

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

Luiza Sangoi Dias da Costa

**MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL QUANTO AOS CRITÉRIOS DE TEMPO E CUSTOS**

Santa Maria, RS
2022

Luiza Sangoi Dias da Costa

**MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
QUANTO AOS CRITÉRIOS DE TEMPO E CUSTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção**.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Veiga Avila

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Costa, Luiza

Mensuração do desempenho de obras da construção civil quanto aos critérios de tempo e custos / Luiza Costa.- 2022.

179 p.; 30 cm

Orientador: Lucas Veiga Avila

Coorientador: Julio Cezar Mairesse Siluk

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2022

1. Construção civil 2. Mensuração 3. Atrasos 4. Custos extras 5. Processos organizacionais I. Veiga Avila, Lucas II. Mairesse Siluk, Julio Cezar III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, LUIZA COSTA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Luiza Sangoi Dias da Costa

**MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
QUANTO AOS CRITÉRIOS DE TEMPO E CUSTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção**.

Aprovado em 17 de outubro de 2022:

Prof. Dr. Lucas Veiga Avila (UFSM)
(Orientador/Presidente)

Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk, (UFSM)
(Coorientador)

Prof. Dr André Lübeck (UFSM)

Prof. Dr Andrei Bonamigo (UFF)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Dentre todos os conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado, o mais importante talvez seja a certeza de que todos precisamos de ajuda. Hoje, agradeço àqueles sem os quais essa dissertação não teria sido possível: meus pais, Jorge e Beth, e meu irmão, Gabriel, que me apoiaram nessa decisão, me possibilitaram dedicar-me exclusivamente a esse trabalho, e torcem diariamente pelo meu sucesso; meus amigos, sempre dispostos a me escutar e me incentivar; meus professores, em especial meus orientadores, Dr. Lucas e Dr. Julio, que abriram as portas da pós graduação para mim, e ao longo desses dois anos e tiveram a paciência e humildade para me guiar pela pesquisa acadêmica; a meu namorado, Felipe, por todo carinho e apoio nos momentos mais difíceis. E a minha vó, Liza, que apesar de ter partido antes do fim deste trabalho, segue zelando por mim e iluminando meus caminhos.

Por fim, agradeço Àquele que me deu muito mais do que mereço e ousei pedir: Deus.

*“Pedi e vos darão, buscai e encontrareis, batei e vos abrirão; pois quem pede recebe, quem busca encontra, a quem bate lhe abrem”
(Mateus, 7:7-8)*

RESUMO

MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUANTO AOS CRITÉRIOS DE TEMPO E CUSTOS

AUTOR: Luiza Sangoi Dias da Costa

ORIENTADOR: Lucas Veiga Avila

A construção civil revela-se um dos setores mais importantes da economia global, por meio do seu nível de desenvolvimento, que frequentemente indica o grau de prosperidade do país. No entanto, a produtividade do setor não acompanhou o seu crescimento, o que é evidenciado pelos dados de atrasos e custos extras nas obras de construção civil brasileiras. À luz dessa problemática, insere-se o presente estudo, cujo objetivo principal revela-se mensurar o desempenho quanto aos critérios de tempo e custos das obras de construção civil no Brasil. Quanto ao método, classifica-se como de natureza aplicada, exploratório e adotou as abordagens qualitativa, por meio da realização de Revisão Sistemática de Literatura (RSL), e quantitativa, por meio de levantamento tipo *survey*, com aplicação de questionário estruturado. Em relação à RSL, definiu-se protocolo de pesquisa e, por meio de análises de frequência e do cálculo do índice de importância, compilaram-se em rankings as 10 principais causas de atrasos e custos extras relatadas em estudos internacionais realizados nos últimos 10 anos. No que tange a *survey*, foram aplicados mais de 15.000 mil questionários; dentre esses, 100 questionários foram respondidos por construtoras brasileiras que executaram obras de construção civil nos últimos 5 anos. Para análise dos resultados da *survey*, realizaram-se análises descritivas, de correspondência e fatoriais. Quanto aos principais resultados, destaca-se, a partir da RSL, que as causas de atrasos e custos extras centravam-se no ambiente interno das empresas, principalmente em questões organizacionais, bem como financeiras e contratuais. Em relação à *survey*, as evidências demonstram que as obras apresentaram média de 6,52% de estouro de orçamento, e 21,26% de estouro de cronograma. Entre as variáveis que apresentaram alguma associação com os estouros, citam-se as metodologias escolhidas para orçamentação e planejamento, no caso dos custos extras, e a metragem e os cronogramas previstos das obras, em relação aos atrasos. Já por meio da análise fatorial exploratória foi possível extrair novas variáveis latentes intituladas: problemas na fase de pré contratação; problemas na contratação de fornecedores; problemas na gestão de suprimentos, problemas de planejamento, e problemas de gerenciamento de obras. A partir desses resultados, elaborou-se *framework* para melhoria e mensuração do desempenho organizacional das obras de construção civil, o qual propôs, entre outras sugestões, a maior atenção aos cronogramas de obras com metragem de até 750m², bem como, o planejamento baseado em localização com linhas de balanço, e a elaboração de orçamentos detalhados.

