barros (1996) para implantação de tecnologia construtiva racionalizada. Frise-se que esse pesquisador se utilizou de alguns aspectos da etapa de viabilidade do método TCR (1996) para criação do método MITI.

Finalizando, importante ressaltar importantes aspectos citados por vários pesquisadores (SLAUGHTER; 2002, TATUM; 1986, 1987, BARROS, 1996) que não devem ser negligenciados quando se busca obter sucesso em processos de implantação de tecnologia e inovação em empresas construtoras, os quais se encontram detalhados ao longo da pesquisa e resumidamente apresentados na sequência em subdivididos em dois grupos: Alta Direção e Gestão:

- **Alta Direção**
  - Ter a inovação como ideal da empresa
  - Prover clara definição estratégica da empresa para buscar a inovação;
  - Garantir disponibilidade de recursos (tempo, financeiro, humano) que permita a condução do processo;
  - Definir líder do processo

- **Gestão**
  - Criar clima receptivo à mudança;
  - Considerar benefícios estratégicos, não direcionando processo apenas para redução de custos;
  - Prover engajamento de funcionários e fornecedores internos e externos;
  - Garantir capacitação das equipes a fim de não as tornar obsoletas durante e após a implantação;
  - Garantir que equipes sejam devem ser recompensadas ao término do processo;
  - Garantir controle documental em todas as fases possibilitando correções sempre que necessário;

AUTORIA	MODELO	OBJETIVO (Visão)	EVENTO DE INÍCIO	EVENTO FINAL
Tatum (1987)	Processo de inovação tecnológica	Visão e competitividade no negócio	Mudança na estratégia da empresa, alterações em projetos e legislações	Implantação, com fluxo de aperfeiçoamento
Laborde e Sanvido (1994)	Fluxo de Implementação de tecnologia e inovação	Superar obstáculos para inovação em empresas construtoras	Reconhecimento de inovação no mercado, estratégia de negócio	Implantação e retroalimentação
Barros (1996)	Roteiro de implantação de tecnologia construtiva	Evolução tecnológica no sistema convencional de construção	Estratégia empresarial aliada à necessidade competitiva	Implantação, disseminação e retroalimentação
Kangari e Miytake (1997)	Sistema integrado de análise	Sobrevivência do negócio, desenvolvimento de tecnologia inovadora na construção	Estratégia corporativa, aprimoramento de projetos orientados por tecnologia	Aprovação da tecnologia inovadora
Slaughter (1998, 2000)	Modelos de inovação	Orientar atividades de seleção e implementação	Estratégia competitiva	Avaliação pós utilização
Rogers (2003)	Estágios de decisão	Estruturar a implementação da inovação	Exposição da organização à existência de inovação	Confirmação da implementação
Pellicer et al (2012)	Modelo de gestão de inovação para construtoras	Padronizar o processo de gestão	Competitividade, requisitos do cliente, problemas técnicos na execução	Processo produtivo implantado
Gosch (2016)	Gestão de inovação	Estruturar um sistema de gestão para uma empresa específica	Geração de ideias, interna ou via mercado	Padronização da implementação
Duarte (2022)	Gestão de inovação	Estruturar modelo de sistema de gestão de inovação em empresas construtoras e incorporadoras	Estratégia corporativa, busca de oportunidade de crescimento	Implantação e retroalimentação

Quadro 6: Resumo da Gestão de Inovação e Implantação na Construção
Fonte: Autor, adaptado de Silva; Bagno; Salerno (2014)

2.3. Sistemas Construtivos Inovadores e Documentos de Avaliação Técnica

Devido a necessidade de cumprir com tratados assinados pelo Brasil na Conferência das Nações Unidas para Assentamento Humanos Sustentáveis durante do século XXI em 1996 em Istambul (AUTODOC, 2019), criou-se pelo Governo Federal, em 1998, o PBQP-H, programa de adesão voluntária visando "organizar o setor da construção civil em duas vertentes principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva", estando estruturado com os sistemas "SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil)" e o "SiMAC (Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos)", (BRASIL, 2020).

Visto ser necessário a resolução, por um lado do vácuo normativo, e do outro, de promover o desenvolvimento tecnológico no setor da construção civil, o Governo Federal dentro da estrutura do PBQP-H, criou o Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação (CTECH) em 16 de fevereiro de 1998. A partir de Maio de 2006, com apoio do

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), tendo o IPT como agência implementadora que fora encarregado de harmonizar as diferentes visões das partes interessadas da sociedade, iniciou-se o processo que culminou com a criação do "SiNAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores" oficialmente lançado em 13 de agosto de 2007 (Diário Oficial da União), a fim de suprir a necessidade de operacionalização para PI, estabelecendo metodologias para avaliação de novos produtos ou sistemas construtivos inovadores, que possibilita sua utilização em processos construtivos (BRASIL, 2007; MITIDIERI FILHO, 2023).

Com o advento da Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais), os vários produtos e sistemas construtivos inovadores disponíveis no mercado passaram obrigatoriamente ter que apresentar a adequação de desempenho com a finalidade de possibilitar sua utilização nos empreendimentos de unidades habitacionais financiados pela CAIXA. Dessa forma, se apresentou a necessidade de estabelecimento das especificações, procedimentos e parâmetros a serem verificados para os PI's disponíveis no mercado da construção civil.

2.3.1. Sistemas Construtivos Inovadores (SCI)

Inovação tecnológica é definido como o "aperfeiçoamento tecnológico, resultante de atividades de pesquisa, aplicado ao processo de produção do edifício, objetivando a melhoria de desempenho, qualidade e custo do edifício ou de um sistema" (ABNT NBR 15575).

Na Europa, a tecnologia construtiva busca a atender à quesitos tais como sustentabilidade e eficiência energética demandadas pelos clientes, tomando por base novos estudos sobre novos materiais e processos construtivos. Os métodos industrializados reduzem significativamente mão de obra e materiais em relação aos sistemas convencionais, sendo que os países que incentivam colaboração entre projeto e construção fazem maior uso da pré-fabricação fora do canteiro de obras, tendo desta forma uma força de trabalho capacitada que aproveita ao máximo os benefícios do sistema construtivo. Para manter-se à frente dos Estados Unidos da América, China e Índia torna-se necessária a rápida integração dos avanços mais recentes, devendo ser priorizada a aplicação das mais recentes tecnologias nas empresas que compõem o setor, priorizando as pequenas e médias empresas (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2009). A construção civil no Brasil apresenta particularidades na inovação tecnológica em comparação

a outras indústrias, visto tratar-se de um setor dependente da característica física da construção bem como aspectos econômicos, sociais e culturais do meio no qual está inserido (AMANCIO; FABRICIO; MITIDIERI FILHO, 2012).

A inovação tecnológica é considerada o grande diferencial que gera uma fonte de autoridade das empresas, pois permitem que empresas obtenham vantagens competitivas que impactam que os clientes sejam conquistados e fidelizados, com incrementos na lucratividade e conquista da posição de líder no mercado. Como regra geral, quanto mais cedo a empresa buscar a inovação, terá possibilidade de obter vantagem em um mercado competitivo, sendo encontrado, porém, barreiras, obstáculos e adversidades que poderão interferir na aquisição dessas novas tecnologias (DA SILVA; HARTMAN; DOS REIS, 2008).

As características e particularidades da construção civil favorece a implantação de inovações incrementais, pois esse setor normalmente opera com processos lentos, quer seja por necessidade do cumprimento de regras, normas e procedimentos legais, quer seja pela singularidade do produto ou ainda por necessidade de aprofundamento de avaliações técnicas. A dificuldade de gestão e implantação de inovações radicais é justificada pela interdependência de fornecedores (sistemistas), envolvimento de múltiplos agentes, bem como o distanciamento, salvo exceções, entre as companhias, instituições de ensino e institutos de pesquisas (FLORIANI; BEUREN; HEIN, 2010).

A área da Construção Civil no Brasil é caracterizada por sua multiplicidade, pois visto operar em distintos níveis de complexidade associado a produtos e sistemas tecnológicos distintos com a particularidade de se adequar às demandas variadas. No entanto, a prática de utilização de processos e sistemas construtivos sem padronização tornou-se hábito do setor, ignorando a existência de novos processos que se utilizam produtos inovadores, apesar de seu potencial de desenvolvimento propício à introdução de sistemas e produtos inovadores (AMANCIO; FABRICIO; MITIDIERI FILHO, 2012). No Brasil, o termo SCI é utilizado quando se relaciona à um “sistema ou subsistema construtivo que não tenha previsão técnica em norma brasileira prescritiva, tampouco tenha utilização tradicional no país”, compreendendo ainda, “processos construtivos inovadores os quais acabam por se constituir em inovações relativamente ao processo tradicionalmente utilizado na construção civil brasileira.” (BRASIL, 2007).

O SCI, por definição, surge sem regulamentação técnica para aprovação e validação de desempenho, que no caso do Brasil deve se valer da norma técnica ABNT NBR 15575, normativa que define os parâmetros e métodos avaliativos de desempenho para edifícios habitacionais completo e seus subsistemas, com foco nas demandas dos consumidores (AMANCIO; FABRICIO; MITIDIERI FILHO, 2012). Desta forma, torna-se necessária a avaliação técnica de produtos ou SCI's à luz de parâmetros minimamente estabelecidos, os quais permitirão comparação técnica dentro dos mesmos quesitos. Considerando que o maior agente financiador da construção civil tem origem no poder público, e especificamente para a construção civil habitacional, via Sistema Financeiro da Habitação, cujo maior operador é a CAIXA, faz-se necessário que para utilização de um SCI, seja comprovada o desempenho por avaliação técnica, onde será possível constatar o atendimento aos principais quesitos técnicos de desempenho e qualidade (AMANCIO; FABRICIO; MITIDIERI FILHO, 2012).

Para fluência desse processo, o Governo Federal criou o SiNAT, um dos sistemas que estruturam o PBQP-H, que visa a alinhar os procedimentos técnicos avaliatórios para novos produtos para a construção, quando inexistir normativa técnica nacional (BRASIL, 2007), tendo sido criado em agosto de 2007, no entanto tornado operacional no ano de 2010. O SiNAT é uma conquista fruto do movimento da coletividade técnica brasileira a fim de suportar operacionalmente um conjunto de métodos adotado por todo ecossistema produtivo da construção civil, objetivando a avaliação de novos produtos utilizados nos processos construtivos. A comunidade científica mobilizou-se tendo como foco estimular a inovação tecnológica de forma a ampliar o rol de tecnologias disponibilizadas para a produção habitacional, mas conduzido de forma não crescer o fator risco no processo de inovação, ou seja, busca-se que o setor da construção se torne mais competitivo dentro da margem de risco existente (BRASIL, 2020). Assim, o SiNAT tem como objetivos específicos: "(i) alinhar requisitos, métodos e critérios de validação técnica de produtos, processos ou sistemas construtivos inovadores e (ii) estabelecer procedimentos visando conceder DATec para produtos e sistemas inovadores e FAD para sistemas construtivos convencionais (BRASIL, 2020).

Harmonizar procedimentos se faz necessário para que se assegure que as características comportamentais principais de um produto ou sistema inovador, diante da inexistência de normatização aplicável, sejam levados em conta durante o processo avaliatório pelas diversas entidades avaliadoras, ou pela mesma entidade avaliadora em períodos distintos. Assim, um

dos papéis do SiNAT é, ainda que em caráter provisório dada a inexistência de norma técnica, criar condições técnicas de avaliação de produtos não cobertos pelas normatizações disponíveis, sendo que sua efetiva operação estabelece uma infraestrutura substancial para que o setor da construção civil possa se desenvolver tecnologicamente (BRASIL, 2020).

2.3.2. Documento de Avaliação Técnica (DATec)

A homologação técnica de produtos inovadores é uma prática mundial, através do procedimento de avaliação técnica. Esse documento é elaborado por organismos de avaliação especializados, sendo registrados desde os anos 1980 regulamentações comuns aos países europeus. A fim de se criar uma rede mundial com intuito de coordenar e facilitar a avaliação técnica da inovação na área da construção civil, foi fundada em 1996 a WFTAO, iniciais em inglês para Federação Mundial de Organizações de Avaliação Técnica, entidade que congrega 25 membros de 22 países, sendo IPT representante do Brasil (MITIDIERI FILHO, 2023; AMANCIO; FABRICIO, 2015; WFTAO, 2023). Assim, o IPT gerou ao longo do tempo várias Referências Técnicas (RT-IPT) concedidas a componentes e sistemas construtivos inovadores para os quais não existam normas técnicas específicas. Nesse documento se apresentavam as necessidades de desempenho de um produto, levando em conta instalação, uso e manutenção em condições típicas de aplicação, tendo essa prática sido finalizada com o advento do SiNAT e consequente criação do DATec (MITIDIERI FILHO, 2023).

O DATec é o relatório final do processo no qual se avalia se o produto ou sistema atende ao desempenho mínimo especificado, através de testes e verificações de cunho técnico, compreendendo especificação de materiais e demais elementos, incluso nessa análise técnica a checagem do desempenho relativo à Diretriz Técnica (DT) correspondente. Todo o processo é conduzido por uma instituição técnica avaliadora (ITA) previamente credenciada no SiNAT, que conduz a verificação dos aspectos de desempenho, especificando-os de acordo com a DT e PI em análise. (AMANCIO; FABRICIO; MITIDIERI FILHO, 2012, CASTRO; VON KRUGER, 2013). O processo completo para obtenção do DATec e respectivo fluxo está representado graficamente na Figura 24:

i. Início do processo, solicitaçaõ de avaliação técnica do PI;
ii. Estruturar diretriz para o PI;
iii. Publicar da diretriz;

iv. Realizar avaliação técnica, com verificações e testes (especificação pela ITA), finalizando com emissão do Relatório Técnico de Avaliação (RTA);
v. Elaborar DATec;
vi. Publicar DATec

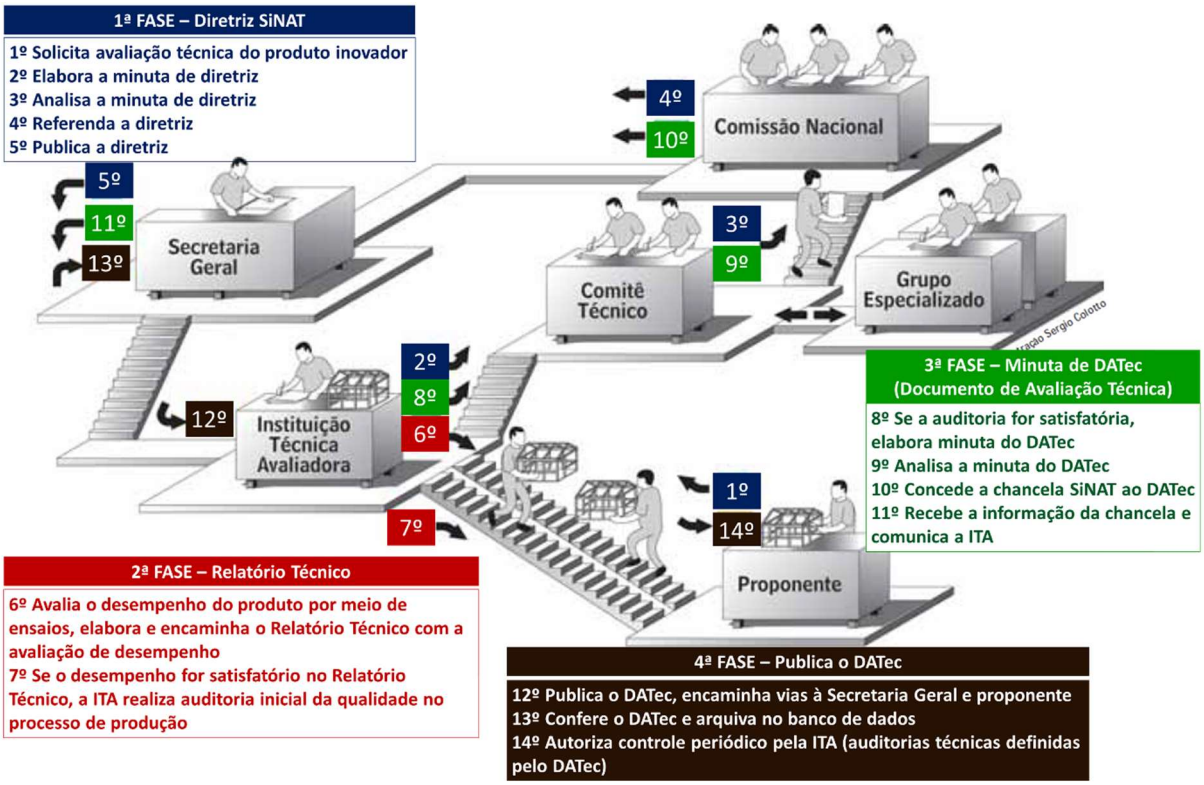


Figura 24: Processo e fluxo para Concessão do DATec, SiNAT
Fonte: Autor, adaptado de Loturco (2008)

A diretriz SiNAT, predecessora da avaliação técnica, é o documento onde se apresentam os requisitos, especificações de desempenho e metodologias para avaliação que conduzirão a avaliação técnica dos produtos ou sistemas inovadores, devendo contemplar, se aplicável, os itens abaixo listados (GRASSI, 2016):

- Objeto
  - Terminologia
  - Documentos Técnicos Complementares
- Caracterização do Produto ou Sistema Construtivo
- Requisitos e Critérios de Desempenho
  - Desempenho Estrutural, Térmico, Acústico e Lumínico
  - Segurança Contra Incêndio, Uso e Operação
  - Estanqueidade
  - Saúde, Higiene e Qualidade do Ar
  - Funcionalidade e Acessibilidade
  - Conforto Tátil-visual e Antropodinâmico

    - Durabilidade e Manutenibilidade
    - Adequação Ambiental
- Metodologia para caracterizar o PI
- Metodologia para analisar desempenho do PI
- Análise completa de desempenho do PI
- Controle da Qualidade

A partir da publicação da diretriz, a ITA contratada analisará documentações, especificações técnicas do produto ou processo, projetos, amostra do produto e demais documentações pertinentes, definindo os ensaios de caracterização, laboratoriais ou de campo. Ao término dos testes e verificações, caberá à ITA analisar criticamente os resultados, comparando-os com as especificações presentes na DT, sendo a análise reportada no RTA (Relatório Técnico de Avaliação), que conterá as metodologias de avaliação e resultados obtidos, concluindo se se o PI se adequa às exigências globais de desempenho, bem como emissão de parecer quanto ao método de controle de qualidade proposto pela requisitante. Tendo o RTA sido emitido conforme regulamento do SiNAT, ocorre a submissão ao órgão colegiado para avaliação e aprovação. Em sendo homologado, terá validade de 02 anos, período no qual a ITA realizará auditorias semestrais periódicas. Antes do término da validade, o mesmo DATec poderá ser renovado pela ITA, onde se observará a necessidade de novos ensaios, caso tenha ocorrido alteração na diretriz. (GRASSI, 2016; CLETO, 2013).

As avaliações técnicas fornecidas pelos DATec's comunicam a conformidade do produto ou sistema para o uso pretendido, mas apesar de não terem força de norma ou regulamentação, trazem uma proteção tanto para as construtoras, quanto para os consumidores, quanto à utilização do PI, visto estabelecer salvaguardas mitigando a ocorrência de manifestações patológicas tais como as observadas nos desenvolvimentos de sistemas construtivos nos anos 1980 (CASTRO; VON KRUGER, 2013).

No Quadro 7 apresentam-se as 16 diretrizes SiNAT emitidas até 2022. Analisando-as, é possível separá-las em três grandes grupos, sendo: Grupo 1 constituído pelas diretrizes que relativas a um SCI completo (estrutura e vedação) de uma edificação habitacional até 05 pavimentos, nos quais se encaixam as diretrizes 001, 002, 003, 004 e 005 ou de uma unidade habitacional térrea referindo-se à diretriz 010.

No Grupo 2 encontram-se as diretrizes que se referem à sistemas, seja de vedação interna, apresentado pela diretriz 008 - execução de vedações internas em blocos de gesso ou vedação

externa, quer seja diretriz 009, fachada leve em light steel frame em edificações de múltiplos pavimentos. A diretriz 011 se aplica para vedações estruturais internas ou externas constituídas por EPS, concreto e aço, válidas para unidades habitacionais térreas ou assobradadas, desde que as lajes sejam construídas de forma convencional, finalizando com a diretriz 015 que se refere às vedações internas ou externas não estruturais constituídas de painéis vazados de geopolímero.

Diretriz	Produto Inovador
001	Sistema Construtivo de paredes estruturais de concreto moldadas no local (Concreto leve ou reforçado com fibra de vidro)
002	Sistema Construtivo de paredes integrados por painéis pré-moldados de concreto ou mistos
003	Sistema construtivo estruturado em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo "Light Steel Framing")
004	Sistema Construtivo de paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto (Paredes de concreto com formas de PVC incorporadas)
005	Sistema construtivo estruturado em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing")
006	Produto: Argamassa inorgânica decorativa para revestimentos monocamada
007	Produto: Telhas plásticas para telhados
008	Sistema de Alvenarias de blocos de gesso para vedações verticais internas sem função estrutural
009	Sistema de vedação vertical externa, sem função estrutural, multicamadas, formado por perfis leves de aço zincado e fechamentos em chapas delgadas com revestimento de argamassa (Fachada leve em steel frame)
010	Sistemas Construtivos Formados por Painéis Pré-fabricados de Chapas Delgadas Vinculadas por Núcleo de Isolante Térmico Rígido
011	Sistema Construtivo de Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto
012	Produto: Reservatórios modulares de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável
013	Produto: Tubulações corrugadas de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado para microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais.
014	Produto: Revestimentos decorativos laminados plásticos para revestimento interno de sistemas de vedação vertical
015	Sistema de vedações verticais internas e externas sem função estrutural de painéis vazados de geopolímero.
016	Diretriz para Avaliação Técnica de Marcos de Portas de Compósito de Madeira e Polímero para Edificações

Quadro 7: Diretrizes SiNAT
Fonte: AUTOR – http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_sinat.php , Brasil (2022)

Por fim, no Grupo 3, apresentam-se as diretrizes destinadas à fabricação de produtos inovadores sendo as diretrizes 006 e 007 destinadas respectivamente à fabricação de argamassa inorgânica para revestimentos monocamada e telhas plásticas para telhados, as diretrizes 012 e 013, referindo-se nessa ordem à fabricação de à reservatórios modulares para água e tubulações corrugadas de polietileno, diretriz 014 dirigida à fabricação de elementos decorativos laminados plásticos para revestimento interno e finalizando, diretriz 016 dirigida à avaliação técnica de marcos de portas de compósito de madeira e polímeros para edificações.

No Quadro 8 compilou-se os dados referentes à Tipos de Grupo, Diretrizes e status atual dos DATec's (ativo, vencido, suspenso e total), apresentado também na forma gráfica (Gráfico 1). Assim, constata-se que o SiNAT vem sendo maciçamente utilizado para introdução de SCI's no mercado habitacional brasileiro, haja visto que dos 71 DATec's emitidos, 63 DATec's, equivalentes à aproximadamente 87,5 % do total refere-se às diretrizes de especificações de SCI's.

GRUPO	DIRETRIZ	DATec			
		ATIVO	VENCIDO	SUSPENSO	TOTAL
1 – SCI	001 - Sistema Construtivo de paredes estruturais de concreto moldadas no local (Concreto leve ou reforçado com fibra de vidro)	02	12	01	15
	002 - Sistema Construtivo de paredes integrados por painéis pré-moldados de concreto ou mistos	07	26	0	33
	003 - Sistema construtivo estruturado em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo "Light Steel Framing")	01	06	0	07
	004 - Sistema Construtivo de paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto (Paredes de concreto com formas de PVC incorporadas)	02	01	0	03
	005 - Sistema construtivo estruturado em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing")	01	03	0	04
	010 - Sistemas Construtivos Formados por Painéis Pré-fabricados de Chapas Delgadas Vinculadas por Núcleo de Isolante Térmico Rígido	01	0	0	01
2 – Sistemas Vedações	008 - Sistema de Alvenarias de blocos de gesso para vedações verticais internas sem função estrutural	0	01	0	01
	009 - Sistema de vedação vertical externa, sem função estrutural, multicamadas, formado por perfis leves de aço zincado e fechamentos em chapas delgadas com revestimento de argamassa (Fachada leve em steel frame)	0	0	0	0
	011 - Sistema Construtivo de Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto	0	0	0	0
	015 - Sistema de vedações verticais internas e externas sem função estrutural de painéis vazados de geopolímero	0	0	0	0
3 – Material / Equipamento	006 - Produto: Argamassa inorgânica decorativa para revestimentos monocamada	0	03	0	03
	007 - Produto: Telhas plásticas para telhados	02	02	0	02
	012 - Produto: Reservatórios modulares de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável	0	01	0	01
	013 - Produto: Tubulações corrugadas de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado para microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais	0	0	0	0
	014 - Produto: Revestimentos decorativos laminados plásticos para revestimento interno de sistemas de vedação vertical	01	0	0	01
	016 – Avaliação Técnica de Marcos de portas de madeira e polímeros para edificações	0	0	0	0

Quadro 8: Diretrizes SiNAT por grupo e status DATec's [8], [9]
Fonte: AUTOR – Fonte: http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_sinat.php ,Brasil (2021)

[8] A redução de DATec's ativos para a Diretriz 001 pode ser explicada pela entrada em vigor em 2012, da "ABNT - NBR 16055 -Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos", cujo sistema passa a ser normatizado, dispensando utilização da respectiva diretriz.
[9] A redução de DATec's ativos para a Diretriz 003 pode ser explicada pela entrada em vigor em 2017 da "ABNT - NBR 16475-Painéis de parede de concreto pré-moldado - Requisitos e procedimentos", cujo sistema passa a ser normatizado, dispensando a utilização desta diretriz. No entanto, a normatização aplica-se somente à painéis maciços de concreto, não sendo válida para painéis de materiais mistos, estabelecidos pela Diretriz 002.

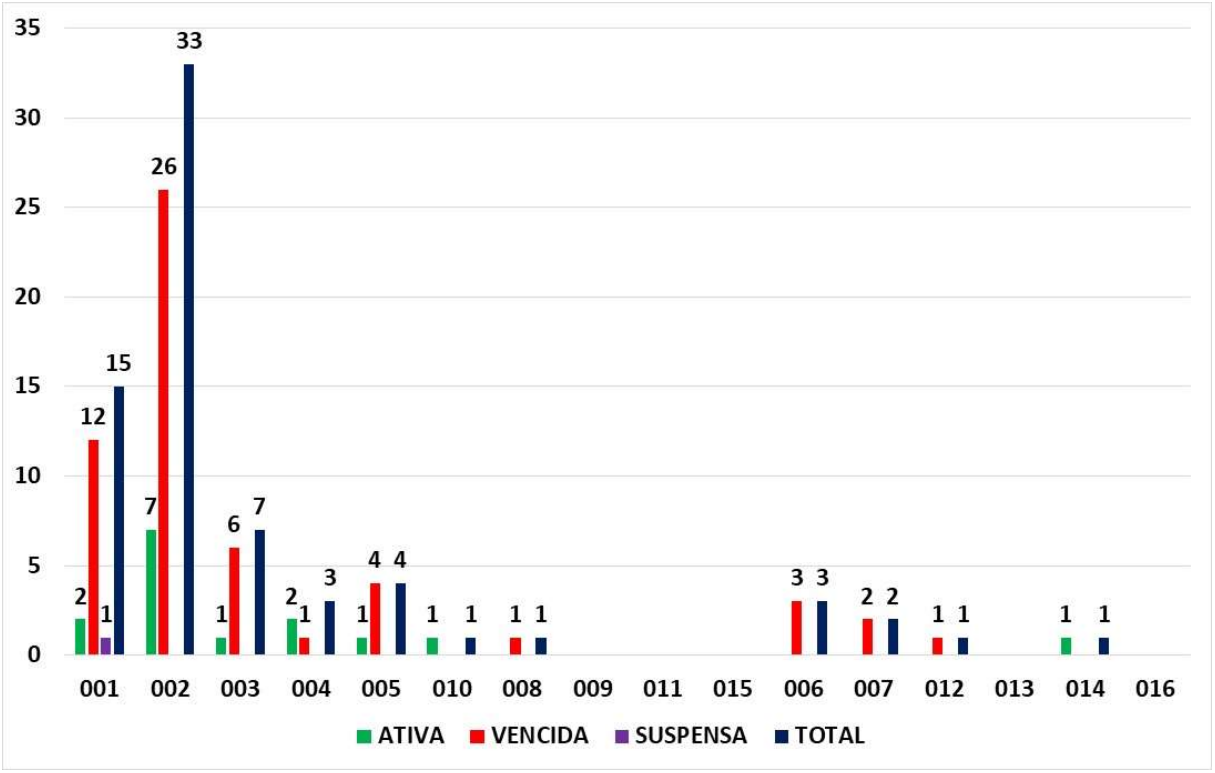


Gráfico 1 - Diretrizes SiNAT por grupos x Situação DATec's
Fonte: AUTOR – http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_sinat.php ,Brasil (2020)

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve o desenvolvimento do processo de pesquisa.

Dentre as várias visões de metodologias para pesquisas, têm-se a *Design Science Research* (DSR) como um método voltado para desenvolver estudos com foco em prescrever, projetar e construir artefatos (DRESCH; LACERDA; MIGUEL; 2015).

Considerando que a pesquisa está voltada à construção de um artefato para gerenciar a implantação de tecnologia e inovação (MITI), e considerando ainda o cenário onde se dará a pesquisa, definiu-se a base epistemológica da Design Science (DS) tendo a operacionalização se baseado na metodologia da DSR. Ressalta-se que pesquisas amparadas nos padrões da DS ocorrem tanto no ambiente acadêmico como no ambiente corporativo (DRESCH; LACERDA; MIGUEL; 2015). Como essa pesquisa divide-se entre esses dois ambientes, justifica-se como método utilizado.

Apresenta-se sequencialmente a estratégia de pesquisa com definição do método, contexto de DS e DSR, caracterização dos estudos de casos e construção da primeira versão, proposta parcial, do artefato.

3.1. Estratégia de Pesquisa (Histórico e Contextualização – *DS e DSR)*

Desde que Hipócrates apresentou pela primeira vez os 14 estudos de casos clássicos de doenças, há cerca de 2300 anos atrás, a ciência seguiu dois caminhos de conhecimento divergentes. Um deles abrange a formulação de uma teoria experimental de um fenômeno, de forma a validar as deduções empíricas. O outro caminho, igualmente válido, mas usado com menor frequência é raciocinar a partir de observações individuais e naturais partindo para princípios indutivos que podem ser generalizados, mas ressalta-se, difíceis de serem controlados (BONOMA, 1985).

“As teorias são redes, lançadas para capturar aquilo que denominamos “o mundo”: para racionalizá-lo, explicá-lo dominá-lo. Nossos esforços são no sentido de tornar as malhas da rede cada vez mais estreiras ” (POPPER; 2006). Os métodos científicos são a base da construção das teorias, sendo aceitos pela coletividade científica por conter métodos que reúnem princípios e procedimentos que permitem a formação do conhecimento, criando uma linguagem própria

para descrever a forma como pensamos o mundo. Herbet Simon em 1969 foi o primeiro pesquisador a diferenciar os ambientes natural e artificial (LACERDA et al; 2013).

Não se pode considerar um mero ato burocrático a definição do enquadramento metodológico de uma pesquisa, pois este representa a definição e embasamento de metodologia que permite: (a) fornecer resposta às questões formuladas na pesquisa, (b) receber avaliação pela coletividade científica; (c) demonstrar processos que consolidem as conclusões da pesquisa. Ressalta-se que não se deve considerar esse roteiro como fator dificultador na condução da pesquisa, mas sim como procedimentos que assegurem a isenção e firmeza no comando da tarefa, bem como a credibilidade dos resultados (LACERDA et al; 2013).

A ciência natural é reconhecida como um conjunto de informações referentes à uma classe de objetos ou eventos do mundo, considerando suas características e propriedades, comportamento e interação, sendo tarefa da ciência natural mostrar que a complexidade é apenas um padrão escondido no caos (SIMON; 1996). Pode-se aplicar esses critérios tanto para os eventos naturais (biológicos, químicos e físicos) quanto para fenômenos sociais (econômicos e sociológicos) (LACERDA et al; 2013). No entanto, há uma alternativa em como estudar o mundo "artificial", que são as "ciências do artificial", visto ocuparem-se da criação de artefatos para realização de propósitos focados em como são as coisas para que funcionem e atinjam objetivos específicos (SIMON, 1996).

Assim, propõe-se a DS, criando um ramo científico que tenha como objetivo obter conhecimento preciso e avaliado, dedicando-se à proposição e construção de artefatos que devem possuir características desejáveis predefinidas. Tal qual as escolas de engenharia têm procurado ensinar ao longo do tempo, isto é, criação e projetos de artefatos que alcancem propriedades e objetivos definidos (SIMON; 1996). Assim, a DS tem como foco gerar conhecimento e desenvolver artefatos que busquem a solução de problemas de concepção ou ganho de performance de elementos já existentes (VAN AKEN; 2004).

Vem sendo uma crítica crescente nas pesquisas da área de gestão o excesso de foco no entendimento dos fenômenos, mas baixa contribuição na obtenção do conhecimento que torne possível aos profissionais a solução de seus problemas (VAN AKEN, 2005). Assim, para pesquisas que tem por objetivo, quer seja o projeto ou desenvolvimento de artefato, quer seja a prescrição de uma solução, desponta a DSR que se apresenta como uma ferramenta responsável por operacionalizá-las. Ressalta-se que pesquisas fundamentadas nessa metodologia poderão

tanto nas áreas acadêmicas quanto nas áreas corporativas, sendo um fator positivo para aproximação destas áreas. É fato que, embora a DSR ainda tenha pouca utilização, entende-se que poderá adequar-se às pesquisas na área de gestão para estudos que contenham características tais como utilidade e relevância na solução de problemas das organizações, diminuindo a distância entre casos teóricos e práticos (HUGHES et al; 2011, DRESCH; LACERDA; MIGUEL, 2015).

Deve-se levar em conta que mesmo sendo um problema singular e específico, as soluções obtidas utilizando a DSR devem ser generalizáveis, permitindo que outros cientistas, bem como profissionais venham a usufruir dos conhecimentos alcançados com essa metodologia (DRESCH; LACERDA; MIGUEL,2015). A DSR não cuida exclusivamente do desenvolvimento de produtos, mas a geração de conhecimento que permita solucionar problemas, melhoria de sistemas em uso ou ainda, criar artefatos que como regra possam ser generalizados (LACERDA et al, 2013). Assim, tomando por base as pesquisas de Takeda et al (1990), Mason (2006) e Peffers et al (2007), propõem-se um modelo com cinco etapas que formam o processo de condução de uma pesquisa baseada em DSR: (i) Conscientização, (ii) Sugestão, (iii) Desenvolvimento, (iv) Avaliação e (v) Conclusão (LACERDA et al, 2013).

A DS assume que de forma geral as organizações têm problemas específicos, cujas características poderiam levar a inviabilizar que o conhecimento torne-se passível de generalização, visto que a generalização, mesmo no caso dos artefatos, necessariamente devem ser aplicáveis para uma dada classe de problemas (VAN AKEN, 2004), sendo que as “classes de problemas” consistem em uma forma de organizar a trajetória e consequentemente desenvolver o conhecimento em uma DS, sendo que por característica própria, os artefatos poderão conduzir à conformação de tais classes (LACERDA et al, 2013).

Na Figura 25 apresenta-se de forma gráfica essas etapas, com breve resumo de cada uma destas, bem como os resultados esperados.

Figura 25: Esquema de condução da *DSR*
Fonte: Autor, adaptado de Lacerda et al (2013), Manson; 2006, Peffers et al (2007); Takeda et al (1990)

Uma vez definida a classe de problemas, faz-se necessário seguir definindo os artefatos, que podem ser considerados como a conexão do ambiente interno, isto é, sua substância e ordenamento, com as condições do ambiente externo onde o artefato funcionará, contendo portanto os elementos organizacionais do ambiente interno que propiciam alcançar os objetivos para o ambiente externo para o qual foi projetado (SIMON, 1996; DRESCH; 2013). Podem ser categorizados conforme apresentam-se no Quadro 9.

TIPOS	DESCRIÇÃO
CONSTRUCTOS	Trata-se de elementos conceituais, que tem como finalidade descrever problema no seu âmbito e definir as soluções pertinentes, sendo de extrema valia para ciências natural bem como para ciência de design. Também definem terminologia para descrição e pensar das tarefas, sendo de grande relevância para os pesquisadores
MODELOS	Define-se como um conjunto de enunciados e propostas que descrevem as relações entre os constructos, representando situações de problema e solução. Também é considerado como um descritivo de como é a realidade. A DSR no entanto se preocupa com a utilidade do modelo, não com sua aderência da representação da verdade. No entanto, para assegurar sua utilidade, precisam ter a capacidade de capturar a estrutura da realidade, mesmo que exista imprecisão de detalhes

Quadro 9: Tipos de Artefatos
Fonte: Autor, adaptado de March; Smith (1995), Simon (1996), Dresch (2013), Dresch; Lacerda; Antunes Junior (2015)

(continuação Quadro 9)

TIPOS	DESCRIÇÃO
MÉTODOS	Estabelece em um conjunto de passos necessários para execução de uma determinada tarefa, podendo ser apresentados graficamente ou por meio de algoritmos, favorecendo tanto a construção quanto a representação das demandas para aperfeiçoamento de um sistema, sendo criações características da DSR
INSTANCIAÇÕES	É um conjunto de regras para operacionalizar um artefato, demonstrando a viabilidade, eficácia, e prazo de implantação dos modelos e métodos em seu ambiente
DESIGN PROPOSITIONS	Ocorre principalmente no domínio da DSR, correspondendo à uma contribuição teórica com um template genérico que busca generalizar uma determinada solução de uma específica classe de problemas. Assim, uma solução seria aplicada à cenários similares, consideradas as respectivas particularidades

Dos tipos de artefatos descritos, destacam-se Métodos e Instanciação. O Método pode ser caracterizado quer seja graficamente, quer seja encapsulado em heurísticas e algoritmos específicos, representando um conjunto de passos necessários a serem seguidos de forma que se alcance soluções reproduzíveis para os ambientes externos previamente definidos. Já a Instanciação é um artefato que descreve como operacionalizar um artefato específico, com os resultados possivelmente esperados, consistindo no conjunto lógico de normas que orientarão o uso de alguns artefatos (constructos, modelos e métodos) inseridos na realidade da organização e suas fronteiras, ou ainda inserida na situação econômica real onde a organização se insere (LACERDA et al; 2013).

Isto posto, para essa pesquisa adota-se o Método como artefato, sendo definido como classe de problemas a criação de um Método para Implantação de Tecnologia e Inovação em empresas construtoras (MITI), a fim de se buscar a redução de falhas na gestão de implantação de novas tecnologias construtivas e inovação, que resultam dentre outros aspectos, lacunas de execução, aumento de custo, manifestações patológicas que no limite levam ao abandono de sistemas inovadores (construtivo, produtos ou serviços).

Especial atenção deve ser dada à avaliação do artefato. Uma pesquisa baseada nos conceitos da DSR não poderá focar somente em desenvolver o artefato, mas também apresentar as evidências que o mesmo terá utilidade na solução de problemas reais (TREMBLAY; HEVNER; BERNDT, 2010). A fase avaliatória deve fornecer os relatos de feedback os quais devem levar à melhoria na forma de compreender o problema, buscando a melhoria da qualidade bem como no processo

de design do PI. No

FORMAS DE AVALIAÇÃO	MÉTODOS PROPOSTOS
Observacional	Estudo de Caso: Estudar o artefato existente, ou não, em profundidade no ambiente de negócios. Estudo de Campo: Monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos. Esses estudos podem, inclusive, fornecerem uma avaliação mais ampla do funcionamento dos artefatos configurando, dessa forma, um método misto de condução da pesquisa
Analítico	Análise Estatística: Examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas. Análise da Arquitetura: Estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral. Otimização: Demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou então demonstrar os limites de otimização no comportamento do artefato. Análise Dinâmica: Estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).
Experimental	Experimento Controlado: Estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade). Simulação: Executar o artefato com dados artificiais.
Teste	Teste Funcional (Black Box): Executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos. Teste Estrutural (White Box): Realizar testes de cobertura de algumas métricas para implementação do artefato (por exemplo, caminhos para a execução).
Descritivo	Argumento informado: Utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente a respeito da utilidade do artefato. Cenários: Construir cenários detalhados em torno do artefato, para demonstrar sua utilidade.

Quadro 10 apresenta-se uma série de formas de avaliação utilizáveis a fim de avaliar artefatos criados sob a ótica da DSR (HEVNER; MARCH; PARK, 2004).

FORMAS DE AVALIAÇÃO	MÉTODOS PROPOSTOS
Observacional	Estudo de Caso: Estudar o artefato existente, ou não, em profundidade no ambiente de negócios. Estudo de Campo: Monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos. Esses estudos podem, inclusive, fornecerem uma avaliação mais ampla do funcionamento dos artefatos configurando, dessa forma, um método misto de condução da pesquisa
Analítico	Análise Estatística: Examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas. Análise da Arquitetura: Estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral. Otimização: Demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou então demonstrar os limites de otimização no comportamento do artefato. Análise Dinâmica: Estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).
Experimental	Experimento Controlado: Estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade). Simulação: Executar o artefato com dados artificiais.
Teste	Teste Funcional (Black Box): Executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos. Teste Estrutural (White Box): Realizar testes de cobertura de algumas métricas para implementação do artefato (por exemplo, caminhos para a execução).
Descritivo	Argumento informado: Utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente a respeito da utilidade do artefato. Cenários: Construir cenários detalhados em torno do artefato, para demonstrar sua utilidade.

Quadro 10: Métodos para avaliação dos artefatos
Fonte: Autor, adaptado de Hevner; March; Park (2004); Dresch; Lacerda; Júnior (2015)

Por outro lado, o processo de entrevista vem sendo utilizado como uma ferramenta para coletar informações e avaliações há décadas (FONTANA; FREY, 2000). As entrevistas podem ser não estruturadas, semiestruturadas ou estruturadas. Muitas vezes, as entrevistas são feitas face a face ou por telefone. Elas podem ser feitas individualmente entre o entrevistador e o entrevistado, ou podem ocorrer em grupo, ou seja, grupos focais (NEWMAN, 2002). No entanto, é incontestável o impacto da internet na vida contemporânea, com (i) redução de distâncias, (ii) aumento da velocidade de comunicação e (iii) acesso à informação em um grande gama de plataformas digitais, trazendo consigo novas formas de pesquisas anteriormente não utilizadas em ciências da gestão, focadas em estudos nas áreas de administração e organização

corporativa, onde o ponto central é a forma do ser humano se comportar, se fazendo necessário a adequação das metodologias de pesquisas para esse novo contexto que demanda mudanças radicais nos comportamentos individuais e corporativos (RODRIGUES; CHAGAS; CORRÊA, 2015).

Assim, dentro desse novo cenário têm-se as entrevistas on-line, destacando-se como pontos fortes desse tipo de entrevista: (a) abrangência geográfica possibilitando inclusão de pessoas de diferentes localidades, (b) redução de custos frente à economia de recursos com deslocamentos, (c) redução do tempo de coleta, (d) aumento do tamanho das amostras, (e) possibilitar investigações de questões delicadas, pois participante e pesquisador não estão presencialmente frente a frente e (f) acesso à grupos marginalizados ou socialmente estigmatizados (RODRIGUES; CHAGAS; CORREA, 2015, PALAZZI; SCHMIDT; PICCININI, 2020, UPADHYAY; LIPKOVICH, 2020). As entrevistas poderão ocorrer no modo síncrono, interagindo simultaneamente por áudio/videoconferência ou mensagens instantâneas, mas também no modo assíncrono que não contempla simultaneidade visto que a comunicação ocorre pela troca de e-mails ou mensagens em fóruns de discussão. No entanto, é fundamental que o pesquisador venha a estabelecer um nível de conexão com o participante tal qual uma entrevista presencial (PALAZZI; SCHMIDT; PICCININI, 2020). No Quadro 11 apresentam-se sugestões para condução de entrevistas on-line.

O tipo de artefato conduz à definição do método de avaliação, bem como das necessidades relativas ao desempenho do mesmo, devendo o método de avaliação relacionar-se rigorosamente ao artefato e a sua finalidade, ressaltando no entanto a necessidade de conduzir de forma rigorosa o processo, desde o seu desenvolvimento até a sua avaliação, mas não se confunde rigor com a utilização de metodologias demasiadamente refinadas, mas sim cercar-se de cuidados de forma que se evite afirmar ou concluir algo que a pesquisa em si não tem condições de respaldar. Assim, transferindo o conceito para a DSR, torna-se necessário certificar e evidenciar os procedimentos adotados a fim de prover confiança para o artefato e seus resultados (LACERDA et al, 2013).

Etapas	Estratégias	Sugestões
1	Planeje uma forma de atrair participantes	• Construa uma página especifica para pesquisa; • Utilize um *design* simples; • Utilize seu nome e instituição de pesquisa para dar credibilidade a pesquisa.
2	Elabore o roteiro de entrevista	• Formule perguntas claras e diretas, organizadas em blocos ou etapas; • Inclua dados sociodemográficos para preenchimento; • Enfatize o sigilo que as respostas terão.
3	Recrutamento *online*	• Elabore uma carta de divulgação e convite; • Peça permissão antes de divulgar a pesquisa em listas de discussão ou fóruns; • Não envie e-mails de convite aleatoriamente.
4	Monitoramento e sustentação das entrevistas	• Seja gentil e solicito com os potencias participantes; • Mantenha e analise constantemente um banco de dados atualizados sobre a pesquisa; • Seja paciente com eventuais demoras de respostas; • Nunca demore a responder *e-mails* e solicitações; • Se preocupe com a qualidade das respostas e não com a quantidade; • Agradeça a participação mesmo no caso de desistência por parte do entrevistado; • Faça *back-up* constante dos dados, inclusive em mais de um recursos de armazenamento.
5	Finalizando e deixando o "campo"	• Em caso de resposta com prazo, lembre aos participantes dos prazos; • Envie uma carta de agradecimento a cada participante da pesquisa; • Mencione que você pode voltar a fazer contato em pesquisas futuras; • Encerre a pesquisa na data definida para isso.

Quadro 11: Etapas, Estratégias e Sugestões para Entrevistas On-Line
Fonte: Autor, adaptado de Rodrigues; Chagas; Correa, (2015); Johnson, (2010)

Tomando como base o esquema de condução da DSR proposto na Figura 25, no Quadro 12 apresentam-se os pontos a serem cumpridos, bem como as saídas associadas, visto que em pesquisas baseadas na DSR, entende-se que para avaliar deve-se utilizar uma gama de procedimentos que venham a garantir que os resultados obtidos tenham sido originados no ambiente interno para o qual fora projetado, bem como para o ambiente externo onde se dará a operação, necessitando: (i) determinar claramente os ambientes interno, externo e respectivas necessidades a serem alcançadas; (ii) determinar qual a forma pela qual o artefato será efetivamente testado; (iii) detalhar quais procedimentos serão utilizados para geração dos resultados que devem ser monitorados (LACERDA et al, 2013).