Palavras chave: construção civil, mensuração, atrasos, custos extras, processos organizacionais.

ABSTRACT

PERFORMANCE MEASUREMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WORKS REGARDING TIME AND COSTS CRITERIA

AUTHOR: Luiza Sangoi Dias da Costa

ADVISOR: Lucas Veiga Avila

Civil construction proves to be one of the most important global economy sectors, and its development level often indicates the country's prosperity degree. However, the sector productivity has not kept up with its growth, which is evidenced by the data on delays and extra costs in Brazilian civil construction works. In light of this problematic, the present study is inserted, whose main objective is to measure the performance regarding time and cost criteria of civil construction works in Brazil. As for the method, it is classified as applied, exploratory, and adopted the qualitative approach, by means of a Systematic Literature Review (SRL), and quantitative, by means of a survey, with the application of a structured questionnaire. Regarding the RSL, a research protocol was defined and, by means of frequency analysis and the calculation of the importance index, the 10 main causes of delays and extra costs reported in international studies conducted in the last 10 years were compiled into rankings. Regarding the survey, more than 15.000 questionnaires were applied; among these, 100 questionnaires were answered by Brazilian construction companies that performed construction works in the last 5 years. For the analysis of the survey results, descriptive, correspondence, and factor analyses were performed. As for the main results, the RSL highlights that the causes of delays and extra costs were centered on the internal environment of the companies, mainly on organizational, financial and contractual issues. Regarding the survey, the evidence shows that the construction works presented an average of 6.52% of cost overruns and 21.26% of schedule overruns. Among the variables that presented some association with the overruns, the methodologies chosen for budgeting and planning can be mentioned, in the case of extra costs, and the estimated length and size of the works, in relation to delays. Through the exploratory factor analysis it was possible to extract new latent variables entitled: problems in the pre-hiring phase; problems in hiring suppliers; problems in supply management, planning problems, and construction management problems. Based on these results, a framework was developed to improve and measure the organizational performance of civil construction works, which proposed, among other suggestions, greater attention to schedules for works of up to 750 square meters, as well as location-based planning with balance lines, and the preparation of detailed budgets.