CONSCIENTIZAÇÃO	***Definição do problema***
	A construção civil sempre foi considerada um setor de baixo investimento em P&D. Face à necessidade permanente de aumento de competitividade, ganhos de produtividade e redução de custos, novas tecnologias construtivas e SCI's estão sendo implantadas nas empresas construtoras sem a necessária gestão do processo de implantação. Desta forma, além da possibilidade de descarte prematuro de um promissor produto ou sistema construtivo inovador, são grandes os riscos de perda de qualidade e desempenho da construção podendo levar às manifestações patológicas no pós-obra.
	Fronteira com ambiente externo
	SETOR CONSTRUÇÃO, Divisão: Construção de Edifícios; Obras de Infraestrutura; Serviços Especializados para Construção.
	Solução satisfatória necessária
	Construir e avaliar um método, denominado Método para Implantação de Tecnologia e Inovação em empresas construtoras (MITI) que permita a gestão da implantação em empresas construtoras, independentemente de seu porte econômico.
SUGESTÃO	***Artefato escolhido***
	Método para Implantação de Tecnologia e Inovação (MITI)
DESENVOLVIMENTO	***Ambiente interno do artefato e constituição do artefato***
	O ambiente interno de desenvolvimento do método **MITI** é o departamento técnico de uma construtora. No entanto, durante o desenvolvimento das atividades, faz-se necessário o envolvimento de outros setores da companhia, que deverão participar em cada instante que sejam demandados pelo Líder, tais como: Suprimentos, Comercial, Relacionamento com o Cliente, Pós-obras. Serão gerados: 1 – Esquemático detalhado do método; 2 – Descrição detalhada dos processos em cada etapa;

Quadro 12: Esquema da condução da *DSR* - etapas do processo
Fonte: Autor, adaptado de Lacerda et al; 2013

(Continuação Quadro 12)

AVALIAÇÃO	***Processo de verificação do artefato***
	Como o artefato pode ser testado
	1 – Avaliação observacional: análise do artefato em Estudos de Casos, consistindo na simulação da aplicabilidade; 2 – Avaliação descritiva: avaliação do artefato por profissionais do mercado da construção;
	Mecanismos que medem os resultados
	1. Avaliação observacional: ocorre a verificação de cada etapa do método, comparando o método com os processos efetivamente realizados nos Estudos de Casos vivenciados pelo pesquisador.; 2. Entrevistas[10] avaliatórias/confirmatórias as quais terão participação de profissionais do mercado da construção civil avaliando as etapas/passos da ferramenta, aferindo-se aplicabilidade e aderência do método às atividades do mercado.
CONCLUSÃO	***Formalização geral do processo***
	O método para a MITI se dá por meio de: 1. construção do método por meio de revisão de literatura de sistemas de gestão de implantação de tecnologia e inovação na construção civil bem como dois estudo de casos; 2. verificação inicial da aplicabilidade do método checando cada etapa do método com os processos aplicado no Estudo de Caso III, com foco de análise em três casos distintos com participação desse pesquisador; 3.avaliação do método com avaliação em entrevistas com profissionais;
	Comunicação à comunidade acadêmica
	No momento de defesa da dissertação do mestrado, publicação da mesma e ainda em publicações em congressos e revistas do no meio acadêmico.
	Comunicação à comunidade de profissionais
	Após a defesa da dissertação, compartilhando o método com os profissionais envolvidos nas entrevistas, publicação de artigo em revista técnica especializada, bem divulgação em rede social que congregue profissionais atuantes no mercado da construção civil.

[10] O delineamento do método de pesquisa aplicado para o presente trabalho foi submetido e aprovado pela Plataforma Brasil, pertencente ao Ministério da Saúde, por se tratar de entrevistas com seres humanos. A aprovação do projeto de pesquisa deu-se por meio da emissão do Parecer Consubstanciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Unicamp – Campus Campinas, CAAE: 43907121.8.0000.8142, e número do parecer: 4.663.469. O CEP tem como objetivo avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

Tendo em conta as formas de avaliação do artefato apresentadas no

FORMAS DE AVALIAÇÃO	MÉTODOS PROPOSTOS
Observacional	Estudo de Caso: Estudar o artefato existente, ou não, em profundidade no ambiente de negócios. Estudo de Campo: Monitorar o uso do artefato em projetos múltiplos. Esses estudos podem, inclusive, fornecerem uma avaliação mais ampla do funcionamento dos artefatos configurando, dessa forma, um método misto de condução da pesquisa
Analítico	Análise Estatística: Examinar a estrutura do artefato para qualidades estáticas. Análise da Arquitetura: Estudar o encaixe do artefato na arquitetura técnica do sistema técnico geral. Otimização: Demonstrar as propriedades ótimas inerentes ao artefato ou então demonstrar os limites de otimização no comportamento do artefato. Análise Dinâmica: Estudar o artefato durante o uso para avaliar suas qualidades dinâmicas (por exemplo, desempenho).
Experimental	Experimento Controlado: Estudar o artefato em um ambiente controlado para verificar suas qualidades (por exemplo, usabilidade). Simulação: Executar o artefato com dados artificiais.
Teste	Teste Funcional (Black Box): Executar as interfaces do artefato para descobrir possíveis falhas e identificar defeitos. Teste Estrutural (White Box): Realizar testes de cobertura de algumas métricas para implementação do artefato (por exemplo, caminhos para a execução).
Descritivo	Argumento informado: Utilizar a informação das bases de conhecimento (por exemplo, das pesquisas relevantes) para construir um argumento convincente a respeito da utilidade do artefato. Cenários: Construir cenários detalhados em torno do artefato, para demonstrar sua utilidade.

Quadro 10, essa pesquisa utilizou-se da análise de forma observacional em sua fase de execução dos estudos de casos I e II, os quais possibilitaram o levantamento de dados para proposição da proposta parcial do artefato. Na sequência utilizou-se de um terceiro estudo de caso em que se verificou a aplicabilidade do método em três casos reais e finalizando, utilizou-se de entrevistas estruturadas para avaliação final. O artefato efetivamente avaliado bem como a validação das heurísticas são as saídas esperadas após ciclo avaliativo. que tornam possível ao pesquisador suas formas de aplicação, bem como evidenciar a limitação do artefato e sua relação com o ambiente externo (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015). A avaliação do artefato Método baseou-se nos critérios operacionalidade, eficiência, generalidade

e facilidade de uso (MARCH; SMITH, 1995), tendo sido submetido questionário para os entrevistados avaliarem o artefato sob essa ótica.

Tomando como ponto de partida o esquema de condução e etapas do processo da *DSR* apresentado no Quadro 12, delineou-se o desenvolvimento do artefato do Método MITI em 3 etapas representadas esquematicamente na Figura 26, detalhadas na sequência:

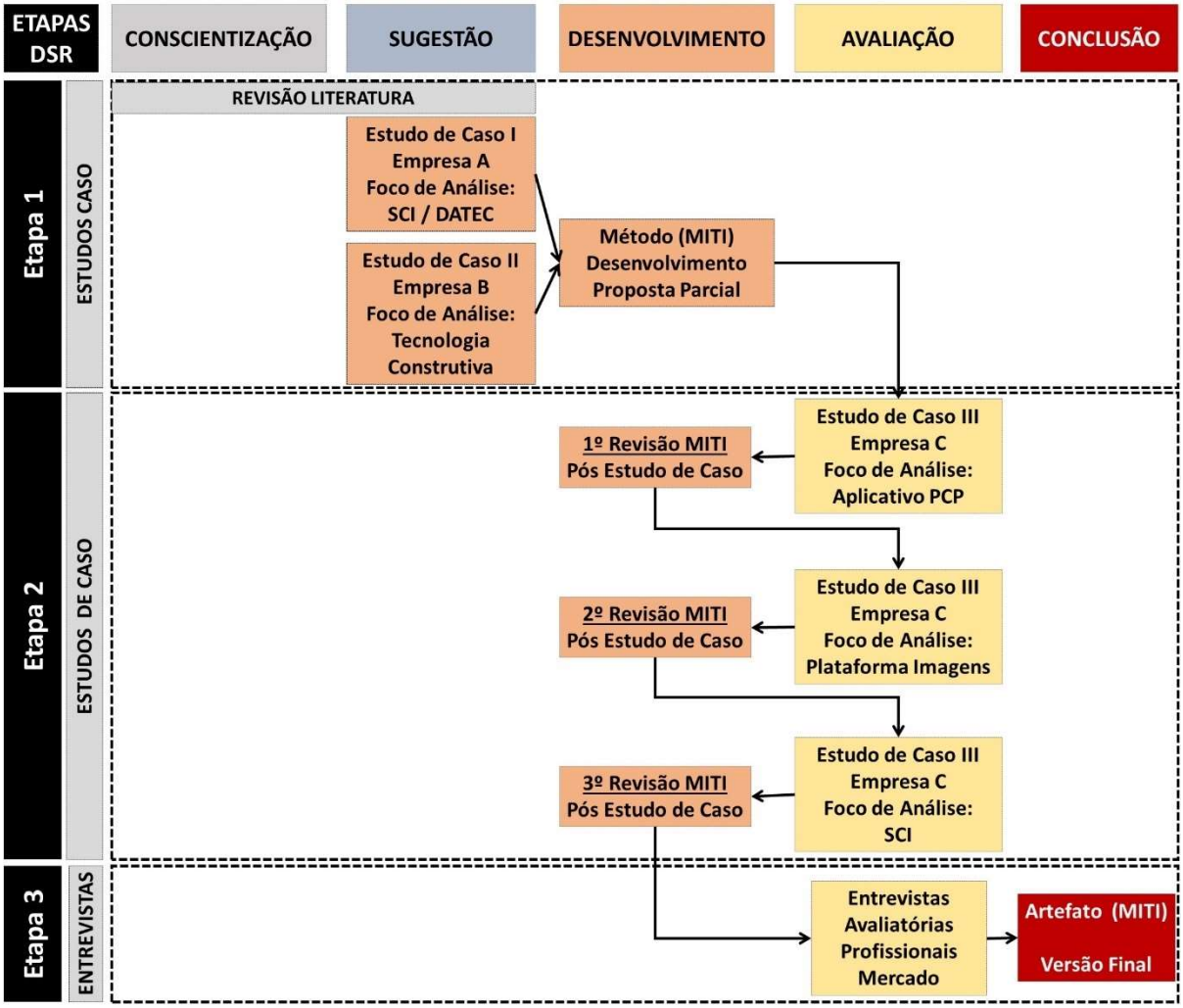


Figura 26: Delineamento da pesquisa
Fonte: Elaborado pelo Autor

ETAPA 1

Foram cumpridas as seguintes fases:

(i) “Conscientização”, onde se buscou a compreensão do problema (perenizar a implantação de tecnologia e inovação) e revisão de literatura, para estabelecimento de soluções empíricas conhecidas;

(ii) “Sugestão”, verificar as possibilidades de artefatos e escolha de um desses para desenvolvimento, considerando os fatores internos e externos listados na fase anterior;

(iii) “Desenvolvimento”, nessa fase elaborou-se a versão parcial do artefato, através da análise de dois Estudos de Casos:

a. Estudo de Caso I, ocorrido na Empresa A, com foco de análise de obtenção de DATec para um SCI;

b. Estudo de Caso II, ocorrido na Empresa B, com foco de análise de introdução de tecnologia construtiva

ETAPA 2

Utilizando-se da forma de avaliação observacional no Estudos de Caso III transcorrido na Empresa C, tendo o método passado por aperfeiçoamentos conforme detalhado:

(iv) Estudo de Caso III, Empresa C, com foco de análise na implantação de software para planejamento e controle da produção;

(v) Execução da 1ª revisão do MITI;

(vi) Estudo de Caso III, Empresa C, com foco de análise na implantação de software – plataforma para captação de imagens 360º;

(vii) Execução da 2ª revisão do MITI;

(viii) Estudo de Caso III, Empresa C, com foco na análise de implantação de SCI - Light Steel Frame;

(ix) Execução da 3ª revisão do MITI;

ETAPA 3

Nesta etapa finalizaram-se as etapas de Avaliação, bem como Conclusão do artefato, como segue:

(x) entrevistas avaliatórias com profissionais do mercado de construção, que analisaram a aplicabilidade e utilidade do método no dia a dia das respectivas empresas;

(xi) questionário apresentado nas entrevistas avaliatórias, com foco na avaliação dos critérios de operacionalidade, eficiência, generalidade e facilidade de uso

(xii) construção final do artefato tendo como base os comentários e sugestões gerados nas entrevistas avaliatórias;

A separação das fases Desenvolvimento e Avaliação permitiu o uso dos Estudos de Casos tanto para o planejamento da solução, quanto para o teste do artefato. Ressalta-se, entretanto, que os Estudos de Caso I e II, apresentados nas seções 4.1 e 4.2 dessa pesquisa já se encontravam concluídos, e desta forma, não foi possível avaliar o artefato diretamente nesse estudo, tendo sido utilizado como base para formatação do método.

3.2. Estudos de Casos

Nesta pesquisa, dois Estudos de Casos se desenvolveram ao longo da etapa 1 do delineamento de pesquisa (Figura 26). Foram dois os principais critérios para escolha destes: (i) alinhamento de dados, considerando-se o interesse das empresas, pois encontravam-se desenvolvendo processos de implantação de tecnologia construtiva, propiciando a coleta de evidências e (ii) facilitação de acesso aos dados disponíveis, visto o autor possuía relação profissional com as empresas, possibilitando a formulação da proposta parcial do artefato apresentado no capítulo 4, seção 4.3. Os dois Estudos de Caso foram desenvolvidos em companhias com viés de incorporação e construção (Empresas "A" e "B") atuantes no mercado imobiliário como incorporadoras, construtoras e comercializadoras de imóveis residenciais.

Na etapa 2 do delineamento da pesquisa, Figura 26, desenvolveu-se o terceiro Estudo de Caso em uma empresa educacional (Empresa "C") com acompanhamento deste pesquisador, que exercia atividades profissionais nessa companhia dentro da área de Infraestrutura/Engenharia.

Finalizando na etapa 3, Figura 26 do delineamento da pesquisa, realizaram-se entrevistas avaliatórias com profissionais do mercado de construção, com foco na análise da aplicabilidade e utilidade do método no dia a dia das respectivas empresas.

A empresa "A", presente em 18 estados brasileiros situa-se entre as 10 maiores incorporadoras do país segundo ranking da Revista "O Empreiteiro" (2021) focada no público das classes sociais, B, C e D. A empresa "B", com atuação na região sul do país, situa-se entre as 100 maiores incorporadoras do país, focada no público *triple A* ou AAA[11]. A empresa "C" é uma organização de ensino superior com atuação nacional, sendo líder no setor privado. Para

[11] No mercado imobiliário utiliza-se o termo/conceito Triple A (ou AAA) para referir-se ao que melhor pode se encontrar atualmente na categoria de empreendimentos residenciais ou corporativos, isto é, reporta-se ao máximo disponível no mercado atual em termos de qualidade, padrão construtivo e tecnologia voltada à sistemas prediais.

fins de pesquisa, suas identidades não serão reveladas, passando a serem denominadas como Empresa A, Empresa B e Empresa C.

A Empresa A, atuante nesse ramo de negócio há mais de quarenta anos, possuindo à época, cerca de 4.000 funcionários diretos, tendo sido pioneira no Estado de São Paulo em construção de grandes empreendimentos horizontais, acima de 2000 unidades residenciais por empreendimento, voltados para a classe C. Devido esse pioneirismo privilegiou a implantação de tecnologia construtiva e inovação em seus empreendimentos.

A Empresa B, criada há mais de trinta anos, têm em seus quadros cerca de 800 funcionários, destacando-se pela qualidade de seus empreendimentos, sempre utilizando sistema construtivo convencional de construção com mão de obra própria, tendo como diferencial a qualidade final das unidades, inclusive com produção verticalizada de esquadrias, marcenaria e elementos decorativos.

A Empresa C opera há mais de 55 anos no setor educacional, constituindo um conglomerado de Instituições de Ensino Superior (IES) contando em seu quadro, mais de 25.000 funcionários, ocupando o primeiro lugar entre as empresas privadas de ensino superior, estando presente em todos os estados brasileiros. Têm seu público-alvo de captação os alunos das classes sociais C e D. Em 2019 criou e estruturou a diretoria de infraestrutura para gestão centralizada de obras, adequações e manutenções dos imóveis.

3.3. Construção do Artefato

Para a construção do artefato, praticou-se a sequência estabelecida no delineamento da pesquisa para desenvolvimento do artefato do método MITI, apresentado na Figura 26. Assim, tomando-se como base a revisão de literatura apresentada no capítulo 2, bem como a análise observacional - forma de avaliação que permite estudar um artefato em profundidade no ambiente corporativo - utilizando-se de dois estudos de casos referentes à implantação de tecnologia construtiva e inovação em duas empresas construtoras de segmento de mercado, porte econômico e público alvo distintos descritos nas seções 4.1 e 4.2, esse autor propôs a versão parcial do Método MITI, que será apresentado e detalhado no capítulo 4, seções 4.3 e 4.4.

No capítulo5, aplicou-se a versão parcial do Método MITI em um terceiro estudo de caso que teve três focos de análises distintos: (i) implantação de aplicativo de planejamento e controle de produção, (ii) implantação de plataforma de captação de imagens 360º para suporte às atividades de planejamento e controle de produção e (iii) implantação de SCI em Light Steel Frame em uma nova unidade educacional. Com vistas à evolução do artefato, complementarmente nesse mesmo capítulo apresentam-se os resultados das entrevistas estruturadas avaliatórias, realizadas com profissionais atuantes na construção civil. Frise-se que esses profissionais já haviam participado, ou ainda estavam participando no momento das entrevistas, de processos de implantação de tecnologia e inovação em empresas construtoras.

Todos os resultados colhidos no capítulo 5 foram analisados criticamente, encontrando-se descritos no capítulo 6. Na seção 6.1 detalharam-se as contribuições de cada entrevistado, bem como a forma pela qual estas contribuições foram incorporadas ao artefato. Assim, na seção 6.2 apresenta-se a versão final do Método MITI sob a forma gráfica (fluxograma), bem como a descrição detalhando todas as tarefas nele previstas, com ações, orientações e responsabilidades.

Finalizadas as contribuições para construção do artefato, na seção 6.3 estão apresentados os resultados dos questionários que foram submetidos aos entrevistados participantes da pesquisa avaliatória do Método MITI, onde os entrevistados apresentaram sua visão referente à aplicabilidade e utilidade do artefato, bem como atribuíram notas para os critérios de operacionalidade, eficiência, generalidade e facilidade de uso do artefato.

4. MÉTODO MITI – PROPOSTA PARCIAL

Este capítulo está dividido em 4 seções. As duas primeiras seções apresentam detalhamento dos estudos de caso I e II. Na sequência apresenta-se a proposta parcial esquemática do método, finalizando com o detalhamento das 5 etapas e 13 tarefas previstas na ferramenta.

4.1. Estudo de Caso I – Empresa A, Detalhamento - SCI/DATec

A Empresa A, por conta de sua entrada no programa MCMV em 2009, se propôs a construir uma grande quantidade de empreendimentos similares, variando de 200 a 400 unidades habitacionais em cada empreendimento, que seriam construídas no modelo do prédio padrão de 5 pavimentos, cujas características representam-se no Quadro 13, sendo esse padrão replicado em empreendimentos localizados nos Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Distrito Federal e Pernambuco, totalizando aproximadamente 15.000 unidades habitacionais.

CARACTERÍSTICAS - PRÉDIO PADRÃO	
Quantidade. Pavimentos	5 pavimentos: Térreo + 4 pavimentos tipos
Tipologia	2 apartamentos por andar 2 Dormitórios (2D) + 2 apartamentos por andar 3 Dormitórios (3D)
Área útil/unidade	Apartamento 2D – 44 m2 Apartamento 3D – 51 m2
Área construída por pavimento	201 m2
Área construída/torre	1005 m2

Quadro 13: Características prédio padrão
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa A

Tendo projetado em seu modelo de longo prazo uma provável indisponibilidade de mão de obra que se apresentaria ao mercado visto o grande número de lançamentos imobiliários que viriam a ocorrer por conta do programa habitacional MCMV, a Empresa A pesquisou a implantação de um sistema construtivo que atendesse aos quesitos de: (i) repetitividade do

processo, (ii) aumento na velocidade de execução relativamente aos sistemas convencionais, (iii) redução de mão de obra, (iv) redução do prazo total de obra e (v) redução de custos pelo fator de escala.

Para tanto, a Empresa A estudou vários sistemas construtivos disponíveis no mercado da construção brasileiro, conforme indica-se no Quadro 14:

SISTEMAS CONSTRUTIVOS – CONCRETO ARMADO			
SC	**ESTRUTURA**	**LAJE**	**VEDAÇÃO**
1	Convencional Reticulado Pilar/Viga moldado in loco	Convencional moldada in loco	Bloco Concreto ou Cerâmico
2	Convencional Reticulado	Pré-laje pré-fabricada em painéis	Bloco Concreto ou Cerâmico
3	Alvenaria Estrutural	Pré-laje pré-fabricada em painéis	Bloco Concreto
4	SCI - Painel Portante concreto pré-fabricado	Laje maciça pré-fabricada em painéis	Inclusa na estrutura
5	SCI – Painéis, lajes e escadas - concreto monolítico moldado “in loco”		

Quadro 14: Sistemas Construtivos Empresa A
Fonte: Elaborado pelo Autor

A equipe de engenharia da empresa A foi responsável pela análise de viabilidade técnica-comercial dos sistemas, realizando:

(i) visitas técnicas (Brasil e exterior);
(ii) análise normativas (nacionais/internacionais);
(iii) orçamentos comparativos;
(iv) planejamentos comparativos;
(v) projetos comparativos de detalhes construtivos;

Relativo ao item (iv), planejamento comparativo, na Figura 27 representa-se uma visão parcial da análise comparativa entre os sistemas “Alvenaria Estrutural” e “Painel de Concreto” considerando o sequenciamento padrão de atividades para ambos, sendo que no Apêndice B apresenta-se o sequenciamento comparativo completo, onde é possível verificar que em função das características do SCI 4 - Painel Concreto Pré-fabricado: (i) paredes, lajes e escadas prontas para pintura, (ii) tempo de cura zero por serem peças prontas para instalação e (iii) paredes e lajes com instalações elétricas secas embutidas, há uma redução de atividades que levaram à redução do prazo de execução de cada empreendimento estimada em 20% do prazo total. Frise-

se que o SCI 5 – Painéis, lajes e escadas monolíticas apresentavam a mesma situação em termos de redução de prazo.

Paralelamente às análises de viabilidade técnicas, consultou-se a área comercial/marketing/relacionamento com o cliente a fim de se verificar-se eventual impacto da utilização do SCI 4 ou SCI 5 junto ao público-alvo. A área técnica preparou um *briefing*[12] com fundamentação técnica dos possíveis futuros questionamentos dos clientes, que dentre outros temas, envolviam questões relativas à conforto acústico, conforte térmico, manutenção ao longo do tempo, bem como pontos positivos dos SCI's com foco ambiental na redução de entulho gerado/desperdício de materiais. Não havendo óbice das áreas, optou-se pelo SCI 4 cujos elementos construtivos eram pré-fabricados estruturais de concreto armado (painéis, lajes e escadas) que compunham 100% da estrutura e vedação do prédio padrão, sendo as fundações executadas em sistema construtivo convencional, dada a grande variabilidade de soluções em função das características de solo para cada empreendimento em detrimento do SCI 5, pois esse sistema apresentava necessidade de uso maciço de mão de obra para cumprimento da produção.

[12] Segundo Dicionário Online de Português, o termo "briefing" em Marketing corresponde a: Conjunto das informações que um cliente fornece a uma agência (publicidade ou criativa) para que ela construa uma estratégia de venda ou de comunicação tendo em conta suas expectativas. Deve conter noções prévias dadas a alguém antes que essa pessoa faça algo, contendo exatamente as informações e instruções sobre a tarefa a ser realizada por ela.

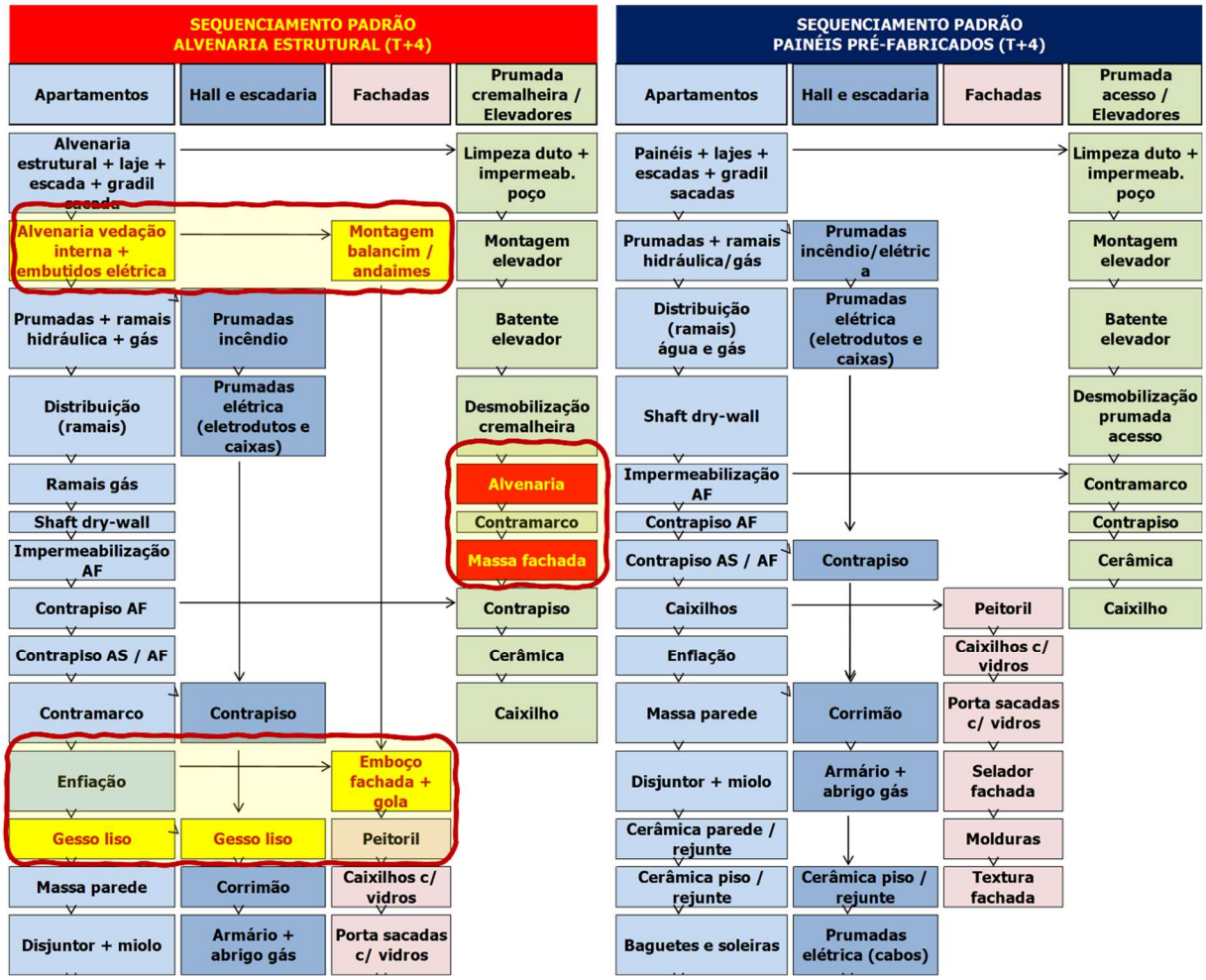


Figura 27: Comparativo sequenciamento padrão (parcial)
Fonte: Elaborado pelo Autor, dados fornecidos pela Empresa A

Na Figura 28 apresentam-se a planta do pavimento tipo e na Figura 29 apresenta-se o esquemático do sistema com painéis, lajes e juntas verticais do prédio padrão.

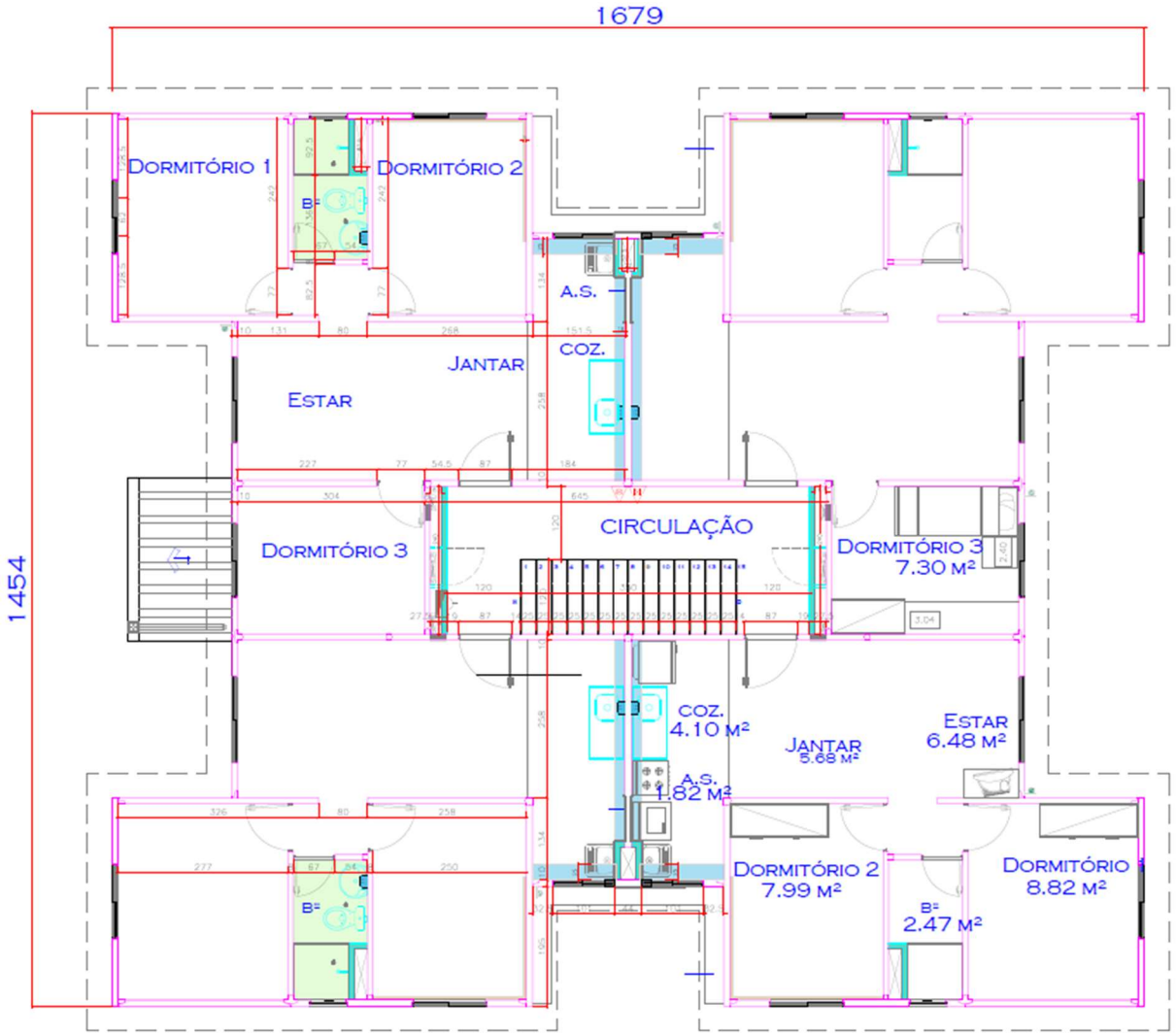


Figura 28: Planta (pavimento tipo - prédio padrão)
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa A

Para validação final do SCI, a Empresa A optou pela execução de um Protótipo, simulando um apartamento tipo 2D com caixa de escadas em dois níveis (pavimento térreo e último pavimento tipo), de forma a simular todas as instalações de entrada sob o radier, bem como última laje e sistema de cobertura, iluminação e ventilação natural. Na Figura 30 apresentam-se as plantas de montagem de paredes e lajes pré-fabricadas para o protótipo.

Figura 29:Esquemático sistema pré-fabricado
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa A

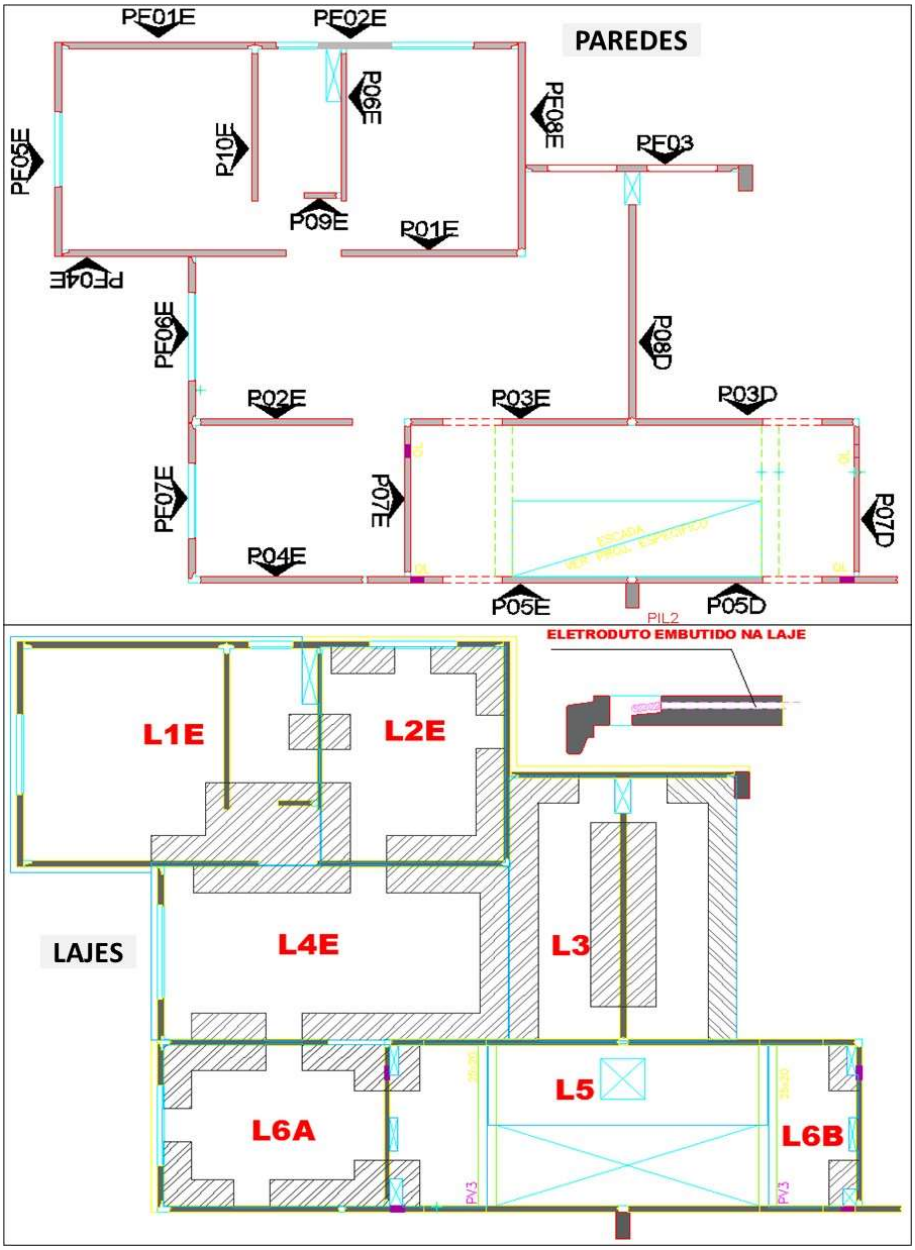


Figura 30: Planta Forma - Montagem pré-fabricados Protótipo
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa A

Na Figura 31 reproduzem-se detalhes construtivos do SCI, e na Figura 32, aspecto final do protótipo finalizado.

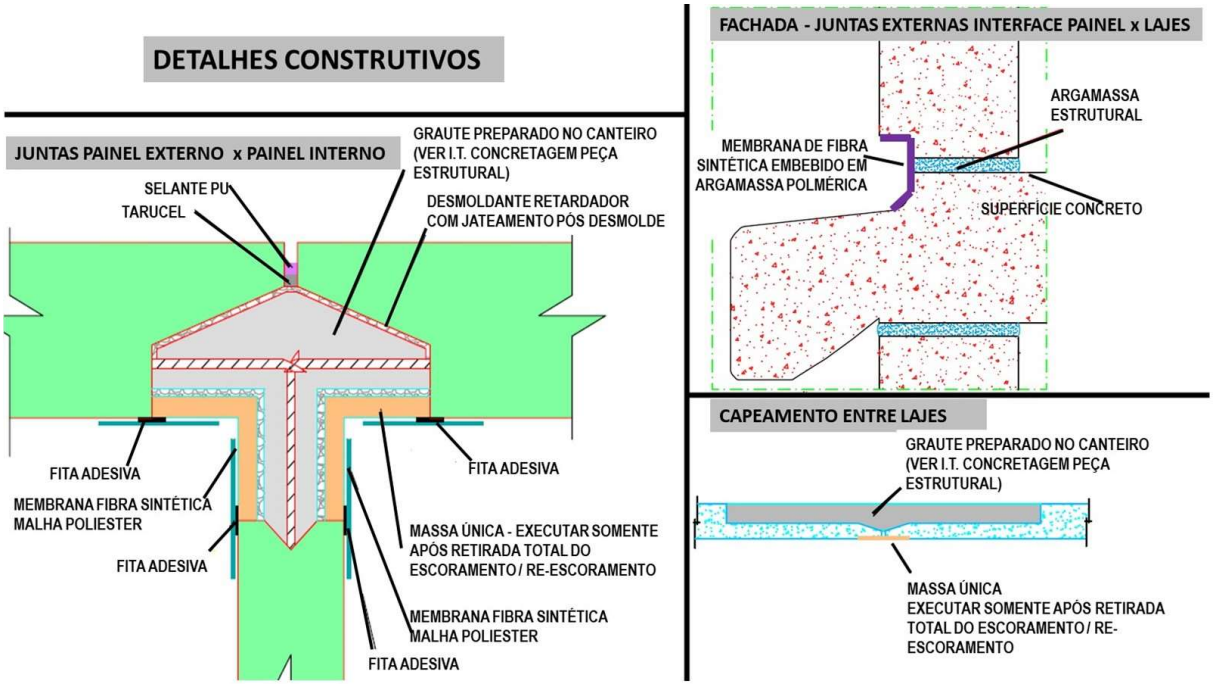


Figura 31: Detalhes construtivos interface painéis x lajes pré-fabricadas
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa A

Figura 32: Protótipo finalizado
Fonte: Autor

Finalizado o protótipo validaram-se as premissas decidindo-se pela implantação do sistema de edifício pré-fabricado. Porém, como tratava-se da escolha de um SCI não normatizado no Brasil, e considerando que os imóveis seriam financiados pela CAIXA, a Empresa A procedeu à contratação de uma ITA para o desenvolvimento do processo tendo como base a Diretriz SINAT número 002[13], seguindo as etapas apresentadas na Figura 24, referente ao processo para concessão de DATec:

- Solicitação de avaliação técnica;

[13] Disponível no site http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_sinat.php

- Diretriz SINAT;
- Avaliação por ITA;
- Elaboração de RTA;
- Elaboração DATec;
- Publicação DATec[14].

Na Figura 33 apresenta-se a linha do tempo com os principais marcos e prazos durante o processo de obtenção do DATec.

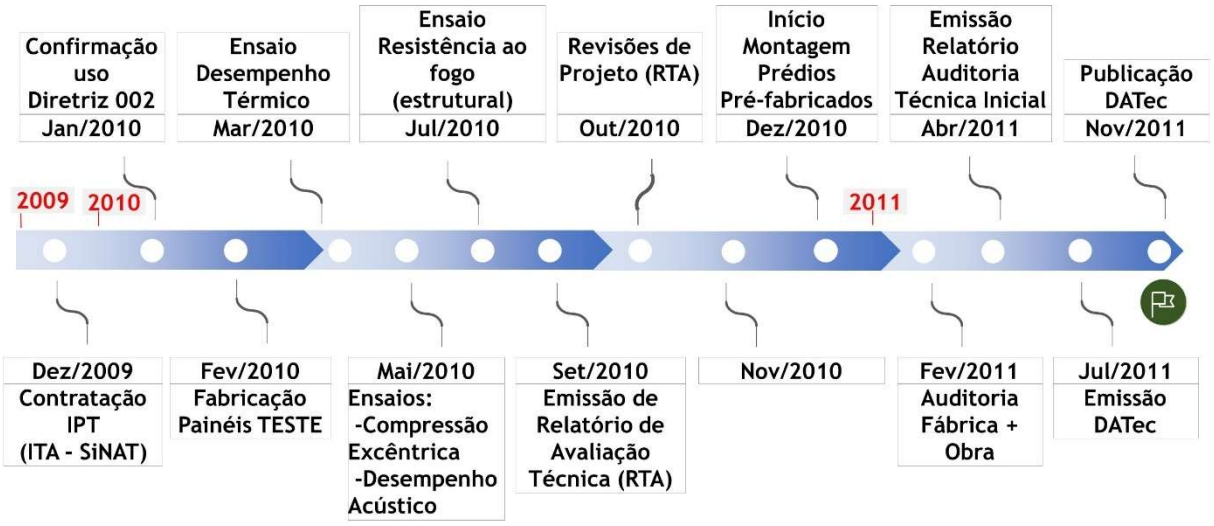


Figura 33: Linha do Tempo – Obtenção DATec
Fonte: Autor, dados fornecidos pela Empresa A

Pode-se verificar que o processo de obtenção do DATec durou 23 meses, dos quais, 19 meses envolveram atividades interativas entre ITA e Empresa A, restando 4 meses de ações entre ITA e SiNAT, como apresenta-se:

- Fabricação e ensaios de peças – 7 meses;
- Vistorias e emissão de RTA – 2 meses
- Revisões de projetos baseados no RTA, criação de documentos do sistema de gestão da qualidade (procedimentos, instruções de trabalho e caderno de recomendações) específicos para o SCI – 2 meses;
- Início de montagem dos pré-fabricados / Auditoria de fábrica + obra – 3 meses;
- Emissão de Relatório de Auditoria Inicial – 2 meses;
- Emissão do DATec – 3 meses;

[14] Para fins desta pesquisa não é mencionado o número do DATec para manutenção do anonimato da Empresa A, tendo sido a 1ª versão emitida em nov./11 e renovado sucessivamente com validade até Mai/2016 (ver Anexo A)

- Publicação do DATec – 4 meses (interação ITA / SiNAT)

Nas Figuras 34, 35 e 36 apresentam-se cópias de três documentos gerados pela ITA (IPT-SP) contratada pela Empresa A para o processo de concessão do DATec, sendo respectivamente: Diretriz SINAT, RTA e DATec. Este último com prazo de validade de 2 anos, cabendo à ITA realizar vistorias técnicas semestrais de manutenção do sistema e cabendo à proprietária do DATec sinalizar à ITA quaisquer alterações de projetos, especificações de materiais etc. para análise de eventual impacto no desempenho do SCI.

DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA DE SISTEMAS DE PAREDES INTEGRADOS POR PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO OU MISTOS PARA EMPREGO EM EDIFÍCIOS HABITACIONAIS

DIRETRIZ SINAT

1. Objeto

Paredes integradas por painéis estruturais e/ou não estruturais pré-moldados, com seção transversal:

- maciça de concreto;

- alveolar (painéis em que a seção transversal é alveolar, com a presença de almas (nervuras) de concreto e de alvéolos - a geometria dos alvéolos deve ser definida em projeto em função do processo de fabricação adotado) ou vazada de concreto (painel de concreto com células vazias);

- mista (combinação de nervuras de concreto com outros materiais de enchimento e revestimento).

Esses painéis formam as paredes internas e externas de casas térreas, sobrados unifamiliares, casas sobrepostas[1] ou edifícios habitacionais de múltiplos pavimentos.

Os painéis de paredes, objeto desta Diretriz, são moldados fora do seu local definitivo, em unidade de produção fabril instalada no próprio canteiro de obras ou unidades fabris de produção externas (existentes). Para que uma unidade fabril seja considerada como tal deve atender rigorosamente os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 9062. Esses painéis devem ser dimensionados para as diversas fases do processo: desenforma, liberação da protensão (para o caso de peças submetidas a protensão), manuseio, içamento, armazenamento, transporte, instalação e utilização.

Para o caso de liberação elementos pré-moldados protendidos por pré-tração seguir o disposto na ABNT NBR 9062 e ABNT NBR 14861.

Os painéis objeto desta Diretriz poderão ter o concreto como um dos materiais estruturais, associado, ou não, a outros materiais de enchimento e revestimentos.

1.1. Restrições de uso

Não há em princípio, outras restrições de uso para o sistema construtivo alvo desta Diretriz, sendo que restrições específicas, quando houverem, devem ser consideradas nos respectivos DATec's.