Key words: civil construction, measurement, delays, costs overrun, organizational processes.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Índice de importância (I)	48
Equação 2 - Cálculo do tamanho da amostra	50
Equação 3 - Cálculo do <i>Relative Importance Index</i> (RII)	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Principais escolas da administração.....	28
Figura 2 - Etapas da pesquisa	45
Figura 3 - Protocolo da RSL.....	46
Figura 4 - Fluxograma de apresentação dos resultados.....	49
Figura 5 - Rede bibliométrica dos estudos relacionados às causas de atrasos e custos extras .	56
Figura 6 - Categorias encontradas nas pesquisas quantitativas	64
Figura 7 - Principais causas de atrasos extraídas dos estudos de revisão.....	67
Figura 8 - Principais causas de custos extras extraídas de Durdyev (2021).....	68
Figura 9 - Associação entre os fatores internos e externos de atrasos e as posições no ranking	76
Figura 10 - Gráfico da associação entre os fatores internos e externos e as posições no ranking	78
Figura 11 - Localização: estado sede da empresa e estado em que foi executada a obra.....	88
Figura 12 - Região sede da empresa e da obra executada	88
Figura 13 - Órgãos/associações/câmaras/sindicatos que a empresa faz parte	89
Figura 14 - Órgãos/associações/câmaras/sindicatos dos quais a empresa faz parte.....	90
Figura 15 - Quartis do tempo de empresa.....	91
Figura 16 - Áreas em que a empresa atua.....	92
Figura 17 - Áreas em que as empresas atuam	93
Figura 18 - Perfil da empresa: número de funcionários e faturamento anual bruto	93
Figura 19 - Início da execução da obra.....	94
Figura 20 - Fins das obras	95
Figura 21 - Padrão e a origem dos recursos financeiros da obra.....	96
Figura 22 - Quartis da metragem.....	97
Figura 23 - Associação entre os quartis de metragem e os fins da obra.....	98
Figura 24 - Certificações do empreendimento	99
Figura 25 - Certificações do empreendimento	99
Figura 26 - Associação entre o porte da empresa por número de funcionários e a existência ou não de certificações do empreendimento.....	101
Figura 27 - Quartis do orçamento previsto e realizado	103
Figura 28 - Gráfico da associação entre porte da empresa pelo número de funcionários e orçamento previsto	104
Figura 29 - Gráfico da associação entre certificações do empreendimento e orçamento previsto	104
Figura 30 - Associação entre fins e orçamento previsto da obra.....	106
Figura 31 - Associação entre quartis de metragem e orçamento previsto da obra	106
Figura 32 - Quartis do cronograma previsto e realizado	107
Figura 33 - Associação entre certificações do empreendimento e cronograma previsto da obra	108
Figura 34 - Associação entre fins e cronograma previsto da obra.....	109
Figura 35 - Gráfico da associação entre quartis de metragem e cronograma previsto da obra	109
Figura 36 - Quartis dos estouros de orçamento e cronograma	111
Figura 37 - Associação entre os quartis do estouro de orçamento e cronograma	112
Figura 38 - Associação entre os quartis de metragem e de estouro de cronograma.....	113
Figura 39 - Associação entre os quartis de cronograma previsto e de estouro de cronograma	113
Figura 40 - Método de entrega de projeto da obra e tipo de contrato com o cliente	115

Figura 41 - Associação entre o método de entrega de projeto da obra e tipo de contrato com o cliente	116
Figura 42 - Associação entre o método de entrega de projeto e os fins da obra	117
Figura 43 - Metodologias de planejamento e orçamentação utilizadas, e base de cálculo para orçamento paramétrico empregada.....	118
Figura 44 - Associação entre metodologia de planejamento e de estouro de orçamento	120
Figura 45 - Associação entre metodologia de orçamento e de estouro de orçamento.....	121
Figura 46 - Estágio de adoção do BIM em que a empresa se encontra.....	122
Figura 47 - Grau de utilização de softwares na programação, controle de custos e de produção da obra	123
Figura 48 - Quantidade de ferramentas para aumento de eficiência empregadas na obra	123
Figura 49 - Ferramentas para aumento de eficiência empregadas na obra.....	124
Figura 50 - Cargo do respondente na empresa	125
Figura 51 - Nível de escolaridade do respondente	125
Figura 52 - Formação do respondente	126
Figura 53 - Histograma do tempo de atuação do respondente no mercado de trabalho em anos	126
Figura 54 - Principais resultados do instrumento quantitativo, classificados conforme sua fase de influência	141
Figura 55 - <i>Framework</i> de mensuração e melhoria do desempenho organizacional	142
Figura 56 - Posição das causas de atrasos nos rankings dos estudos	177
Figura 57 - Frequência de aparecimento de causa de atraso no ranking	177
Figura 58 - Causas e as categorias sob as quais foram agrupadas.....	178
Figura 59 - Tabela de contingência dos fatores internos e externos e valor do qui-quadrado	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais práticas enxutas e exemplos de aplicação na construção	43
Quadro 2 - Enquadramento metodológico do projeto de dissertação.....	44
Quadro 3 - Rankings com as causas de atrasos ordenadas pelo Índice de Importância (<i>I</i>) e pela frequência de aparecimento nos estudos de origem	70
Quadro 4 - Interpretação dos atrasos com auxílio da ferramenta 5W2H	74
Quadro 5 - Classificação das principais causas de atrasos do Quadro 3, segundo a classificação proposta	76
Quadro 6 - Causas de custos extras que não haviam sido relatadas nos estudos de causas de atrasos	79
Quadro 7 - Rankings com as causas de custos extras ordenadas pelo Índice de Importância (<i>I</i>) e pela frequência de aparecimento nos estudos de origem.....	80
Quadro 8 - Classificação das principais causas de custos extras do Quadro 7, segundo a classificação proposta	82
Quadro 9 - Ranking das percepções sobre as causas de atrasos e custos extras.....	127
Quadro 10 - Comparativo dos rankings da percepção quanto às causas de atrasos	129
Quadro 11 - Comparativo dos rankings da percepção quanto às causas de custos extras.....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos artigos com foco em causas	57
Tabela 2 - Metodologia dos estudos da Categoria A.....	58
Tabela 3 - Características dos estudos tipo pesquisa quantitativa	59
Tabela 4 - Características metodológicas dos estudos tipo pesquisa quantitativa.....	61
Tabela 5 - Orçamento e cronograma previstos, realizados e seus respectivos estouros.....	102
Tabela 6 - Correlação de Spearman de ordem de classificação (*p < 0,05).....	132
Tabela 7 - Testes de KMO e esfericidade de Bartlett para Análise Fatorial Exploratória	135
Tabela 8 - Análise de Componentes Principais (ACP)	135
Tabela 9 - Cargas fatoriais da Análise Fatorial Exploratória das causas de atrasos.....	136
Tabela 10 - Análise Fatorial Exploratória das causas de custos extras	137

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	<i>What, Why, Where, When, Who (5W), How, How much (2H)</i>
AB	<i>Activity-Based</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BVS	<i>Best-Value Selection</i>
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CM	<i>Construction Management</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional da Indústria
COVID-19	<i>Corona Virus Disease - 2019</i>
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CUB	Custo Unitário Básico
DB	<i>Design-Build</i>
DBB	<i>Design-Bid-Build</i>
DEMATEL	<i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
Diset	Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EPC	<i>Engineering, Procurement, and Construction</i>
FGV	Fundação Getulio Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRE	Instituto Brasileiro de Economia
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LB	<i>Location-Based</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LPS	<i>Last Planner System</i>

MCMV	Minha Casa Minha Vida
MEI	Microempreendedor Individual
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PDB	<i>Progressive Design-Build</i>
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
Pronatec	Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego
QBS	<i>Qualifications-Based Selection</i>
RII	<i>Relative Importance Index</i>
RIW	<i>Relative Importance Weight</i>
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
TCE	Tribunal de Contas do Estado
TCPO	Tabela de Composições e Preços para Orçamentos
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>
WOS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA	19
1.2 OBJETIVOS	23
1.2.1 Objetivo geral	23
1.2.2 Objetivos específicos	23
1.3 JUSTIFICATIVA	23
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	26
2 REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1 TEORIA DAS ORGANIZAÇÕES	28
2.2 PROCESSOS ORGANIZACIONAIS EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	31
2.2.1 Os principais agentes e suas respectivas responsabilidades	32
2.2.2 O processo de projeto	33
2.2.3 O processo de planejamento	38
3 MÉTODOS.....	44
3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	44
3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	44
3.2.1 Pesquisa qualitativa: Revisão Sistemática de Literatura - RSL	45
3.2.2 Pesquisa Quantitativa	49
4 RESULTADOS E ANÁLISES	55
4.1 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	55
4.1.1 Pesquisas quantitativas: tipos de estudos	59
4.1.2 Estudos de revisão	64
4.1.3 Análise dos resultados dos estudos de causas de atrasos e custos extras	69
4.1.4 Análise de resultados da RSL	83
4.2 RESULTADOS DA <i>SURVEY</i>	87
4.2.1 Características da empresa e da obra	87
4.2.2 Decisões e ferramentas dos processos de trabalho da obra	115
4.2.3 Percepção sobre as causas de atrasos e custos extras	124
4.3 <i>FRAMEWORK</i> DE MENSURAÇÃO E MELHORIA DO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL	140
5 CONCLUSÃO.....	144
REFERÊNCIAS	153
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE PESQUISA SURVEY	169
APÊNDICE B – TABELAS DE APOIO DA RSL.....	177

1 INTRODUÇÃO

A construção é genericamente definida como a atividade econômica voltada à criação, renovação ou reparação de edificações como prédios, estradas, pontes, barragens ou demais melhorias em terrenos (UNITED NATIONS, 2021). Segundo Tanko, Abdullah e Ramly (2017), a indústria da construção revela-se importante e indispensável para o progresso econômico da maioria dos países no mundo, e o seu grau de desenvolvimento frequentemente descreve também a prosperidade da nação. No entanto, segundo o Relatório de Status Global para Edifícios e Construção (UNITED NATIONS..., 2020), o impacto da pandemia COVID-19 nesta indústria foi bastante severo, com redução de 10 a 25% nas atividades, em comparação a 2019.