1.2. Campo de aplicação

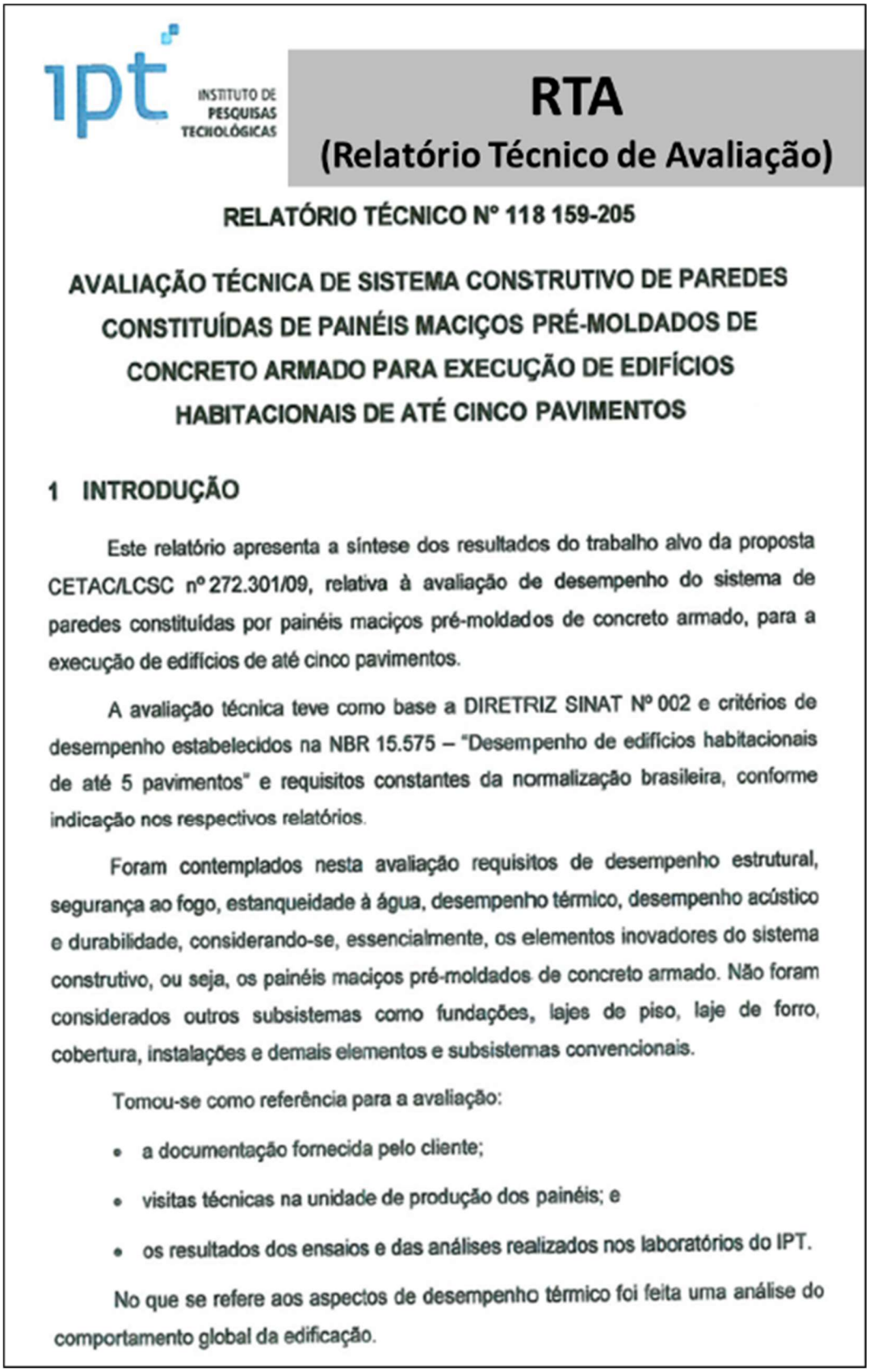
Sistema construtivo para emprego como paredes de edifícios habitacionais. As paredes podem ter função estrutural e de vedação, ou somente de vedação.

Os subsistemas convencionais, como os pisos, cobertura e as instalações hidráulicas e elétricas não são objeto desta Diretriz. Apenas no quesito relativo ao desempenho térmico é feita menção à cobertura.

As interfaces entre subsistemas convencionais e inovadores devem ser consideradas e detalhadas nos projetos, tais como detalhes de juntas entre painéis de parede, juntas entre painéis de vedação e a estrutura, vínculos e juntas com a fundação, juntas entre painéis e o piso, juntas e ligações com a cobertura, detalhes de fixação e de junta entre esquadrias e painéis, entre outros.

[1] Casas sobrepostas: trata-se de edificações habitacionais multifamiliares, com entradas independentes, limitadas a dois pavimentos (térreo e um pavimento).

Figura 34: Captura, página inicial Diretriz SINAT 002
Fonte: Autor



ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECHOLÓGICAS

RTA
(Relatório Técnico de Avaliação)

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 118 159-205

AVALIAÇÃO TÉCNICA DE SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES CONSTITUÍDAS DE PAINÉIS MACIÇOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO ARMADO PARA EXECUÇÃO DE EDIFÍCIOS HABITACIONAIS DE ATÉ CINCO PAVIMENTOS

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta a síntese dos resultados do trabalho alvo da proposta CETAC/LCSC nº 272.301/09, relativa à avaliação de desempenho do sistema de paredes constituídas por painéis maciços pré-moldados de concreto armado, para a execução de edifícios de até cinco pavimentos.

A avaliação técnica teve como base a DIRETRIZ SINAT Nº 002 e critérios de desempenho estabelecidos na NBR 15.575 – "Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos" e requisitos constantes da normalização brasileira, conforme indicação nos respectivos relatórios.

Foram contemplados nesta avaliação requisitos de desempenho estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade, considerando-se, essencialmente, os elementos inovadores do sistema construtivo, ou seja, os painéis maciços pré-moldados de concreto armado. Não foram considerados outros subsistemas como fundações, lajes de piso, laje de forro, cobertura, instalações e demais elementos e subsistemas convencionais.

Tomou-se como referência para a avaliação:

- a documentação fornecida pelo cliente;
- visitas técnicas na unidade de produção dos painéis; e
- os resultados dos ensaios e das análises realizados nos laboratórios do IPT.

No que se refere aos aspectos de desempenho térmico foi feita uma análise do comportamento global da edificação.

Figura 35: Captura – página inicial do Relatório Técnico de Avaliação (RTA)
Fonte: Autor

Produto

Sistema de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes

Proponente

DATec

ipt
Av. Prof. Almeida Prado, 532
Cidade Universitária - Butantã
CEP 05508-901
São Paulo - SP
Tel: (11) 3767-4164
Fax: (11) 3767-4961
ipt@ipt.br / www.ipt.br

PBQP

SINAT

Emissão
Novembro de 2011

Validade
Outubro de 2013

Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, e a decisão do Comitê Técnico, de 24/10/11, a Comissão Nacional, em sua reunião de 14/11/11, resolveu conceder ao "Sistema de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para paredes" o Documento de Avaliação Técnica Nº Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o sistema, destinado à construção de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.

DATec
Nº

Limites da avaliação técnica do "Sistema de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto armado para parede:

- para a avaliação do sistema considerou-se como elementos inovadores os painéis pré-moldados de concreto armado e suas interfaces com piso, esquadrias e cobertura, as juntas entre painéis e as juntas entre golas;
- os componentes e elementos convencionais não estão contemplados nesta avaliação e devem atender às normas técnicas correspondentes. As lajes de piso convencionais devem atender às normas técnicas pertinentes, inclusive quanto ao requisito de isolação sonora e redução de ruído de impacto.
- a avaliação foi realizada considerando o emprego do sistema construtivo em edifícios habitacionais de até cinco pavimentos;
- o desempenho térmico foi avaliado para as oito zonas bioclimáticas, constantes da NBR 15.220-3:2005, considerando cobertura formada por laje de concreto e telhado de telhas cerâmicas;
- as avaliações de desempenho acústico limitaram-se à verificação das paredes cegas, por isso as janelas devem apresentar isolação sonora adequada para garantir o desempenho acústico das paredes de fachada;
- a estanqueidade à água foi avaliada, por meio de análise de projeto e visita a obras em execução e finalizadas, considerando os painéis, as juntas entre painéis e as juntas entre painéis e esquadria; entretanto, a estanqueidade à água da janela não foi avaliada;
- a avaliação da durabilidade das paredes de concreto foi feita considerando-se a classe de concreto C25, para as classes I e II de agressividade ambiental, correspondentes às zonas rural e urbana, respectivamente.
- o comportamento das juntas entre painéis, das juntas entre painéis e laje de piso, e das juntas entre lajes pré-moldadas na região da gola (junta entre golas) devem ser objeto de monitoramento constante pelo Proponente da Tecnologia, em razão da limitação de se avaliar tal comportamento ao longo do tempo.

Figura 36: Captura – página inicial do DATec
Fonte: Autor

Também fizeram parte do processo de implantação de tecnologia e inovação vários outros desenvolvimentos necessários para viabilização completa dos sistemas, conforme indicados a seguir:

- Concreto autoadensável – necessário para a fabricação dos elementos pré-fabricados (painéis e escadas) que eram produzidos em formas de aço verticais com abertura pela parte superior, mas que além da característica fluida nos primeiros 40 minutos, deveriam alcançar a resistência mínima de desmolde de 4 MPa em 16 horas;
- Equipamento de movimentação – para montagem dos elementos pré-fabricados foi desenvolvido um pórtico especial, com largura equivalente à largura do edifício acrescido de 2 metros, e altura equivalente à altura máxima do edifício acrescidos de 3 metros, de tal forma que todos os elementos de concreto, bem como a estrutura metálica do telhado fossem instalados com esse equipamento. Como o ciclo completo de montagem de 1 pavimento de 4 dias, o pórtico foi instalado sobre trilhos de forma a atender vários prédios concomitantemente (Figura 37);
- Caderno de procedimentos de fabricação (painéis, lajes e escadas) – Edifício pré-fabricado;
- Caderno de procedimentos de montagem (painéis, lajes e escadas) - Edifício pré-fabricado;

Figura 37: Sequenciamento de obra com equipamento de movimentação de cargas
Fonte: Autor

Cerca de 18 meses após a publicação do primeiro DATec, a Empresa A finalizou estudos de viabilidade técnica / custos propuseram alterar a concepção geométrica e estrutural das juntas entre painéis. Assim, após os testes internos inclusive com a construção de novo protótipo, quando da renovação do DATec no ano de 2013, a ITA elaborou um novo RTA acrescentando novos ensaios avaliatórios, que após aprovação, geraram um novo DATec para a Empresa A.

Como relatado inicialmente, a Empresa A tinha por objetivo atender cidades dos Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Distrito Federal e Pernambuco, tendo instalado uma unidade fabril em cada um deles. Reproduziu-se na Tabela 1, o planejamento de empreendimentos do

Estado do Rio Grande do Sul que receberiam o SCI aprovado pelo DATec, onde se apresentam os valores médios de fabricação e montagem de 100 unidades/mês ao longo dos empreendimentos iniciais com prazo de execução estimado em 25 meses.

			MESES																								
Empreend.	**Qtde. Unidades**	**Etapa**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
1	400	Fabr.	**30**	**40**	**40**	**40**	**40**	**62**	**47**	**48**	**53**																
		Mont.		**20**	**30**	**30**	**44**	**32**	**48**	**32**	**60**	**64**	**40**														
2	260	Fabr.			**24**	**0**	**32**	**27**	**33**	**46**	**50**	**48**															
		Mont.					**24**	**28**	**8**	**32**	**60**	**60**	**48**														
3	320	Fabr.										**54**	**70**	**70**	**70**	**56**											
		Mont.										**16**	**64**	**64**	**64**	**64**	**48**										
4	256	Fabr.										**6**	**60**	**60**	**60**	**60**	**10**										
		Mont.											**20**	**60**	**60**	**60**	**56**										
5	304	Fabr.													**70**	**70**	**70**	**70**	**24**								
		Mont.														**70**	**70**	**70**	**70**	**24**							
6	340	Fabr.														**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**40**						
		Mont.															**32**	**48**	**60**	**60**	**60**	**60**	**20**				
7	352	Fabr.																		**70**	**70**	**70**	**70**	**72**			
		Mont.																			**70**	**70**	**70**	**70**	**72**		
8	260	Fabr.																				**60**	**60**	**60**	**60**	**20**	
		Mont.																					**60**	**60**	**60**	**60**	**20**
Total	**2492**																										
Unid./mês	**100**																										

Tabela 1 – Programação Empreendimentos RS
Fonte: Elaborado pelo Autor, dados fornecidos pela Empresa A

Considerando a proposição de Slaughter (1998) detalhada na Figura 11 e Quadro 2: Atividades específicas para implantação por tipo de inovação, Slaughter, classifica-se o processo de implantação tecnológica do novo SCI na empresa A como inovação radical, visto alterar a característica e natureza executiva de obras tornando a solução anterior antiquada. Foi possível notar que as atividades listadas por Slaughter para inovação radical se mostraram presentes: (i) momento da inovação na fase de viabilidade, (ii) coordenação envolveu alta direção da área de engenharia e demais setores corporativos que verificaram os impactos em suas respectivas áreas, (iii) recursos especiais foram dispendidos que possibilitaram todo o desenvolvimento para avanço tecnológico, (iv) nível de supervisão organizacional envolveu a alta direção das diversas áreas corporativas da empresa, (v) tipo de supervisão compreendeu plano estratégico da companhia, protótipo e projetos executivos completos e (vi) supervisão contou com equipe técnica especializada com capacitação dos demais envolvidos.

Além disso, a revisão ocorrida no DATec de 2013, tendo por base a revisão de formato das juntas entre painéis é classificada como uma inovação incremental dentro do SCI.

4.2. Estudo de Caso II – Empresa B, Detalhamento - Tecnologia Construtiva

A Empresa B, por conta da mudança de foco comercial, visando construção e comercialização de edifícios de grande altura - acima de 40 pavimentos, mas tendo como condição essencial a manutenção da qualidade estrutural de seus empreendimentos, optou pela busca de um Sistema Construtivo (SC) que garantisse as premissas de qualidade dimensional, velocidade de construção, racionalização de produção com atividades cíclicas que reduzissem a possibilidade de improvisações no canteiro de obras. Relativamente à qualidade dimensional, tratava-se de exigência do engenheiro projetista estrutural um desvio máximo de 0,1% na altura, fator que a Empresa C considerava difícil de ser atingido com o sistema convencional de formas estruturadas em madeira. Por outro lado, a condição essencial para implantação de uma nova tecnologia construtiva, o sistema deveria ser aderente à normas brasileiras. No Quadro 15 apresentam-se as características do prédio.

CARACTERÍSTICAS	
Quantidade Pavimentos	Térreo 5 pavimentos garagens (sobressolo), 2 pavimentos recreação, 36 unidades tipo1, 5 unidades tipo 2, 1 unidade duplex, Casa máquinas / barrilete
Tipologia	1 apartamento por andar
Área útil/unidade	231 m2
Área construída (pavimento)	290 m2
Área construída/torre	26.040,30 m2

Quadro 15: Características prédio Empresa B
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa

Na Figura 38, representam-se as plantas de arquitetura e estrutural (forma) do pavimento tipo, e na Figura 39, fotomontagem de execução da estrutura, em destaque sistema de formas com plataformas de trabalho externas.

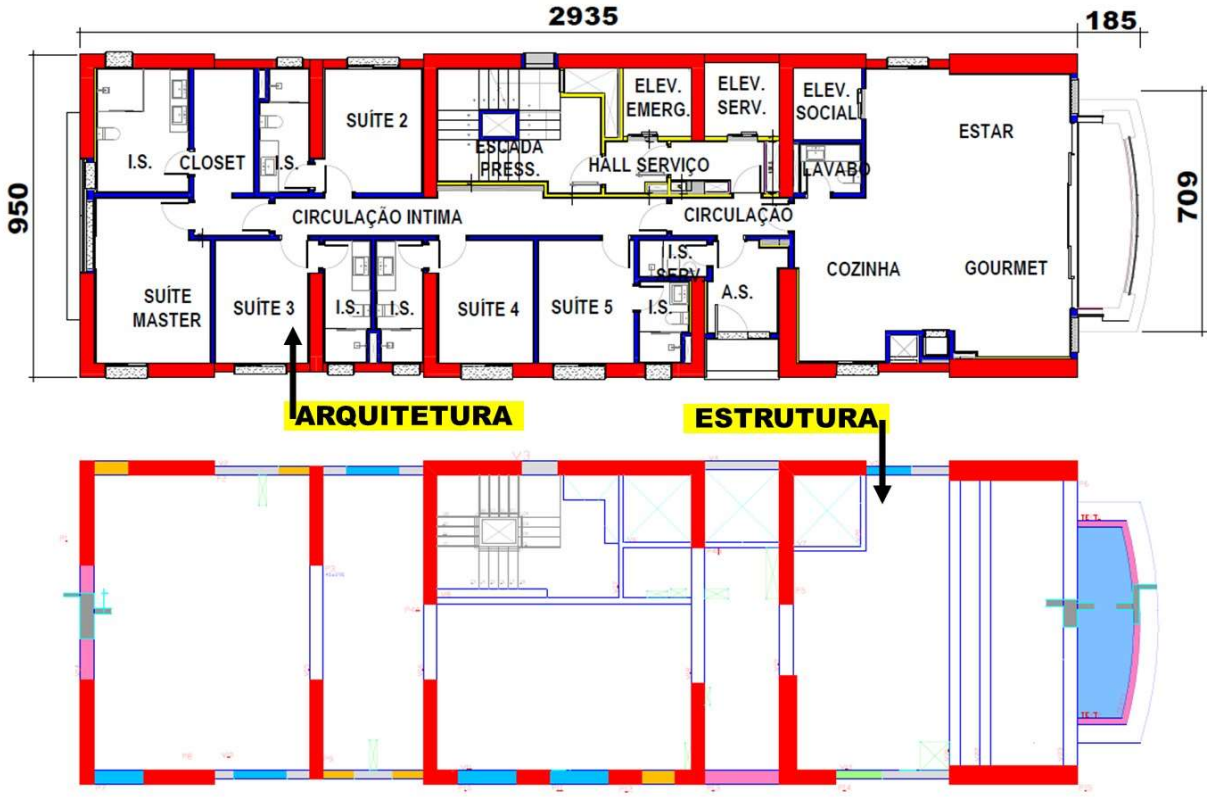


Figura 38: Plantas pavimento tipo – Arquitetura / Estrutura(forma)
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa B

Figura 39: Fotomontagem – Forma – Execução Estrutura
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa B

Realizou-se então um processo de análise técnica/comercial, que compreendeu:

(i) visitas técnicas em canteiros de obras/fábricas de formas;
(ii) análise de catálogos técnicos

(iii) revisões de projetos;
(iv) planejamento e orçamento comparativos dos sistemas;
(v) verificação de impactos na área operacional (produção no canteiro) visto o desconhecimento do processo que consequentemente levaria à uma curva de aprendizado;

Com base nas premissas iniciais, prospecções e estudos de viabilidades técnicas realizadas, acima listadas, foram selecionados os sistemas de formas racionalizadas apresentados no Quadro 16:

SISTEMAS FORMAS RACIONALIZADAS				
ELEMENTOS	CONFIGURAÇÕES			
	1	2	3	4
Pilar-Parede Vigas Fachada (forma externa)	Modular / Trepante Estrutura aço Revest. Compensado Movimentação Grua	Modular / Trepante Estrutura aço Revest. Aço Movimentação Grua	Modular / Trepante Estrutura alumínio Revest. Alumínio Movimentação Grua	Modular Alumínio Movimentação Manual
Pilar-Parede Vigas Fachada (forma interna)	Convencional Estrut. Madeira + Compensado	Modular Alumínio Movimentação Manual	Modular Alumínio Movimentação Manual	
Pilar / Vigas (internas)				
Lajes				
Escada / Terraço				
Etapas Concretagem	2 etapas	1 etapa	1 etapa	1 etapa
Ciclo Produção Teórico	8 dias úteis	5 dias úteis	5 dias úteis	6 dias úteis

Quadro 16: Análise de sistemas de formas racionalizados Empresa B
Fonte: Elaborado pelo Autor

Após finalização das análises técnicas que tenderam à um sistema de formas não convencional – configurações do Quadro 16 que levariam à uma quebra de paradigma em termos de tecnologia construtiva, decidiu-se consultar a área comercial e relacionamento com clientes da empresa B sobre possível impacto junto aos futuros clientes. Tal necessidade foi gerada pela alteração da sequência construtiva que pode ser visualizada por qualquer observador passando pelas imediações do canteiro, ou seja, execução de estrutura e fachada, pois no sistema convencional têm-se sequencialmente: estrutura, vedações externas, emboço e caixilhos. Já ao utilizar o sistema inovador de formas, o projeto prevê a estrutura em paredes maciças que por conseguinte já incorporam a vedação externa e emboço executados na mesma etapa, fato que poderia ser prejudicial na visão dos potenciais clientes.

Realizada a consulta, relatou-se que o impacto de alteração tecnológica seria neutro ou benéfico. Desta forma, optou-se pelo sistema de formas configuração 2 do Quadro 16: sistema monolítico modular, com formas externas (pilar/parede/viga) em aço sistema trepante em painéis movimentados mecanicamente, formas internas (pilar/viga/laje/escada) em alumínio de dimensões mano portáteis. Na Figura 40 apresentam-se os detalhes esquemáticos do sistema de formas externas e internas.

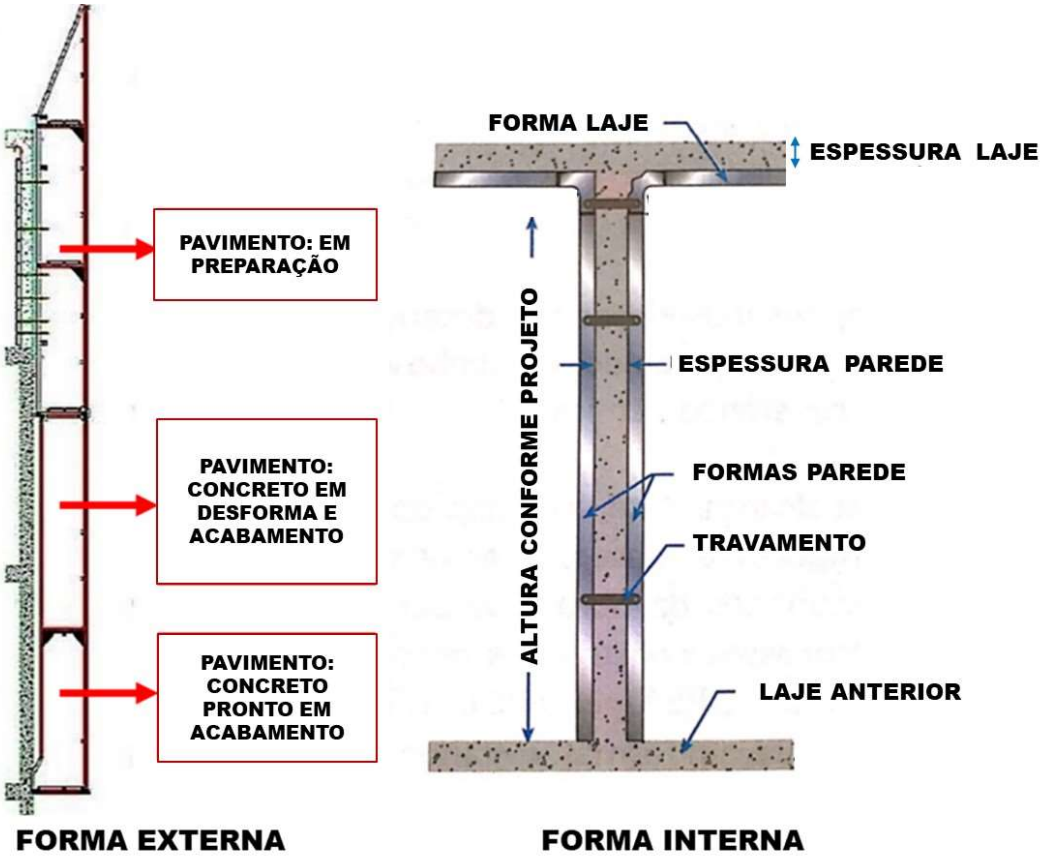


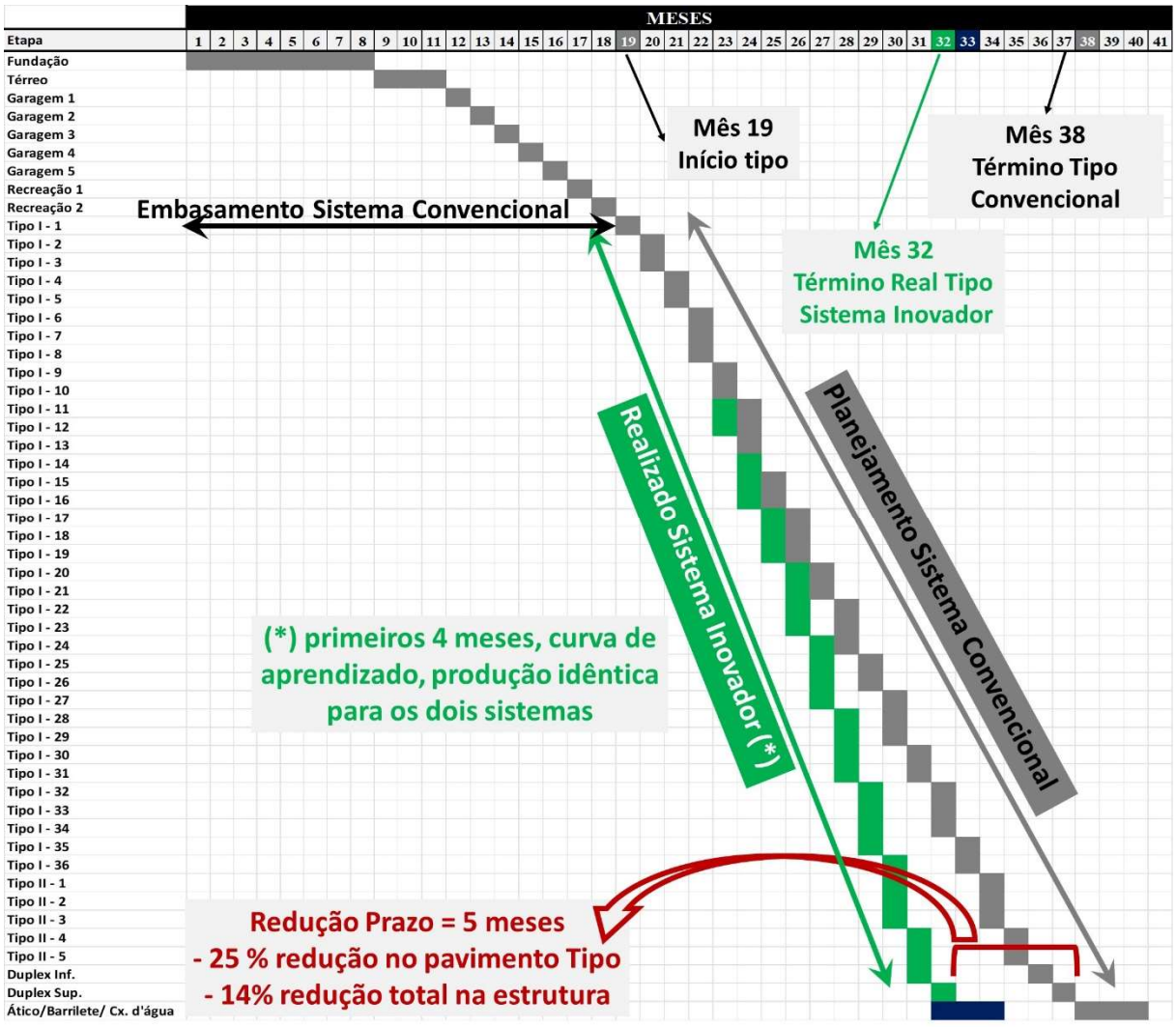
Figura 40: Esquemático Sistema de Formas (esquerda, forma externa; direita, forma interna)
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido por fabricante de moldes[15]

A opção por sistemas de formas racionalizadas levou à necessidade de outros desenvolvimentos para viabilização completa do sistema, conforme indicado a seguir:

- Equipamento de içamento (grua) – como os módulos de formas são de grandes dimensões e peso, impossibilitado o transporte manual ou por guincho cremalheira;
- Concreto autoadensável – a opção pelo sistema de formas trouxe a necessidade do desenvolvimento deste tipo de concreto com características especiais, dada a necessidade de bombeamento em grande altura sem causar segregação, tampouco perda da característica de fluidez por elevação da temperatura oriunda do processo de bombeamento;

[15] Exemplos de prancha com Projeto de Formas externas/internas estão apresentadas no Anexo B.

No Quadro 17, apresenta-se o cronograma de execução da estrutura de concreto armado, comparando o planejamento em formas convencionais com a produção real obtida com o sistema de formas inovador. Ressalta-se que para o sistema convencional, utilizou-se os dados de produtividade históricos dos últimos 5 anos da Empresa B, ou seja, 2,5 pavimentos por mês. Pode-se verificar que o sistema inovador proporcionou um ganho de produtividade a partir do 4º mês de execução da estrutura, sendo que a partir do 5º mês se alcançou a produtividade máxima de 4 pavimentos/mês, que se manteve até término da estrutura do apartamento duplex.



Quadro 17: Comparativo - Teórico Sist. Convencional x Realizado Sist. Inovador
Fonte: Elaborado pelo Autor, dados fornecidos pela Empresa B

Considerando a proposição de Slaughter (1998) detalhada na Figura 11 e Quadro 2: Atividades específicas para implantação por tipo de inovação, Slaughter, classifica-se o processo de implantação de tecnologia construtiva na empresa B como inovação de sistema: inovação complementar que fornecem novas características ou funções, avançando no conhecimento. Para essa inovação sistêmica, as atividades relatadas por Slaughter estiveram

presentes durante o desenvolvimento: (i) momento da inovação iniciado na fase de concepção de projeto, (ii) coordenação envolveu todas as modalidades de projeto, (iii) recursos especiais foram dispendidos na compatibilização de projetos, equipamento de içamento, equipamento de concretagem e desenvolvimento de concreto especial, (iv) nível de supervisão organizacional envolveu a alta direção das áreas de engenharia, comercial e financeira, (v) tipo de supervisão compreendeu estudo de viabilidade e projetos executivos completos e (vi) supervisão contou com equipe técnica especializada com capacitação dos demais envolvidos, quer seja corporativos, quer seja produção.

4.3. Método MITI – Proposta Parcial Artefato

O método proposto baseou-se na revisão literária dos diversos modelos detalhados no capítulo 2 desta pesquisa, quer seja modelos de gestão da inovação ou modelos relativos à gestão da implantação de tecnologia na construção civil. Para construção do método também foram consideradas as experiências profissionais do autor em processos de implantação de tecnologia construtiva em empresas construtoras no Brasil e os dois estudos de casos relatados nas seções 4.1 e 4.2. Assim, têm-se o método com 5 etapas principais: *(i)* Prospecção, *(ii)* Caracterização, *(iii)* Viabilidade Técnica / Custos, *(iv)* Testes/Protótipos e *(v)* Padronização, conforme Figura 41.

Figura 41: Fluxo e etapas do artefato MITI
Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 42 apresenta-se a primeira versão do artefato do método MITI, que além das 5 etapas acima mencionadas, contém 13 tarefas a serem cumpridas para finalização de todo o processo.

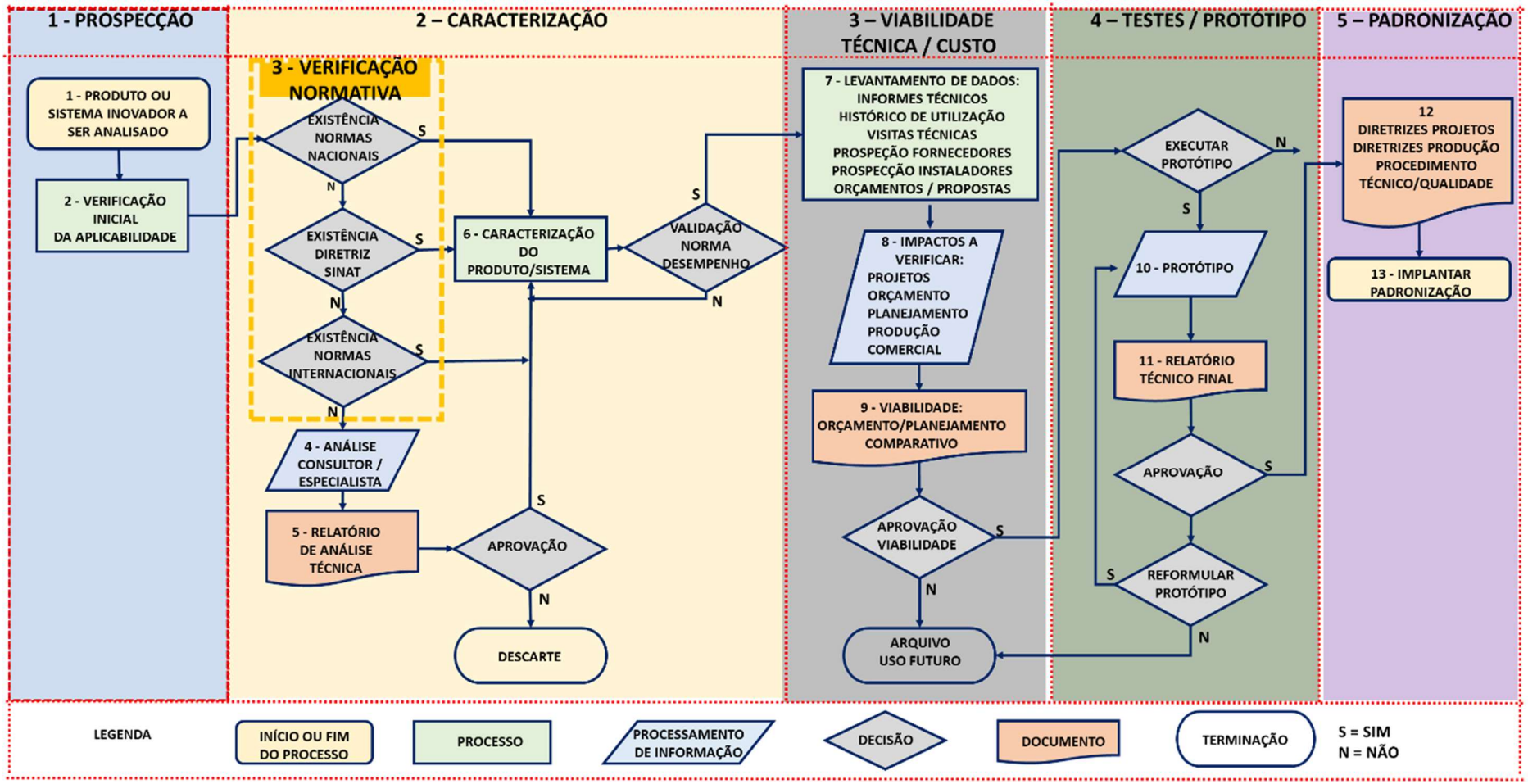


Figura 42: Proposta parcial - Artefato MITI
Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4. Descrição das etapas e tarefas

Neste capítulo é apresentado o detalhamento das etapas e tarefas devem ser cumpridas a fim de se proceder à implantação de tecnologia e inovação, com etapas e respectivas tarefas que ao término, entende-se levarão à perenização da utilização do PI dentro da companhia. Ressalta-se no entanto, que mesmo não havendo aprovação da implantação do PI, restará evidenciada a utilidade do artefato por propiciar uma análise técnica completa ao longo do processo, possibilitando ações de correções futuras.

4.4.1. Etapa 1 - Prospecção

Conforme apresentado na Figura 42, esta etapa marca o início do processo de busca por PI[16], podendo se dar de forma ativa ou passiva. A forma ativa ocorre internamente à organização através de seu corpo diretivo, técnico ou operacional, por necessidades de equipes de Projeto, Obras, Qualidade, Segurança do Trabalho etc., ou ainda por retroalimentação para de melhoria de processos, tanto da área de Obras, quanto pela área de Atendimento ao Cliente ou Assistência Técnica. Já na forma passiva, realiza-se através da divulgação de fabricantes ou sistemistas que ofertam seu PI, quer seja diretamente via Suprimentos, ou indiretamente por revistas técnicas especializadas, eventos, feiras ou congressos. Finaliza-se a etapa com verificação de forma simplificada a aplicabilidade do PI através do alinhamento das características ofertadas frente às necessidades que deram origem à prospecção.

4.4.2. Etapa 2 - Caracterização

Nesta etapa, detalhada na Figura 42, procede-se com a caracterização técnica-normativa do PI, verificando-se a aderência às normas, pela ordem, checando a possibilidade do enquadramento em uma das três opções:

i. Normas nacionais;
ii. Diretriz SINAT
iii. Normas internacionais,

[16] Para efeito de pesquisa, utilizamos o termo "*Produto Inovador (PI)*" para componente, elemento, sistema ou subsistema construtivo que não esteja contemplado por norma brasileira (ABNT) ou demais entidades autorizadas pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro – em vista das diretivas e métodos estabelecidos pelo citado Conselho conforme Resolução nº 01/92, bem como softwares para gestão de processos aplicáveis às empresas construtoras.

Não sendo possível o enquadramento, sugere-se a contratação de uma consultoria especializada que procederá análise técnica através de pesquisa em literatura técnica, artigos acadêmicos, cases disponibilizados etc. objetivando a geração de um relatório técnico, o qual deverá passar por análise da organização para decisão, ou não, de prosseguimento. Em caso negativo, a análise é encerrada sendo o PI descartado.

4.4.3. Etapa 3 - Viabilidade Técnica / Custo

Aprovado tecnicamente o PI, procede-se à avaliação de viabilidade de custos, com levantamento de dados simulando a aplicação tendo como base informes técnicos, dados colhidos em visitas técnicas e/ou fornecedores/aplicadores/sistemistas, propostas técnicas-comerciais etc., sendo na sequência verificados os impactos da implantação do PI ou SCI em: (a) projetos, (b) produção, (c) planejamento, (d) orçamento, (e)comercial, de forma a tornar possível a execução de planejamento e orçamento comparativos entre o sistema tradicional e o sistema utilizando-se o PI, conforme detalhamento na Figura 42.

O planejamento comparativo deve ser global de todo o empreendimento, não ocorrendo apenas uma verificação pontual relativa ao uso específico do PI, mas considerando-se: (i) curva de aprendizado necessária para implantação da tecnologia, (ii) eventual ganho de produtividade e/ou redução de mão de obra aplicada pós término do aprendizado e (iii) impacto de logística e equipamentos, de forma que se obtenha a análise global em utilização única ou sequencial de empreendimentos. Da mesma forma, o orçamento comparativo deve refletir além do custo específico da utilização do PI, também os ganhos de escala, produtividade, redução de prazos, mão de obra direta e indireta, custos indiretos de canteiro etc. apontados no planejamento comparativo.

Ao término é gerada a viabilidade entre o sistema tradicional e sistema inovador baseados no planejamento e orçamentos comparativos. De posse destas análises, decide-se pela continuidade do processo, podendo optar-se por nova etapa de verificação através de aplicação em protótipo (Etapa 4) ou ainda, pela sua reprovação, sendo o PI descartado.

4.4.4. Etapa 4 – Testes / Protótipos

Caso o estudo em desenvolvimento refira-se à um Material Inovador, na aprovação da viabilidade técnica e de custos pode decidir-se seguir diretamente para a Etapa 5, sem a

necessidade da fase de testes/protótipos. Porém, tratando-se da análise particular de um Sistema Construtivo Inovador, conforme Figura 42, recomenda-se aprofundar os testes e desenvolvimento de protótipo, avançando nas fases de projeto e construção do mesmo, sendo necessária a decisão do porte/dimensão (escala real ou reduzida), com elaboração dos projetos executivos de todas as modalidades a fim de garantir a que todas as premissas da fase de viabilidade estejam presentes e efetivamente testadas. Devem ser registradas informações objetivando a emissão do relatório técnico final contendo descrição completa dos serviços executados, especificação dos materiais incluindo relatórios de ensaios/caracterizações, revisões de projetos, comparativo (previsto x realizado) quanto ao planejamento físico e custo, indicando o atendimento das premissas previstas na Etapa 3 – Viabilidade Técnica/Custos. Finalizado, prossegue-se com a análise crítica dos resultados do relatório técnico final dos testes/protótipo, aprovando-o para a etapa 5 - Padronização, ou em caso negativo, verificando-se possibilidade de execução de nova fase de testes ou descartar o uso imediato, mantendo o PI em espera para análise futura.

4.4.5. Etapa 5 - Padronização

Com a aprovação do PI, procede-se à emissão de documentos que possibilitem a difusão da inovação pela empresa. Desta forma, as premissas estabelecidas na Etapa 3 e validadas na Etapa 4, bem como as lições aprendidas na Etapa 4 serão introduzidas em diretrizes e procedimentos do sistema de produção da empresa construtora, destacando-se, conforme Figura 42:

i. Diretrizes de Projetos;
ii. Diretrizes de Produção;
iii. Procedimentos do sistema da Qualidade.

5. MÉTOD MITI - AVALIAÇÕES DO ARTEFATO

Este capítulo está dividido em cinco seções. Na primeira seção apresentam-se detalhes da Empresa C, onde ocorreu o Estudo de Caso III. Na seção 2 apresenta-se o desenvolvimento do Estudo de Caso III, análise para implantação de aplicativo de planejamento e controle de produção (PCP) de obras. Na terceira seção relata-se desenvolvimento do Estudo de Caso III, foco de análise na implantação de software de captação de imagens 360º, software de suporte aos times de planejamento e obras. Na quarta seção, têm-se o desenvolvimento do Estudo de Caso III com foco de análise na construção de um novo campus para implantação de Faculdade de Medicina, utilizando o SCI Light Steel Frame. Na quinta seção apresenta-se o detalhamento das entrevistas avaliatórias do Método MITI com profissionais atuantes em diversos segmentos da construção civil.

Parte das atividades do Estudo de Caso III, apresentados nas seções 5.2, 5.3 e 5.4 desenvolveram-se em ambiente virtual por conta da restrição de atividades em função da pandemia de Covid19 (março/2020 a junho/2022), tendo a participação de colaboradores pertencentes à Empresa "C" e respectivos fornecedores. Da mesma forma, as entrevistas avaliatórias do método ocorreram em ambiente virtual, seguindo as indicações do Quadro 11.

5.1. Estudo de Caso III - Empresa C

Trata-se de uma Instituição de Ensino Superior (IES), ocupando o 1º lugar entre as empresas privadas de ensino superior, quer seja em quantidade de alunos, quer seja em faturamento anual, estando presente em todos os estados brasileiros, sendo seu público-alvo de captação os alunos pertencentes às classes sociais C e D. Para fins de pesquisa, sua identidade não será revelada, passando a ser denominada como Empresa "C".

A presente pesquisa teve início em março de 2020, sendo que à época a IES contava com 172 campi, cuja gestão das áreas de infraestrutura - gestão do imóvel (manutenção, obras de adequações, ampliações etc.) era de responsabilidade da Diretoria de Infraestrutura, criada em 2019 em função de reorganização corporativa.. Um dos setores dessa diretoria é a área de Engenharia, responsável por execução de projetos arquitetônicos, gerenciamento da construção de novos imóveis, obras de adequações internas e manutenções prediais.

A estrutura organizacional básica do setor de Engenharia da Diretoria de Infraestrutura está retratada na Figura 43, com os times de Planejamento, Orçamento, Documentação Técnica Legal (DTL) e Projetos centralizados no corporativo e o time de Obras subdividido em 5 regionais.

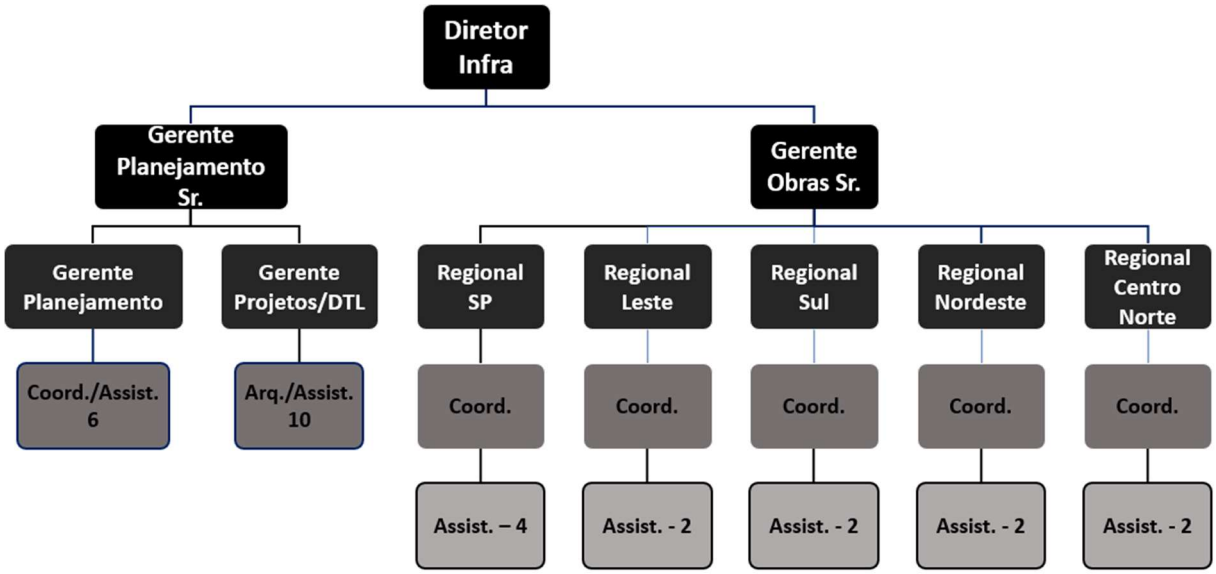


Figura 43: Estrutura Organizacional parcial – Dir. Infraestrutura, Empresa "C"
Fonte: Elaborado pelo Autor

Por tratar-se de uma IES, sendo imperativo minimizar o impacto de obras nas atividades acadêmicas, exceto para serviços de manutenção corretiva, determinaram-se períodos específicos pré-definidos para execução das obras de adequações e ampliações internas, que coincidem com os períodos de férias, ou seja, os meses de dezembro, janeiro, fevereiro (período 1) e julho (período 2) destinam-se à efetiva execução de obras. Os meses que antecedem esses períodos são destinados à execução de projetos arquitetônicos (internos), projetos complementares (externos), planejamento e contratação.

Nesse caso particular deste Estudo de Caso aplicou-se o conceito do método de pesquisa Action Design Research (ADR), método onde se propõe a integração entre a pesquisa-ação com a DSR (SEIN et al, 2013). Esse método é utilizado para geração de conhecimento de design prescritivo, construindo e avaliando artefatos inovadores dentro de um contexto organizacional, reduzindo o rigor tecnológico contido na DSR de forma a possibilitar a construção do artefato concomitantemente com o aprendizado, podendo ocorrer intervenção, situação quando há necessidade de solucionar uma questão problemática, onde se necessita da interação obrigatória dos envolvidos dentro do ambiente onde se desenvolve o estudo (SEIN et al, 2013; WESTIN; SEIN, 2014; MULLARKEY; HEVNER, 2015, 2018; COLLATTO et al, 2018; DRESCH, 2013).

5.2. Estudo de Caso III – Empresa C, Detalhamento - Aplicativo PCP

A IES tinha previsto para o ano de 2020 um volume de cerca de 250 obras distribuídas nos campi, sendo 85% obras de pequenas adequações internas (reforma de laboratórios, junção ou divisão de salas de aulas etc.) com custo de até R$150.000. Cerca de 13% das obras referiam-se às adequações médias (adequações internas para grandes clínicas – odontologia, veterinária, psicologia etc.) com custo variando de R$ 500.000 a R$ 2.000.000, e os 2% restantes tratava-se de ampliações ou novos edifícios/campi, com valores de obra variando de R$5.000.000 a R$ 20.000.000.

Apesar do montante de obras citado, o planejamento era realizado utilizando-se ferramenta inadequada (Microsoft Excel) ou subutilizada (Microsoft Project), visto que os cronogramas não detalhavam todas as atividades, mas somente algumas atividades macro. Ressalta-se que ainda assim, a qualidade das informações dependia da acurácia de cada responsável pela respectiva obra. Ademais, como todas as obras eram executadas dentro de um dos dois períodos citados, havia dificuldade de acompanhamento em tempo integral pelo time de obras, visto existir uma grande concentração de obras em curto espaço de tempo, prejudicando ainda mais o controle de um planejamento que já nascera limitado.