No Brasil os impactos da pandemia também foram sentidos; segundo a Sondagem da Indústria da Construção (CBIC E CNI, 2021), a falta e o alto custo dos insumos revela-se atualmente o principal entrave a ser enfrentado pelos empresários da construção, seguido pela alta carga tributária e a burocracia brasileira excessiva. Outrossim, as perspectivas para o futuro revelam-se otimistas: segundo a sondagem, o nível de atividade e de emprego estão em crescimento após seis meses seguidos de queda, e a confiança dos empresários também se mantém elevada.

Nesse contexto de retomada econômica, uma temática merece destaque: a melhoria da produtividade; segundo Enshassi, Kochendoerfe e Abed (2013), os esforços para alcançá-la são essenciais para empresas que desejam permanecer no mercado altamente competitivo de hoje; por meio dela torna-se possível aumentar lucros, reduzir custos e sustentar a vantagem competitiva.

No presente estudo, devido às diferentes características das obras do setor da construção, opta-se primeiramente por caracterizá-lo em três principais grupos, conforme classificação proposta por Halpin e Senior (2011): construção civil, construção projetada e construção industrial. Segundo os autores, a primeira dessas categorias inclui as instalações tradicionalmente construídas para fins habitacionais, institucionais, educacionais, industriais leves, comerciais, sociais e recreativos. Já as obras de construção projetada compreendem rodovias, pontes, estruturas de drenagem, estações de esgoto, projetos de proteção contra enchentes, barragens, dutos e hidrovias. A construção industrial, por fim, compreende projetos de alto caráter técnico voltados à manufatura e ao processamento de produtos.

Semelhante categorização emprega-se no Brasil pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0, Res 02/2010)¹. Esta, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), realiza “classificação oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional para a produção de estatísticas por tipo de atividade econômica,” e divide a atividade de construção (seção F do CNAE) em três categorias: construção de edifícios (divisão 41), obras de infraestrutura (divisão 42) e serviços especializados para construção (divisão 43), as quais apresentam ainda nove subdivisões, no total.

Já em sua última Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) realizada em 2018, o IBGE reorganizou os produtos do setor da construção em sete grupos² e apresentou ranking em que as obras residenciais lideraram a entrega de produtos em 2018 com participação de 26%, seguidas pelo setor de serviços especializados para construção (19,2%), e pelo setor construção de rodovias, ferrovias, obras urbanas e obras de arte especiais (17,9%).

Ressaltou-se também que esses resultados apresentaram importante mudança em relação aos exibidos pela PAIC de 2009, a qual apontava o setor de construção de rodovias e demais obras em primeiro lugar, e o setor de obras residenciais em terceiro lugar (IBGE, 2018). Em virtude do lugar de destaque atualmente ocupado no mercado nacional pelas obras residenciais, na presente dissertação elegeu-se a construção civil como foco do estudo.

Ainda, segundo o PAIC (IBGE, 2018), contribuiu para essa mudança a “concessão de crédito habitacional em condições mais facilitadas, expansão dos programas habitacionais e aumento do poder de compra das famílias nesse período de 10 anos” (IBGE, 2018, p. 3). Corroboram essas informações os dados apresentados no boletim do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), fundação pública federal vinculada ao Ministério da Economia: segundo Jardim e Lorrany (2020, p. 11), “o mercado de crédito imobiliário brasileiro passou de cerca de 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2003 para 9,33% do PIB quinze anos depois, após decrescer de 9,6% do PIB ao final de 2016, quando atingiu seu auge”.