Desta forma, por demanda do time de planejamento, em alinhamento interno com a diretoria, definiu-se pela necessidade de aquisição de uma ferramenta de planejamento e controle da produção que conferisse: (i) possibilidade de detalhamento do planejamento considerando as particularidades da empresa – obras rápidas, (ii) facilidade de atualização em tempo real via aplicativo, (iii) informação compartilhada com todos os envolvidos em tempo real; (iv) software "*user-friendely*"[17].

Tomando por base o modelo de condução da DSR, Figura 25 e estando definido o problema, iniciou-se a fase de prospecção, conduzida pelo time de Inovação da Empresa "C", que por sua vez encontrava-se conectada à comunidade CUBO, uma instituição sem fins lucrativos, com espaço colaborativo para startups que reúne agentes do ecossistema de Inovação: empreendedores, empresas de tecnologia, investidores, estudantes e universidades (DE OLIVEIRA; FREITAS FILHO; LANZER, 2016). Os trabalhos de prospecção se

[17] "User-friendly" descreve-se com uma ferramenta (hardware ou software) que tenha uma interface que gere facilitação para o uso. Ser "amigável", sob a ótica do usuário, compreende que não há dificuldade de aprendizado ou entendimento.

desenvolveram com duas opções: (i) utilização de aplicativo existente no mercado de construtechs, mas customizável ou (ii) desenvolvimento de aplicativo específico para as necessidades da Empresa “C”.

Como foram encontradas várias alternativas já existentes, foram selecionadas três opções de fornecedores para análise dos times de Inovação, Planejamento e Obras, que após reuniões técnicas-comerciais, decidiu-se pelo pacote de software do Fornecedor “A”, tratando-se de implantação no modelo de adoção de tecnologia. O Fornecedor “A” é uma startup fundada em 2017 fornecendo uma plataforma integrada de planejamento e gestão de obras com conceito Lean Construction baseada em Linhas de Balanço, que se comprometera a realizar customizações, adequando o aplicativo às necessidades da Empresa “C”.

Ressalta-se que por se tratar de período de restrição de atividades presenciais por conta da pandemia de Covid, todas as atividades comerciais e técnicas ocorreram em ambiente virtual (Figura 44), tendo sido gravadas e disponibilizadas aos times para consulta sempre que necessário.

Figura 44: Captura - Imagens de reuniões virtuais / técnico-comerciais
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

Para validação do aplicativo, optou-se pela implantação Piloto em duas obras: Clínica Veterinária com cerca de 650 m2 de área construída e Clínica Odontológica com cerca de 550 m2 de área construída, as quais seriam executadas a partir de 25/06/2020. A equipe do

Fornecedor “A” realizou de forma virtual a capacitação do time de Obras, Planejamento e Projetos da Empresa “C” atuantes no Piloto, conforme Figura 45:

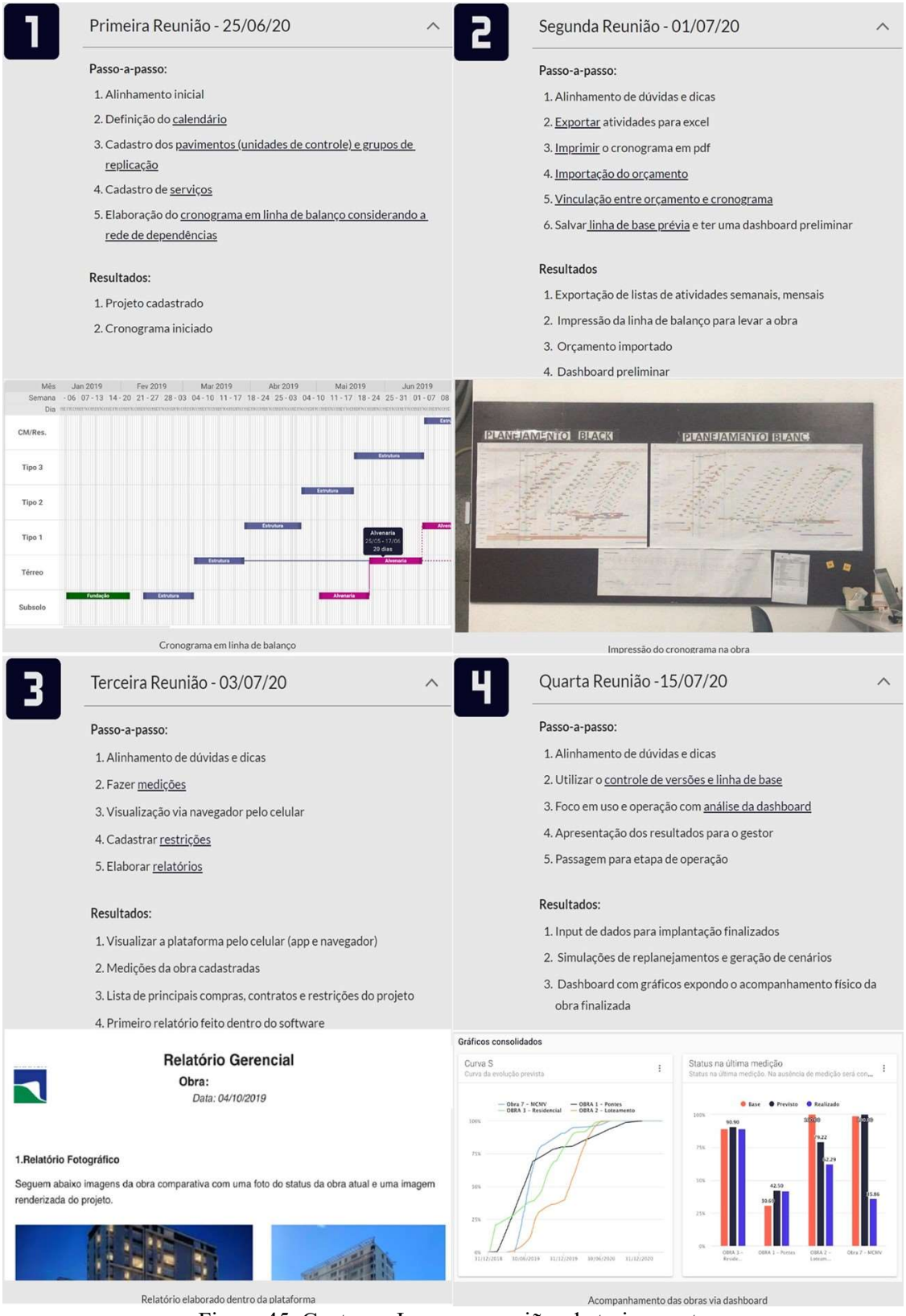


Figura 45: Captura - Imagens reuniões de treinamento
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

Finalizado o piloto realizou-se a análise crítica da utilização do aplicativo de planejamento e controle de produção nas duas clínicas previamente escolhidas, estando os resultados apontados no Quadro 18.

ETAPAS	MODELO ATUAL	MODELO "APLICATIVO" PCP	RESULTADO OBTIDO
Elaboração planejamento	Project + Excel Manutenção linha a linha	Projetos copiados para plataforma, Geração template, Atualização rápida	Eficiência com agilidade na verificação de projetos simultaneamente
Visualização Planejamento	Convencional, 250-300 linhas	Aplicativo, 40 linhas divisão por serviços	Facilidade de visualização sequenciamento de tarefas
Comunicação entre áreas	Ferramentas Office (Excel, Project e Power Point)	Informações centralizadas com dashboards	Velocidade, Garantia de informação unificada em tempo real,
Apontamento físico	Obra em Excel, repassa ao Project e realimenta os relatórios em Power Point	Atualizado pelo Engenheiro via aplicativo com alimentação automática	
Interfaces Area Infraestrutura	Obra faz apontamento, Planejamento atualiza e replaneja, Reporta resultados para obras, Reuniões on-line com time de obras e fornecedor, lentidão no andamento com extensão de duração	Engenheiro atualiza no aplicativo, Replanejamento on-line entre times (Obra, Planejamento e Fornecedor)	Envolvimento dos times, Comprometimento do fornecedor, Tempo reduzido foi suficiente para melhoria do alinhamento de expectativas
Metodologia de planejamento	Tradicional, cronograma de Gantt	Filosofia Lean Construction com Linha de Balanço	Fácil visualização de folgas e gargalos dentro do cronograma construído a seis mãos

Quadro 18: Análise Crítica- Implantação Aplicativo de PCP
Fonte: Elaborado pelo Autor, dados fornecidos pela Empresa C

Desta forma, a implantação piloto foi aprovada, tendo sido liberada a utilização plena do aplicativo para planejamento e controle de produção em 39 obras, cuja distribuição por porte e regional encontram-se na Tabela 2.

REGIONAL	PORTE	QUANTIDADE
CENTRO NORTE	Pequeno	02
	Médio	01
	Grande	04
LESTE	Pequeno	04
	Médio	01
	Grande	00
NORDESTE	Pequeno	04
	Médio	02
	Grande	04

Tabela 2 - Quantidade e tipos de obras – fase de padronização
Fonte: Elaborado pelo Autor, dados fornecidos pela Empresa C

(Continuação Tabela 2)

REGIONAL	PORTE	QUANTIDADE
SP	Pequeno	04
	Médio	04
	Grande	04
SUL	Pequeno	02
	Médio	01
	Grande	02
TOTAL		39

No Quadro 19, tomando por base o Método MITI – exposto na Figura 42, foram detalhadas as fases, tarefas, respectivas aplicabilidades e comentários do pesquisador para aplicação do artefato no foco de análise – Aplicativo PCP.

Importante frisar que como o PI verificado pelo Método MITI foi um software, todas as tarefas da Etapa 2 – Caracterização apresentam status “não se aplicam”, visto não haver correlação com quaisquer normas técnicas. Ademais, com a utilização da plataforma/aplicativo foi possível garantir a atualização semanal dos cronogramas de obras, fato que indiretamente auxiliou também as construtoras contratadas/prestadores de serviços em seus próprios planejamentos de serviços.

No Capítulo 6 serão apresentados e discutidos os resultados completos.

MÉTODO MITI – AVALIAÇÃO OBSERVACIONAL – ESTUDO DE CASO III – EMPRESA C			
FASES	**ETAPAS**	**FOCO DE ANÁLISE – APLICATIVO PCP**	**Comentários Pesquisador**
PROSPECÇÃO	Produto Inovador	i. Aplicativo para planejamento e controle produção de obras	
	Demandante	i. Engenharia	Demanda criada via Diretoria
	Premissas	i. Ferramenta user-friendly: ii. detalhamento do planejamento considerando as particularidades da Empresa "C"; iii. facilidade de atualização/compartilhamento em tempo real; iv. Fundamentado (preferencialmente) em Lean Construction e Linhas de Balanço;	Premissas estabelecidas pelas Gerências de Planejamento e Obras
	Justificativa	i. Grande quantidade de obras a serem executadas em curto período de tempo; ii. Falta de ferramenta adequada para planejamento e controle de produção das obras; iii. Falhas de planejamento podem levar a atrasos que impactam diretamente o campus e seus usuários (alunos e professores)	Análise de reuniões recorrentes de PMO dos ciclos de obras anteriores.
CARACTERIZAÇÃO	Normas Nacionais	Não se aplica	Por se tratar de adoção de software, não se aplicam as tarefas referente à Etapa Caracterização, por não haver Normas aplicáveis. No entanto, para execução de protótipo o time de arquitetura/segurança de software, (Diretoria TI) deve validar o software considerando riscos de invasão à rede privada.
	Diretriz SINAT	Não se aplica	
	Normas Internacionais	Não se aplica	
	Caracterização Produto	Não se aplica	
	Validação Norma de Desempenho	Não se aplica	
VIABILIDADE TÉCNICA / CUSTO	Levantamento de Dados	Prospecção Fornecedores – aplica	Todos os itens foram levantados pelo time de Inovação durante a fase de prospecção e compartilhado com o time de Engenharia. No andamento do processo, o time de Engenharia reuniu-se virtualmente com os fornecedores para uma demonstração técnica/prática das ferramentas.
		Informe Técnico – aplica	
		Histórico de Utilização – aplica	
		Propostas Técnicas – aplica	
	Impactos	Projetos – não se aplica	Utilização da ferramenta não impacta execução de projetos
		Orçamento – aplica	Custo da ferramenta impacta o orçamento da área, visto não ter previsão orçamentária.
		Planejamento – aplica	Uso da ferramenta impacta diretamente as duas áreas: Planejamento da obra com impacto no planejamento global da área de infraestrutura; Obras com planejamento baseline e atualização em tempo real
		Obras – aplica	
		Comercial - não se aplica	Utilização da ferramenta não impacta área comercial da empresa
	Viabilidade	Comparativo - Orçamento x Planejamento – aplica	Verificação de eventuais ganhos com o uso da ferramenta
	Aprovação Viabilidade	aplica	Verificar impacto do custo da ferramenta x ausência de dotação orçamentária x melhoria no planejamento e controle de produção das obras
TESTES / PROTÓTIPO	Protótipo	Aplica	Por tratar-se de nova ferramenta em contraponto aos controles utilizados à época, optou-se por realizar um teste piloto em duas obras de complexidade alta (clínicas veterinárias e adequação de unidade em novo imóvel); Ao término do piloto, emitiu-se relatório analítico/custos para aprovação.
	Relatório Final	Aplica	
PADRONIZAÇÃO	Diretrizes	Projetos – não se aplica Produção – aplica Procedimentos Técnico / Qualidade – aplica	Após aprovação do piloto, a ferramenta passou por customizações solicitadas pelos usuários, que foram importantes também para outros clientes do fornecedor "A", prosseguindo com a liberação da ferramenta para uso em todos os tipos de obras da Empresa "C"
	Implantar padronização	Aplica	

Quadro 19: Etapas do Método MITI no Estudo de Caso III - Foco de Análise – Aplicativo PCP
Fonte: Elaborado pelo Autor

5.3. Estudo de Caso III – Empresa C, Detalhamento – Plataforma de Imagens

Como citado no item 5.2, considerando-se o grande volume de obras em curto espaço de tempo que gerava dificuldades para o acompanhamento em tempo integral pelo time de engenharia da Empresa “C”. Assim, como o controle de um planejamento que já nascera limitado era ainda mais afetado por essa condição, buscou-se uma solução compartilhada de acompanhamento das obras, utilizando a equipe da construtora responsável pela execução para coleta de dados de serviços em execução, buscando através de imagens e vídeos evidenciar o estágio dos serviços. Para as obras de pequeno porte, a coleta de dados funcionou à contento. No entanto, nas obras de médio e grande porte, o construtor não assumiu a responsabilidade, o que causava lentidão nas reuniões semanais de acompanhamento, pois a validação das tarefas e revisão do planejamento que deveriam ocorrer previamente, eram realizadas somente durante a reunião. Desta forma surgiu a necessidade de prospectar uma ferramenta que possibilitasse a coleta de imagens por qualquer pessoa presente no canteiro de obras, pois com essas imagens os times de Obras e Planejamento passariam a atualizar os cronogramas, sem a necessidade de um representante do time de Obras no canteiro.

Existem várias ferramentas digitais vestíveis que vêm sendo utilizadas como suporte de planejamento e controle da produção, destacando-se a tecnologia de realidade aumentada (RA) adicionando imagens geradas por computador às imagens do mundo real, possibilitando ainda a inserção de informações relevantes. Desta forma, torna-se possível remotamente a visualização de atividades e respectiva evolução no canteiro de obras, permitindo-se comparativo do desempenho planejado com desempenho real, identificando eventuais desvios e rápidas medidas de correção (FIGUEIREDO et al; 2020).

A utilização dos HMD’s (*Head Mounted Displays*), ou Visor Montado na Cabeça em tradução livre apresenta grande potencial para visualização em RA no campo empresarial. Os modelos baseados na visão computacional utilizam imagens capturadas por câmeras e o reconhecimento baseado em visão e algoritmos de rastreamento possibilitam identificar objetos físicos e vinculá-los a objetos virtuais apropriados através de renderização. No entanto, para utilização desses dispositivos em obras, há que se considerar além da capacidade tecnológica, também sua resistência aos ambientes potencialmente agressivos ou a intempéries (poeira, água e risco de quedas). Há que se considerar também que o campo de visão é um fator importante, pois quanto mais amplo, mais adequada será a visualização do ambiente, propiciando visualização da RA mais próxima do olhar humano. Outro fator a ser observar é a ergonomia, pois o dispositivo poderá ser utilizado por um longo tempo a cada ciclo de captura, pois este é proporcional ao tamanho da obra e quantidade de captações. Desta forma, a análise de

softwares, aplicativos e hardware a ser utilizado deve passar por análise adequada, com suporte de profissionais (SKUBS; CUPERSCHMID, 2022).

Durante a participação de membros do time de Engenharia em uma conferência e feira de construtechs, alguns dos expositores apresentaram soluções de software e hardware para captura de imagens 360º. Essas imagens eram referenciadas ao projeto arquitetônico em BIM, permitindo associação à ferramenta de planejamento. No entanto, como os projetos da Empresa C não eram executados em BIM, impedia a utilização. Porém, ao realizar *benchmarking*[18] verificou-se com um dos fornecedores a possibilidade de utilização da ferramenta de captura de imagens sem a utilização do BIM, porém com atualização manual do cronograma de planejamento. Assim, a Empresa C decidiu pela execução de um teste piloto para validação da ferramenta com este fornecedor.

O Fornecedor "B" é uma startup incubada no parque tecnológico de uma universidade privada do Rio Grande do Sul, que busca com sua tecnologia propiciar aos clientes aumento de produtividade e comunicação em obras civis através de uma plataforma de captura e processamento de imagens 360º utilizando equipamento vestível, sendo que a utilização da ferramenta teria o efeito secundário de economia de custos/tempo de um profissional de grande valor agregado apenas para coleta de imagens.

O teste piloto para validação ocorreu em período de pandemia do COVID 19, onde a Empresa C, incluindo seu time de Obras operava em sistema híbrido e desta forma, toda a capacitação ocorreu de forma virtual. Foram escolhidas duas obras: (i) uma nova Clínica Veterinária a ser adequada dentro de instalações já existentes no campus, com área aproximada de 650 m2 de área construída e (ii) migração de unidade completa, adaptando imóvel corporativo para IES, com construção de salas de aulas, laboratórios e biblioteca totalizando aproximadamente 6500 m2 de área construída.. A equipe do Fornecedor "B" realizou de forma virtual a capacitação do time de Obras, Planejamento e Projetos da Empresa "C" atuantes no Piloto, conforme Figura 46, durante o mês de fevereiro/2022, tendo as obras iniciado em março/2022:

[18] Conforme pesquisa via dicionário Michaelis online (www.michaelis.uol.com.br) o termo benckmarking refere-se a: "Processo de avaliação empresarial que consiste na análise dos métodos, procedimentos e desempenho dos concorrentes, de modo a incorporar aqueles que são julgados operacionalmente eficientes, buscando atualização e aperfeiçoamento em função de adequar-se à disputa do mercado".

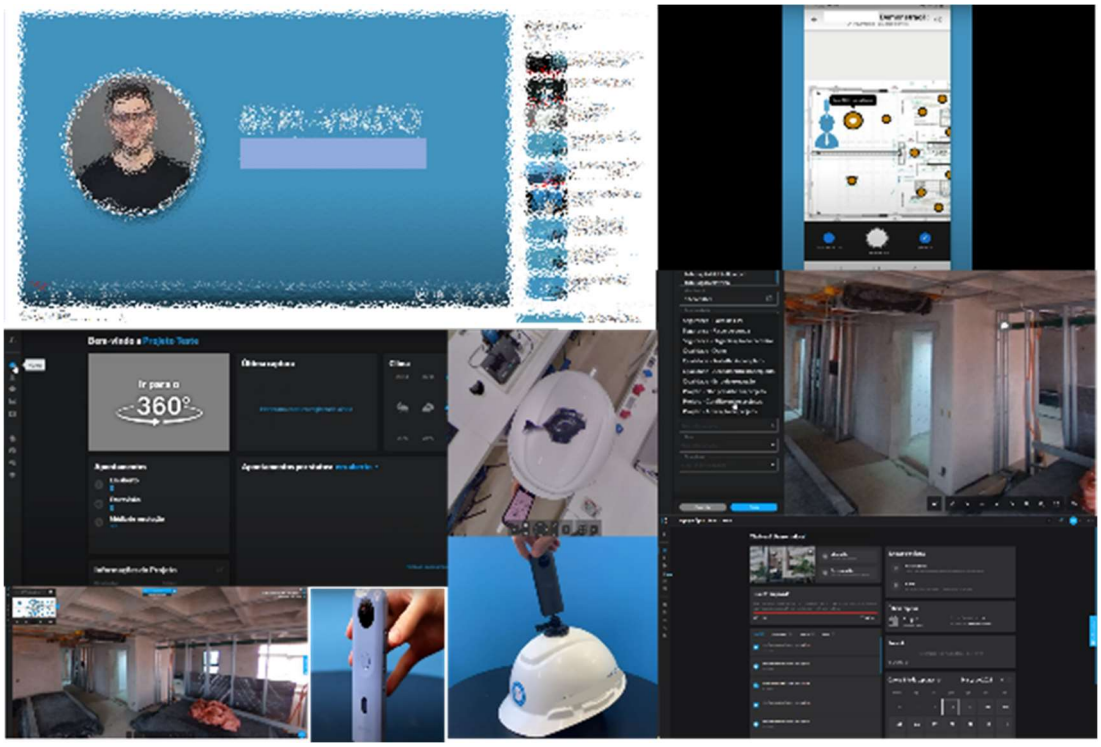


Figura 46: Captura de reuniões de treinamento
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

Como citado, o objetivo da implantação estava ligado à melhoria no processo de gestão do planejamento e controle de produção, visto a impossibilidade de verificação da obra semanalmente com equipe *in loco.* Utilizando os recursos da ferramenta, foram introduzidas no aplicativo as plantas de todos os pavimentos, bem como a determinação do ponto de coleta de imagem em cada ambiente, conforme indicado na Figura 47, tendo sido estipulado que as imagens seriam coletadas por no mínimo uma vez por semana, tendo como ideal duas capturas por semana, ressaltando que o aplicativo possibilita o armazenamento de todas as fotos em alta definição com visão 360º. Apresenta-se na Figura 48 sequencial de imagens capturadas no ponto destacado na Figura 47, estando apresentado na Figura 49 a primeira e última coleta de imagens desse mesmo ponto.

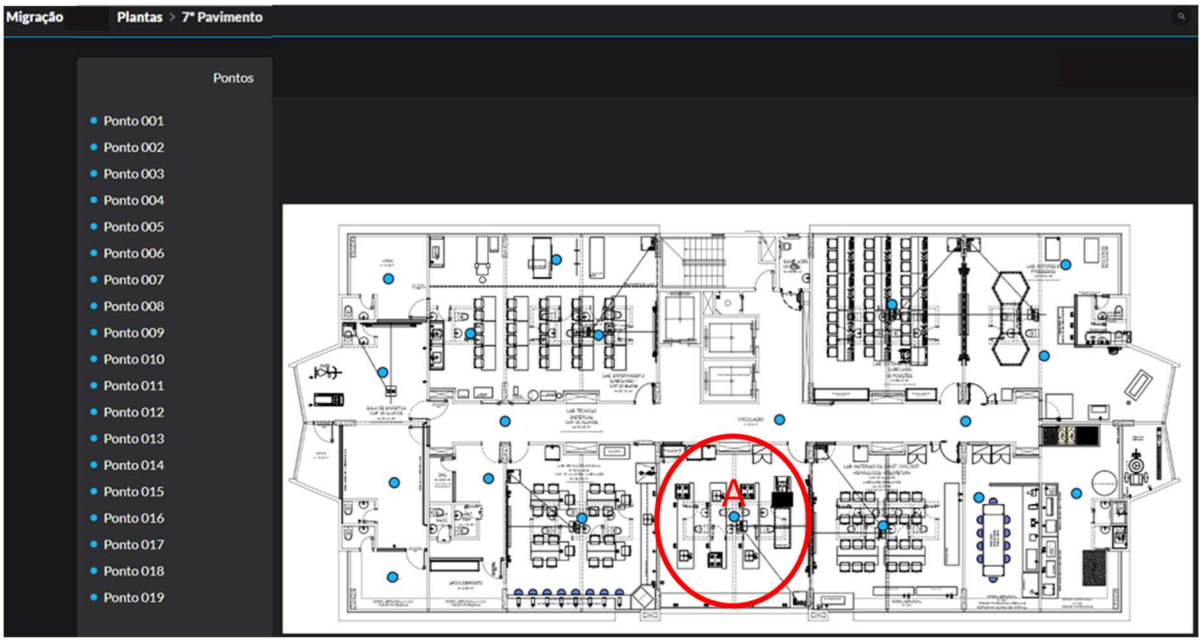


Figura 47: Captura- Pontos de coleta de imagens por pavimento
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

Assim, viabilizou-se: (i) atualizar semanalmente o planejamento da obra, (ii) verificar semanalmente aderência do planejamento de curto prazo e reprogramação para novo ciclo, (iii) discutir eventuais interferências entre os projetos executivos e (iv) verificar qualidade dos serviços executados.

Figura 48: Captura- Sequenciamento de imagens Ambiente “A”
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

Figura 49: Captura- Sequencial de imagens Ambiente “A”
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

A implantação piloto foi finalizada em junho/2022, tendo sido aprovada para utilização plena do aplicativo a partir do início do próximo ciclo de obras da Empresa “C” em julho/2022. No Quadro 20, foram detalhadas as fases, tarefas, respectivas aplicabilidades e comentários do pesquisador aplicáveis à implantação da plataforma de imagens, foco de análise da terceira parte do Estudo de Caso III, utilizando-se o Método MITI conforme apresentado na Figura 42.

Similar ao ocorrido na implantação do Aplicativo PCP, o PI verificado pelo Método MITI foi um software, com plataforma e aplicativos on-line, assim, todas as tarefas da Etapa 2 – Caracterização apresentam status “não se aplicam”, visto não haver correlação com quaisquer normas técnicas. Nas demais etapas, cada uma das tarefas foi analisada tendo sido aplicada se pertinente.

No Capítulo 6 são apresentados e discutidos os resultados completos.

MÉTODO MITI – AVALIAÇÃO OBSERVACIONAL – ESTUDO DE CASO III – EMPRESA C			
FASES	**ETAPAS**	**FOCO DE ANÁLISE – PLATAFORMA DE IMAGENS**	**Comentários Pesquisador**
PROSPECÇÃO	Produto Inovador	i. Software e Hardware para captação de imagens 360º para apoio ao planejamento e controle produção de obras virtual	
	Demandante	i. Engenharia	Planejamento e Engenharia necessitam de informações reais dos pacotes de serviços efetivamente realizados.
	Premissas	i. Ferramenta User-friendly: ii. Facilidade de atualização/compartilhamento em tempo real; iii. Armazenagem ordenada das imagens da obra;	Premissas estabelecidas pelas Gerências de Planejamento e Obras
	Justificativa	i. Grande quantidade de obras a serem executadas em curto período de tempo; ii. Impossibilidade de ter membro do time de Obras semanalmente "in loco" em cada uma das para atualização do planejamento; iii. Ausência de informações reais do avanço físico impossibilitam a atualização da ferramenta de planejamento e controle de produção das obras; iv. Falhas de planejamento podem levar a atrasos que impactam diretamente o campus e seus usuários (alunos e professores)	Por falta de informações prévia dos serviços executados, o planejamento era atualizado durante as reuniões recorrentes de PMO, quando o correto era que o planejamento estivesse revisado anteriormente;
CARACTERIZAÇÃO	Normas Nacionais	Não se aplica	Por se tratar de adoção de software, não se aplicam as tarefas referente à Etapa Caracterização, por não haver Normas aplicáveis. No entanto, para execução de protótipo o time de arquitetura/segurança de software, (Diretoria TI) deve validar o software considerando riscos de invasão à rede privada da Empresa "C".
	Diretriz SINAT	Não se aplica	
	Normas Internacionais	Não se aplica	
	Caracterização Produto	Não se aplica	
	Validação Norma de Desempenho	Não se aplica	
VIABILIDADE TÉCNICA / CUSTO	Levantamento de Dados	Prospecção Fornecedores – aplica	Todos os itens foram levantados pelo time de Inovação durante a fase de prospecção e compartilhado com o time de Engenharia. No andamento do processo, o time de Engenharia reuniu-se virtualmente com os fornecedores para uma demonstração técnica/prática das ferramentas.
		Informe Técnico – aplica	
		Histórico de Utilização – aplica	
		Propostas Técnicas – aplica	
	Impactos	Projetos – não se aplica	Utilização da ferramenta não impacta execução de projetos.
		Orçamento – aplica	Custo da ferramenta impacta o orçamento da área, visto não haver previsão orçamentária para contratação.
		Planejamento – aplica	Uso da ferramenta impacta diretamente as duas áreas: Planejamento da obra com impacto no planejamento global da área de infraestrutura; Obras com planejamento baseline e atualização em tempo real de evolução das obras.
		Obras – aplica	
		Comercial - não se aplica	Utilização da ferramenta não impacta área comercial da empresa
	Viabilidade	Comparativo - Orçamento x Planejamento – aplica	Verificação de ganhos/perdas com o uso da ferramenta
	Aprovação Viabilidade	Aplica	Verificar impacto do custo da ferramenta x ausência de dotação orçamentária x possível melhoria no planejamento e controle de produção das obras
TESTES / PROTÓTIPO	Protótipo	Aplica	Por tratar-se de nova ferramenta em contraponto aos controles utilizados à época, optou-se por realizar um teste piloto em duas obras de complexidade alta (clínicas veterinárias); Ao término do piloto, emitiu-se relatório analítico/custos para aprovação.
	Relatório Final	Aplica	
PADRONIZAÇÃO	Diretrizes	Projetos – não se aplica Produção – aplica Procedimentos Técnico / Qualidade – aplica	Após aprovação do piloto, a ferramenta foi liberada para uso em todos os tipos de obras da Empresa "C"
	Implantar padronização	Aplica	

Quadro 20: Etapas do Método MITI no Estudo de Caso III - Foco de Análise – Plataforma Imagens
Fonte: Elaborado pelo Autor

5.4. Estudo de Caso III – Empresa C, Detalhamento - SCI

A Empresa C, IES, fora vencedora de um Edital Público junto ao Ministério da Educação e Cultura (MEC) para abertura de uma nova Faculdade de Medicina no Estado do Mato Grosso do Sul. O MEC tem um processo diferenciado para análise/aprovação de cursos de Medicina,

onde somente após vistoria e validação das instalações físicas pode ser iniciado o processo formal de vestibular anual para seleção de novos alunos. Por definição estratégica da empresa, foi solicitado à diretoria de Infraestrutura a utilização de um sistema construtivo que conferisse: (i) alta velocidade de execução compatível com cronograma MEC, (ii) baixo impacto para alteração de layout e (iii) sistema construtivo com baixo índice de danos patológicos no pós-ocupação, assegurando-se o cumprimento do cronograma, de forma a garantir a construção, vistoria e aprovação do MEC dentro de prazos pré-aprovados. A linha do tempo para abertura desse novo campus para Faculdade de Medicina, com as etapas macro está representada na Figura 50:

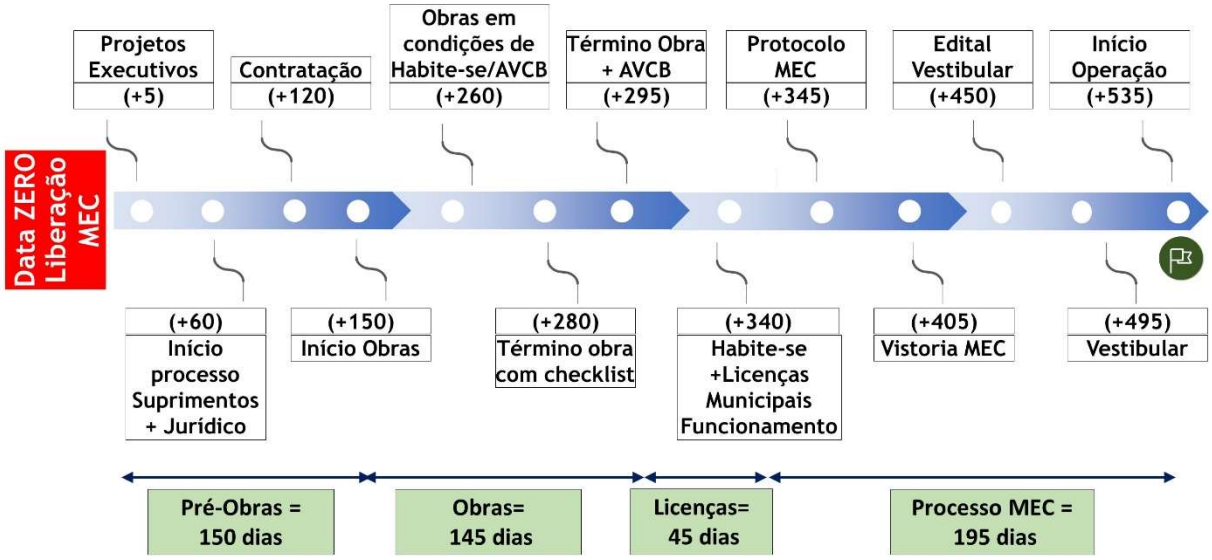


Figura 50: Linha do tempo – Faculdade Medicina
Fonte: Elaborado pelo Autor, dados fornecidos pela Empresa C

Verifica-se que a duração total do ciclo do projeto é de 532 dias, sendo 150 dias para o ciclo de Projetos, Suprimentos e contratação jurídica. Nota-se que a conclusão de toda a obra deve ocorrer em 145 dias, devendo as licenças de funcionamento (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros, Habite-se, Alvará de Funcionamento e Alvará de Vigilância Sanitária) serem obtidas dentro do prazo de 45 dias após o término da obra, restando 195 dias para o ciclo de vistoria, liberação MEC e aplicação de exame vestibular.

Seguindo a linha demandada pela Diretoria, optou-se pelo sistema construtivo industrializado em Light Steel Frame, que seria utilizado pela primeira vez na Empresa C. Face ao curto prazo de execução de obra, os orçamentos comparativos entre os sistemas (SCI e Convencional-Alvenaria Estrutural) praticamente se equivaleram, com diferença inferior a 3% a maior no SCI, visto que por conta do prazo, no sistema convencional haveria impacto da

mobilização de grande quantidade de mão de obra em curto espaço de tempo em região com pouca tradição em ambos os sistemas construtivos.

Assim, o SCI foi selecionado devido a sua reconhecida velocidade de execução frente aos sistemas convencionais tradicionais, visto ser pré-montado em fábrica em módulos, com montagem final em canteiro de obra. Por outro lado, trata-se de SCI com diretriz técnica definida, que garante ao contratante monitorar o contratado para cumprimento das especificações dos materiais e produto final montado. Além disso, o projeto arquitetônico básico foi concebido internamente, dentro do conceito de racionalização construtiva buscando dentre outros aspectos, a flexibilização de layouts. De resto, o SCI se encaixa na política ESG da companhia na forma de menor impacto ambiental e sustentabilidade na fase de obras, pois dentre outros aspectos, há significativa redução de resíduos durante a fase de obra. Ainda quanto ao ESG, a Empresa C decidiu-se por implantar mais duas práticas inovadoras: (i) sistema de autogeração de energia solar fotovoltaica que garantirá geração de 100% da energia consumida pelo campus e (ii) 100% da água de chuva será coletada, tratada e reservada para reuso, utilizando-se para lavagens de áreas comuns e paisagismo. O campus será instalado em um terreno de 14.200 m2, com área construída de 4.896 m2, detalhados na Tabela 3:

Na Figura 51 apresenta-se captura de imagem da implantação do campus com as áreas cobertas, na Figura 52 exibe-se captura de imagem da implantação do campus com a arquitetura básica, na Figura 53, foto aérea da obra durante execução da estrutura/cobertura e na Figura 54 uma fotomontagem com detalhes de execução.

AMBIENTE	ÁREA (m2)
Bloco A	**986**
Bloco B	**986**
Bloco C	**986**
Bloco Sanitários	**189**
Circulação coberta	**1424**
Convivência	**148**
Portaria	**36**
Áreas técnicas	**141**
TOTAL ÁREA	**4.896**
ÁREA TERRENO	**14.200**

Tabela 3: Área construída por ambiente
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa C

Analisando-se a Figura 52, verifica-se que a arquitetura explorou ao máximo as características do SCI, de forma a criar ambientes racionalizados, visto que toda as paredes estruturais perfazem o perímetro de cada bloco, sendo 100% das paredes internas executadas em drywall. Desta forma, não há interferência executiva entre os sistemas estrutural e vedação, gerando aumento de produtividade durante a fase de construção, bem como facilitando futuras adequações de espaços internos que venham a se tornar necessárias.

Figura 51: Implantação – Área Coberta
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa C

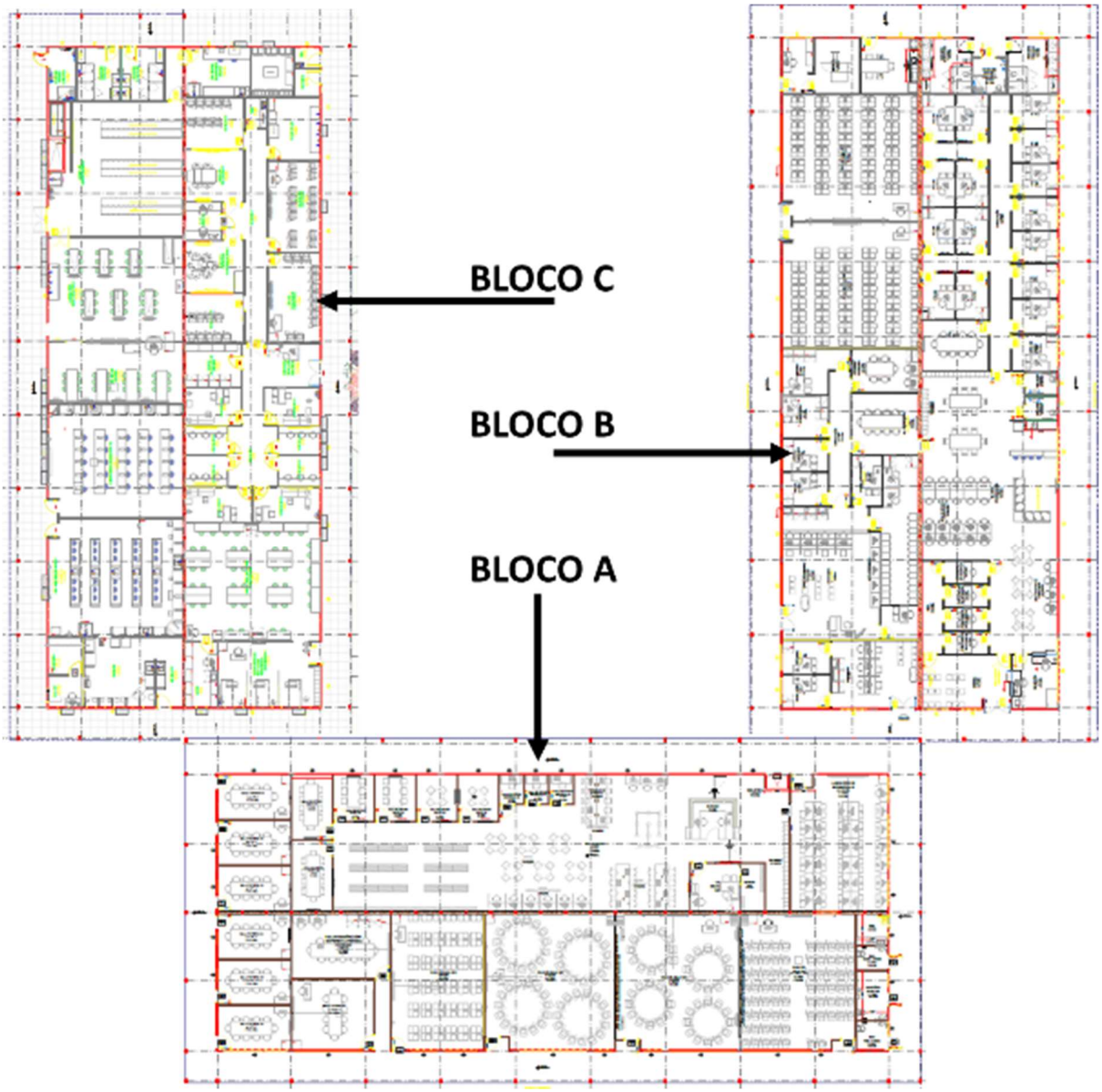


Figura 52: Layouts Ambientes
Fonte: Elaborado pelo Autor, projeto fornecido pela Empresa C

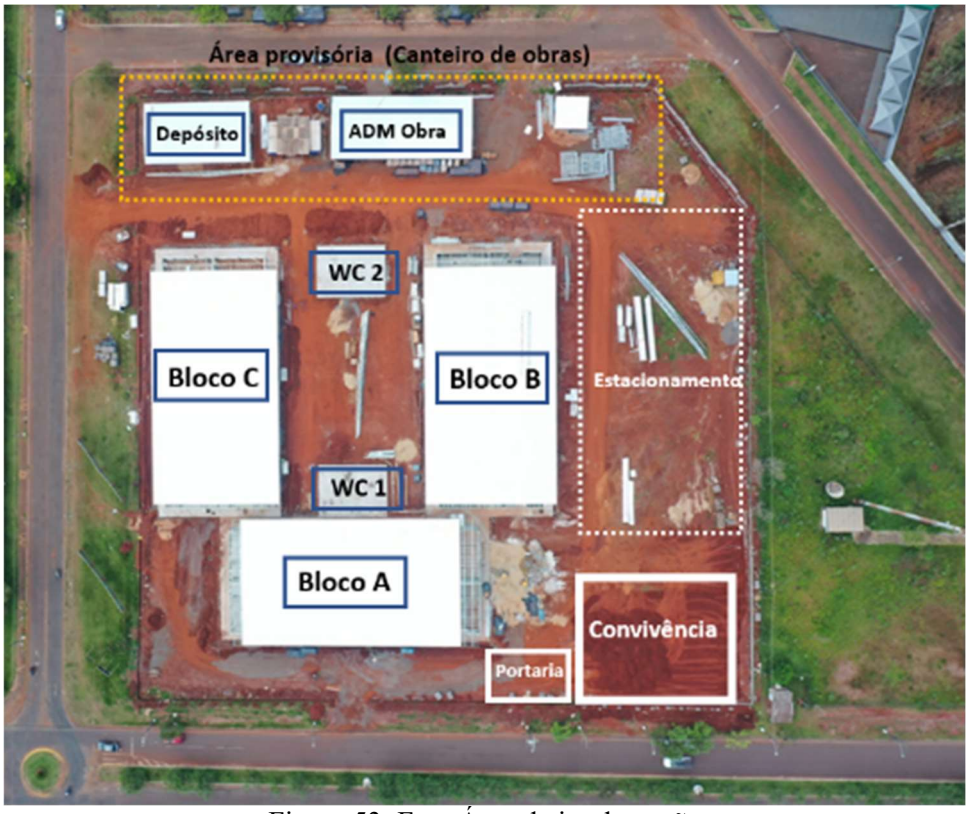


Figura 53: Foto Área da implantação
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

Figura 54: Fotos montagem Light Steel Frame
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa C

Quando essa pesquisa foi encerrada o campus encontrava-se em construção. No Quadro 21 detalharam-se as fases, tarefas aplicabilidades e comentários do pesquisador sob a ótica das etapas do Método MITI – Proposta Parcial do Artefato apresentado na Figura 42. No Capítulo 6 serão apresentados e discutidos os resultados completos deste foco de análise.

MÉTODO MITI – AVALIAÇÃO OBSERVACIONAL – ESTUDO DE CASO III – EMPRESA C			
FASES	**ETAPAS**	**FOCO ANÁLISE - SCI Light Steel Frame**	**Comentários Pesquisador**
PROSPECÇÃO	Produto Inovador	i. Sistema Construtivo Inovador que possibilite velocidade construção com redução de prazo de obra	
	Demandante	i. Diretoria Infraestrutura	Entrega do campi dentro do cronograma estabelecido a fim de garantir inicio das operações.
	Premissas	i. Execução de obra em curto espaço de tempo: ii. Sistema construtivo que: a) Assegure qualidade de execução com baixa dependência de mão de obra; b) Baixo índice de manutenção pós-ocupação; c) Possibilite adequações futuras com baixo nível de interferências;	Premissas estabelecidas pelas Gerências de Projetos e Obras
	Justificativa	i. Curto prazo para construção sem ofender cronograma geral perante o MEC;	A Diretoria de Infraestrutura necessita cumprir o cronograma geral de forma a entregar o imóvel pronto e respectivas licenças de operação para vistoria MEC conduzida pela Diretoria de Operações Acadêmicas.
CARACTERIZAÇÃO	Normas Nacionais	Aplica	Existente para paredes internas em drywall, inexistente para paredes externas em LSF.
	Diretriz SINAT	Aplica	Diretriz SiNAT existente (003).
	Normas Internacionais	Não se aplica	Por existência de Normas e Diretriz específica, não se aplica.
	Caracterização Produto	Não se aplica	Utilizou-se dados dos fabricantes para caracterização de conforto térmico e acústico.
	Validação Norma de Desempenho	Não se aplica	Validado com ensaios e testes fornecidos pelos fabricantes/fornecedores.
VIABILIDADE TÉCNICA / CUSTO	Levantamento de Dados	Prospecção Fornecedores – Aplica	Times de Obras e Suprimentos realizaram visitas técnicas: i. 4 fornecedores sistemistas (material, fabricação, montagem e instalação) para devida homologação ii. 6 construtoras que estavam realizando ou finalizaram recentemente obras utilizando o SCI
		Informe Técnico – Aplica	
		Histórico de Utilização – Aplica	
		Propostas Técnicas – Aplica	
	Impactos	Projetos – Aplica	Projeto básico de arquitetura foi desenvolvido internamente na Empresa C. O projeto estrutural e demais complementares foram contratados com empresa especializada no sistema.
		Orçamento – Aplica	Foram realizados estudos comparativos de custos e planejamento entre o sistema construtivo convencional e LSF. Foram analisados os impactos de prazo, logística e recursos (equipamentos e mão de obra).
		Planejamento – Aplica	
		Obras – Aplica	
		Comercial - Não se aplica	Alteração do sistema construtivo não impacta área comercial da empresa/cliente final.
	Viabilidade	Comparativo - Orçamento x Planejamento – Aplica	Os custos e cronogramas comparativos foram analisados e a viabilidade do SCI foi aprovada.
	Aprovação Viabilidade	Aplica	
TESTES / PROTÓTIPO	Protótipo	Aplica	O protótipo não foi realizado pois: i. Edifício único, sem repetitividade; ii. Prazo de execução não previsto no cronograma MEC Considerou-se que as visitas técnicas foram suficientes para homologação de fornecedores capacitados.
	Relatório Final	Aplica	
PADRONIZAÇÃO	Diretrizes	Projetos – não se aplica Produção – aplica Procedimentos Técnico / Qualidade – aplica	Criou-se procedimento específico para montagem da estrutura e plaqueamento externo com placa cimentícia.
	Implantar padronização	Aplica	Não foram criadas diretrizes de projetos e/ou Qualidade.