No entanto, alguns dados apontam que a expansão do setor da construção não foi acompanhada pelo crescimento da sua produtividade. Segundo o Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (IBRE/FGV), órgão responsável pela elaboração do Indicador Setorial da Produtividade do Trabalho Anual, no período de 1995 a 2018, a produtividade da construção civil diminuiu 1% ao ano, e somente no período pós recessão de

¹Acesso em 25 de outubro; disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=estrutura>;

²A saber: incorporação de imóveis construídos por outras empresas; obras residenciais; edificações industriais, comerciais e outras edificações não residenciais; construção de rodovias, ferrovias, obras urbanas e obras de arte especiais; obras de infraestrutura para energia elétrica, telecomunicações, água, esgoto e transporte por dutos; construção de outras obras de infraestrutura; e serviços especializados para construção (IBGE, 2018).

2013 a 2018, a construção foi o subsetor da indústria que apresentou o pior desempenho, com queda de 2,9% ao ano (VELOSO, MATOS E PERUCHETTI, 2020).

Esses dados merecem destaque devido à importância da produtividade como indicador não apenas do desempenho do setor, mas também do potencial dele para aporte de investimentos. Nesse enfoque, Nassif, Santos e Pereira (2008) argumentam que os investimentos públicos devem ser direcionados aos setores que detêm a maior produtividade, uma vez que esses possuem maior capacidade de gerar e difundir tecnologia, fatores que segundo o Banco Mundial explicam as diferenças entre os níveis e ritmos de crescimento de renda *per capita* dos países ao redor do mundo.

Nesse âmbito, dois importantes indicadores sinalizam a baixa produtividade das obras de construção civil: os atrasos e custos extras. Ambos são comumente definidos como excesso além do tempo de conclusão estimado (DURDYEV E HOSSEINI, 2020), bem como a diferença positiva entre o custo final do projeto e o valor pelo qual ele foi contratado (DURDYEV, 2021), respectivamente. Junto da qualidade, o tempo e os custos configuram os três principais pilares de sustentação do sucesso de qualquer projeto de construção (JACKSON, 2010). Quando não observados e devidamente cuidados, esses pilares tendem a ruir e podem ocasionar não somente danos ao cliente, como também custosos processos e disputas judiciais (CHAPHALKAR E IYER, 2014).

Diante do exposto, problemas com atrasos e custos extras revelam-se recorrentes em projetos de construção, fato que, associado à importância econômica do setor a nível mundial, tem estimulado a comunidade acadêmica a estudá-los (TANKO, ABDULLAH E RAMLY, 2017). Ainda nesse contexto, encontram-se diversos estudos sobre essa temática, desde pesquisas quantitativas cujo objetivo revela-se identificar as principais causas, efeitos e estratégias de mitigação desses problemas (FAMIYEH et al., 2017), revisões de literatura que compilam os resultados dos demais trabalhos (SEPASGOZAR et al., 2019), estudos de casos de obras específicas (SAI E ASADI, 2017), bem como pesquisas qualitativas por meio de entrevistas e grupos de foco com especialistas (ASIEDU, ADAKU E OWUSU-MANU, 2017).

No entanto, apesar da grande quantidade de trabalhos, essas adversidades persistem; isso motiva a comunidade acadêmica a verificar as premissas de seus estudos, checar seus métodos e reconsiderar suas indicações.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

A problemática de atrasos e custos extras nas obras brasileiras vai muito além do observado nos estudos formais acerca do tema. Segundo a Síntese de Indicadores Sociais, estudo realizado pelo IBGE (2020, p. 38) a qual analisa as condições de vida da população brasileira, 64,5% dos trabalhadores ligados ao setor da Construção atuam informalmente, de forma a constituir o terceiro grupo mais numeroso no país, atrás apenas dos setores de Serviços Domésticos (72,5%) e da Agropecuária (67,2%); logo, dimensionar os problemas que atingem o setor pode ser tão complexo quanto apontar soluções para resolvê-lo. No entanto, a fim de melhor contextualizar a situação problemática a qual o presente estudo propõe-se a dissertar acerca, primeiramente apresentam-se alguns dados quanto à extensão dos atrasos e custos extras nas obras brasileiras.

Segundo pesquisa realizada pelo Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCE/SP, 2019), em 2019 o estado paulistano possuía mais de 1.650 obras paralisadas ou atrasadas, cujo montante de recursos públicos envolvido ultrapassava R\$49 bilhões. Similar informação foi divulgada pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul (SILVA, 2019): segundo o órgão, em 2019 as obras paralisadas no Estado somavam R\$500 milhões (o levantamento considerou apenas obras com valor igual ou superior a R\$1,5 milhão). Entre os principais motivos para paralisação estava o descumprimento de contratos por parte das empresas, atrasos nos repasses financeiros, bem como problemas técnicos descobertos apenas após o início das atividades. Em ambos os casos, a maior parte das obras está relacionada à educação e à mobilidade urbana.

No entanto, essas duas situações não revelam fatos isolados; ao acessar os portais do TCE dos demais Estados brasileiros, percebe-se que o cenário permanece o mesmo: inúmeras obras paralisadas com montante total milionário ou bilionário. Esses atrasos, no entanto, geram outros problemas além da falta de estruturas e infraestruturas de interesse público; eles acarretam custos extras, bem como geram desconfiança quanto à capacidade do Poder Público gerir esse tipo de empreendimento (MOREIRA, 2018). Ressalta-se, ainda, o estudo conduzido por Brandstetter e Ribeiro (2019), o qual analisou as causas de custos extras em obras públicas de autarquia federal vinculada ao ensino superior do Estado de Goiás. Como resultado, identificou-se acréscimo médio de 21,01% em relação ao montante contratado.

No que tange o setor privado, os dados relativos a atrasos e custos extras são de difícil acesso; ao contrário das obras de órgãos públicos, sujeitas à Lei de Acesso à Informação (LAI) (BRASIL, 2011), o setor privado não possui a obrigação de publicizar os dados referentes a

custos e prazos de suas obras. Assim, poucos são os estudos realizados sobre essa temática com devido rigor científico (MUIANGA, GRANJA E RUIZ, 2015), e quase inexistentes as estatísticas relativas à dimensão desses problemas.

Entre os escassos estudos em que constam informações está o de Filippi e Melhado (2015), o qual apresenta dados de pesquisas realizadas por associações e escritórios privados. Nelas, identificou-se que, somente em São Paulo, os atrasos em obras cresceram 65% entre 2005 e 2010, e as ações contra construtoras passaram de 140 para 3.779 no período de 2008 a 2013.

Nesse contexto, Maués et al. (2017) investigaram o banco de dados da Secretaria Municipal de Urbanismo de Belém (PA), órgão responsável pela aprovação de projetos de construção na cidade. No estudo, analisaram-se os dados relativos às edificações de quatro a 13 pavimentos, a fim de realizar análise fatorial para identificar os fatores que se relacionam com os atrasos, no período de 2005 a 2015. Como resultado, observou-se que independente do tempo planejado para construção, 81,69% dos projetos sofreram atrasos. Apesar de poucos, os demais autores que investigam essa problemática no país corroboram os dados dos estudos apresentados, e são unânimes ao afirmar a recorrência dos problemas de atrasos (ALMEIDA et al., 2021; SANTOS, STARLING E ANDERY, 2015).

Em virtude dessa situação, no Brasil alguns esforços foram feitos nos últimos anos a fim de minimizar esses problemas. Na esfera pública, podem-se citar mudanças legais e projetos capitaneados pelo Governo Federal com o objetivo de formalizar e capacitar profissionais ligados ao setor. Como exemplos podem-se citar o Programa do Microempreendedor Individual (MEI), criado em 2008 (ZARLENGA E BEVILÁQUA, 2018), e o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec), de 2011 (NASCIMENTO, 2012).

Dessa forma, enquanto o MEI formalizou o trabalho de profissionais da construção tais como pedreiros, azulejistas e serventes, o Pronatec ofertou cursos para profissionalização em técnico em edificações, pintura de móveis, carpintaria entre outros (ZARLENGA E BEVILÁQUA, 2018; NASCIMENTO, 2012). Infelizmente, o Brasil carece não só de estudos que avaliem a produtividade da construção civil, bem como trabalhos específicos que avaliem a influência desses programas na produtividade do trabalhador.

Além dessas iniciativas com foco nos profissionais do setor, menciona-se também o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), instaurado pelo Governo Federal por meio da Portaria nº 134, de 18 de dezembro de 1998; seu principal objetivo revela-se “apoiar o esforço brasileiro de modernidade e promover a qualidade e produtividade

do setor da construção habitacional, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos” (BRASIL, 1998).

Atualmente a certificação no Programa é obrigatória para empresas que utilizam recursos federais na construção de empreendimentos habitacionais de interesse social, tais como o Programa Casa Verde e Amarela, lançado em 2020 (BRASIL, 2021a), e o programa anterior, Minha Casa Minha Vida (MCMV), lançado em 2009 (BRASIL, 2018).