Quadro 21: Etapas do Método MITI no Estudo de Caso III - Foco de Análise - SCI
Fonte: Elaborado pelo Autor[19]

[19] Por definição da Empresa C, face à necessidade de acelerar o processo de contratação, aprovou-se o sistema construtivo analisando tecnicamente dados de ensaios fornecidos pelos fabricantes/fornecedores, sob a ótica de conforto térmico e acústico. Quanto ao desempenho estrutural, contratou-se projeto estrutural específico independente do fornecedor.
Como pesquisador, ressaltamos a importância de se estabelecerem parâmetros de desempenho para a edificação, sob o aspecto de segurança, durabilidade, vida útil, uso e operação da edificação, aferindo o cumprimento desses parâmetros durante a execução dos serviços através de acompanhamento técnico e ensaios normatizados.

5.5. Entrevistas Estruturadas

Tendo como finalidade a avaliação do Método MITI, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com profissionais atuantes no mercado da construção civil, tendo sido selecionadas empresas e profissionais que tenham histórico de participação em processos de implantação de tecnologia e inovação.

5.5.1. Entrevistas - Planejamento e condução

As entrevistas ocorreram de forma virtual com uso de aplicativos de videochamada tendo sido as mesmas conduzidas conforme apresentado no Quadro 8 - Etapas, Estratégias e Sugestões para Entrevistas On-Line, tendo sido planejado em três etapas: (i) preparação, (ii) agendamento e (iii) realização, assim detalhadas:

- Preparação
  - elaboração de apresentação resumida contextualizando o setor da construção civil, gestão da inovação na construção civil e Método MITI;
  - elaboração de documento em forma editável com a proposta do método detalhando Etapas e Tarefas
  - elaboração de questionário com perguntas relativas às etapas e tarefas do método;
- Agendamento
  - ocorreram via e-mail, telefone ou aplicativo de mensagens;
- Realização
  - foram cumpridas conforme agenda dos entrevistados, utilizando aplicativos de videoconferência (Microsoft Teams e Google Meet) entre os meses de janeiro a março de 2023;
  - iniciava-se exibindo a apresentação resumida, sendo que o entrevistado ficava livre para opinar sobre o método durante a entrevista ou utilizar o arquivo editável para tecer seus comentários;
  - questionário foi respondido e devolvido ao pesquisador via e-mail ou aplicativo de mensagens.

5.5.2. Entrevistas - Perfil dos participantes

Os entrevistados foram selecionados de forma a abranger setores variados da construção civil como empresas construtoras, incorporadoras, urbanizadoras e projetistas, bem

como empresas que não atuam diretamente no setor, mas tem dentro de sua organização a área de construção civil. Apresenta-se no Quadro 22 resumo da formação acadêmica, informação profissional e breve descritivo da empresa onde os entrevistados atuam, tendo sido omitidos os nomes das empresas.

Formação Acadêmica	Informação Profissional	Descrição Empresa	Porte	Sistema de Gestão Inovação
Engenheiro Civil, graduado em 1988 pela Politécnica – USP	Atua desde 1988 como projetista estrutural, participação em projeto e implantação de sistemas construtivos inovadores	Escritório de Engenharia, portfólio acima de 40 construtoras e incorporadoras a nível nacional, incluso as top 10. Mais de 15.000 projetos/36 milhões de m2. Ex-presidente da ABECE, prêmios na área de eng.. estrutural, coordenador normas ABNT.	Médio	Não existente
Engenheiro Civil graduado em 1975 pela UFMG, mestre pela FUMEC em 2008	Projetista, consultor e professor universitário com mais de 47 anos de atuação	Sócio proprietário - Escritório de Projetos e Consultoria. Ex-Presidente e atual Conselheiro do Instituto Brasileiro de Impermeabilização	Pequeno	Não existente
Tecnólogo em Construção Civil pela Unicamp em 2005 com MBA em Gestão de Projetos pela USP	Gerente de Infraestrutura, atuação nas áreas de planejamento, orçamento e PMO de incorporadoras e empresas afins	Organização educacional privada, top 3 do Brasil, unidades educacionais em todos os Estados. Depto. Infraestrutura, responsável por adequações e novas obras em imóveis (750.000 m2 de área construída).	Grande	Existente
Engenheiro Civil, Mestre, Doutor, pós-doutorado no exterior	Atua há mais de 20 anos em grandes construtoras e incorporadoras de abrangência nacional	Proprietário - Consultoria em PCP, Gestão da Construção e Lean Construction.	Pequeno	Não existente
Engenheiro Civil graduado em 2014, pós: Gestão de Projetos (USP), pós Inovação e Empreendedorismo (University of Maryland)	Coordenador de Inovação em incorporador/construtora e incorporadora com atuação no Estado de São Paulo	Construtora e incorporadora top 10 ranking, atuando no Estado de SP com mais de 135.000 unidades habitacionais entregues em 120 cidades do Estado.	Grande	Existente
Engenheiro Civil graduado em 1999, MBA em Gestão Estratégica de Negócios	Atua há mais de 20 anos em posição de gestor de grandes incorporadoras e construtoras.	Incorporadora atuando em quatro cidades do Estado de São Paulo. Em processo de implantando de SCI.	Pequeno	Não existente

Quadro 22: Perfis dos Entrevistados/Empresas
Fonte: Elaborado pelo Autor

(continuação Quadro 22)

Formação Acadêmica	Informação Profissional	Descrição Empresa	Porte	Sistema de Gestão Inovação
Engenheiro Civil graduado em 2016, MBA Engenharia e Meio Ambiente, MBA Gestão da Inovação e Tecnologia	Atuação como coordenador das áreas de Qualidade e Inovação	Urbanizadora, construtora e incorporadora no Estado do MS com atuação nos estados: MS, MT, PR, SC e SP com mais de 6 milhões de m2 urbanizados	Médio	Parcial, na área de qualidade
Engenheiro Civil graduado em 2004, pós: Gestão de Negócios Imobiliários	Atuando há mais de 10 anos como gerente de Engenharia em empresas de médio e grande porte	Incorporadora e construtora atuando no Estado de Santa Catarina com aproximadamente 40.000 m2 construídos distribuídos - classe AAA	Pequeno	Não existente
Engenheiro Civil graduado em 1998, pós Patologia das Estruturas, pós Estrutura de Concreto e Fundações	Dir.de Engenharia. Atua há mais de 20 anos em s incorporadoras de São Paulo, experiência em adoção de novas tecnologias construtivas	Construtora, incorporadora e urbanizadora do Estado de SP, com atuação nos estados de MG, RJ e SP, com mais de 7000 unidades habitacionais entregues, 5 milhões de m2 urbanizados.	Médio	Não existente

Para as entrevistas buscou-se diversificar o espectro de entrevistados, desta forma dentre os convidados que aceitaram a participação, têm-se quatro incorporadoras e construtoras, dois escritórios de projetos e consultoria, um consultor com larga experiência de atuação profissional em construtoras e incorporadoras e finalizando, uma empresa do setor educacional.

Dentre as quatro construtoras e incorporadoras, a primeira de grande porte, atuando em 120 cidades do Estado de São Paulo, encontrando-se entre as 10 maiores do país dentro do ranking da revista "O Empreiteiro 2021" com setor específico de gestão de inovação, a segunda tem porte médio com atuação em cidades dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro não dispõe de setor de gestão de inovação, a terceira, também de porte médio tem atuação nos Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraná, Santa Catarina e São Paulo com a área de qualidade sendo responsável pela gestão de inovação que encontra-se em implantação e finalizando, a quarta empresa é de porte pequeno, atua no Estado de Santa Catarina com imóveis de padrão *triple* A que não apresenta área de gestão de inovação.

No grupo de escritórios de projetos e consultoria, uma empresa está colocada entre os 10 maiores escritórios de engenharia estrutural do Estado de São Paulo com mais de 30 anos de atuação em projetos de implantação de SCI's, outra empresa tem seu consultor líder com mais de 47 anos de atuação em projeto, consultoria e atividades como professor universitário. No mesmo grupo, mas atuando somente no setor de consultoria, temos empresa cujo consultor

sênior conta com um histórico profissional de mais de 20 anos atuando em construtoras e incorporados top 5, com mestrado e doutorado no Brasil e pós-doutorado no exterior, atuando também como professor em pós-graduação, ressaltando que nenhuma das empresas desse grupo contam com setor de gestão de inovação implantados. Finalizando, uma empresa pertencente ao setor educacional privado universitário que conta com um departamento de infraestrutura com áreas de projetos e engenharia, responsável pelo atendimento aos 126 campi distribuídos pelo país, contando com área específica para gestão de inovação.

No Capítulo 6 serão apresentados os dados e contribuições consolidadas, bem como serão discutidas as avaliações obtidas através das entrevistas.

6. MÉTODO MITI - PROPOSTA FINAL

Na primeira seção desse capítulo, apresenta-se os resultados obtidos das interações no Estudo de Caso III, focado em três implantações distintas, bem como as contribuições obtidas nas entrevistas avaliatórias do artefato junto à profissionais atuantes no mercado da construção civil. Na segunda seção, apresenta-se a proposta final do artefato com as melhorias da ferramenta já incorporadas, contendo o fluxograma do método MITI, bem como a descrição dos procedimentos detalhados de cada uma das tarefas, e na terceira seção apresentam-se os resultados de avaliação do artefato.

6.1. Resultados obtidos

O Método MITI foi avaliado em três estudos de casos e entrevistas com nove profissionais atuantes no mercado da construção civil, conforme perfil apresentado no Quadro 22. Apresentam-se os resultados das interações, com as consequentes alterações de melhoria da ferramenta na ordem sequencial das etapas.

Inicialmente o pesquisador revisou a forma gráfica do método, alterando a itemização das Etapas com letras na sequência crescente do alfabeto, e as Tarefas, inclusive as decisórias, mantiveram a itemização numérica em ordem crescente de forma a não gerar engano na utilização do método, quer seja na citação, quer seja na verificação de Etapas e Tarefas.

No desenvolvimento do terceiro foco de análise do Estudo de Caso III, aplicativo para Planejamento e Controle da Produção, verificou-se a necessidade de adequação do método, com a oficialização de um líder do processo. Tal qual como citado por Nam e Tatum (1997) e Slaughter (2000), torna-se necessário que desde o início seja denominado um líder que conduza o processo internamente em cada nível de decisão do processo, de forma a garantir que o processo seja bem-sucedido. Desta forma, explicitou-se essa necessidade com a introdução da tarefa 2 – “Definição de Líder”, alterando a Etapa A – Prospecção, conforme Figura 55.

Figura 55: Revisão Etapa "A – Prospecção" - Parte 1
Fonte: Elaborado pelo Autor

A Empresa "C" aplicou essa alteração na segunda fase do Estudo de Caso III – foco de análise na implantação de Plataforma Imagens 360º, com o Gerente de Qualidade sendo o líder do processo, sendo a sua importância ratificada na terceira fase do Estudo de Caso III, foco de análise em SCI – Light Steel Frame, tendo como líder o Gerente de Projetos.

Ainda na etapa Prospecção, o entrevistado E4 sugeriu a inclusão da tarefa de benchmarking pela importância de levantamento de dados preciosos para tomada de decisão inicial, além de considerar que esses dados seriam úteis na etapa C – Viabilidade Técnica. Com o mesmo intuito, o entrevistado E6 sugeriu que o item Informes Técnicos da tarefa 8 – Análise de Dados, etapa C fosse migrado para a etapa A – Prospecção, tarefa 3 – Verificação Inicial, conforme Figura 56.

O entrevistado E2 alerta sobre a importância da assertividade na definição do objetivo da implantação, sendo primordial que esse objetivo seja específico, bem como abrangência e limite de aprofundamento, a fim de não seja criada uma expectativa inalcançável ou desalinhada com a real necessidade, ou seja, não pode se iniciar o processo considerando que, nas palavras do entrevistado, "*não pode se iniciar o processo pensando que o céu é o limite*". Finalizando, o Entrevista E9 destacou a importância de se fazer uma verificação ou viabilidade técnica/custos simplificada no intuito de checar se não há uma distorção entre as premissas e os estudos até esse ponto, pontos esses incluídos na tarefa 3, Figura 56.

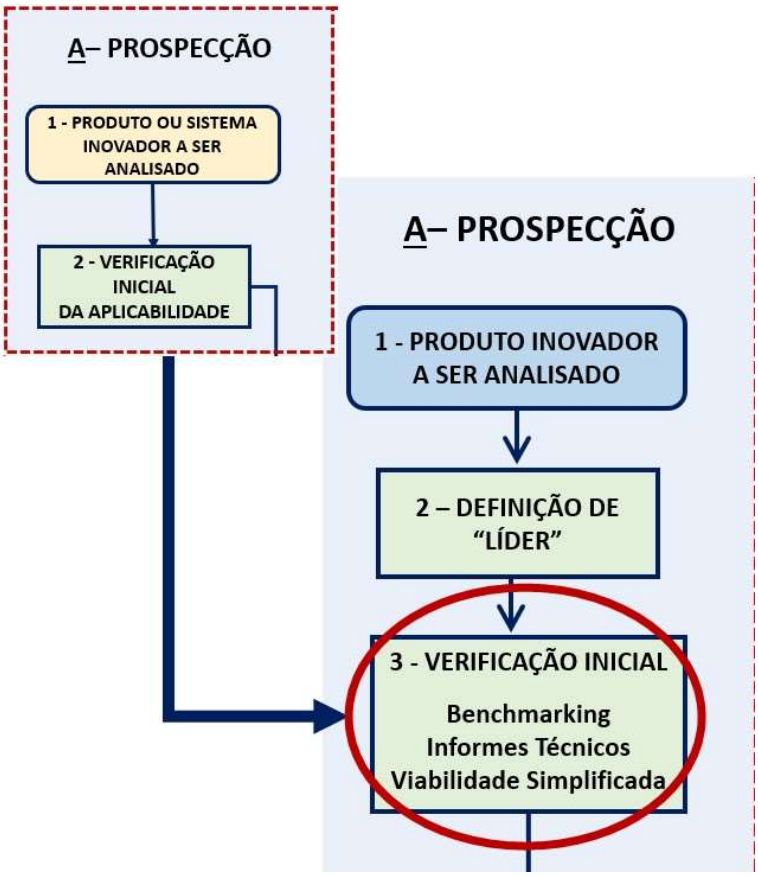


Figura 56: Revisão Etapa "A – Prospecção" - Parte 2
Fonte: Elaborado pelo Autor

Para a segunda etapa – Caracterização, nos dois primeiros casos de foco de análise do Estudo de Caso III não houve aplicação de quaisquer das tarefas, visto tratar-se de inovações com softwares/plataforma de trabalho on-line, sem necessidade de avaliação por Normas, e desta forma, efetivou-se alteração com inclusão de uma nova tarefa de decisão "5 - Necessária análise por normas técnicas". Desta forma, tecnologias ou inovações organizacionais tais como softwares, gestão ou processos são automaticamente direcionados para a próxima etapa.

Seguindo na Etapa B, o entrevistado E7 sinalizou que "Seguir as normas técnicas pode ser um fator de bloqueio de inovação. Deve se ter em perspectiva as normas, para aceitar ou revisar, ou ainda, cancelar e criar normas novas, o que é aceito e bem-visto pela comunidade", sugestão que foi incorporada na descrição de atividades da tarefa 5, como ponto de atenção.

O entrevistado E1 sugeriu a inclusão de uma tarefa decisória para checagem se haveria necessidade da análise pela norma de desempenho para edificações, pois exemplificando, uma nova tecnologia construtiva para fundação não impactaria em desempenho da edificação, não

sendo necessária sua avaliação. Assim, foi gerada uma tarefa de decisão “Necessário validar por Norma de Desempenho” que se apresenta na Figura 58.

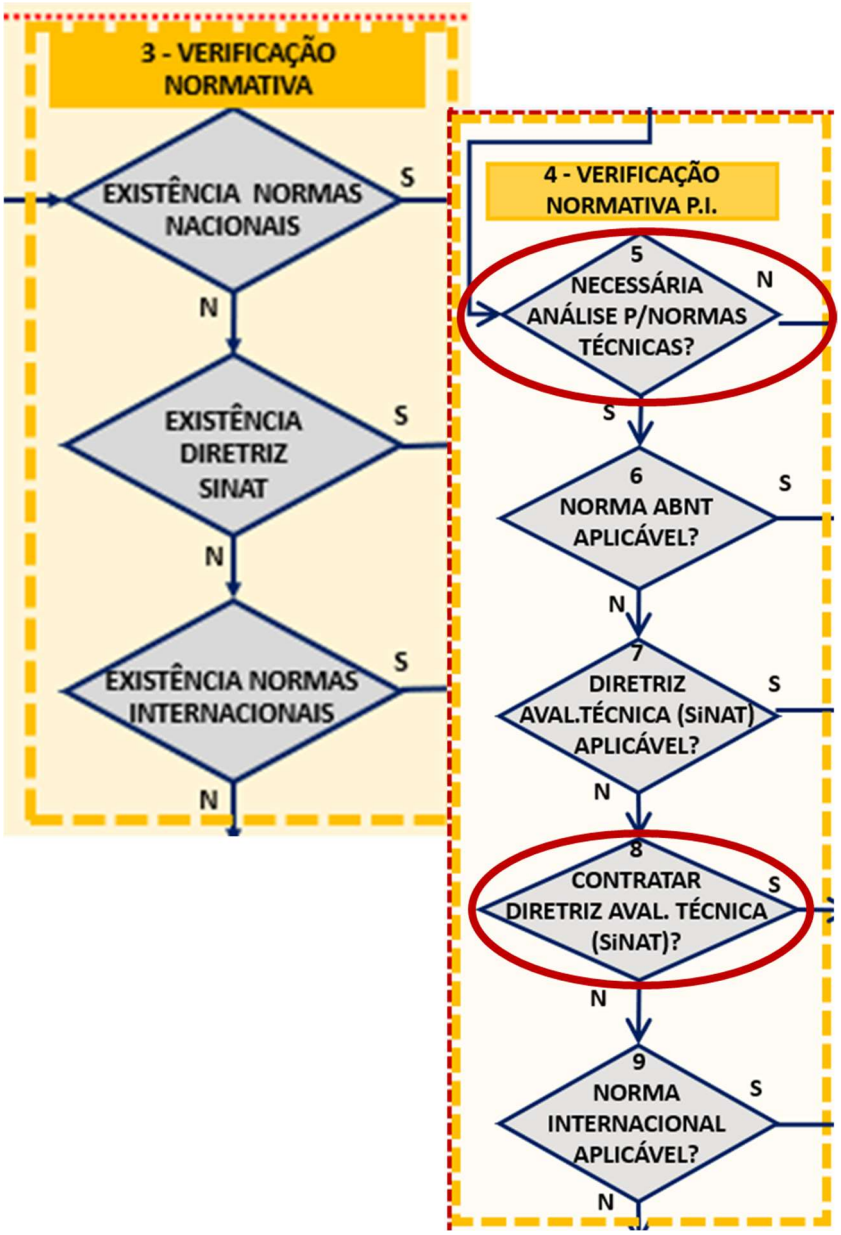


Figura 57: Revisão Etapa “B – Caracterização” - Parte 1
Fonte: Elaborado pelo Autor

Ainda sobre essa etapa, o entrevistado E6 considerou importante incluir uma nova tarefa de decisão, pois caso ocorra reprovação na caracterização, pode-se buscar nova validação ou descartar o processo de análise da tecnologia ou inovação. Em suas palavras *“Se o PI não for aderente à Norma de Desempenho, ao invés de descartar, criar etapa de viabilidade de desempenho, a fim de verificar o que será necessário para fazê-lo aderente à Norma de Desempenho, sendo custo apurado no item Viabilidade Técnica/Custos*”, assim criou-se a tarefa de decisão “Buscar nova validação, apresentada na Figura 58. Finalizando, os entrevistados E4 e E8 alertaram que para empresa que necessita financiamento pela Caixa Econômica Federal,

em caso de inexistência de diretriz SiNAT deve-se obter a criação da diretriz para o sistema construtivo, bem como prosseguir o processo para obtenção do DATec[20], conforme relatado na seção 2.3, tendo sido inserida também essa tarefa decisória.

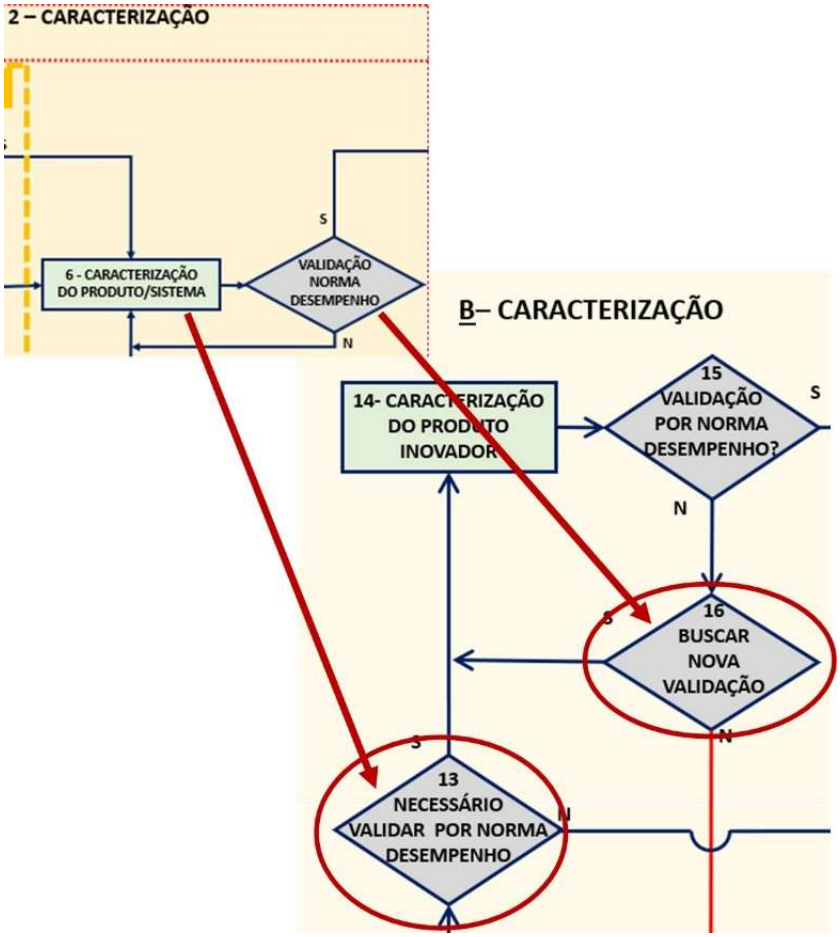


Figura 58: Revisão Etapa "B – Caracterização" - Parte 2
Fonte: Elaborado pelo Autor

Já o entrevistado E4 alertou que no atual contexto de utilização da norma de desempenho, a caracterização só se faz necessária para obras residenciais, não se aplicando por exemplo, para obras comerciais, sendo portanto uma barreira cultural existente no mercado. Na descrição desta tarefa, texto complementar do método (Quadro 24), ressaltou-se a importância cada vez mais crescente que se têm verificado às condições de desempenho das edificações, quer sejam residenciais, comerciais, educacionais etc., especialmente aquelas ligadas ao conforto do usuário e sustentabilidade.

[20] Para efeitos de pesquisa, apresentam-se relatadas as opiniões dos entrevistados E4 e E8.
Porém, como pesquisador, ressaltamos que, independente de exigência técnica para concessão de financiamento, ou por não se tratando de edificação para fins habitacionais, a análise técnica do sistema construtivo é fundamental sob o aspecto de segurança, durabilidade, vida útil, uso e operação da edificação, quer seja pela NBR 15.575, quer seja por Diretriz SiNAT ou ainda por parâmetros definidos por entidades avaliadoras.

Na sequência, apresentam-se as oportunidades de melhoria para a Etapa “C – Viabilidade Técnica”. Do terceiro foco de análise do Estudo de Caso III, construção em sistema light steel frame, que resultou alteração da tarefa “18 – Análise de Dados”, acrescentando o tópico de levantamento de dados históricos do SCI relativos à manutenção no pós-obra (Figura 59). Manifestou-se essa necessidade no Estudo de Caso específico, visto que o imóvel se situa longe dos grandes centros urbanos, havendo preocupação com as atividades de manutenção, reformas ou adequações, tempo de resposta para atendimento dos fornecedores de estrutura, bem como dos componentes dos sistemas de vedação externa.

Figura 59: Revisão Etapa “C – Viabilidade Técnica” - Parte 1
Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 60 apresentam-se as alterações ocorridas na tarefa “Impactos a Verificar”. Todas as oportunidades mapeadas foram valiosas sugestões obtidas nas entrevistas com os profissionais do mercado da construção civil, as quais estão relatadas na sequência.

O entrevistado E1 ressaltou a importância de se observar na tarefa “Impactos a Verificar”, os efeitos para o pós-obra nos custos de manutenção considerando disponibilidade de materiais e facilidade de contratação de mão de obra para atendimentos futuros. Alertou também para análise de risco relativos à materiais importados e possível saída do fornecedor do mercado brasileiro. Outro ponto levantado pelo entrevistado, é que em se tratando de implantação de um

produto ou SCI em obra, o time de planejamento deve considerar o impacto dessa inovação em todo o prazo do empreendimento/projeto, não apenas o prazo/período específico onde ocorreu sua utilização/aplicação. Da mesma forma, em orçamentos/custos, deve-se considerar ganhos e perdas das premissas consideradas no planejamento, tanto em custos diretos quanto nos custos indiretos.

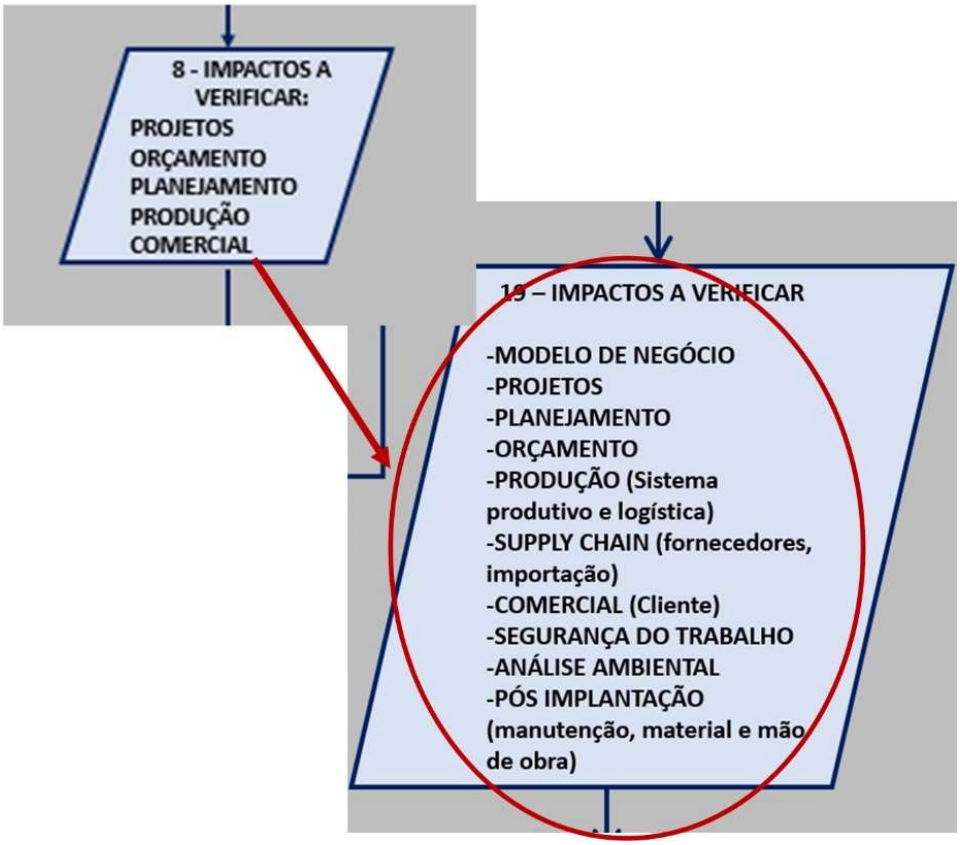


Figura 60: Revisão Etapa "C – Viabilidade Técnica" - Parte 2
Fonte: Elaborado pelo Autor

Tal como recomendado por Slaughter (2000) na etapa avaliação no modelo Etapas de implantação de inovações, seção 2.2.2, o entrevistado E2 destacou que na implantação da tecnologia ou inovação não se deve somente analisar custo, pois mais importante é a aderência da implantação da tecnologia ou inovação ao modelo de negócio da empresa, ressaltando existirem dois caminhos distintos para o sucesso: *(i) a inovação está alinhada com o modelo de negócios ou (ii) a empresa está aberta a mudar o seu modelo de negócio*. Se a implantação não se encaixar em uma dessas duas alternativas, poderá até ocorrer a implantação, mas dificilmente esta será perene. Além disso, enfatizou a necessidade que se verifique o sistema produtivo, pois se a implantação for, por exemplo de um SCI, poderá ocorrer a necessidade de alteração do fluxo de desenvolvimento dos serviços a fim de maximizar o ganho. Concluiu que na análise de planejamento e custos, devem ser verificados as perdas e ganhos para o projeto

completo, não particularizando onde haverá a troca de tecnologia, pois esta pode ter um custo pontual maior, mas resultar em reduções de prazos e despesas administrativas que possam manter o equilíbrio econômico/financeiro. Assim, uma das ferramentas a ser utilizada para comparação é ROE[21] (*Return on Investment*). Sugere-se calcular comparativamente as duas situações em estudo. Em condições normais, esse índice seria calculado anualmente, mas para efeitos de estudo comparativo, deve-se calculá-lo considerando todo o ciclo do empreendimento (lançamento do empreendimento até efetiva quitação do financiamento pelo agente financeiro).

Na mesma linha do entrevistado E2, relativo à tarefa "Impactos a Verificar", os entrevistados E4 e E6 reforçaram a necessidade de se considerar o uso de uma ferramenta de análise de negócio, verificando pontos fortes/fracos, posicionamento de mercado etc., a fim de priorizar implantações de maior potencial contributivo para a empresa. No Apêndice C apresentam-se alguns modelos de ferramentas de análise de negócios (Matriz McKinsey-GE ou modelos similares)[22]. Ademais, o entrevistado E6 relatou um ponto de atenção quanto à fornecedores de materiais, bem como mão de obra, pois por se tratar de inovação, poderá não existir uma ampla gama de fornecedores. Por fim, nesse mesmo item, o entrevistado E7 citou a importância de se incluir o impacto sob o ponto de vista ambiental, considerando por exemplo geração de resíduos, consumo de água e energia, logística interna e externa. Todas as considerações foram incorporadas na tarefa "19 – Impactos a Verificar" e foram detalhadas na descrição de atividades de cada etapa do método.

Avançando para a "Etapa D – Testes / Protótipos", nos dois primeiros casos de foco de análise do Estudo de Caso III, foi utilizado uma etapa intermediária denominada teste piloto, com um universo reduzido de aplicações. Até esse instante considerava-se tratar de uma particularidade desse estudo de caso que se referiam às implantações de softwares.

---

[21] O ROI é um indicador financeiro de longo prazo baseado em análise contábil e, em sua forma original, tem como numerador o "lucro" e como denominador do quociente o valor do Ativo. Apesar de, na prática, adotarem-se também algumas variações desse Ativo, como Ativo Operacional, Ativo Fixo, Ativo Circulante etc., a versão mais utilizada tem como denominador do quociente o Patrimônio Líquido, ou ROE - *Return on Equity*, também conhecido como Retorno sobre o Patrimônio Líquido, e desta forma, demonstra quanto é gerado de lucro em relação ao capital investido (KASSAI, 1996; FREZATTI, 2001).

[22] Matriz GE refere-se à ferramenta para gestão de riscos pela empresa de consultoria McKinsey, visando facilitar a tomada de decisão de investimento dentro das diversas unidades de negócios da companhia General Eletric, que possibilita abordar sistematicamente o retorno dos investimentos nas unidades da empresa. Desta forma, essa ferramenta vem para facilitar a análise das opções de produtos e serviços nas unidades de negócio, de forma a desenvolver novos formatos estratégico voltados para o crescimento da empresa focado em introduzir novos negócios e/ou produtos nessa carteira, visto que pela forma gráfica de apresentação os responsáveis pelas decisões de investimentos visualizem quais setores devem receber investimentos e em quais esse investimento deve cessar.

No entanto, nas entrevistas de avaliação do método, os entrevistados E1, E2 e E6 propuseram a divisão da Etapa D – Testes / Protótipos em duas etapas: Etapa D – Testes/Protótipos e Etapa F – Implantação Piloto, visto que a depender da implantação de tecnologia ou inovação que esteja sendo executada, por mais bem detalhado e conduzido que seja o protótipo, pode ocorrer de não ser efetivamente avaliado. Ressalta-se que essa sugestão se apresenta na literatura, conforme recomendado por Slaughter (2000) na etapa "Preparação" no modelo Etapas de implantação de inovações, seção 2.2.2.

O entrevistado E6, sugeriu também que a implantação piloto fosse subdividida em prova conceito, que seria aplicado em produção real seriada, mas em dimensão maior que o protótipo, e implantação piloto em uma escala acima da prova conceito. Por exemplo, em se tratando da implantação de um novo sistema de caixilhos, o Protótipo seria a execução de um caixilho, a Prova Conceito seria o teste em um pavimento completo e o Piloto seria aplicado em um empreendimento completo, para então ocorrer a tomada de decisão de Padronização ou descarte.

Assim, na Figura 61 apresenta-se a nova divisão de etapas do método, com a inclusão da tarefa "E – Piloto" entre as tarefas "D - Testes / Protótipos" e "F - Padronização".

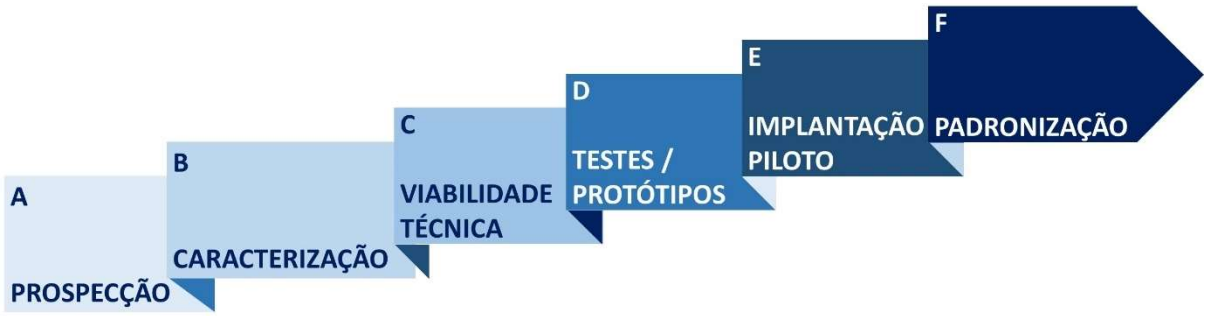


Figura 61: Revisão das Etapas do Método
Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 62 está representada graficamente a tarefa "E – Implantação Piloto" completa com suas respectivas tarefas de ação e decisão.

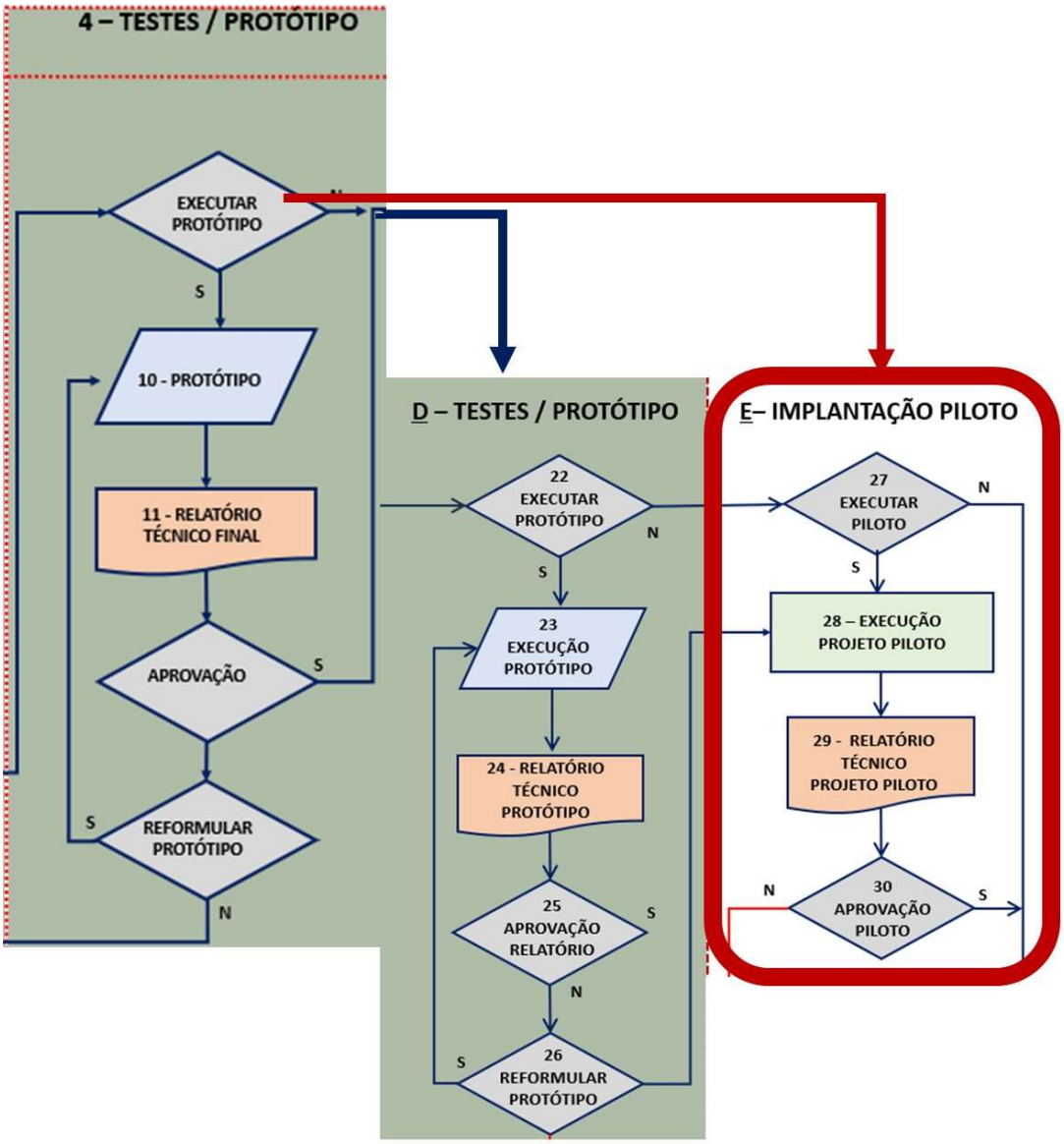


Figura 62: Inclusão Etapa "E – Implantação Piloto"
Fonte: Elaborado pelo Autor

Na avaliação via entrevistas da etapa "Padronização", os entrevistados E6 e E7 sugeriram a inclusão de nova tarefa, denominada "Implantar Padronização" com atividades de capacitação das equipes impactadas na implantação, tais como: Projetos, Orçamento, Planejamento, Produção (Obra), Qualidade, Comercial e Manutenção, pois mais importante que criar as diretrizes é capacitá-las adequadamente.

Ademais, o entrevistado E6 sugeriu a inclusão de avaliação pós-implantação, diretamente com os usuários finais, a fim de gerar relatório de feedback, o qual deverá conter registro de eventuais inconsistências encontradas. Com esse relatório, deve-se retroalimentar as respectivas áreas responsáveis, de forma a providenciar as correções necessárias visando a perenização do processo.

Assim, apresenta-se graficamente na Figura 63 a incorporação das alterações acima descritas para a etapa “F - Padronização”.

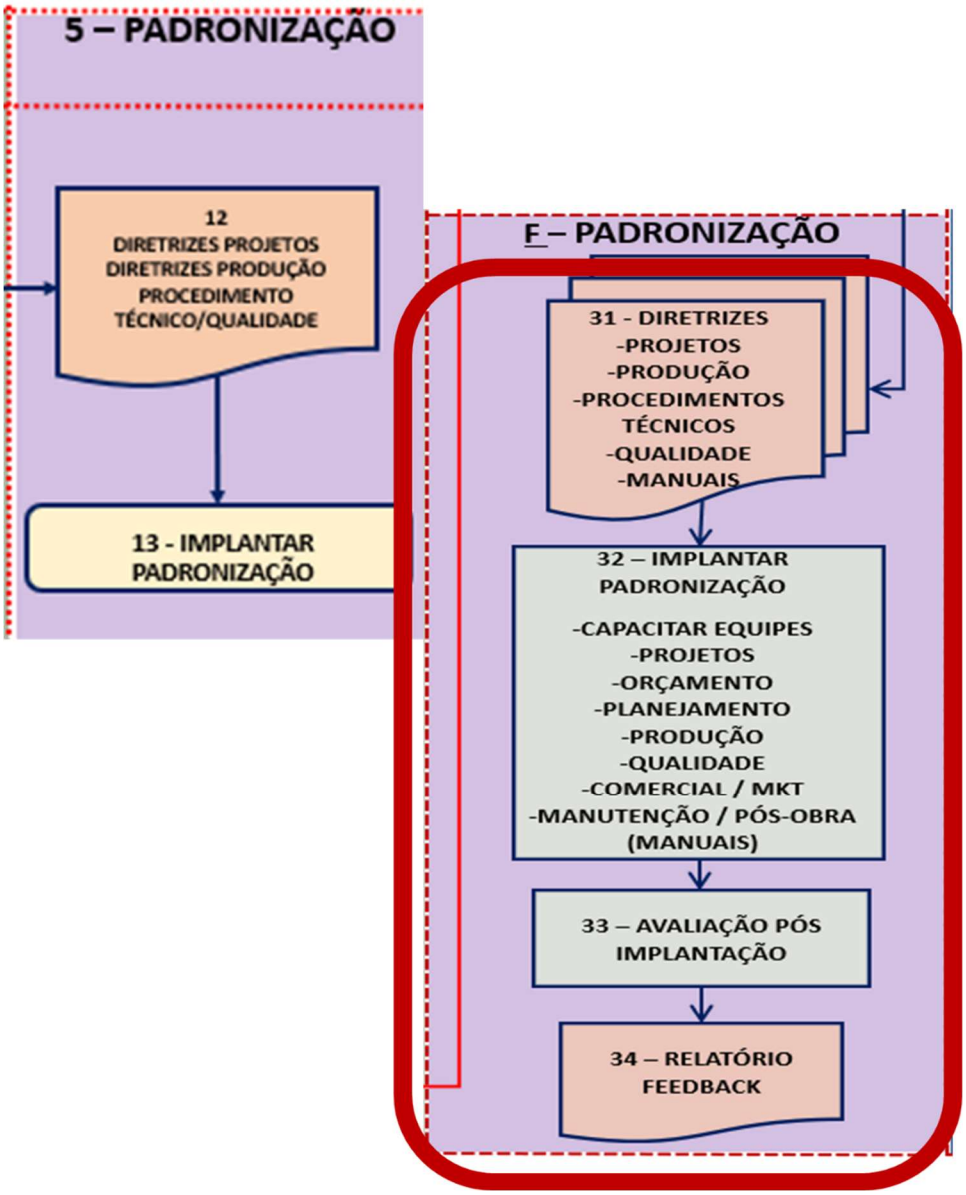


Figura 63: Revisão Etapa “F - Padronização”
Fonte: Elaborado pelo Autor

Por fim, nas entrevistas além das sugestões de alterações no artefato, foram levantadas recomendações que impactam diretamente a gestão do processo, na sequência apresentadas:

- E2: “*Engajamento de projetistas, de todas as modalidades, bem como o engajamento de fornecedores, ambos alinhados com a necessidade do cliente. Necessário enfatizar a necessidade de uma equipe totalmente engajada. Em projetos de inovação que já participei verifiquei que ‘um elo solto’ já complica demais. O elo solto não é um profissional ruim ou que não entrega... O elo solto é um profissional que não esteja determinado a fazer dar certo..... Por isso o engajamento é tão importante”*;
- E2: “*Internamente na empresa, necessário trabalhar para vencer as barreiras culturais dos diversos setores, principalmente os mais próximos com o cliente final”*;

- E3: "*Quando nos deparamos com padronizações de processos e melhoria da qualidade das informações, torna-se muito importante a busca de tecnologias e inovações para o setor de planejamento e controle da construção civil. Mas para que uma inovação seja bem-sucedida é necessário muito engajamento e treinamento de toda equipe envolvida. Sem este entrosamento de toda a cadeia na implantação, qualquer projeto se torna frágil*";
- E7: "*Necessário treinamento e capacitação de equipe interna para operar, controlar e fiscalizar"*;
- E7: "*A capilarização das ideias, desde a prospecção até a efetiva implantação determinarão o sucesso, ou não, da nova tecnologia ou inovação. Trabalhar a cultura internamente é mais importante que a cultura do mercado*".

Todos as oportunidades e barreiras foram detalhados na descrição de atividades de cada etapa do método, Quadro 23 a Quadro 28.

6.2. Proposta Final Artefato

Compiladas as alterações obtidas através dos três estudos de caso e nove entrevistas avaliatórias, apresenta-se a proposta final de Etapas que constituem o Método MITI (Figura 64), bem como o fluxograma da proposta final, com o conjunto de seis Etapas e trinta e quatro Tarefas do Método MITI (Figura 65):

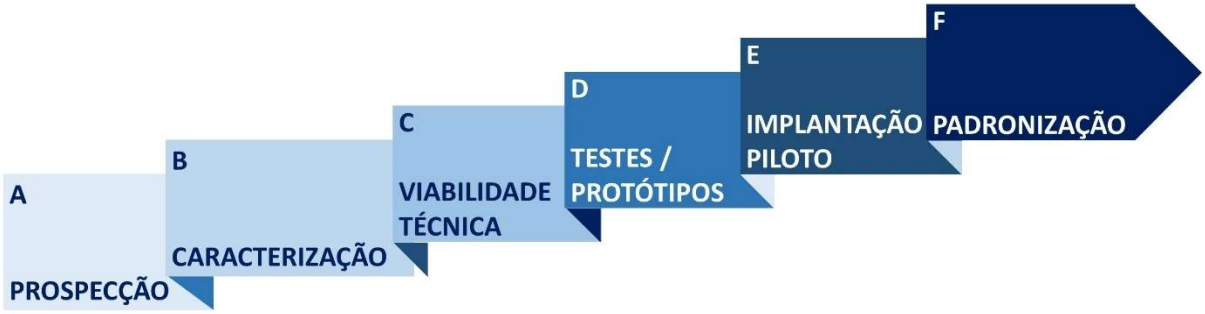


Figura 64: Etapas do artefato MITI
Fonte: Elaborado pelo Autor

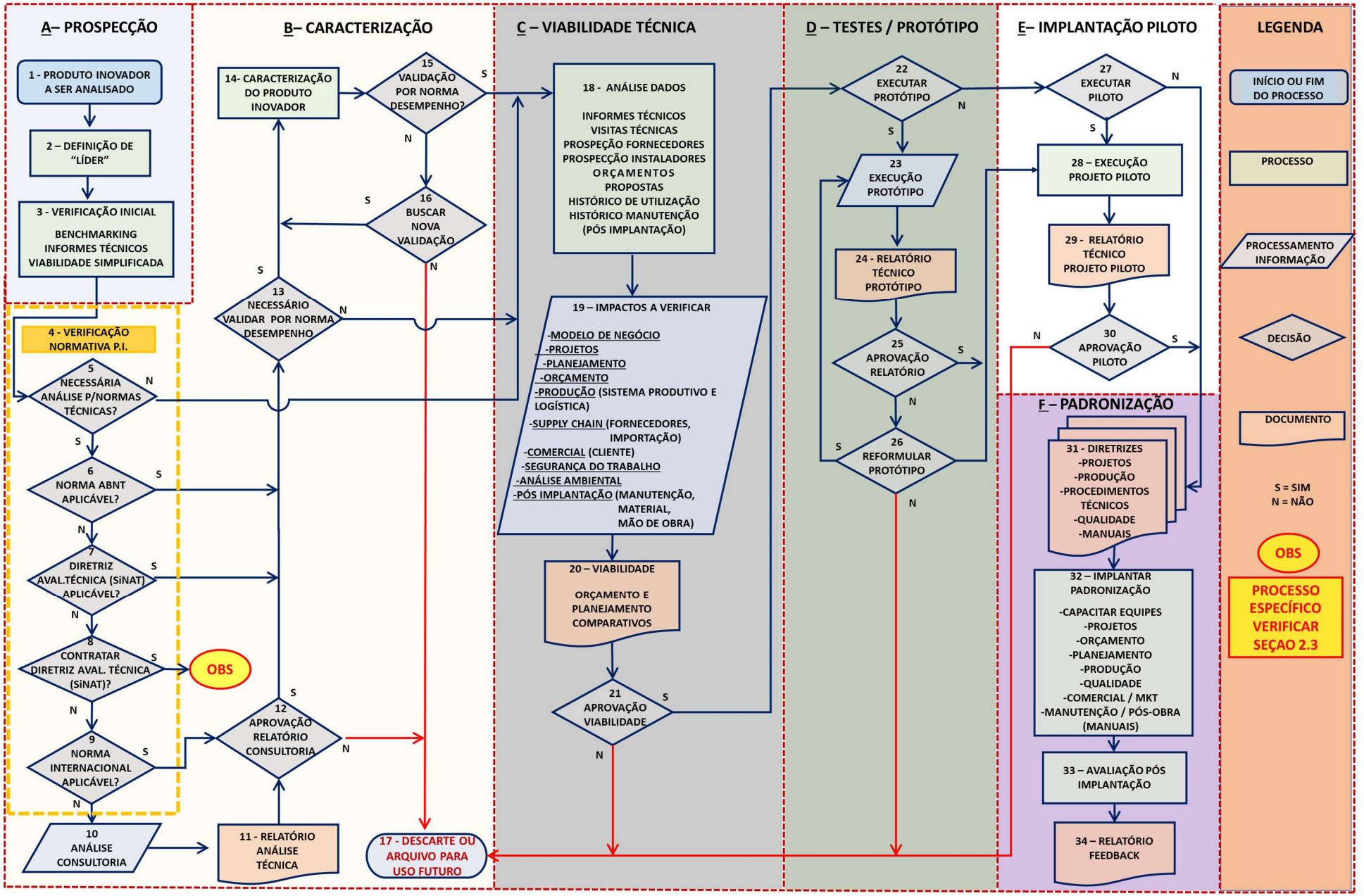


Figura 65: Proposta Final Artefato
Fonte: Elaborado pelo Autor

Nos Quadros 23 a 28 apresentam-se os detalhamentos das atividades de cada uma das tarefas com objetivo de garantir a gestão da implantação de tecnologias e inovações apresentadas no método MITI.

ETAPA A - PROSPECÇÃO	
TAREFA	**DESCRIÇÃO**
1	**Produto inovador a ser verificado**
	Início do processo de busca por tecnologia e inovação, podendo se dar nas formas: (i) Ativa, ocorre internamente à organização através de seu corpo diretivo, técnico ou operacional, podendo ser gerado por necessidades de equipes (Projeto, Obras, Qualidade, Planejamento, Segurança do Trabalho, Suprimentos, MKT, Comercial etc.), por retroalimentação via melhoria de processos, quer seja por Obras, Atendimento ao Cliente ou Assistência Técnica Pós-Obra ou ainda via *benchmarking*. (ii) Passiva, quando oferecido à companhia através da divulgação de fabricantes ou sistemistas que ofertam suas inovações, quer seja diretamente via Suprimentos, ou indiretamente por revistas técnicas especializadas, eventos de construtech's, feiras ou congressos. Necessário criar um formulário que contenha no mínimo as seguintes informações: Data / demandante/setor, motivo/necessidade com justificativa, objetivo, premissas a serem adotadas. Com o formulário finalizado, processo segue para a tarefa 2.
	Ponto de Atenção: Objetivo, motivo e justificativa devem ser claros para que a busca do produto seja mais eficaz possível. Descrições genéricas podem gerar uma busca ampla, que pode se tornar cansativa e infrutífera. Sugere-se também estabelecimento de critérios de análise, os quais, sem impacto de outros critérios complementares a serem definidos posteriormente, serão utilizados na tarefa 20.
2	**Definição do Líder**
	O Líder tem papel preponderante na condução do processo em cada uma das tarefas para promover o envolvimento dos diversos setores que participarão, a seu tempo, do processo de implantação. Pós definição, prosseguir para tarefa 3
3	**Verificação Inicial**
	O Lider, juntamente com o setor demandante, analisará catálogos, informes técnicos etc. verificando as características do PI frente às necessidades/premissas geradas na solicitação, e caso estejam alinhadas, deve-se prosseguir para a Etapa B. Em se considerando que as são informações insuficientes para tomada de decisão, prosseguir com a prospecção.

Quadro 23: Atividades da Etapa A - Prospecção
Fonte: Elaborado pelo Autor

ETAPA B - CARACTERIZAÇÃO	
TAREFA	**DESCRIÇÃO**
4	**Verificação Normativa**
	O PI passará por análise de conformidade às normas técnicas pertinentes, e para tanto fornecedor deverá providenciar documentos suficientes para essa análise. O Lider poderá acionar outros times a fim de verificar se os dados estão de acordo com a necessidade. De posse dos dados, prossegue-se para tarefa 5.
5	**Necessária análise por Normas Técnicas?**
	Tarefa decisória. Em se tratando de análise de produtos ou sistemas diretamente ligados à execução de obra, necessariamente deverá ser analisado, com processo prosseguindo a partir da tarefa 6. No entanto se tratar de inovação de processos internos, gestão, marketing, software etc., não há necessidade de validação por normas técnicas, e desta forma, prossegue-se para tarefa 18.
	Ponto de Atenção: A implantação de novas tecnologias ou SCI, baseado em normas técnicas pode ser um fator de bloqueio de desenvolvimento por não contemplar todos os aspectos necessários. Assim, caso a companhia pretenda um desenvolvimento que não encontre respaldo total em normas técnicas disponíveis, recomenda-se a contratação expressa de: (i) Diretriz Técnica (SiNAT), conforme tarefa 8 ou (ii) contratação de consultoria específica para condução do processo, conforme tarefa 10.
6	**Existência Norma Nacional?**
	Tarefa decisória. Em existindo norma nacional que regule o PI, prossegue-se para a tarefa 13. Em caso negativo, processo prossegue para a tarefa 7.
7	**Existência de Diretriz SiNAT?**
	Tarefa decisória. Em existindo diretriz técnica SiNAT com a qual seja possível caracterizar o PI, prossegue-se para a tarefa 13. Em caso negativo, prossegue-se para a tarefa 8.
	Ponto de Atenção: Empresas que necessitem financiamento bancário público (tais como CAIXA, Banco do Brasil etc.), em caso de inexistência de diretriz SiNAT, deve-se buscar primeiramente a criação da diretriz para o sistema construtivo, tarefa 8, para então prosseguir o processo para obtenção do DATec.
8	**Contratação Diretriz SiNAT?**
	Tarefa decisória. Na inexistência de Diretriz SiNAT, recomenda-se optar pela contratação (ver seção 2.3) ou seguir para a tarefa 9, análise por normativa internacional.
9	**Existência de Norma Internacional?**
	Tarefa decisória. Em existindo norma internacional que torne possível a caracterização do PI, prossegue-se para a tarefa 13. Em caso negativo, prossegue-se para a tarefa 9.
10	**Análise Consultor / Especialista**
	Na ausência de normas ou diretriz técnica que possibilitem a caracterização do PI, pode-se optar pela contratação de um consultor especialista que conduzirá o processo de análise técnica.

Quadro 24: Atividades da Etapa B – Caracterização
Fonte: Elaborado pelo Autor

(continuação Quadro 24)

ETAPA B – CARACTERIZAÇÃO	
TAREFA	**DESCRIÇÃO**
10	Ao término, deverá emitir relatório de análise técnica utilizando-se de pesquisa em literatura técnica, artigos acadêmicos, cases disponibilizados etc., conforme tarefa 11.
	Ponto de Atenção: Empresas que necessitem financiamento bancário público, recomenda-se a contratação de ITA para condução de processo junto ao SiNAT, com criação da diretriz técnica para o PI, para então prosseguir o processo para obtenção do DATec.
11	**Relatório Consultor Técnico**
	A consultoria emitirá relatório de análise técnica recorrendo à pesquisa em literatura técnica, artigos acadêmicos, cases disponibilizados etc., contendo parecer conclusivo quanto às possibilidades de utilização, com especificações e requisitos de desempenho adequados que permitam a caracterização do PI, provendo o mínimo de segurança quando em uso/operação.
12	**Aprovação Relatório Consultoria**
	Tarefa decisória. Analisar e validar o relatório técnico da consultoria. Se necessário, o Líder poderá solicitar apoio dos times participantes, bem como da consultoria para tomada de decisão. Se o relatório for aprovado, prossegue-se para a tarefa 13. Em caso negativo, prossegue-se para a tarefa 17, descartando ou arquivando para uso futuro.
13	**Necessário validar por norma de desempenho?**
	Tarefa decisória. Deve-se verificar se o produto deve ser caracterizado sob a ótica da norma de desempenho. Se necessária prossegue-se para a tarefa 14. Se não se fizer necessário, prosseguir para a tarefa 18.
	Ponto de Atenção: Apesar da NBR 15575 a priori ser direcionada para edificações habitacionais, ressalta-se a importância que se verifiquem os critérios de desempenho das edificações, quer sejam residenciais, comerciais, educacionais etc., sem detrimento de outros, especialmente aquelas ligadas ao conforto do usuário e sustentabilidade.
14	**Caracterização do produto inovador**
	O PI será caracterizado, ou seja, será verificada sua adequação às normas e/ou especificações técnicas previamente definidas, quer seja por normas ou pelo relatório técnico da consultoria. Devem ser analisados os dados técnicos do produto, verificando o atendimento aos requisitos segundo as exigências da ABNT NBR 15575. Esses dados podem ser fornecidos por terceiros interessados, por exemplo, próprio fabricante ou obtidos por ação própria da empresa, contratando análises junto às empresas credenciadas. Quando finalizada, prossegue-se para tarefa 15..
15	**Validação por Norma de Desempenho?**
	Tarefa decisória. Estando o PI devidamente caracterizado pela norma de desempenho, prossegue-se para a tarefa 17. Se negativo, prossegue-se para a tarefa 16.

(continuação Quadro 24)

ETAPA B – CARACTERIZAÇÃO	
16	**Buscar nova validação**
	Tarefa decisória. Considerando que o PI não pode ser caracterizado, pode-se analisar os aspectos que geraram essa não conformidade, e verificar se: (i) existe alguma alternativa complementar que leve à possibilidade de adequação do produto à norma de desempenho e (ii) a empresa tem interesse em fazer nova rodada de caracterização? Em caso afirmativo para essas duas questões, prossegue-se para a tarefa 14. Em caso negativo, prossegue-se para a tarefa 17.

ETAPA C – VIABILIDADE TÉCNICA	
TAREFA	**DESCRIÇÃO**
18	**Análise de Dados**
	Procede-se à compilação dos dados obtidos na tarefa 13 e validados na tarefa 14, bem como demais dados captados através de informes técnicos, vistas técnicas, orçamentos, propostas técnicas, informações coletadas junto à fornecedores e instaladores com histórico de utilização ao longo do tempo. Caso o PI se relacione à produto, tecnologia construtiva ou SCI, deve-se coletar também dados de atendimentos no pós-obra. Essas informações serão utilizadas para que os diversos setores envolvidos no processo possam analisar os detalhes específicos relativos à sua área, prosseguindo para a tarefa 19.
	Impactos a verificar
	Nesta tarefa ocorrerá a verificação de quais áreas serão afetadas pela implantação da inovação. As áreas deverão trabalhar em conjunto para essa verificação, buscando uma decisão colegiada. É papel do líder acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos, bem como atuar para dirimir dúvidas, buscando apoio interno ou externo à empresa. No mínimo, os setores abaixo relacionados deverão participar das análises e verificações, devendo o líder checar se há necessidade de inclusão de outras áreas: • Projetos: analisar o impacto da implantação, verificando as necessidades de detalhamento das informações que se fazem necessárias para a correta utilização do PI. Quando aplicável, atentar-se à aspectos de possíveis ampliações quanto se tratar de módulos embrionários; • Produção: analisar impactos no sistema produtivo necessário à implantação da inovação frente aos processos já existentes, referente à utilização mão de obra (direta/indireta e própria/terceirizada), equipamentos específicos, logística (fluxo de trabalho, área de armazenagem, layout, movimentações e distribuição de materiais), curva de aprendizado, ganho de escala e/ou produtividade;

Quadro 25: Atividades da Etapa C – Viabilidade Técnica
Fonte: Elaborado pelo Autor

(continuação Quadro 25)

ETAPA C – VIABILIDADE TÉCNICA	
	Impactos a verificar
19	• Pós-implantação (pós-obra): o time de garantias deverá analisar as alterações geradas pelos times de projetos e produção a fim de verificar os riscos futuros do uso, operação e manutenção considerando a utilização do PI, notadamente quanto à fornecedor de material, bem como mão de obra capacitada localmente; • Planejamento: deverá trabalhar em conjunto com o time de produção, analisando os impactos verificados pelo time sob o ponto de vista do planejamento global do projeto, não se restringindo à análise do período específico de utilização da inovação, para que desta forma sejam construídos dois cronogramas completos (produção convencional ou atual e produção com inovação) que possibilitará a análise comparativa entre eles; • Suprimentos: terá responsabilidade de prospectar fornecedor(es) e sistemista(s) em alinhamento com as necessidades do time de produção, bem como verificar os riscos de fornecimento, pois em se tratando de PI pode ocorrer que exista um número reduzido de fornecedores bem como riscos atrelados à importação de produtos; • Segurança do Trabalho: deverá analisar, em conjunto com o time de produção, os riscos e devidas ações protetivas a fim de garantir a segurança face aos novos processos produtivos; • Comercial: deverá analisar sob o ponto de vista de percepção e relacionamento com o cliente as alterações que o PI trará ao produto comercializado, impacto junto ao cliente e definir a estratégia de venda do PI; • Orçamentos: time de Orçamentos consolidará todas as informações geradas pelos times acima relacionados e terá sob sua responsabilidade gerar dois orçamentos completos (convencional/atual e inovador). Com todos os impactos devidamente apontados e mensurados, deve-se proceder a análise crítica e verificação de aderência desta implantação em relação ao modelo de negócio da companhia, utilizando-se de modelo próprio da companhia ou na ausência desta, alguma ferramenta usual para tal verificação[23]. Ao término, prossegue-se para a tarefa 20

[23] No apêndice C, apresentam-se algumas ferramentas que possibilitam essa análise, sem prejuízo de outras que possam vir a ser utilizadas.

(continuação Quadro 25)

ETAPA C – VIABILIDADE TÉCNICA	
	Viabilidade
20	Será gerado um relatório final com os resultados das análises de impacto da tarefa 19, a análise comparativa de planejamento e orçamento considerando o sistema convencional/atual e inovador, bem como a análise de aderência ao modelo de negócios da companhia. Pós finalização, avançar para a tarefa 21.
	Ponto de Atenção: A companhia deverá observar os critérios especificados para a análise de aderência ao modelo de negócios (tarefa 19). Não obstante, sugere-se acrescentar outros critérios, quer sejam técnicos, econômicos, ambientais, sustentabilidade, comercialização etc., definindo pesos para cada modalidade a fim de equalizar os números. Evidentemente, a opção mais simples e direta é optar-se pelo menor custo total, mas mesmo esse critério deve ser analisado dentro do ciclo completo do empreendimento a fim de se considerar todos os impactos econômicos e financeiros, não somente no impacto do custo direto da implantação específica.
	Aprovação Viabilidade
21	Tarefa decisória. Em se aprovando a viabilidade da utilização do PI, prossegue-se para tarefa 22. Em caso de reprova, prossegue-se para a tarefa 17, descartando ou arquivando para uso futuro.

ETAPA D – TESTES / PROTÓTIPOS	
TAREFA	**DESCRIÇÃO**
	Executar protótipo?
22	Tarefa decisória. Caso a inovação refira-se à implantação tecnologias ou inovações organizacionais tais como softwares, gestão ou processos, pode-se optar por seguir para a tarefa 26. No entanto, em se tratando de implantação de materiais ou sistemas construtivos que impactem no processo produtivo, recomenda-se prosseguir para a tarefa 23.

Quadro 26: Atividades da Etapa D – Testes / Protótipos
Fonte: Elaborado pelo Autor

(continuação Quadro 26)

ETAPA D – TESTES / PROTÓTIPOS	
23	**Execução protótipo[24]**
	Proceder a construção de protótipo, sendo necessária a decisão do porte/dimensão (escala real ou reduzida). Ressalta-se a necessidade da elaboração dos projetos executivos de todas as modalidades, bem como os processos de planejamento, produção e segurança do trabalho sejam observados a fim de garantir que todas as premissas da fase de viabilidade estejam presentes e efetivamente testadas. Ao término, avançar para a tarefa 24. Ao longo do desenvolvimento dos serviços de execução do protótipo, devem ser registradas todas as informações que serão utilizadas na emissão do relatório técnico final, que deverá conter no mínimo: • descrição completa dos serviços executados; • especificação dos materiais incluindo relatórios de ensaios/caracterizações; • revisões de projetos (se existirem e quais motivos); • panejamento físico e orçamento comparativo (previsto x realizado); • verificação de atendimento às premissas previstas na Etapa C – Viabilidade Técnica; relatar, se existirem, as intercorrências e as soluções implantadas
	<u>Ponto de Atenção:</u> Para execução dos projetos executivos para o protótipo, deverá haver integração entre projetistas e representantes da empresa. Além disso, é fundamental o alinhamento e engajamento de todos os projetistas pensando no projeto como um todo, a fim de minimizar intercorrências na fase de produção.
24	**Relatório técnico protótipo**
	Tendo a posse das informações da tarefa 23, elabora-se o relatório técnico que será submetido à aprovação na tarefa 25.
25	**Aprovação relatório?**
	Tarefa decisória. Deverá ocorrer uma análise crítica pelo líder e demais áreas envolvidas. Estando aprovado o relatório técnico do protótipo, prossegue-se para a tarefa 27. Em caso negativo, prossegue-se para a tarefa 26.
26	**Reformular protótipo**
	Tarefa decisória. Após a análise crítica ocorrida na tarefa 25, líder e demais times deverão verificar a viabilidade de executar um novo protótipo, retornando à tarefa 23, ou em caso negativo, prossegue-se para a tarefa 17, descartando ou arquivando para uso futuro.

[24] A execução de um protótipo deve ser precedida pelas atividades de planejamento com cronograma e equipes participantes, elaboração dos projetos executivos, análise dos impactos nos processos produtivos e logística, a fim de que não ocorra distorção, positiva ou negativa, que impacte a efetivação do protótipo.

ETAPA E – IMPLANTAÇÃO PILOTO	
TAREFA	**DESCRIÇÃO**
27	**Executar piloto?**
	Tarefa decisória. Considerando-se que um projeto piloto é um esforço empreendido para testar a viabilidade, têm-se as seguintes alternativas: • Protótipo executado e aprovado: em se tratando de materiais ou sistema construtivo inovador, recomenda-se a execução do piloto, aumentando a abrangência do mesmo. Por exemplo, utilizar a inovação em uma torre completa ou em um empreendimento completo, prosseguindo para a tarefa 28; • Protótipo executado e aprovado: em se tratando de implantação de tecnologias ou inovações organizacionais tais como softwares, gestão ou processos, pode-se optar por seguir diretamente para a tarefa 31, ou caso considere-se necessário aumentar a abrangência dos testes, seguindo para execução de piloto conforme tarefa 28; • Protótipo não executado: recomenda-se a execução do piloto a fim de verificar as premissas estabelecidas na tarefa 1, bem como validação da viabilidade técnica da Etapa C – Viabilidade Técnica. Desta forma, prossegue-se para a tarefa 28;
	Ponto de Atenção: Para execução dos projetos executivos para o piloto, deverá haver integração entre projetistas e representantes da empresa. Além disso, é fundamental o alinhamento e engajamento de todos os projetistas pensando no projeto como um todo, a fim de minimizar intercorrências na fase de produção.

Quadro 27: Atividades da Etapa E – Implantação piloto
Fonte: Elaborado pelo Autor

(continuação Quadro 27)

ETAPA E – IMPLANTAÇÃO PILOTO	
28	**Execução projeto piloto[25]**
	Procede-se à execução do projeto piloto, sendo necessária a decisão do porte/dimensão. Deve-se cuidar para que a execução do piloto, tal qual a execução do protótipo, seja precedida pelas atividades de planejamento com definição de cronograma e equipes participantes, elaboração dos projetos executivos, análise dos processos produtivos e logística impactados, de forma a assemelhar-se o máximo possível à situação real no qual a inovação será inserida, evitando-se fatores que possam distorcer, positiva ou negativamente a efetivação do teste. Ressalta-se a necessidade de garantir que todas as premissas da fase de viabilidade estejam presentes e efetivamente testadas. Ao longo do desenvolvimento dos serviços de execução do piloto, devem ser registradas todas as informações que serão utilizadas na emissão do relatório técnico final, que deverá conter no mínimo: • descrição completa dos serviços executados; • especificação dos materiais incluindo relatórios de ensaios/caracterizações; • revisões de projetos (se existirem e quais motivos); • comparativo (previsto x realizado) quanto ao planejamento físico e orçamento/custo; • verificação de atendimento às premissas previstas na Etapa C – Viabilidade Técnica; • relatar, se existirem, as intercorrências e as soluções implantadas; Ao término, avançar para a tarefa 29
29	**Relatório técnico projeto piloto**
	Tendo a posse das informações geradas na tarefa 28, elabora-se o relatório técnico que será submetido à aprovação na tarefa 30.
30	**Aprovação piloto?**
	Tarefa decisória. Ocorrendo a aprovação do relatório técnico, prossegue-se para a tarefa 31. Em caso negativo, prossegue-se para a tarefa 17, descartando ou arquivando para uso futuro.

[25] Teste Piloto, Estudo Piloto ou Projeto Piloto ou Experiência Piloto: trata-se de estudo prévio executado em escala reduzida a fim de verificar viabilidade, prazo e custo, bem como dificuldades executivas e variáveis, de forma a ajustar o porte adequado da amostra buscando melhorias no projeto antes da utilização em larga escala. (HULLEY, 2007).

ETAPA F - PADRONIZAÇÃO	
TAREFA	**DESCRIÇÃO**
31	**Diretrizes**
	Procede-se à confecção de documentos que estabelecem as diretrizes, procedimentos e fichas de serviços de utilização do PI nas áreas diretamente envolvidas, notadamente projeto, produção, qualidade e suprimentos. Ao término da emissão dos documentos, seguir para a tarefa 32. A área de gestão da qualidade da empresa dentro de suas atribuições, sempre que necessário, atualizará as diretrizes e providenciará a divulgação às respectivas áreas impactadas.
	Ponto de Atenção: Ressalta-se que atenção especial deve se dedicar à elaboração de manuais aos clientes e área comum, de forma a conter as informações mínimas relativos aos itens impactados pelo PI, para que de posse destas, seja possibilitado aos clientes o cumprimento de suas responsabilidades sob a ótica de uso, operação e manutenção corretas.
32	**Implantar padronização**
	Com as diretrizes estabelecidas, efetua-se a capacitação dos times de projetos, produção, orçamento, planejamento, qualidade, manutenção/pós-obra e comercial / relacionamento com o cliente.
33	**Avaliação pós-implantação**
	Recomenda-se que seja executada uma avaliação pós-implantação. Caso o processo esteja vinculado à implantação de tecnologias ou inovações organizacionais tais como softwares, gestão ou processos, a pesquisa deve ocorrer entre 6 a 12 meses do término do processo de implantação (tarefa 31). Se o processo estiver vinculado à implantação de tecnologia construtiva ou SCI, recomenda-se que a pesquisa seja efetivada de 12 a 18 meses da efetiva entrega do empreendimento aos clientes. Dentre outros aspectos, a pesquisa deve verificar sob o ponto de vista do usuário os objetivos (técnicos, econômicos, funcionabilidade e aplicabilidade) definidos na tarefa 1.
34	**Relatório feedback**
	Emissão do relatório referente à pesquisa de avaliação pós-implantação junto aos setores/usuários diretamente envolvidos, relacionados na tarefa 32. Os dados devem ser classificados de forma a poderem retornar às áreas responsáveis, a fim de providenciarem as eventuais correções.

Quadro 28: Atividades da Etapa F - Padronização
Fonte: Elaborado pelo Autor

Desta forma, apresenta-se o Método MITI completo, com suas 6 Etapas e 34 Tarefas. Para implantação de SCI, deve-se cumprir o roteiro de análise completo estabelecido pelo método, com todas as suas Etapas e Tarefas.

Ressalta-se, no entanto, que para implantações de tecnologias construtivas que se enquadrem em inovações incrementais, ou seja, inovações que geram pequenas mudanças nas

práticas atuais, ou ainda, inovações modulares, as quais geram melhorias significativas dentro de uma área específica, sem promover alterações em outros sistemas, entende-se que algumas Etapas e Tarefas poderão ser prescindidas, desde que ancoradas em prévia análise conduzida pelo Líder do processo de implantação, podendo ser:

- "ETAPA B – CARACTERIZAÇÃO"
    - Tarefas 7 a 12, desde que ancorado em Norma Brasileira

- "ETAPA C – VIABILIDADE TÉCNICA"
    - Redução da profundidade da análise, visto tratar-se de escopo reduzido à algumas atividades específicas de uma obra, não impactando o resultado geral do empreendimento;

- "ETAPAS D – TESTES/PROTÓTIPOS" e "E – IMPLANTAÇÃO PILOTO"
    - Optar por apenas uma das etapas

- "ETAPA F – PADRONIZAÇÃO"
    - Suprimir etapas 33 e 34, visto tratar-se de escopo reduzido à algumas atividades específicas de uma obra, não impactando o resultado geral do empreendimento;

6.3. Avaliação do Artefato

A avaliação do método se deu por meio das entrevistas virtuais (Figura 66) com profissionais do mercado da construção civil, estando suas qualificações apresentadas no Quadro 22 do item 5.5.2. Ressalta-se que as avaliações dos entrevistados se basearam na primeira proposta do artefato, seção 4.3 desta pesquisa, tendo sido utilizadas as críticas e sugestões para estruturação da proposta final do artefato apresentada na seção 6.2.

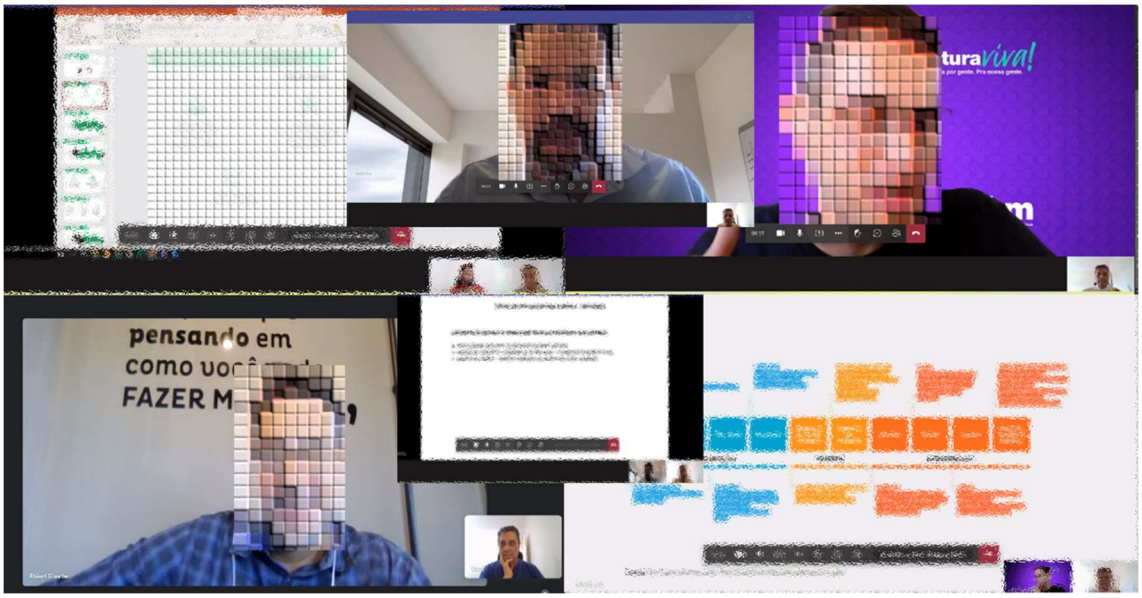


Figura 66: Fotomontagem de entrevistas virtuais
Fonte: Elaborado pelo Autor

Os entrevistados avaliaram o artefato em quatro critérios, conforme proposição de March e Smith (1995) para avaliação de métodos:

- Operacionalidade: Capacidade de usar efetivamente o método, avaliando a ferramenta com testes;
- Eficácia: Solução desenvolvida deve se mostrar adaptada às necessidades e ao contexto de forma a possibilitar a solução do processo;
- Generalização: determinação de qualidade de casos ou elementos de análise para outras situações de implantação de inovação distintas das que foram objeto de investigação pela pesquisa;
- Facilidade de uso: O artefato deve prover resultados de aprendizado rápido, eficiente em suas tarefas principais, retornando um grau elevado de satisfação aos usuários;

Solicitou-se aos entrevistados que avaliassem a ferramenta nos quatro critérios acima descritos, atribuindo notas que poderiam variar de 0 a 10, onde nota zero corresponde à totalmente insatisfeito, nota cinco corresponde à neutro e nota 10 corresponde à totalmente satisfeito. Na Tabela 4 apresentam-se os valores, média e desvio padrão para cada um dos critérios avaliatórios.

Relativo aos valores apresentados na Tabela 4, de forma geral os entrevistados aprovaram o método, visto que os valores médios das notas variaram entre 8,88 e 9,75. Para o critério Operacionalidade, que compreende a capacidade de uso efetivo da ferramenta, a nota média foi de 9,75, com valores variando entre 8 e 10. Para o critério Eficácia, que mede se a ferramenta atende às necessidades e o contexto da pesquisa, a nota média foi de 9,63, com valores variando entre 8 e 10. O critério Generalização alcançou a nota média de 9,00, com notas variando entre

6 e 10. Finalizando, o critério Facilidade de Uso obteve nota média de 8,88, com valores também variando de 6 a 10.

Questões	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Média	Desvio Padrão
Operacionalidade	10	10	10	8	10	N/D	10	10	10	**9,75**	**0,71**
Eficácia	10	10	8	9	10	N/D	10	10	10	**9,63**	**0,74**
Generalização	10	8	8	6	10	N/D	10	10	10	**9,00**	**1,51**
Facilidade de uso	10	8	6	7	10	N/D	10	10	10	**8,88**	**1,64**

Tabela 4 - Notas avaliatórias do artefato[26]
Fonte: Elaborado pelo Autor

Importante notar que pelo perfil dos entrevistados, trata-se de profissionais que efetivamente operam em processos de implantação de tecnologia e inovação nas respectivas empresas. Mas além das aprovações dos entrevistados, corrobora para essa avaliação positiva nos quesitos aplicabilidade e utilidade, os estudos de casos nas Empresas A e B que foram base para a elaboração da primeira versão, proposta parcial do artefato, bem como os três focos de análise do Estudo de Caso na Empresa C, sobretudo na análise da implantação de SCI, onde o pesquisador pode interagir com os profissionais participantes, possibilitando desta forma a coleta de subsídios que levaram à melhoria efetiva do artefato. Ressalta-se que a primeira versão do artefato continha um foco na implantação de SCI, mas os resultados do Estudo de Caso III possibilitaram ampliar a utilidade e aplicabilidade da ferramenta, tornando-a mais completa para processos de implantação de SCI, como reportado no Estudo de Caso III – SCI. Ademais, as outras duas implantações do Estudo de Caso III, foco de análise de implantação de softwares, contribuíram possibilitando a utilização do artefato para implantação de inovações de gestão/processos.

Retornando aos entrevistados, também lhes foi solicitado que respondessem um questionário onde abordavam-se posicionamentos pertinentes às etapas e tarefas do método. Os resultados encontram-se no Quadro 29.

[26] O entrevistado E6 optou por se abster de apresentar notas, apesar de contribuir com críticas e sugestões, as quais foram incorporadas na proposta final.

QUESTÕES REFERENTE À PRIMEIRA VERSÃO DO MÉTODO	1 Extremamente não importante	2 Não importante	3 Indiferente	4 Importante	5 Extremamente importante
ETAPA A - PROSPECÇÃO					
A empresa deve buscar ideias internamente?				3	5
A empresa deve buscar ideias externamente?				2	6
ETAPA B - CARACTERIZAÇÃO					
O desenvolvimento deve ser conduzido baseado em normas técnicas?			3	1	4
Na ausência de normas técnicas, deve-se buscar homologação pelo DATEC?			3	2	3
ETAPA C – VIABILIDADE TÉCNICA/CUSTOS					
Durante o desenvolvimento, deve-se avaliar eventual impacto em:					
Projeto				1	7
Planejamento?				2	6
Processo executivo?				4	4
Custos?			1	1	6
Informações / fatores de comercialização?				4	4
Imagem da empresa perante o mercado?			1	3	4
ETAPA D - PROTÓTIPO					
É importante a empresa executar protótipo(s) durante a fase de desenvolvimento?				5	3
É importante ao término do desenvolvimento ser gerado relatório com dados auferidos em todas as etapas?			1		7
Deve ocorrer uma aprovação formal do desenvolvimento?		1		2	5
ETAPA F – PADRONIZAÇÃO					
Caso o desenvolvimento seja aprovado, deve-se criar e divulgar:					
Diretrizes de Projetos?					8
Diretrizes para Obra/Produção?				1	7
Diretrizes para Sistema de Qualidade?				2	6
Diretrizes para time de MKT / Comercialização?			1	5	2

Quadro 29: Questionário consolidado[27]
Fonte: Elaborado pelo Autor

Para a Etapa A – Prospecção, todos os entrevistados apontaram concordância, parcial ou plena para busca de ideias internamente e externamente, indicando que as duas opções de prospecção são importantes para a empresa.

Na Etapa B – Caracterização, a primeira questão referia-se à forma de conduzir o desenvolvimento, baseado em normas técnicas, tendo 37,5% considerado indiferente e 62,5% tiveram concordância, parcial ou plenamente, com a ação de desenvolvimento baseado em normas técnicas. Tais valore se repetiram para a questão que versava sobre se, na ausência de normas técnicas deve-se buscar homologação via DATec. Porém, dois entrevistados alertaram que empresas que necessitam operar com financiamento da Caixa Econômica Federal, caso não exista normativa nacional, obrigatoriamente deverão buscar a homologação pelo DATec.

[27] O entrevistado E6 optou por se abster de apresentar notas, apesar de contribuir com críticas e sugestões, as quais foram incorporadas na proposta final.

Seguindo para a Etapa C – Viabilidade Técnica/Custos, questionou-se se durante o desenvolvimento do método seria necessário avaliar impacto em projetos, planejamento, processo executivo, custos, informações relativas à fatores de comercialização e quanto à imagem da empresa perante o mercado. Quanto aos itens, projeto, planejamento, produção, informações/fatores de comercialização e imagem da empresa perante o mercado, 100% dos entrevistados concordaram quanto à importância, variando apenas a distribuição quanto ao peso da importância. Apenas relativo ao item custos, 12,5% apontaram indiferença, e os demais 87,5% concordaram, votações que demonstram a maioria absoluta classificando como impacto importante a ser verificado.

Foram três as questões relativas ao protótipo, Etapa D do método, sendo a primeira quanto a importância de realizar-se o protótipo na fase de desenvolvimento, onde a maioria absoluto concordou, sendo 62,5% parcialmente e 37,5% plenamente de acordo com a realização do protótipo. A segunda questão versava sobre a emissão de um relatório técnico com dados levantados durante a execução do protótipo, sendo que a maioria absoluta, 88% concordaram plenamente com a necessidade, e contrastando, 12% foram indiferentes. Finalizando a etapa protótipo, questionou-se a necessidade de aprovação formal do desenvolvimento, onde 12,5% discordaram parcialmente da necessidade de aprovação, mas a maioria absoluta concordou com a relevância da aprovação sendo 37,5% com concordância parcial e 50% com concordância plena.

O último grupo de questões referiam-se à Etapa E – Padronização onde questionou se caso venha a ocorrer a aprovação do desenvolvimento, se deveriam ser emitidas e divulgadas diretrizes para projetos, produção, sistema da qualidade e comercialização/marketing. Quanto ao quesito projeto, unanimidade pois 100% concordaram plenamente ser fundamental a emissão e divulgação de diretrizes para projeto. Para o item diretrizes para produção, todos concordaram pela necessidade de criação e divulgação, sendo 87,5% concordaram plenamente e 12,5% concordaram parcialmente. Relativo ao sistema da qualidade, resultou em maioria absoluta para a demanda para criação e divulgação das diretrizes pois 75% concordaram plenamente e 25% concordaram parcialmente. Encerrando o questionário, o quesito para emissão e divulgação de diretrizes para apoio ao time de marketing/comercialização obteve 12,5% de votos como indiferente, 62,5% concordaram parcialmente e 25% concordaram plenamente com o quesito, resultando novamente em maioria absoluta pela necessidade.

Desta forma, o método foi aprovado pelos entrevistados sob a ótica dos quatro critérios de análise do artefato método (operacionalidade, eficácia, generalização e facilidade de uso), conforme proposição de March e Smith (1995). Ademais, com as notas atribuídas em cada um dos itens do questionário, restou demonstrado a concordância de maioria absoluta dos entrevistados, aprovando a primeira proposta do artefato, com etapas e tarefas estabelecidas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse capítulo apresenta o fechamento da presente pesquisa, estando organizado em duas partes. Na primeira parte, estão presentes as conclusões do estudo e confirmação de cumprimento das questões de pesquisa, seção 1.2 e objetivos apresentados na seção 1.3. Na segunda parte apresentam-se as limitações da pesquisa, bem como sugestões para trabalhos futuros.

Esta pesquisa buscou resposta para a seguinte questão:

Como proceder para introduzir tecnologia construtiva e inovação em uma construtora?

Partindo da questão principal, definiu-se a seguinte questão intermediária:

> Quais os modelos existentes para gestão de um processo de introdução de tecnologia e inovação?

7.1. Principais Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi a construção de um artefato, o qual denominamos Método para Implantação de Tecnologia e Inovação em empresas construtoras (MITI), desenvolvido tendo como base metodológica de pesquisa a Design Science Research. A finalidade do método é proporcionar o desdobramento das atividades conceituais em ações necessárias de forma a tornar efetiva e perene a sua implantação. Ademais, como objetivo específico elencou-se*: (i) Identificação de barreiras e oportunidades para aplicação do método em empresas construtoras secundários.*

Considerando que o objetivo da pesquisa foi a confecção de um método, ou seja, uma ferramenta de ordem prática, utilizou-se a Design Science Research, metodologia voltada para desenvolver estudos com foco em prescrever, projetar e construir artefatos, tendo sido estruturado o delineamento de pesquisa com as fases de conscientização, sugestão, desenvolvimento, avaliação e conclusão. Além disso, importante frisar que o foco do artefato (MITI) é de implantação de tecnologia construtiva, sistemas construtivos inovadores, cabendo

também a análise para utilização de produtos e processos inovadores, essenciais para empresas construtoras.

A questão que norteou a pesquisa foi *"Como proceder para introduzir tecnologia construtiva e inovação em uma construtora?"* desdobrando-se em uma questão intermediária: "*Quais os modelos existentes para gestão de um processo de introdução de tecnologia e inovação?"*. Assim, conforme o delineamento de pesquisa, desenvolveu-se uma primeira versão do artefato com a execução de revisão de literatura apresentada no capítulo 2, onde reportando-se à questão intermediária, constatou-se que nos últimos 25 anos não ocorreram pesquisas, no Brasil ou exterior, com foco específico em implantação tecnológica e inovações na construção civil. Ressalta-se no entanto, duas pesquisas que abordam parcialmente o tema, visto tratar-se de pesquisas que apresentaram modelos de gestão de inovação para empresas construtoras. A primeira, Gosch (2016), voltada especificamente para o caso particular de uma única incorporadora e a segunda, Duarte (2022), apresentando um modelo para gestão de inovação em empresas construtoras e incorporadoras. Dada suas características, voltadas para a gestão do processo de inovação, entende-se que o tema desta atual pesquisa está implicitamente inserido dentro dos modelos citados, porém nestes modelos não há o necessário desdobramento de atividades em ações necessárias para efetivar o processo de implantação de novas tecnologias e inovações, presentes no Método MITI, objeto desta pesquisa.

Desta forma, foram utilizadas pesquisas nacionais e internacionais anteriores a esse período como base teórica. Ademais, ocorreu também o acompanhamento de dois estudos de casos em duas empresas construtoras que encontravam-se desenvolvendo processos distintos de implantação de tecnologia: o primeiro relativo à implantação de sistema construtivo inovador visando obtenção de DATec, e o segundo, voltado à implantação de nova tecnologia construtiva para edificações de grande altura, tendo o pesquisador relacionamento profissional com as mesmas, fator que propiciou a coleta de dados/evidências.

Isto posto, tendo como base os dois estudos de casos citados, o método foi desenvolvido roteirizando as atividades de forma que venha a ser utilizado por profissionais ou empresas construtoras do mercado da construção civil, que almejam melhorias de processos com implantação de novas tecnologias construtivas e sistemas construtivos inovadores, independentemente do porte da empresa, tendo como foco a mitigação de falhas de implantação, visto que estas podem resultar em aumento de custos direto e indireto, desvios de

implantação, ampliação de prazos de concepção, produção e comercialização do produto, e no limite, manifestações patológicas, fatores estes que podem levar ao abandono do processo.

Uma vez que a primeira versão do artefato foi finalizada, foram executadas simulações de utilização durante a realização de três implantações que ocorreram durante o Estudo de Caso III, empresa no qual o pesquisador exercia atividades profissionais. Esse estudo de caso compreendeu dois casos de melhoria de processo, com implantação de softwares, bem como um caso de implantação de sistema construtivo inovador. Foram identificadas algumas oportunidades de melhorias a serem incorporadas ao artefato de forma a adequá-lo à tarefa de implantação de inovação em processos, visto que a primeira versão do artefato fora direcionada com foco maior para a para implantação de tecnologia construtiva e sistema construtivo inovador, fruto dos dois primeiros estudos de casos.

Ainda com a primeira versão do artefato, ocorreram entrevistas avaliatórias com profissionais pertencentes a empresas do mercado da construção civil, sendo que todos os dados coletados nestes eventos resultaram na identificação de barreiras de utilização, para as quais foram criadas opções específicas de tratamento. Da mesma forma, ocorreram várias contribuições com oportunidades de melhoria, tendo sido todas integralmente incorporadas na ferramenta. Assim, entende-se que as barreiras elencadas nessa fase de desenvolvimento foram identificadas e efetivamente tratadas, cumprindo parcialmente o objetivo específico dessa pesquisa: "*identificação de barreiras e oportunidades para efetiva utilização do método em empresas construtoras*". No entanto, como não houve tempo hábil da implantação integral do método MITI no Estudo de Caso III, Detalhamento -SCI, é razoável supor que a efetiva aplicação do MITI em um projeto específico, onde todas as etapas e tarefas sejam aplicadas poderão resultar na identificação de novas barreiras, bem como oportunidades de melhoria.

Assim, o conjunto de estudos de casos, bem como as entrevistas estruturadas avaliatórias realizadas com profissionais atuantes no mercado da construção civil, propiciaram a criação da versão final do artefato, o qual está constituído em seis etapas e trinta e quatro tarefas, bem como descritivo detalhado das etapas e tarefas constituintes do método. Desta forma cumpre-se o objetivo geral da pesquisa: *"Proposição de um Método para Implantação de Tecnologia e Inovação em empresas construtoras (MITI)"*.

Ademais, os entrevistados também foram convidados a avaliar, via questionário, a primeira versão do artefato sob a ótica da operacionalidade, eficácia, generalização e facilidade

de uso. Os resultados compilados apresentados na seção 6.3 demonstram que os entrevistados aprovaram o artefato nos quatro quesitos. Não houve tempo hábil de reapresentar o artefato em sua versão final, mas tendo em vista que todas as contribuições geradas nas entrevistas foram incorporadas à versão final, é plausível considerar que com estas melhorias implantadas na ferramenta, principalmente nos quesitos generalização e facilidade de uso, o conceito de aprovação seria mantido.

Além disto, conforme apresentado na seção 5.5.2, todas os profissionais participantes das entrevistas estruturadas estão alocados em empresas construtoras ou escritórios de projetos ou empresas de consultoria, com porte econômico diverso, dentre as quais apenas uma das empresas contava com setor de gestão de inovação implantado, e tendo o método MITI sido aprovado na integridade por todas as empresas, pode-se concluir que o método possa ser aplicado em empresas de porte econômico e estrutura gerencial distintas, não obstante a necessidade de, na ausência de corpo técnico interno, submeter-se à contratação de consultores para preenchimento de eventuais lacunas que venham a surgir durante a implantação.

7.2. Limitações e sugestões de pesquisas futuras

O Método MITI apresenta-se como um processo prático de implantação, visto sistematizar o processo específico de implantação de uma determinada tecnologia construtiva e/ou sistemas construtivos inovadores e/ou inovação em processos, com desdobramento de etapas e respectivo detalhamento das ações necessárias em cada uma das tarefas, tratando-se desta forma do aprofundamento do quarto (implantação) e quinto (confirmação) estágios propostos por Rogers (2003), apresentando uma metodologia para colocar em uso uma nova tecnologia ou inovação em uma empresa atuante no setor da construção civil, diferenciando-se dos sistemas de gestão de inovação abordados na seção 2.2, que apresentam-se como processos completos, mas complexos, visto tratarem-se de modelos integrados de gestão de inovação.

O artefato foi desenvolvido a partir de estudos de caso aplicados em duas empresas incorporadoras e construtoras, um terceiro estudo de caso na área de engenharia de uma empresa do setor educacional, e por fim, avaliados através de entrevistas que envolveram profissionais atuantes em processos de implantação de tecnologia e inovação, pertencentes à diversos que integram o setor de construção civil: empresas incorporadoras e construtoras, bem

como empresas de projetos e consultorias, sendo diverso também o porte econômico das empresas nas quais os profissionais participantes atuam.

Desta forma, entende-se que ao final do desenvolvimento identificam-se as seguintes oportunidades a serem investigadas em futuros trabalhos para melhoria contínua do artefato:

a) Aplicação do método MITI completo, desde a etapa de prospecção até a etapa de padronização de forma a obter a avaliação do mesmo em empresa construtora e incorporadora;
b) Aplicação do método MITI em empresa construtora de setor diverso de incorporação e construção de edifício habitacional, tais como obras industriais, comerciais ou construção pesada/infraestrutura.
c) Verificação de barreiras tais como econômicas, culturais, mercadológicas etc., bem como oportunidades na aplicação do método MITI nas condições acima relatadas.

GLOSSÁRIO

ABNT NBR 15575 - Edificações Habitacionais – Desempenho, Partes 1 a 6: Especificações de desempenho nos empreendimentos de HIS. Documento que estabelece especificações para os empreendimentos que se enquadrem nos programas de Habitação de Interesse Social; no documento são estabelecidas orientações para especificações em função dos dados e informações conhecidos sobre o desempenho dos sistemas construtivos.

DATec: Documento de Avaliação Técnica, documento técnico que contém os resultados da avaliação técnica e condições de execução/operação, uso e manutenção do PI;

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: atividade de pesquisa criativa para produzir inovações específicas ou alterações de processos produtos e serviços já existentes;

DIRETRIZ SiNAT: Diretriz para Avaliação Técnica de Produtos Inovadores, documento de referência contendo diretrizes para avaliação técnica de produtos inovadores, incluindo requisitos e critérios de desempenho, bem como métodos de avaliação a serem adotados na avaliação técnica;

ESTUDO DE VIABILIDADE: investigação de projetos técnicos propostos, usando as técnicas pré-existentes, de forma a fornecer informações complementares para tomada de decisão quanto à implantação;

FAD: Ficha de avaliação de desempenho de sistema construtivo convencional, documento técnico que contém os resultados da avaliação técnica e condições de execução/operação, uso e manutenção do sistema construtivo convencional;

GESTÃO TECNOLÓGICA: Administração sistemática do conjunto de habilidades, mecanismos, conhecimento planos e instrumentos organizacionais para estruturação da capacidade das empresas gerarem, introduzirem, comprarem, modificarem e gerenciarem inovações de produtos e processos com vistas à competitividade;

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: Aperfeiçoamento tecnológico resultante da atividade de pesquisa, aplicado ao processo de produção de edifício, objetivando a melhoria do desempenho, qualidade e custo do edifício ou sistema;

ITA: Instituição Técnica Avaliadora, instituição técnica autorizada a participar do SiNAT, com funções principais de propor Diretrizes de avaliação de desempenho, de conduzir avaliações de desempenho, de elaborar Documentos de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais e elaborar Fichas de Avaliação de Desempenho de Sistemas Construtivos convencionais;

MCMV: O Programa Minha Casa, Minha Vida é um programa de habitação federal do Brasil lançado em março de 2009 pelo Governo Federal, com 4.087.628 imóveis entregues até dezembro 2018. A partir de 2019 foi substituído pelo programa Casa Verde e Amarela.

PBQP-H: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

PROCESSO: conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que utilizam entradas para entregar um resultado pretendido;

PROCESSO INOVADOR: conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas buscando gerar mudanças no processo de produção de produto ou serviço;

PRODUTO INOVADOR: componente, elemento, sistema ou subsistema construtivo que não esteja contemplado por norma brasileira (ABNT) ou demais entidades autorizadas pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro – em vista das diretivas e métodos estabelecidos pelo citado Conselho conforme Resolução nº 01/92. O SiNAT-Inovadores compreende, ainda, processos construtivos inovadores ou que, de alguma forma, se constituem inovações em relação ao processo convencional da construção civil no Brasil. Inclui-se também nessa pesquisa softwares para gestão de processos aplicáveis às empresas construtoras

PROTÓTIPO: Modelo original representativo de alguma criação nova, do qual todos os objetos e utensílios do mesmo tipo são representações ou cópias, sendo um modelo básico detentor de características essenciais do produto pretendido;

SISTEMA CONSTRUTIVO; processo construtivo de elevados níveis de organização e industrialização, constituído por elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados por um processo;

SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL: sistema construtivo, executado por processos tradicionais nos país e nos quais os componentes são objeto de Norma Brasileira elaborada ABNT ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro - de acordo com diretrizes e critérios determinados por este Conselho, em sua Resolução nº 01/92.

SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR: sistema ou subsistema construtivo que não seja objeto de norma brasileira prescritiva e não tenha tradição de uso no território nacional.

TECNOLOGIA CONSTRUTIVA: combinação de métodos de construção, recursos de construção, tarefas de trabalho e influências de projeto que definem a maneira de realizar uma operação de construção (Tatum, 1987)

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: processo de aquisição de conhecimentos científicos, tecnológicos e gerenciais desenvolvidos por terceiros, visando sua adoção pela organização;

REFERÊNCIAS

AMANCIO, R. C. A.; FABRICIO, M. M. Avaliação Técnica do Produto de Construção Inovador: Contexto Brasileiro e Internacional. *In:* FABRICIO, M. M; ONO, R.. **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras**. Porto Alegre. Ed. ANTAC, 2015. p. 13-26.

AMANCIO, R. C. A.; FABRICIO, M. M.; MITIDIERI FILHO, C. V. Avaliações técnicas de produtos de construção inovadores no Brasil. **Jornadas LNEC**, p. 1-7, 2012.

APPIO, J.; VIEIRA, V. A. Uma aplicação prática da matriz BCG e análise Swot: um estudo de caso, **Rev. Ciên. Empresariais da UNIPAR**, Umuarama, v.7, n.2, p. 121-138, jul./dez. 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013

APPIO, J.; VIEIRA, V. A. Uma aplicação prática da Matriz BCG e análise SWOT: um estudo de caso. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, v. 7, n. 2, 2006.

AUTODOC; PBQP-H: saiba como implementar, 2019. Disponível em https://site.autodoc.com.br/conteudos/pbqp-h-saiba-como-implementar/#:~:text=O%20PBQP%2DH%20(Programa%20Brasileiro,do%20Minist%C3%A9rio%20do%20Desenvolvimento%20Regional . Acesso em 15 set 2021.

BAGNO, R. B.; SALERNO, M. S.; DA SILVA, D. O. Models with graphical representation for innovation management: a literature review: Models for innovation management. **R&D Management**, v. 47, n. 4, p. 637–653, set. 2017.

BARBOSA, I. C. A.; PICCHI, F. A.; GRANJA, A. D.; Análise de manifestações patológicas de pós-obra em função de sistemas construtivos de empreendimentos imobiliários. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), **Anais**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2018, Vol. 1, pp.1503-1504.

BARBOSA, I. C. A.; GRANJA, A. D.; OLIVIERI, H. A gestão da inserção de tecnologia e inovação em empresas construtoras: um mapeamento sistemático de literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019, Londrina. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019.
Disponível em:
https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/425

BARBOSA, A. A. R.; VILNĪTIS, M. Innovation and construction management in Brazil: Challenges of companies in times of quality and productivity. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2017. p. 012040.

BARRETT, P.; SEXTON, M. Innovation in Small, Project-Based Construction Firms. **British Journal of Management**, v. 17, n. 4, p. 331–346, dez. 2006.

BARROS, M. M. S. B. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. 1996. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BARROS, M. M. S. B.; **Tecnologias construtivas para produção de edifícios no Brasil: perspectivas e desafios.** 2013. Disponível em: https://sites.usp.br/construinova/wp-content/uploads/sites/97/2017/12/Tecnologias-construtivas-vADAPTADA-PARA-POS-GRADUA%C3%87%C3%83O-COMPACT.pdf.

BERNARDES, M. Gerente de Desenvolvimento Tecnológico. **Téchne: Revista de Tecnologia da Construção.** 1 Dez 2011.

BONOMA, Thomas V. Case research in marketing: opportunities, problems, and a process. **Journal of marketing research**, v. 22, n. 2, p. 199-208, 1985.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Regimento Geral do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) de produtos inovadores**. Portaria n. 345, de 03 de agosto de 2007. Diário Oficial da União – Seção 1, n. 155, 13 de agosto de 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SiNAT**, 2021. Disponível em http://pbqp-h.mdr.gov.br/projetos_sinat.php

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – O PBQP-H**, 2020. Disponível em https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/o-pbpq-h

CALDART, A. A; GE matrix (Competitive Position Attractiveness Matrix). **Wiley Encyclopedia of Management**, p. 1-2, 2015.

CASTRO, M. L. de; VON KRUGER, P. G. Unidades de seleção tecnológica e inovação na construção habitacional no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 3, p. 217-233, 2013.

CHOU, J. S.; YANG, J. G. Project management knowledge and effects on construction project outcomes: an empirical study. **Project Management Journal**, 2012. v. 43, n. 5, p. 47-67.

CLETO, F. R. Inovar com o SINAT. **Notícias da Construção Sinduscon**. Dezembro de 2013, p 44-45.

COLLATTO, D. C. et al. Is action design research indeed necessary? Analysis and synergies between action research and design science research. **Systemic Practice and Action Research**, v. 31, p. 239-267, 2018.

CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do colégio brasileiro de cirurgiões**, v. 34, p. 428-431, 2007.

COOPER, R. G. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. **Business horizons**, v. 33, n. 3, p. 44-54, 1990.

COOPER, R. G. Winning at New Products: accelerating the process from idea to launch. **Reading: Addison-Wesley Publishing**, 1993.

CORREA, C. L.; YEPES, V.; PELLICER, E. Factores determinantes y propuestas para la gestión de la innovación en las empresas constructoras. **Revista ingeniería de construcción**, v. 22, n. 1, p. 5–14, abr. 2007.

CHRISTENSEN, C. M. **O dilema da inovação: quando as novas tecnologias levam empresas ao fracasso**. M. Books Editora, 2019.

DA SILVA, J. C. G. L. et al. MODELO MCKINSEY ou GENERAL ELECTRIC-GE. **UFPAR**, Disponível em https://docs.ufpr.br/~prbg/doutorado%20paulo/planest/GeMckinsey4Versao.doc

DE FREITAS, C. A. C. Sistemas construtivos para habitações populares. **Monografia** (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

DE FREITAS, L. P. M.; RODRIGUES, R. Agilidade e eficiência na Construção Off Site. **Boletim do Gerenciamento**, v. 29, n. 29, p. 56-65, 2022.

DA SILVA, F. G.; HARTMAN, A.; DOS REIS, D. R. Avaliação do nível de inovação tecnológica nas organizações: desenvolvimento e teste de uma metodologia. **Revista Produção Online**, v. 8, n. 4, 2008.

DE OLIVEIRA, F. V.; FREITAS FILHO, F. L.; LANZER, E. A. Espaços de Coworking como Fomentadores ao Ecossistema Empreendedor: O caso brasileiro do CUBO. **Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 27) Ano 2016**, 2016.

DOCHERTY, M. Primer on open innovation: Principles and practice. **PDMA Visions**, v. 30, n. 2, p. 13-17, 2006.

DRESCH, A. Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção. 2013. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2013.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Bookman Editora, 2015.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; MIGUEL, P. A. C. Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, A Pesquisa-Ação e a Design Science Research. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios-RBGN**, v. 17, n. 56, p. 1116-1133, 2015.

DUARTE, C. M. M.; PICCHI, F. Instrumento para avaliar o grau de inovação de empresas construtoras, In: 1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção - SBTIC & 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, SIBRAGEC 2017. **Anais...** Fortaleza, CE, Brasil, 2017. Vol. 1, pp.1-10.

DUARTE, C. M. de M. Gestão da inovação em empresas construtoras e incorporadoras, 2022, 261f. **Tese** (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S. de; ALCOFORADO, C. L. G. C. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Reme: Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 09-11, 2014.

ERIKSSON, P. E. Exploration, and exploitation in project-based organizations: Development and diffusion of knowledge at different organizational levels in construction companies. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 3, p. 333–341, abr. 2013.

ESPINDOLA, L.; INO, A. Inserção e financiamento do sistema Wood Frame no programa habitacional Minha Casa Minha Vida. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, p. 1578-1587, 2014.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (ED.). **Innovative technologies for buildings: EU-funded research to transform the construction sector**. Luxembourg: Office for Official Publ. of the Europe. Communities, 2009

FIGUEIREDO, M. S. et al. REALIDADE AUMENTADA ASSOCIADA AO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO DE OBRAS. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2020.

FIORAVANTE, D. G.; FURTADO, B. A. Crédito Imobiliário. In: **Financiamento do Desenvolvimento no Brasil**. IPEA 2018, 316 p. Capítulo 6, p. 193-224

FLORIANI, R.; BEUREN, I. M.; HEIN, N. Análise comparativa da evidenciação de aspectos de inovações em empresas construtoras e multisetoriais. **JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 7, n. 3, p. 693-712, 2010.

FONTANA, A.; FREY, J. H. The interview. **The Sage handbook of qualitative research**, v. 3, p. 695-727, 2005.

FREZATTI, F. Indicadores financeiros de longo prazo: comparação entre o retorno sobre o investimento e o lucro residual. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 36, n. 1, 2001.

GONÇALVES, O. M. et al. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. **Coletânea habitare**, v. 3, 2003.

GOODRUM, P. M.; HAAS, C. T. **Variables affecting innovations in the US construction industry**. Proc., Construction Congress VI. **Anais**...ASCE, Reston, VA, 2000

GOSCH, S. S. Gestão da inovação em empresa construtora: proposta para estruturação de um processo. Dissertação (Mestrado em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

GRASSI, W. A. S. Uma proposta de orientação para introdução de sistemas construtivos inovadores em habitações. 2016, 111f. **Dissertação** (Mestrado) – Instituto de Engenharia do Paraná – Instituto de desenvolvimento para a Tecnologia, Curitiba.

HANDA, D. K. C. Identificação das principais manifestações patológicas em fachadas em chapas delgadas estruturadas em light steel framing: Estudos de caso. 2019. 204 f. **Dissertação** (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HANDA, D. K. C.; FONTANINI, P. S. P. Barreiras de implementação do sistema light steel framing no Brasil. **ANAIS**, II WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS**, 2019**

HANSEN, K. L.; TATUM, C. B. Technology and strategic management in construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 5, n. 1, p. 67–83, 1989.

HANSEN, M. T.; BIRKINSHAW, J. The innovation value chain. **Harvard business review**, v. 85, n. 6, p. 121, 2007.

HEVNER, A. R.; MARCH, S.T.; PARK, J. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

HIGGINS, J. M. **Innovate or evaporate: Test & improve your organization's IQ, its innovation quotient**. New Management Publishing Company, p. 370-380, 1995.

HOPP, C. et al. What 40 years of research reveals about the difference between disruptive and radical innovation. **Harvard Business Review**, v. 6, 2018.

HULLEY, S. B. (Ed.). **Designing clinical research**. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

HUGHES, T. et al. Scholarship that matters: Academic–practitioner engagement in business and management. **Academy of Management Learning & Education**, v. 10, n. 1, p. 40-57, 2011.

IPT/SP; **Solução IPT – SiNAT Inovador**, 2022. Disponível em https://www.ipt.br/solucoes/426-sinat_inovador.htm

JOHNSON, T. **Pesquisa Social Mediada por Computador**: questões, metodologia e técnicas qualitativas. Rio de Janeiro: E-Papers, 2010

KASSAI, J. R. Conciliação entre a TIR e ROI: uma abordagem matemática e contábil do retorno do investimento. **Caderno de Estudos**, p. 1-29, 1996. Disponível em https://www.scielo.br/j/cest/a/P7XNc6vF5DG9KDvrGhKQBDL/ Acesso em 03 jul 2023.

KANGARI, R.; MIYATAKE, Y. Developing and Managing Innovative Construction Technologies in Japan. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 123, n. 1, p. 72–78, mar. 1997.

KOEBEL, C. T. et al. **The diffusion of innovation in the residential building industry**. Virginia Center for Housing Research, 2003.

LABORDE, M.; SANVIDO, V. Introducing new process technologies into construction companies. **Journal of construction engineering and management**, v. 120, n. 3, p. 488-508, 1994.

LACERDA, D. P. et al. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LOTURCO, B. Excelência Atestada. Revista **Techne**, São Paulo, nº 136 p.50-53, junho 2008.

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.

MANSON, N. Is operations research really research? **ORION**, v. 22, n. 2, 1 Dez. 2006

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. de C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & contexto-enfermagem**, v. 17, p. 758-764, 2008.

MILLER, A.; RADCLIFFE, D.; ISOKANGAS, E. New technology diffusion in construction: a case study of virtual construction technology (VCT). In: **Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, Montréal, Canada**. 2006.

MILLER, A.; RADCLIFFE, D.; ISOKANGAS, E. A perception-influence model for the management of technology implementation in construction. **Construction Innovation**, 2009.

MITIDIERI FILHO, C. V. Inovações e SiNAT. **Notícias da Construção**, p. 44-45, 2011. Disponível em: https://www.ipt.br/download.php?filename=588-Revista_Noticias_da_Construcao_SindusCon_dezembro_de_2011.pdf

MITIDIERI FILHO, C. V. **Linha do tempo: Histórico NBR 15.575 e Processo Criação SiNAT**. [Entrevista não publicada cedida a] Ivan Carlos Alves Barbosa, Campinas, 05 julho 2023.

MOREIRA, F. de F. **Heliópolis e as estratégias de enfrentamento da cidade real.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16137/tde-13062017-124549/. Acesso em: 13 jul. 2023.

MULLARKEY, Matthew T.; HEVNER, Alan R. An elaborated action design research process model. **European Journal of Information Systems**, v. 28, n. 1, p. 6-20, 2018.

MULLARKEY, M. T.; HEVNER, A. R. Entering action design research. In: **New Horizons in Design Science: Broadening the Research Agenda: 10th International Conference, DESRIST 2015, Dublin, Ireland, May 20-22, 2015, Proceedings 10.** Springer International Publishing, 2015. p. 121-134.

NAGANO, M. S.; STEFANOVITZ, J. P.; VICK, T. E. Innovation management processes, their internal organizational elements and contextual factors: An investigation in Brazil. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 33, p. 63–92, Jul. 2014.

NAM, C. H.; TATUM, C. B. Toward Understanding of Product Innovation Process in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 115, n. 4, p. 517–534, Dez. 1989.

NAM, C. H.; TATUM, C. B. Leaders and champions for construction innovation. **Construction Management & Economics**, v. 15, n. 3, p. 259-270, 1997.

NEWMAN, Leah C. Macro ergonomic methods: interviews and focus groups. In: **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2002. p. 1355-1359.

O'CONNOR, J. T.; YANG, L.-R. Project Performance versus Use of Technologies at Project and Phase Levels. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 130, n. 3, p. 322–329, jun. 2004

OLIVEIRA, A. B. de F.. Inserção de sistemas construtivos industrializados de ciclo aberto estruturados em aço no mercado da construção civil residencial brasileira. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.

OLIVIERI, H et al. A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: Light Steel Framing. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 4, p. 45-60, 2017.

OCDE. Oslo Manual: Guidelines For Collecting And Interpreting Innovation Data. **Organization for Economic Co-operation and Development**. Paris, 2018.

OECD (Eurostat/European Union). Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual, The Measurement of Scientific and Technological Activities, **OECD Publishing**. Paris, 1997.

OECD. Technology Policy: An International Comparison of Innovation in Major Capital Projects. **Organization for Economic Co-operation and Development**. Paris, 2000.

PALAZZI, A.; SCHMIDT, B.; PICCININI, C. A. Entrevistas online: potencialidades e desafios para coleta de dados no contexto da pandemia de COVID-19. **Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social**, v. 8, n. 4, p. 960-966, 2020.

PASSOS, A. F. S.; DE MELO, R. S. S. Construtechs e proptechs brasileiras: uma análise exploratória dos fatores de inserção no mercado. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, v. 12, p. 1-8, 2021.

PEFFERS, K. et al. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45–77, Dez. 2007.

PELLICER, E. et al. Organizational Improvement Through Standardization of the Innovation Process in Construction Firms. **Engineering Management Journal**, v. 24, n. 2, p. 40–53, jun. 2012.

PLONSKI, G. A. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 25–33, 2005.

POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Cultrix, 2006, 567p.

REICHSTEIN, T.; SALTER, A. J.; GANN, D. M. Last among equals: a comparison of innovation in construction, services and manufacturing in the UK. **Construction Management and Economics**, v. 23, n. 6, p. 631–644, 2005.

RODRIGUES, C. M. L.; CHAGAS, P. C.; CORRÊA, C. R. Pesquisa mediada pela internet: possibilidades de aplicação de entrevista online nas ciências da gestão. **Negócios em Projeção**, v. 6, n. 2, p. 69-77, 2015.

ROGERS, E.M. (1983) **Diffusion of Innovation**, 3rd edn, The Free Press, New York.

ROGERS, E.M. (2003) **Diffusion of Innovation**, 5th edn, The Free Press, New York.

ROTHER, E. T. Revisión sistemática X Revisión narrativa. **Acta paulista de enfermagem**, v. 20, p. v-vi, 2007.

ROTHWELL, R. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. **R&D Management**, v. 22, n. 3, p. 221–240, 1992.

SALERNO, M. S. et al. Innovation processes: Which process for which project? **Technovation**, v. 35, p. 59–70, jan. 2015.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. 2008.

SANTOS, W. J. et al. Prescrições para construções de edificações residenciais multifamiliares com base nas patologias identificadas na cidade de Viçosa-MG. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. Páginas 104-123, 2014.

SCHMITT-BECK, R. Bandwagon effect. **The international encyclopedia of political communication**, p. 1-5, 2015.

SEADEN, G.; MANSEAU, A. Public policy and construction innovation. **Building Research & Information**, v. 29, n. 3, p. 182–196, 2001.

SEIN, M. K. et al. Action design research. MIS quarterly, p. 37-56, 2011.

SILVA, D. O. DA; BAGNO, R. B.; SALERNO, M. S. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Production**, v. 24, n. 2, p. 477–490, 2014.

SILVA, F. B. et al. Sistemas construtivos industrializados para a construção habitacional: análise do canteiro experimental de Heliópolis. **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2010.

SILVA, M. A. C. Os desafios de gestão da produção e tecnologia no novo cenário da construção civil. **Conjuntura da Construção**, v. 8, n. 3, p. 14-15, 2010.

SILVA, R. Manifestações Patológicas em Sistemas Construtivos de Aço-Algumas Medidas Preventivas. In: **Congresso Latino-Americano da Construção Metálica**. 2012.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. 3. ed., Cambridge, Mass.: MIT Press, 1996.

SKUBS, D.; CUPERSCHMID, A. R. M. HMDS para realidade aumentada em AECO: Características Fundamentais para seleção de dispositivos. **Arquitetura Revista**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 160–182, 2022.

SLAUGHTER, E. S. Models of Construction Innovation. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 3, p. 226–231, Maio 1998.

SLAUGHTER, E. S. Implementation of construction innovations. **Building research & information**, v. 28, n. 1, p. 2-17, 2000.

SOARES, A. M. C.; DA SILVA AÑAÑA, E.; DA CUNHA FERST, M. Matriz BCG: uma ferramenta estratégica para a gestão de destinos turísticos em tempos de crise. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo-ReAT**, v. 16, n. 2, p. 178-192, 2022.

STEFANOVITZ, J. P.; NAGANO, M. S. Gestão da inovação de produto: proposição de um modelo integrado. **Production**, v. 24, n. 2, p. 462–476, 3 set. 2013.

TAKEDA, H. et al. Modeling Design Processes. **AI Magazine**, v. 11, n. 4, 1990.

TATUM, C. B. Potential Mechanisms for Construction Innovation. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 112, n. 2, p. 178–191, jun. 1986.

TATUM, C. B. Process of innovation in construction firm. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 113, n. 4, p. 648-663, 1987.

TERRACOTTA VENTURES. Mapa de Construtechs e Proptechs Brasil 2023. Disponível em: https://materiais.terracotta.ventures/brazil-contech-and-proptech-map-2023#rd-column-lh6q23ra. Acesso em: 25 abr 2023.

TOOLE, T. M.; CHINOWSKY, P.; HALLOWELL, M. R. **A Tool for Improving Construction Organizations' Innovation Capabilities**. Construction Research Congress 2010. **Anais**... In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS 2010. Banff, Alberta, Canada: American Society of Civil Engineers, 4 Maio 2010.

TREMBLAY, M. C.; HEVNER, A R.; BERNDT, D. J. Focus groups for artifact refinement and evaluation in design research. **Cais**, v. 26, n. 27, p. 599-618, 2010.

UPADHYAY, U. D.; LIPKOVICH, H. Using online technologies to improve diversity and inclusion in cognitive interviews with young people. **BMC medical research methodology**, v. 20, p. 1-10, 2020.

UTTERBACK, James M. The process of innovation: A study of the origination and development of ideas for new scientific instruments. **IEEE transactions on Engineering Management**, n. 4, p. 124-131, 1971.

UTTERBACK, James M. The process of technical innovation in instrument firms. 1969. **Tese de Doutorado**. Massachusetts Institute of Technology.

VALÉRIO, A. D. T. C. - Panorama atual do uso do sistema de drywall para edifícios residenciais. São Paulo. 2019. **Dissertação** (Especialização). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules: Paradigm of the Design Sciences. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 10 fev. 2004.

VAN AKEN, J. E. Management research as a design science: Articulating the research products of mode 2 knowledge production in management. **British journal of management**, v. 16, n. 1, p. 19-36, 2005.

VESHOSKY, D. Managing innovation information in engineering and construction firms. **Journal of Management in Engineering**, v. 14, n. 1, p. 58–66, 1998.

WESTIN, S.; SEIN, M. K. Improving data quality in construction engineering projects: An action design research approach. **Journal of Management in Engineering**, v. 30, n. 3, p. 05014003, 2014.

WFTAO, 2023. **WFTAO**. Disponível em www.wftao.com. Acesso em 05, julho, 2023.

YANG, L. Exploring the links between technology usage and project outcomes. **Construction Management and Economics**, v. 25, n. 10, p. 1041–1051, out. 2007

ZANONI, V.A.G.; SÁNCHEZ, J.M.M. **Inovação na Construção: considerações a partir das diretrizes e dos documentos de avaliação técnica do SINAT 2012**. 2013.

APÊNDICE A

Processo de implantação de TCR (BARROS, 1996) apresenta-se na Figura 67, sendo etapas/detalhamentos do processo de implantação de TCR apresentados no Quadro 30.

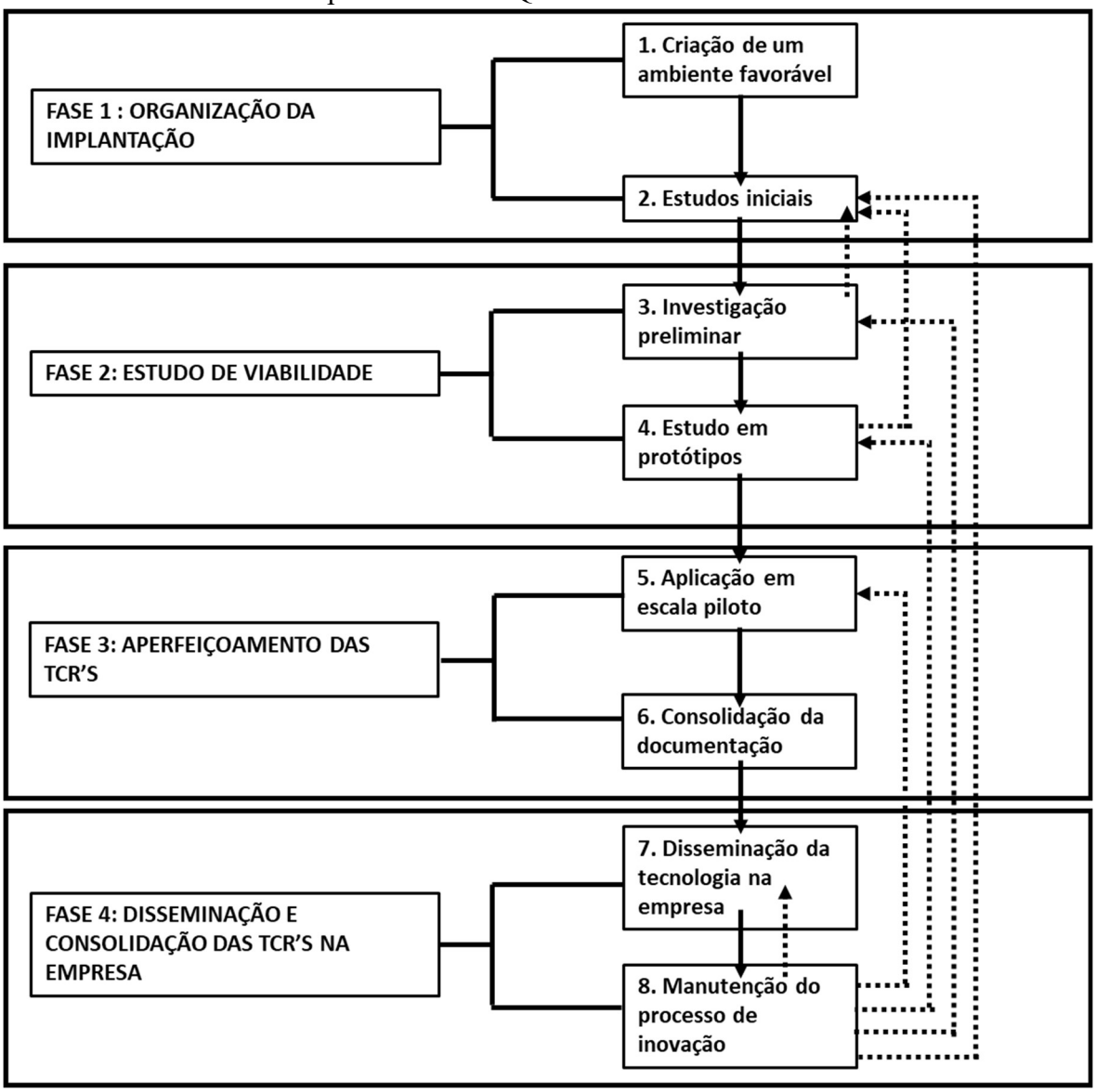


Figura 67: Fases e etapas do processo de implantação de TCR, Barros
Fonte: Autor, adaptado de BARROS, 1996

ETAPAS	DETALHAMENTOS
Criação de ambiente favorável	- identificação da existência das premissas; - definição de sistema de decisão e comunicação - identificação da situação tecnológica de empresa; - motivação para o aprendizado e realização da implementação; - alocação de recursos necessários; - atribuição de responsabilidades - análise das condições dos ambientes
Estudos Iniciais	- identificação e busca das TCR's; - registro da tecnologia empregada pela empresa na produção da atividade a ser modificada; - análise preliminar da viabilidade técnico-econômica das alternativas; - desenvolvimento ou busca em outros mercados; - registro das características básicas da alternativa tecnológica definida para implantação;
Investigação preliminar	- planejamento da aplicação preliminar; -definição de obra; - inserção no cronograma da obra; - adaptação dos projetos; - definição de equipe; - preparo dos materiais e equipamentos; - orientação da equipe quanto às técnicas de execução; - aplicação da TCR; - análise da viabilidade técnico-econômica e da exequibilidade das alternativas; - verificação e revisão dos motivos que não permitiram atingir os resultados; - elaboração da documentação preliminar;
Estudo em protótipos	- planejamento do estudo em protótipo; - definição do empreendimento/obra; - inserção no cronograma de obra; - desenvolvimento dos projetos; - definição de equipe; - aquisição de materiais e equipamentos; - orientação de toda equipe para a execução e controle; - aplicação da TCR; - análise da exequibilidade da alternativa segundo as diretrizes estabelecidas; - verificação dos motivos que não permitiram atingir os resultados e revisão da documentação preliminar; - elaboração da documentação básica (procedimentos);
Aplicação em escala piloto	- planejamento da implantação piloto; - definição dos empreendimentos para implantação piloto; - envolvimento da gerência de cada empreendimento; - envolvimento das equipes de projeto e suprimentos; - preparo da infraestrutura necessária; - treinamento das gerências quanto aos procedimentos de execução, treinamento e controle; - revisão quanto aos procedimentos de projeto e aquisição de materiais; - início da aplicação da TCR nos empreendimentos piloto; - acompanhamento e avaliação das implantações piloto; - verificação dos motivos que não permitiram atingir os resultados e revisão da documentação básica;

Quadro 30: Etapas/detalhamentos do processo de implantação de TCR, Barros
Fonte: Autor, adaptado de BARROS, 1996

(continuação Quadro 30)

ETAPAS	DETALHAMENTOS
Consolidação da documentação	- procedimentos para: Projeto; Execução; Treinamento; Controle do processo;
Disseminação da tecnologia na empresa	- planejamento da disseminação da TCR; - divulgação da documentação consolidada; - treinamento da equipe técnica; - preparação da infraestrutura necessária; - aplicação da TCR em empreendimentos da empresa; - envio dos resultados do controle da produção à equipe responsável; - avaliação dos resultados pela equipe de controle
Manutenção do processo de inovação	- detecção de melhorias nas TCR's - revisão e retorno do fluxo para evolução da tecnologia

APÊNDICE B

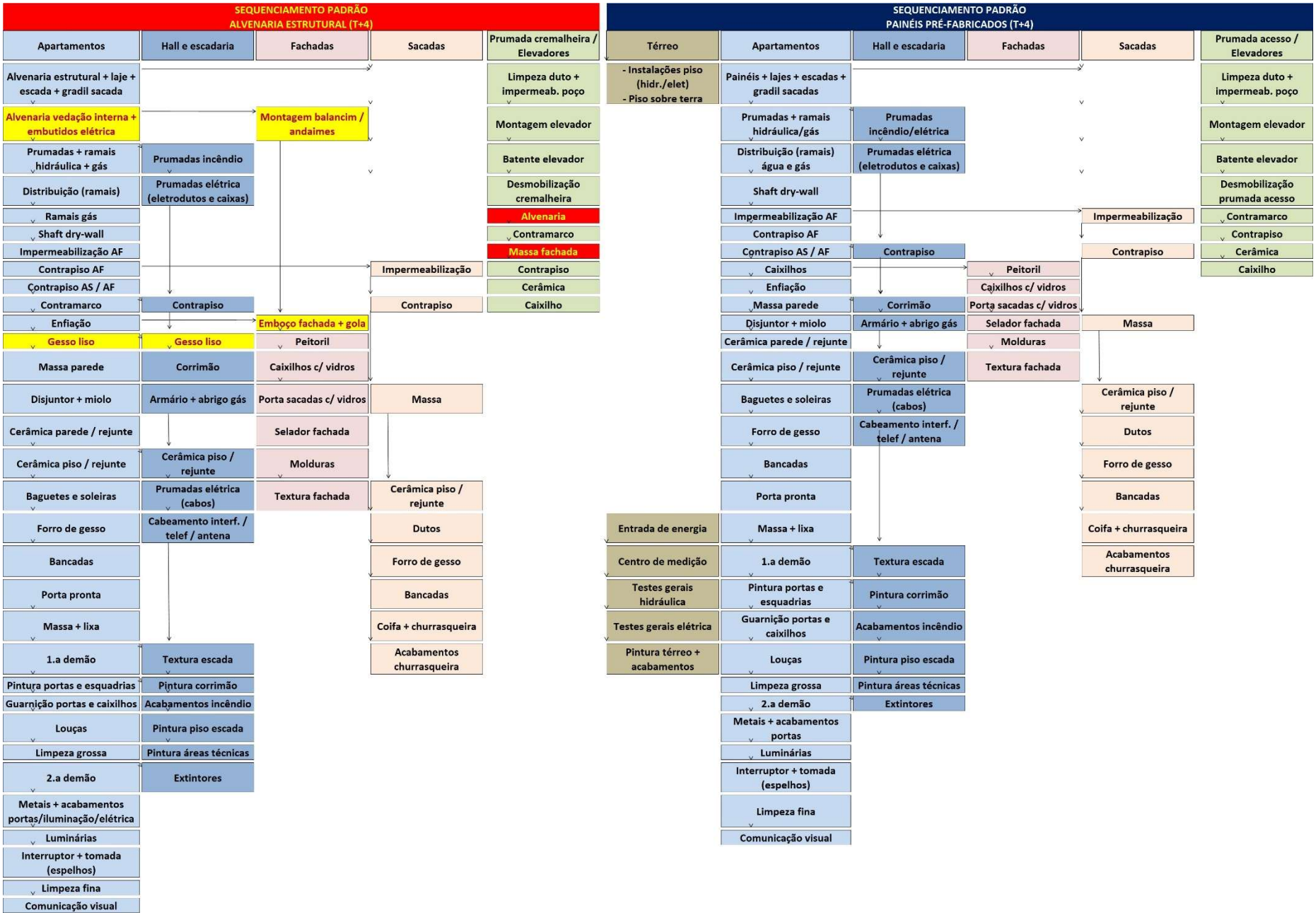


Figura 68: Comparativo Sequenciamento Padrão – Alvenaria Estrutural Pré-fabricado
Fonte: Elaborado pelo Autor, dados fornecidos pela Empresa B

APÊNDICE C

Conforme citado na seção 6.2, apresentam-se duas ferramentas para análise do modelo de negócios: Matriz BCG e Matriz McKinsey-GE.

A ferramenta BCG (Boston Consulting Group) foi criada por uma companhia de consultoria do setor de administração de empresas, sendo considerada como o modelo mais longevo e de uso simplificado para análise de carteiras. Trata-se de uma matriz que analisa com base em critérios de crescimento e participação de mercado, focando na análise da carteira de negócios das organizações, sendo possível assim buscar melhoria na forma de distribuir investimentos entre os diversos negócios da companhia (APIO; VIEIRA, 2006; SOARES; DA SILVA AÑAÑA; DA CUNHA FERST, 2022).

Representada graficamente por ferramenta matricial de quatro células, tendo no eixo horizontal a escala de participação de mercado e no eixo vertical a taxa de crescimento anualizado do mercado (APIO; VIEIRA, 2006). Na Figura 69 apresenta-se breve resumo descritivo dos quatro quadrantes compondo a matriz:

- Pontos de interrogação: operação em mercado de grande crescimento e baixa participação percentual, onde nessa situação sugere-se que a companhia decida se mantém ou não investimentos, visto que a oportunidade consome mais caixa que o retorno gerado;
- Estrelas: caso o produto tenha sucesso no quadrante “ponto de interrogação”, migrará para o quadrante “estrela”, passando a liderar um ramo que se encontra em crescimento relevante;
- Vaca Leiteira: trata-se de produto na liderança de mercados que já se consolidaram, com baixo crescimento, grande retorno sobre o investimento, formando caixa que propicia investimentos em outros produtos (“estrela” ou “ponto de interrogação”);
- Abacaxis: são produtos com pouco crescimento e baixo percentual relativo da companhia nesse, gerando lucro reduzido ou até déficit, sendo recomendada a retirar-se (APIO; VIEIRA, 2006)

Um novo produto ao ser introduzido tenderá a ser “ponto de interrogação”, ocorrendo crescendo migrará para “estrela”, sendo que depois de consolidar-se migrará ao quadrante “vaca leiteira”, e ao término do ciclo de vida, ocorrendo queda de participação, migrará para o quadrante “animal de estimação” (CALDART; 2015).

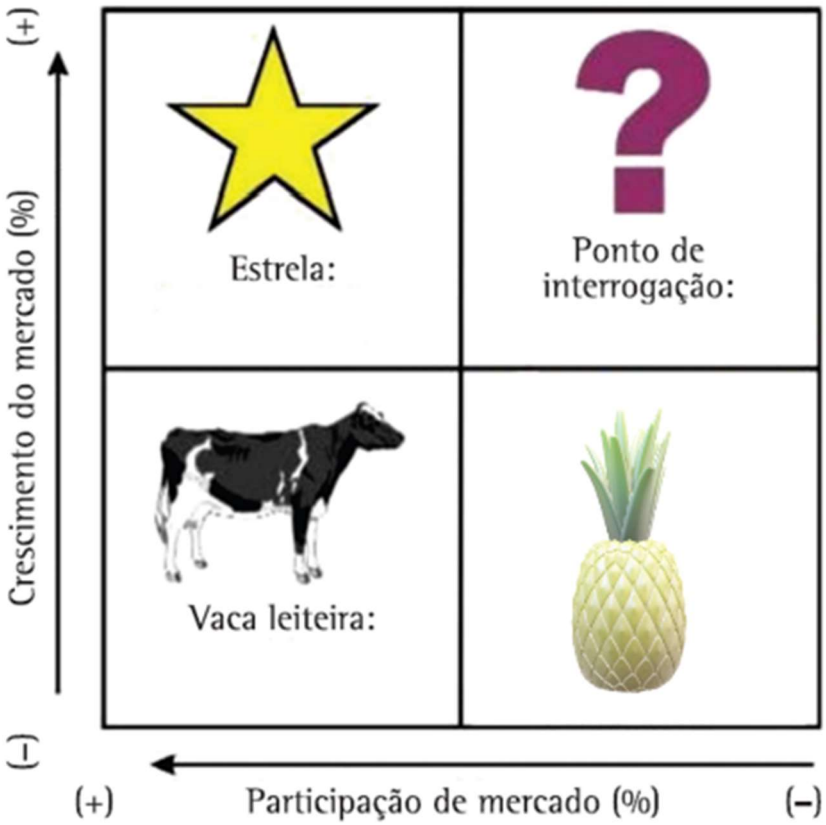


Figura 69: Matriz BCG
Fonte: Elaborado pelo Autor, adaptado de APPIO; VIEIRA, 2006

Por solicitação da empresa General Eletric (GE), a consultoria McKinsey criou uma ferramenta conhecida no mercado como Matriz McKinsey/GE, onde relaciona-se atratividade com o posicionamento competitivo da companhia no mercado. Tal como a matriz BCG, esta ferramenta foca no gerenciamento de carteiras da empresa as quais podem atuar em um ou mais setor industrial, podendo no entanto ser utilizada por empresas que tenham atuação me mais de um setor do mesmo ramo industrial. A ferramenta foi criada no início dos anos 70 do século XX, sendo também conhecida como Matriz de Carteira Multifator, tem formato matricial baseado em checklist. Sendo uma ferramenta de análise de portfólio de várias unidades da mesma companhia, pode-se afirmar que a melhor opção de portfólio é o que se enquadra nos pontos fortes, explorando os setores industriais bem como mercados mais atraentes.

Os objetivos da análise do portfólio de negócios são:

1. Tomar decisão sobre quais das unidades de negócios receberá acréscimo ou decréscimo de investimentos;
2. Criar plano estratégico de crescimento para inclusão de novos produtos e/ou negócios;

3. Tomar decisão relativo à permanência ou eliminação de negócios ou produtos.

A matriz GE-McKinsey divide-se em três setores: (i) unidades de negócios fortes, onde sugere-se mais investimentos pela companhia gerando crescimento, (ii) unidades de negócios médias, no qual a companhia deve preservar a atual quantia investida e (iii) unidades de negócios fracos, nos quais os produtos têm baixo poder de atração, sugerindo-se que a companhia descarte o negócio. Cabe também ao setor administrativo da empresa comparar a matriz de negócios atual e futura, tendo com isso condições de identificar principais barreiras estratégicas bem como oportunidades.

A composição da matriz é 3x3, onde os eixos são atratividade do setor e capacidade competitiva da empresa. Para o quesito atratividade são considerados dimensão e potencial para desenvolvimento do mercado, margem de contribuição, força dos concorrentes, se há demanda sazonal e seu comportamento e estruturação das despesas. Já no quesito capacidade competitiva, consideram-se itens relativos à competência da companhia competindo em distintos setores. Para tanto, devem ser identificados e concedidas pesos para fatores como abaixo listados:

- Percentual ou cota relativa da empresa;
- Rentabilidade;
- Custos de operação;
- Performance das áreas de pesquisa e desenvolvimento de processos, gestão da qualidade e produção;
- Percentual relativo de rentabilidade;
- Percentual relativo custos;
- Percentual relativo capacitação tecnológica;
- Percentual relativo de experiência no mercado;
- Aptidão dos administradores e funcionários;
- Renome e prestígio das marcas;
- Margem de lucro bruto;

Para cada item deverá ocorrer uma ponderação como alto, médio ou baixo para fator de atração e competitividade. Assim, é possível que a empresa se distribua em todos as células da matriz baseado nas ponderações das duas variáveis. A formatação da ferramenta prevê decisões distintas para cada grupo de três quadrantes, conforme demonstra-se na Figura 70:

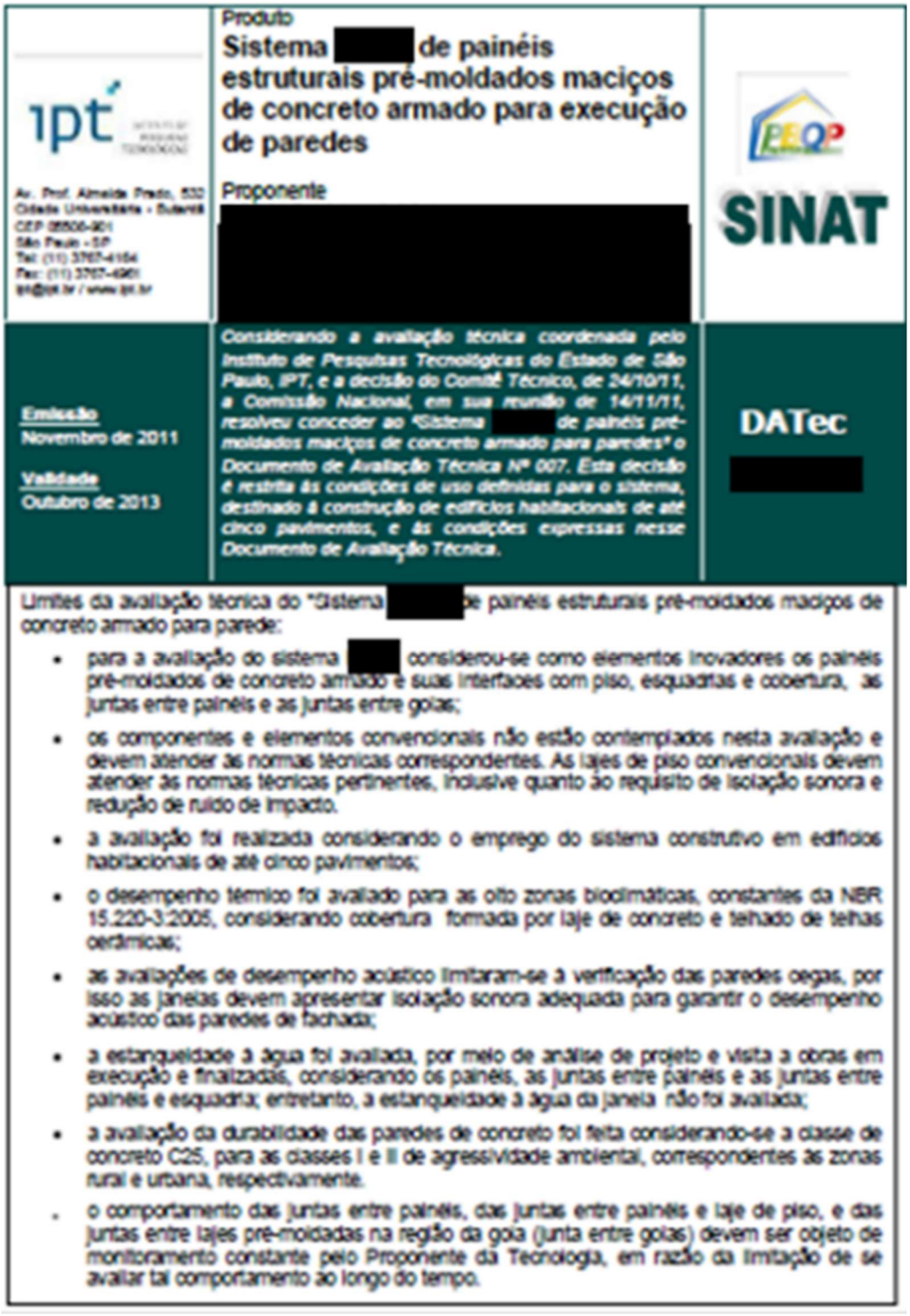
MATRIZ GE / McKINSEY				
		CAPACIDADE COMPETITIVA		
		FORTE	MÉDIA	FRACA
ATRATIVIDADE DO SETOR	ALTO	**Proteger posição** - Investir para crescer o máximo - Concentrar esforços para manter a posição	**Investir para crescer** - Conquistar liderança - Crescer seletivamente nos pontos fortes - Concentrar esforços - Reforçar áreas vulneráveis	**Crescer seletivamente** - Expandir com cuidado - Especializar por área - Reforçar fraquezas - Sair se não crescer
	MÉDIO	**Reforçar posição** - Investir nos segmentos atrativos - Bater competição - Rentabilidade via aumento produtividade	**Gerir retorno** - Proteger negócio (programa atual) - Investir sem risco - Reforçar retorno	**Crescer seletivamente** - Expandir sem riscos - Limitar investimento - Sair se não crescer - Racionalizar operações
	FRACO	**Proteger retorno** - Garantir retorno - Administrar os lucros atuais - Gerir bons segmentos (atraentes) - Defender áreas fortes (posição competitiva)	**Rentabilizar** - Proteger segmentos rentáveis - Ampliar linhas produtos - Reduzir os custos - Cortar investimentos	**Desinvestir** - Não investir - Cortar custos - Sair na altura certa
		ATIVAR **Investir / Crescer**	**REVER** **Seletividade / Ganhos**	**DESATIVAR** **Desacelerar / Abandonar**

Figura 70: Matriz McKinsey-GE
Fonte: Elaborado pelo Autor, adaptado de DA SILVA

Desta forma, o conjunto de três quadrantes superior esquerdo, identificados em amarelo, referem-se à orientação de investir ou crescer. Para os três quadrantes inferior direito, identificados em vermelho, recomenda-se estrategicamente redução ou retirar-se do negócio. Assim, para os três quadrantes diagonalmente posicionados do lado inferior esquerdo ao lado superior direito, recomenda-se a manutenção da posição com seletividade na decisão de investir.

ANEXO A

DATec– Sistema de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes[28]



Produto

Sistema [redacted] de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto armado para execução de paredes

Proponente

[redacted]

ipt

Av. Prof. Almeida Prado, 532
Cidade Universitária - Butantã
CEP 05508-901
São Paulo - SP
Tel: (11) 3767-4184
Fax: (11) 3767-4861
ipt@ipt.br / www.ipt.br

SINAT

Emissão
Novembro de 2011

Validade
Outubro de 2013

Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, e a decisão do Comitê Técnico, de 24/10/11, a Comissão Nacional, em sua reunião de 14/11/11, resolveu conceder ao "Sistema [redacted] de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para paredes" o Documento de Avaliação Técnica Nº 007. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o sistema, destinado à construção de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, e às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.

DATec

[redacted]

Limites da avaliação técnica do "Sistema [redacted] de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto armado para parede:

- para a avaliação do sistema [redacted] considerou-se como elementos inovadores os painéis pré-moldados de concreto armado e suas interfaces com piso, esquadrias e cobertura, as juntas entre painéis e as juntas entre golas;
- os componentes e elementos convencionais não estão contemplados nesta avaliação e devem atender às normas técnicas correspondentes. As lajes de piso convencionais devem atender às normas técnicas pertinentes, inclusive quanto ao requisito de isolação sonora e redução de ruído de impacto.
- a avaliação foi realizada considerando o emprego do sistema construtivo em edifícios habitacionais de até cinco pavimentos;
- o desempenho térmico foi avaliado para as oito zonas bioclimáticas, constantes da NBR 15.220-3:2005, considerando cobertura formada por laje de concreto e telhado de telhas cerâmicas;
- as avaliações de desempenho acústico limitaram-se à verificação das paredes cegas, por isso as janelas devem apresentar isolação sonora adequada para garantir o desempenho acústico das paredes de fachada;
- a estanqueidade à água foi avaliada, por meio de análise de projeto e vista a obras em execução e finalizadas, considerando os painéis, as juntas entre painéis e as juntas entre painéis e esquadria; entretanto, a estanqueidade à água da janela não foi avaliada;
- a avaliação da durabilidade das paredes de concreto foi feita considerando-se a classe de concreto C25, para as classes I e II de agressividade ambiental, correspondentes às zonas rural e urbana, respectivamente.
- o comportamento das juntas entre painéis, das juntas entre painéis e laje de piso, e das juntas entre lajes pré-moldadas na região da gola (junta entre golas) devem ser objeto de monitoramento constante pelo Proponente da Tecnologia, em razão da limitação de se avaliar tal comportamento ao longo do tempo.

Figura 71: Captura - DATec emitido (p 1/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

[28] Tarjas pretas inseridas pelo Autor para manter identidade da Empresa A preservada.

1. Descrição do produto

O sistema [redacted] destina-se à construção de paredes para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. O sistema é constituído de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto e pelas ligações entre eles. Estão sendo consideradas ainda as interfaces entre painel e janela, e painel e instalações. A Figura 1 ilustra uma vista geral da montagem desses painéis em um pavimento-tipo.

A fabricação dos painéis é feita em unidade de produção montada em canteiro-de-obras ou em usina. A moldagem dos painéis é feita na posição vertical, com fôrmas de aço, do tipo bateria, apoiadas sobre quadro metálico. As fôrmas são constituídas por chapas e perfis metálicos, parafusos e ganchos de travamento (Figura 2). Tais fôrmas podem ser movimentadas permitindo ajustes para fabricação de painéis de diferentes comprimentos. Empregam-se os seguintes equipamentos no processo de fabricação e montagem dos painéis: ponte rolante, guindaste ou grua.

Figura 1 - Vista geral da montagem dos painéis em um pavimento-tipo

Figura 2 – Vista geral das fôrmas de aço tipo bateria

Figura 72: Captura - DATec emitido (p 2/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

1.1. Condições e limitações de uso

As paredes formadas por painéis estruturais não podem ser total ou parcialmente demolidas. Qualquer modificação em paredes e lajes, como abertura de vãos de portas e rasgos para instalações hidráulicas e elétricas, deve ser previamente acordada com a ROSSI, na fase de projeto do edifício. O uso dos painéis está limitado a classe de agressividade I e II (atmosferas rurais e urbanas). Os cuidados na utilização constam do Manual de Operação, Uso e Manutenção (Manual do Proprietário), preparado pela ROSSI para cada empreendimento.

2. Diretriz para avaliação técnica

O IPT realizou a avaliação técnica de acordo com a DIRETRIZ SINAT Nº 002 – "Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas construtivos integrados por painéis estruturais pré-moldados, para emprego em casas térreas, sobrados e edifícios habitacionais de múltiplos pavimentos", publicada em novembro de 2009.

3. Informações e dados técnicos

3.1 Especificações técnicas e detalhes construtivos

a) **Painéis de parede**: painéis estruturais pré-moldados de concreto armado com espessura de 10cm, altura igual ao pé-direito do edifício e comprimento máximo de 4 metros, em função das baterias de fôrmas e do equipamento de transporte vertical a ser utilizado. O concreto utilizado na produção dos painéis é um concreto comum, com massa específica igual a 2250kg/m³ (± 50), resistência característica à compressão especificada de 25 MPa e consistência no mínimo igual a 600mm. O concreto utilizado nos painéis tem adição de fibras de polipropileno. Os painéis estruturais são constituídos por dois tipos de armadura: simples e centralizada, de telas L113 (malha 10cm x 30cm e fios de 3,8mm de diâmetro) ou dupla e constituída de duas telas Q61 (malha 15cm x 15cm e fios de 3,4mm de diâmetro), conforme projeto estrutural elaborado pela ROSSI para cada empreendimento específico. O cobrimento de concreto das armaduras é garantido pelo posicionamento de espaçadores plásticos nas telas, cinco espaçadores por metro quadrado. No caso de painéis com duas telas, o espaçamento entre as telas é garantido com o uso de separador tipo "caranguejo" em aço (Ø=4,2mm), com seis espaçadores por painel. A resistência mínima do concreto na desenforma, é de 8MPa, o que é obtido geralmente após 20 horas da concretagem. Após desenforma os painéis são transportados e armazenados para serem curados (aspersão de água) por um período mínimo de 48 horas; após esse prazo os painéis estão liberados para serem montados em seus locais definitivos.

b) **Painéis de laje**: as lajes são pré-moldadas, maciças de concreto armado de 9 cm de espessura total. Os painéis de laje incorporam um ressalto ("gola") nas bordas externas junto à fachada, o qual possui aproximadamente 7,5cm. A Figura 3 mostra um detalhe da armadura e do espaçador da "gola" para garantir o cobrimento adequado, e a Figura 4 mostra um esquema com as respectivas dimensões da gola. A resistência característica à compressão do concreto especificada é de 25 MPa. As lajes são apoiadas sobre os painéis de parede e em pontos localizados, sobre apoios de paredes internas, há rebaixos de 5 cm de espessura que recebem a armadura negativa e um complemento de concreto (Figura 15 e 16).

Figura 73: Captura - DATec emitido (p 3/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 3 – Armadura e espaçador plástico da "gola"

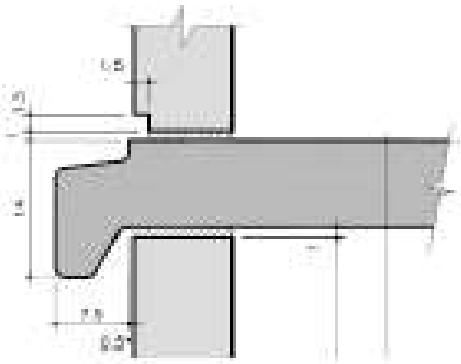
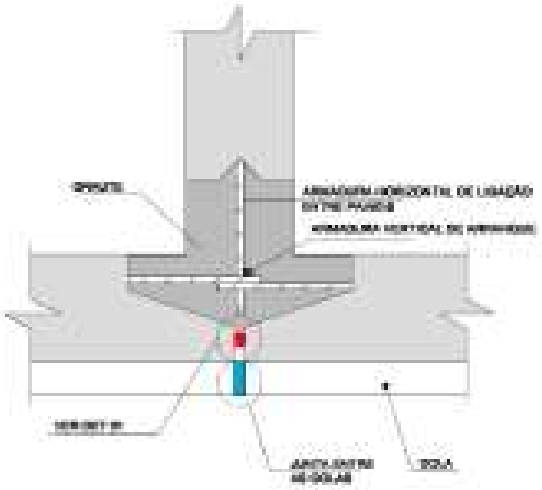
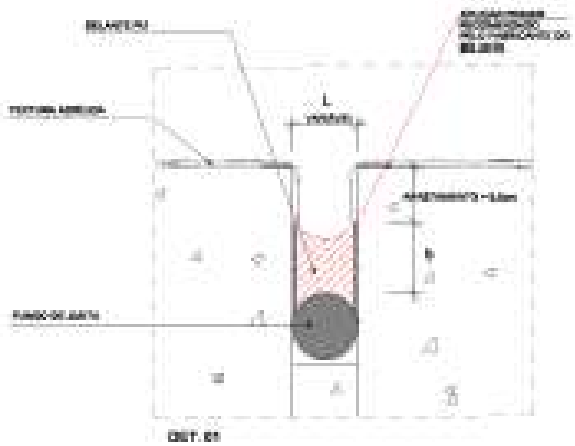


Figura 4 - Detalhe da "gola" na extremidade da laje (sem escala, dimensões em cm)

c) **Ligações entre painéis**: os painéis possuem rebaixos e armaduras de ligação nas bordas laterais (04 barras de aço CA25 de 8,0mm de diâmetro em cada extremidade do painel), para possibilitar a junção lateral entre dois painéis. As armaduras de ligação de cada painel são soldadas às armaduras de ligação dos painéis adjacentes e às armaduras verticais de arranque, ligadas à fundação (Figura 5). Essas armaduras de arranques são barra de aço CA50 de 8mm de diâmetro. Os eletrodos utilizados na solda tem 3,25mm de diâmetro, sendo que a área da solda deve ser no mínimo igual a área da seção das barras de aço soldadas. Posteriormente, a interface entre os painéis é preenchida com graute, com auxílio de uma fôrma metálica. A resistência à compressão especificada para o graute empregado no preenchimento das juntas entre painéis é de 25 MPa. O tratamento das juntas entre os painéis na face externa, após o grauteamento, é feito com emprego de fundo de junta e selante flexível tipo poliuretano, como mostra a Figura 5. Após finalização da montagem dos painéis, na fase de pintura, a região das juntas entre painéis (face interna) recebe tratamento com tela poliéster e aplicação de emulsão acrílica.



Esquema em planta das juntas entre painéis – sem escala



Detalhe 01 (planta) do tratamento da junta com selante – sem escala

Figura 5 – Desenho esquemático do tratamento dado às juntas entre painéis

d) **Ligações entre painéis de parede e laje**: os painéis são assentados sobre as lajes com argamassa, sendo as juntas horizontais entre painel e laje pré-moldada na região da gola tratadas com emulsão acrílica e tela de poliéster (malha de 2x2mm e 40g/m² de gramatura),

Figura 74: Captura - DATec emitido (p 4/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

conforme Figura 6. Esse tratamento é feito também no pavimento térreo na região da junta entre piso e painel.

Figura 6 – Desenho esquemático do tratamento dado às juntas entre painéis e gola

e) **Interface entre painéis e instalações**: as instalações elétricas são embutidas nos painéis de parede (eletrodutos posicionados na forma dos painéis antes da concretagem). As instalações hidráulicas (tubulações de prumada) tanto de água fria quanto esgoto são posicionadas em *shafts*; as *tubulações de água fria* de pequeno porte (até 40mm) são externas aos painéis estruturais pré-moldados de concreto;

f) **Interface entre painéis e janelas**: as janelas são posicionadas nos ressaltos (abas) existentes nos painéis (Figura 14) e fixadas lateralmente aos painéis com parafusos. Complementarmente, a vedação da junta entre painel e janela é feita com selante de poliuretano.

g) **Revestimento e acabamento do painel de parede**: as faces dos painéis podem receber pintura ou revestimento cerâmico, aplicados conforme normas técnicas pertinentes.

3.2 Procedimento de execução

A seqüência de atividades para fabricação e montagem dos painéis do sistema [redacted] apresentada a seguir, pôde ser constatada nas visitas técnicas realizadas em obras (unidade de produção em Sumaré/SP e obra em Campinas/SP).

a) Preparação das fôrmas: limpeza e aplicação de desmoldante;

b) Preparação da armadura de cada painel, introduzindo também os separadores "caranguejo" entre telas, os espaçadores plásticos para garantir cobrimento das armaduras, e os eletrodutos e caixas de elétrica. Para cada painel existe um desenho de armaduras específico. A armadura dos painéis é preparada em local específico (Figura 7) e depois, posicionada na fôrma metálica (Figura 8).

Figura 75: Captura - DATec emitido (p 5/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 7 - Pré-montagem da armadura

Figura 8 - Montagem final da armadura na fôrma com espaçadores

c) Verificação da conformidade das armaduras e seus cobrimentos com especificações de projeto;

d) Fechamento e travamento das fôrmas metálicas de uma bateria;

e) Lançamento do concreto nas fôrmas de uma mesma bateria (Figura 9);

f) Desenforma (retirada das fôrmas), após 20 horas de concretagem e desde que o concreto dos painéis tenham resistência à compressão mínima de 8MPa, e estocagem dos painéis (Figura 10);

Figura 9 – Concretagem dos painéis

Figura 10 – Estocagem dos painéis

g) Verificação da qualidade do painel concretado, conforme procedimento de controle específico, e execução de cura por aspersão de água por 48 horas;

h) Transporte e posicionamento do painel em local definitivo. Os painéis são transportados com equipamento de transporte vertical, sendo posicionados e colocados no seu local definitivo sobre uma camada de argamassa de assentamento. O posicionamento dos painéis é garantido pelo auxílio de escoramentos (Figura 11);

I) Junção das armaduras de ligação de painéis-paredes adjacentes por meio de solda (na execução dos painéis é passado desmoldante com retardador de pega na testeira da fôrma e, após a desmoldagem é feito jateamento da testeira com água para expor o agregado e melhorar a aderência, conforme Figura 12);

Figura 76: Captura - DATec emitido (p 6/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 11 - Escoramento dos painéis e limitador de junta

Figura 12– Testeira do painel com agregado exposto após jateamento

j) Posicionamento de fundo de junta;

k) Colocação de fôrma metálica na região das juntas entre painéis, visando criar um compartimento fechado para possibilitar preenchimento dessas juntas com graute;

l) Grauteamento das juntas entre painéis;

m) Após a montagem final dos painéis, o acabamento das juntas, na face externa dos painéis, é feito com selante, conforme Figura 13;

n) As esquadrias (janelas) são encaixadas nos ressaltos dos painéis (Figura 14), após o que é feito o acabamento dessa interface, colocando-se um selante na fresta entre a janela e o painel;

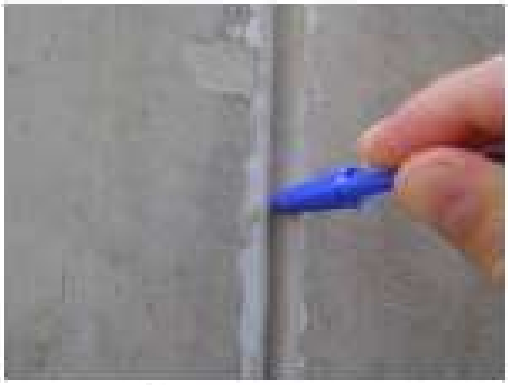


Figura 13 - Aplicação de selante na face externa da junta entre painéis

Figura 14 - Ressalto no painel para encaixe da esquadria e acabamento

o) Posicionamento das lajes pré-moldadas sobre as paredes constituídas de painéis estruturais pré-moldados de concreto armado, com auxílio de escoramentos na face inferior das lajes. São feitos o posicionamento das armaduras negativas das lajes e a concretagem complementar dos rebaixos das lajes, conforme indicado nos projetos (Figuras 15 e 16);

Figura 77: Captura - DATec emitido (p 7/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 15 - Borda rebaixada da laje com armadura negativa posicionada

Figura 16 - Concretagem complementar do rebaixo da laje

A Figura 17 apresenta um edifício em execução com o "sistema [redacted] de painéis estruturais pré-moldados maciços de concreto armado para paredes".

Figura 17 – Edifício com emprego do sistema ROSSI de painéis pré-moldados de concreto

4. Avaliação técnica

A avaliação técnica de desempenho foi conduzida conforme a Diretriz SINAT 002, a partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, verificações analíticas do comportamento estrutural, vistorias em obras e demais avaliações que constam dos Relatórios Técnicos e de ensaios citados no item 6.2.

4.1 Desempenho estrutural

A resistência característica especificada para o concreto empregado nos painéis pré-moldados é igual ou maior que 25 MPa, conforme comprovado nos ensaios de caracterização do concreto realizado em laboratório e nos ensaios de controle da qualidade realizados na obra auditada.

A configuração estrutural é dada pela composição das paredes estruturais que recebem as cargas verticais das lajes e as transmitem às fundações. As lajes são maciças e recebem um complemento de concreto sobre alguns apoios intermediários, o que confere a ligação com as paredes. As cargas de vento são transmitidas a todas as paredes através dos diafragmas rígidos compostos pelas lajes. A distribuição destas cargas horizontais, aliada à baixa altura da

Figura 78: Captura - DATec emitido (p 8/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

edificação, fornece as condições para que os esforços devidos ao vento não sejam tão significativos quanto ao dimensionamento dos elementos estruturais e das fundações.

Conforme as verificações analíticas, a estabilidade global do edifício é função das paredes estruturais que funcionam como contraventamento, das lajes que funcionam como diafragmas rígidos e da ligação entre painéis e entre painéis e lajes que monolitizam o conjunto, sendo considerada satisfatória para as cargas atuantes consideradas.

Foram realizados ensaios para avaliar a resistência às cargas verticais, considerando o estado limite último e o estado limite de utilização. Na Tabela 1, apresenta-se uma síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica realizados em laboratório.

Tabela 1 - Síntese dos resultados dos ensaios de compressão excêntrica

Corpo-de-prova ensaiado	Carga da primeira fissura (kN/m)	Carga de ruptura (kN/m)*
CP 1	900**	> 1166,7
CP 2	1100**	> 1166,7
CP 3	1200**	> 1166,7
Média	1066,7**	> 1166,7

* Os corpos de prova não sofreram ruptura para a carga de 1166,7 kN/m, tendo sido a carga limite aplicada.
** Os painéis não sofreram fissuras, apenas danos na base do painel. Considerou-se essa respectiva carga como carga de primeira fissura para a avaliação do estado limite de serviço.

Considerando a equação que dimensiona a resistência última (R_{ad})apresentada na NBR 15.575-2, determina-se para compressão excêntrica R_{ad} = 544,4 kN/m e considerando-se uma carga atuante de P_{max} = 63 kN/m, informada pela [redacted] para o projeto estrutural dos edifícios de até cinco pavimentos, aplicando-se um acréscimo de 30% devido à carga de vento e efeitos de segunda ordem, e utilizando-se um coeficiente de majoração de 1,4; tem-se que: $P_{max} \leq R_{ad}$. Assim, os painéis de parede estruturais ensaiados atendem à solicitação de cargas verticais para o estado limite último.

Conforme mostram os resultados apresentados na Tabela 1, embora os painéis ensaiados não tenham sofrido fissuras, considerou-se, para efeito de avaliação do estado limite de serviço, as cargas em que ocorreram danos na base dos painéis, obtendo-se R_{ad} = 525,0 kN/m. Verificou-se que as cargas de serviço atuantes são inferiores aos valores de resistência de serviço e que não foram observados deslocamentos horizontais maiores que os permitidos (h/500) nos painéis durante o ensaio, concluindo-se que os painéis de parede ensaiados também atendem ao estado limite de utilização.

Para cada empreendimento, a [redacted] deve elaborar projeto estrutural específico.

Conforme Diretriz SINAT 002, considera-se que as paredes maciças de concreto armado, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica seca não inferior a 2150kg/m³ e f_{ck} = 20MPa) e espessura mínima de 10cm, atendem aos critérios relativos a impactos de corpo mole e corpo duro, capacidade de fixação de peças suspensas e solicitações transmitidas por portas.

4.2 Estanqueidade à água

Foram feitas análises de projeto para avaliar os aspectos que influenciam a estanqueidade à água do sistema de paredes de fontes de umidade externas e internas.

Considera-se que o sistema de paredes satisfaz às condições de estanqueidade à água de chuva pelas características construtivas (paredes de concreto armado, com f_{ck} = 25Mpa, e posterior aplicação de pintura) e pelas características do material de preenchimento das juntas entre painéis (graute). Além disso, o detalhe construtivo do ressalto, de aproximadamente 7,5 cm, nas extremidades das lajes pré-moldadas junto à fachada (gola) contribui para a obtenção da estanqueidade da fachada. A junta entre o painel e a laje é preenchida com argamassa e tratada com tela de poliéster e emulsão acrílica.

Figura 79: Captura - DATec emitido (p 9/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

A forma de fixação das janelas (parafusos e vedação com selantes) satisfaz às condições de estanqueidade à água de chuva na região de interface entre painel e janela. Nas interfaces entre as paredes e as janelas prevê-se a colocação de materiais de vedação flexíveis que permitam a acomodação de deformações térmicas e estruturais e garantam a estanqueidade. A [redacted] especifica um ressalto na face interna do painel nos vãos de janelas, o que favorece a estanqueidade.

A estanqueidade à água das paredes internas em contato com água de uso e lavagem é considerada satisfatória, em razão, também, das características construtivas dessa parede (paredes de concreto armado com f_{ck} = 25MPa e aplicação de pintura ou revestimento cerâmico).

Com relação à estanqueidade à água das juntas (interfaces) entre painéis de parede e pisos internos e externos, os projetos de cada empreendimento devem prever caimentos do piso e diferença de cotas entre o piso externo e interno, e entre o piso do banheiro e do cômodo para minimizar o contato da água do piso com a base da parede.

4.3 Desempenho térmico

Foram feitas simulações computacionais para avaliar o desempenho térmico de edifícios que empregam o sistema objeto deste DATec. As simulações consideraram as oito zonas climáticas brasileiras constantes da NBR 15.220.

Conclui-se que edifícios que sejam executados com o sistema [redacted] de painéis para paredes têm potencial para apresentarem desempenho térmico mínimo no período de verão, desde que consideradas as condições da Tabela 2. No período do inverno, é atendido o desempenho térmico mínimo em todas as situações consideradas.

Para a avaliação do desempenho térmico considerou-se os seguintes parâmetros: absortância à radiação solar da superfície externa das paredes igual a: 0,3 (cores claras), 0,5 (cores médias) e 0,7 (cores escuras). Na Tabela 2 apresenta-se um resumo das cores possíveis de serem utilizadas nas fachadas para as zonas bioclimáticas analisadas.

Tabela 2 – Condições necessárias para que os edifícios atendam às exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002

Zonas Bioclimáticas	Cor do acabamento externo das paredes de fachada			
	Condição padrão [a]	Com sombreamento [b]	Com ventilação [c]	Com sombreamento e ventilação
1	Não atende	Claras	Claras	Qualquer cor [d]
2	Claras	Qualquer cor [d]	Qualquer cor [d]	Qualquer cor [d]
3	Não atende	Claras	Claras	Qualquer cor [d]
4	Claras ou médias	Qualquer cor [d]	Qualquer cor [d]	Qualquer cor [d]
5	Não atende	Claras	Claras ou médias	Qualquer cor [d]
6	Não atende	Claras	Claras	Qualquer cor [d]
7	Claras ou médias	Qualquer cor [d]	Qualquer cor [d]	Qualquer cor [d]
8	Não atende	Não atende	Não atende	Clara

Notas:

[a] condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0 Renh) e janelas sem sombreamento;

[b] condição de sombreamento: proteção solar externa ou interna que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente;

[c] condição de ventilação: ambiente ventilado a uma taxa de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 Renh);

[d] Recomenda-se não utilizar cores excessivamente escuras.

Figura 80: Captura - DATec emitido (p 10/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4 Desempenho acústico

Foi realizado ensaio em laboratório para verificar o índice de isolação sonora dos painéis de parede com espessura de 10 cm, conforme síntese dos resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Síntese dos critérios de desempenho e do resultado do ensaio de isolação sonora

Elemento	Critério de desempenho: valor mínimo (R_w em dB), exposto na DIRETRIZ SINAT 002	Valor de Rw determinado em laboratório (dB)
Parede entre unidades	45	46
Fachadas	30	

Conclui-se que, respeitando-se os valores mínimos de R_w para as janelas no caso das fachadas, o desempenho acústico do sistema de painéis maciços de concreto avaliado atende à DIRETRIZ SINAT Nº002, para paredes de fachada e para paredes entre unidades habitacionais.

4.5 Durabilidade e Manutenibilidade

Foram feitas análises de projeto e ensaios para avaliar os requisitos considerados importantes para a durabilidade do sistema de painéis em questão.

Verificou-se o consumo de cimento, a classe de agressividade ambiental, a resistência à compressão do concreto e a relação água-cimento para garantir a qualidade mínima do concreto. O sistema [redacted] de painéis emprega concreto com no mínimo 300kg/m³ de cimento, relação água-cimento ≤0,60, enquadra na classe de concreto C25 e nas classes I e II de agressividade ambiental.

O cobrimento nominal (c_{nom}) para os painéis de parede é de 25mm, considerando Classe II de agressividade ambiental, f_{ck}=25 MPa, relação água/cimento ≤ 0,60 e adotando-se Δc = 5 mm (Δc = tolerância de execução para o cobrimento). Quando se supõe a existência de limites rígidos de tolerância das dimensões durante a execução, como no caso da fabricação de elementos pré-moldados pode-se, segundo normas técnicas pertinentes e DIRETRIZ SINAT Nº002 considerar Δc = 5 mm. Nesse sentido, também para a classe I, com Δc = 5 mm, o cobrimento nominal (c_{nom}) é de 20mm. Assim, considerando-se a espessura dos painéis, a espessura das telas empregadas e o uso dos espaçadores plásticos especificados, verifica-se que é adequado o cobrimento das armaduras dos painéis estruturais, tanto com a utilização de tela simples quanto com tela dupla (espaçadores de 25 mm), para as classes I e II de agressividade.

Do ponto de vista da durabilidade da estrutura de edifícios, particularizada para a resistência à corrosão das armaduras, conclui-se que o sistema [redacted] satisfaz a essas exigências considerando que os painéis de concreto armado cumprem com a resistência característica de concreto especificada, estão inseridos em regiões rurais e urbanas, Classes I e II de agressividade ambiental, tem cobrimento das armaduras de 25mm e são previstas manutenções periódicas da unidade habitacional feitas pelo usuário, particularmente quanto à pintura das paredes.

Faz-se necessário a realização de ensaios de reatividade álcali-agregado (RAA) com os agregados utilizados na produção do concreto empregado nos painéis, nos diferentes canteiros-de-obras ou usinas.

Considera-se adequado o desempenho dos painéis de parede à ação de calor e choque térmico, por serem elementos com características construtivas homogêneas: painel maciço de concreto.

A manutenibilidade foi avaliada considerando-se o conteúdo do Manual de Uso e Manutenção do edifício, elaborado pelo proponente da tecnologia. Foram analisados, particularmente, os itens relativos aos elementos construtivos que compõem ou têm interferência com o sistema de painéis pré-moldados de concreto. No referido manual foram considerados períodos de vida útil de projeto, VUP, conforme DIRETRIZ SINAT 002, também sendo especificados os cuidados para a utilização e manutenção adequada do sistema de painéis para parede, incluindo a definição de

Figura 81: Captura - DATec emitido (p 11/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

cronogramas para inspeção e a previsão de procedimentos e periodicidade de pintura dos painéis e inspeção e substituição dos selantes. Portanto, considera-se que o conteúdo desse Manual satisfaz às condições de manutenibilidade especificadas na DIRETRIZ SINAT 002. Para cada empreendimento será elaborado Manual de Uso e Manutenção específico.

O proponente da tecnologia informou que a vida útil de projeto (VUP) do selante de poliuretano empregado no tratamento das juntas entre painéis (lado externo) é de 10 (dez) anos. A cada dois anos recomenda a realização de inspeções na fachada visando à identificação de eventuais falhas e a necessidade de execução de reparos localizados. Cuidados devem ser tomados para não ocasionar danos ao material empregado como fundo de junta. A cada 10 (dez) anos é recomendada a substituição completa do selante, a ser feita por empresa especializada. Como o proponente recomenda repintura da fachada a cada 5 (cinco) anos, a substituição do selante pode ser programada periodicamente junto com a repintura da fachada.

4.6 Segurança ao fogo

As paredes de concreto são compostas por materiais incombustíveis, não se caracterizando como propagadores de incêndio. Também apresentam características adequadas em termos de desenvolvimento de fumaça, não agravando o risco de incêndio inerente a edifícios de até cinco pavimentos.

Foi realizado ensaio laboratorial de resistência ao fogo, conforme DIRETRIZ SINAT 002, com painel de parede com espessura de 10cm. Os resultados demonstraram que esse painel atende aos requisitos de estanqueidade a chamas, isolamento térmico e estabilidade estrutural, durante um período de 30 minutos.

As lajes especificadas no projeto (lajes maciças de concreto de 9 cm de espessura total e complemento de 5 cm de espessura em pontos localizados ao longo das bordas sobre apoios de paredes internas) têm potencial para atender ao critério de 30 minutos de resistência ao fogo, de acordo com o método de dimensionamento tabular proposto na NBR 15.200:2004 e exigências da DIRETRIZ SINAT Nº 002.

Conclui-se, portanto, que o sistema de painéis estruturais pré-moldados de concreto armado atende as exigências da DIRETRIZ SINAT 002 quanto a segurança ao fogo.

5. Controle da qualidade

Foram feitas auditorias na unidade de produção e em obra executada com o sistema [redacted] de painéis para paredes, para verificar se o controle da qualidade do processo de produção estava sendo aplicado conforme a DIRETRIZ SINAT 002. Na auditoria inicial realizada pelo IPT, os aspectos de controle descritos a seguir foram verificados. Tais aspectos devem ser continuamente controlados pelo proponente da tecnologia.

- Recebimento de materiais e componentes (armaduras e concretos – ensaios de verificação da consistência e da resistência à compressão do concreto na idade de desenforma e aos 28 dias);
- Sequencias e qualidade das etapas de produção (limpeza e controle geométrico das fôrmas; posicionamento e cobrimento das armaduras; lançamento do concreto; desenforma; cura; transporte e armazenamento);
- Recebimento dos painéis após desenforma (identificação, tolerâncias dimensionais, aparência, e eventual presença de falhas);
- Sequencia e qualidade da montagem dos painéis em canteiro de obras (por exemplo, ligação com fundação, travamento e alinhamento dos painéis, soldas, tratamento das juntas, acabamentos e interfaces com esquadrias e demais componentes).

Os controles são baseados em documentos técnicos que prevêem controle da qualidade dos projetos, do recebimento de materiais, da fabricação e recebimento dos painéis pós fabricação e da montagem dos painéis em local definitivo. A proponente da tecnologia é responsável pelo

Figura 82: Captura - DATec emitido (p 12/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

desenvolvimento desses documentos técnicos de controle e pela sua aplicação durante a execução das obras, o que foi constatado na obra auditada.

Foram analisados também os documentos que comprovam o controle tecnológico do concreto e do graute e a rastreabilidade das informações. Cem por cento dos lotes de concreto entregues na obra são verificados quanto à consistência e resistência à compressão, nas idades: 20 horas, 3 dias e 28 dias. Esse controle é feito por laboratório próprio (laboratório gerenciado pela construtora montado na fábrica). O laboratório próprio da [redacted] é dotado de prensa com certificado de calibração do Inmetro e mensalmente são realizados ensaios comparativos de ruptura de corpo de prova com laboratório externo credenciado. O controle do graute é feito em laboratório próprio ou terceirizado com no mínimo um exemplar aos 28 dias por turno.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada 6 (seis) meses para verificação dos controles realizados pela [redacted] no processo de produção e no produto final, incluindo análise dos resultados históricos do controle tecnológico do concreto e do graute.

6. Fontes de informação

As principais fontes de informação são os documentos técnicos da empresa e os Relatórios Técnicos emitidos pelo IPT.

6.1 Documentos da empresa

- Projetos e memoriais do empreendimento "Condomínio Águas Claras", em Campinas-SP;
- Fichas do sistema de controle do processo produtivo do sistema de painéis;
- Relatórios de ensaios de controle da resistência do concreto das paredes e lajes;
- Procedimentos de execução do sistema construtivo;
- Procedimentos para recebimento, inspeção e armazenamento de materiais e ensaios de materiais;
- Manual de uso e manutenção do sistema (Manual do proprietário), elaborado pela Proponente da tecnologia para cada empreendimento.

6.2 Relatórios Técnicos e Relatórios de Ensaio

- Relatório Técnico IPT nº 118 159-205 – Avaliação técnica de sistema construtivo constituído de paredes de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para execução de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – RTA (Setembro, 2010);
- Relatório Técnico IPT nº 121 495-205 – Auditoria técnica inicial na produção do sistema construtivo constituído de painéis pré-moldados maciços de concreto armado para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Relatório de Auditoria (Abril, 2011);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1009 048-203 – Medição de isolação sonora (Maio, 2010);
- Relatório de Ensaio IPT nº 1011 533-203 – Determinação da resistência ao fogo em parede com função estrutural (Julho, 2010);
- Relatório Técnico IPT nº 116 354-205 – Avaliação de desempenho térmico de edificação habitacional com cinco pavimentos, composta por sistema construtivo em concreto, nas oito zonas bioclimáticas brasileiras (Março, 2010);
- Relatório Técnico IPT nº 115 945-205 – Ensaios de compressão excêntrica de painéis de parede de concreto armado (Maio, 2010).

Figura 83: Captura - DATec emitido (p 13/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

6.3 Referências normativas

- ABNT NBR 15.200:2004 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.
- ABNT NBR 15270-2:2005 - Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos.
- ABNT NBR 15575-2:2008 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
- DIRETRIZ SINAT Nº 002 – "Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas construtivos integrados por painéis estruturais pré-moldados, para emprego em casas térreas, sobrados e edifícios habitacionais de múltiplos pavimentos", publicada em novembro de 2009.

7. Condições de emissão do DATec

Este Documento de Avaliação Técnica, DATec, é emitido nas condições descritas a seguir.

A [redacted] S.A. compromete-se a:

a. manter o sistema de painéis e o processo de produção do sistema de painéis e lajes nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projeto específico para cada edifício e cada empreendimento;

b. produzir o sistema de painéis de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;

c. manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;

d. manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente.

O produto deve ser utilizado de acordo com as instruções do produtor e recomendações deste Documento de Avaliação Técnica.

O SINAT e a Instituição Técnica Avaliadora, no caso o IPT, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.

Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H
Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT
Brasília, DF, 14 de novembro de 2011

Figura 84: Captura - DATec emitido (p 14/14)
Fonte: Elaborado pelo Autor

ANEXO B

Projeto Formas Externas – Empresa B

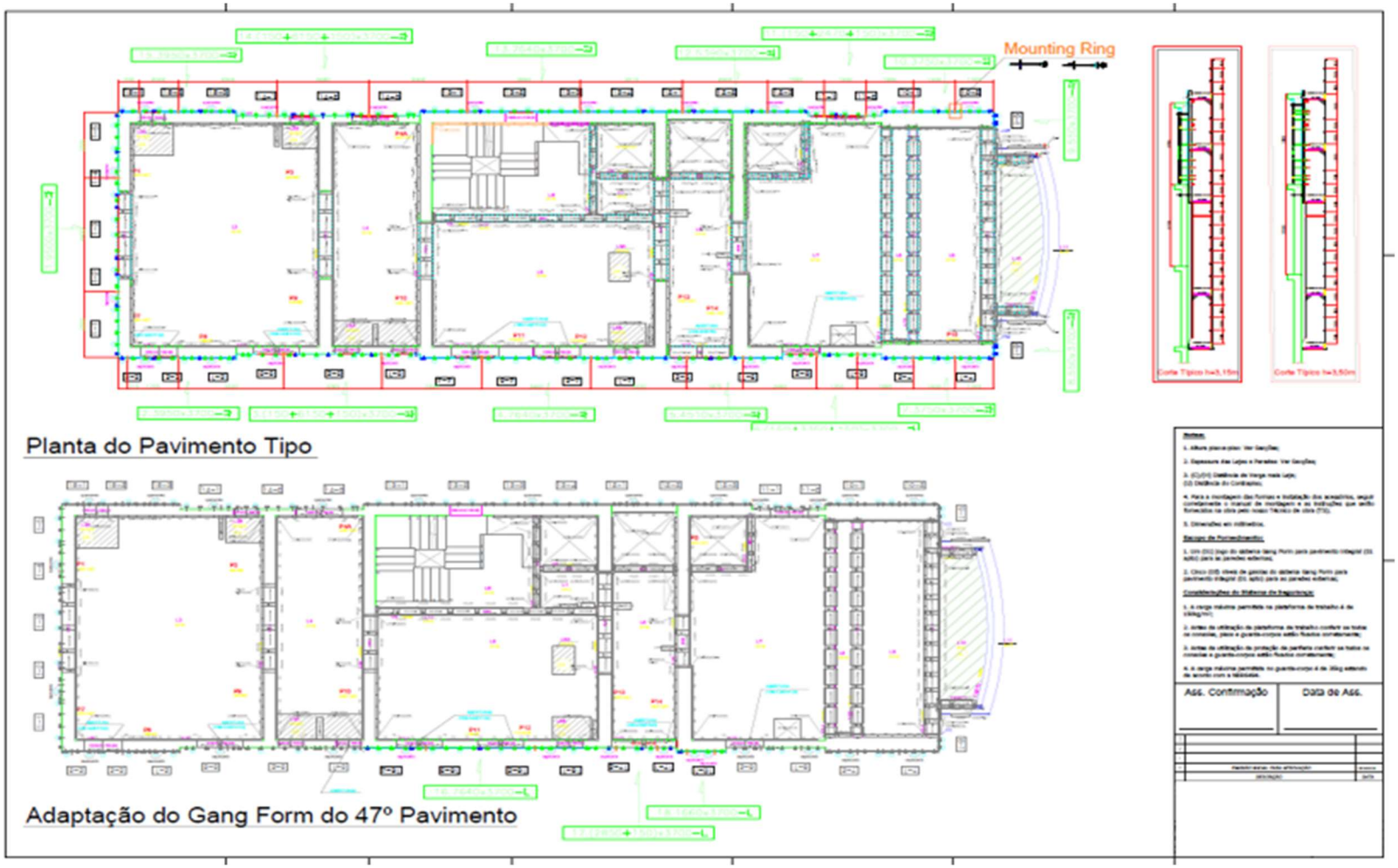


Figura 85: Reprodução Projeto Formas Externas
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa B

Projeto Formas Internas – Empresa B

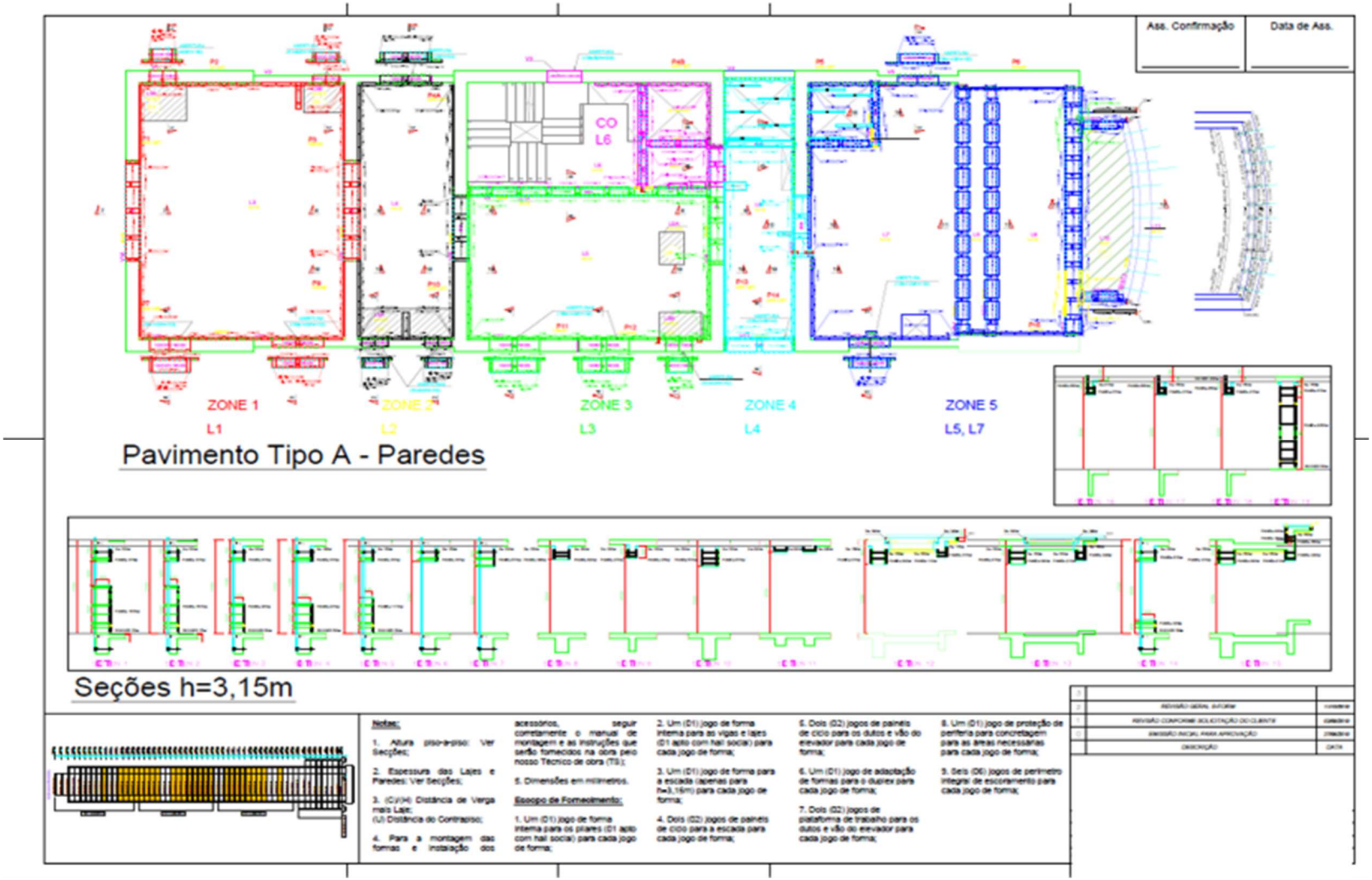


Figura 86: Reprodução Projeto Formas Internas
Fonte: Elaborado pelo Autor, fornecido pela Empresa