No entanto, apesar das exigências do PBQP-H, patologias e problemas de qualidade revelam-se queixas comuns nas moradias do programa MCMV (SOUZA et al., 2017). Nessa mesma linha, Soares et al. (2014), em pesquisa junto a moradores de condomínios construídos pelo programa, mostram que entre os defeitos mais comuns nas edificações estão aqueles relacionados às instalações elétricas (40%), às instalações hidráulicas (32%), a infiltrações (17%), e, por fim, a fissuras e trincas (8%).

O estudo conduzido por Moraes e Pereira (2010), por sua vez, investiga quantitativamente falhas de qualidade nas vistorias finais de condomínios do MCMV; nele, aponta-se possível motivo pelo qual o PBQP-H isolado não conduz às melhorias as quais se propõe: segundo as autoras, o sistema de gestão da qualidade existe paralelamente às atividades da empresa; em virtude disso, os processos de trabalho apresentam-se evidentemente inconsistentes, o que culmina em diversas falhas e retrabalho.

A fim de minimizar esses gargalos de produtividade, mais recentemente o Governo Federal realizou o lançamento da Estratégia Nacional para a Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM, Modelagem da Informação da Construção, tradução nossa), ou Estratégia BIM BR, por meio do Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. O Decreto caracteriza o BIM como o “conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo” (BRASIL, 2019a).

Entre as principais vantagens na adoção dessa tecnologia está o aumento da produtividade proporcionado pela integração compatibilizada de todos projetos em um único modelo, a geração de quantitativos e conexão do projeto com outros *softwares* que permitem a orçamentação e planejamento da execução do projeto (HILGENBERG et al., 2012). Nesse contexto, entre os principais objetivos do Decreto nº 9.983 está a difusão do BIM a nível nacional, por meio do incentivo à capacitação, bem como sua estruturação do seu uso no setor público (BRASIL, 2019a).

Já por meio do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, foi estabelecida a utilização BIM na execução de obras e serviços de engenharia, realizada pela administração pública

federal (BRASIL, 2020). No entanto, apesar dessas iniciativas públicas, ainda há grande caminho a ser percorrido no Brasil para a plena adoção da tecnologia BIM. Entre os motivos para isso está a falta de definição de nível de detalhamento mínimo para os projetos elaborados sob essa modelagem, o qual deve ser definido pelo contratante, conforme o Decreto nº 10.306.

Ainda, dados do Mapeamento de Maturidade BIM Brasil (SIENGE E GRANT THORNTON, 2020) reafirmam a longa jornada brasileira rumo à implementação da modelagem BIM. Segundo esse estudo, realizado com mais de 600 empresas ligadas à indústria da construção civil no país, apenas 38,4% das empresas participantes empregam o BIM atualmente. Entre as principais barreiras para adoção podem-se citar as dificuldades de caráter financeiro (investimentos em *softwares* e equipamentos, e gastos com treinamentos, em 1º e 3º lugar, respectivamente), bem como organizacionais (falta de mão de obra interna na empresa, e também externa à empresa, em 2º e 4º lugar, respectivamente); por fim, também há o obstáculo de encontrar orientação no processo de implantação do BIM (5º lugar).

Além disso, o Mapeamento também buscou entender se as empresas possuíam prazos para superar essas adversidades; nesse contexto, 47% das empresas afirmaram que em até 2 anos pretendem adotar a tecnologia; 43% revelaram não ter prazos, e o restante dos entrevistados disse não ter planos de adotar o BIM. Essas estatísticas inspiram preocupação por parte dos especialistas, uma vez que a falta de planos e prazos pode acarretar a despriorização da adoção do BIM por parte das empresas.

Percebe-se, então, que as políticas públicas atuais, apesar de bem-intencionadas, ainda estão longe de atingir a grande massa do mercado da construção civil. A alta informalidade no setor, associada às dificuldades financeiras e organizacionais das empresas, prejudicam a implantação de sistemas de gestão da qualidade e produtividade, bem como atrasam a adoção de novos modelos como o BIM. Entre as consequências dessa conjuntura, estão os atrasos e custos extras que permeiam o setor da construção civil. Nesse contexto, ressalta-se que essa realidade deve ser compreendida e enfrentada não só pelo poder público como também pela academia, a qual possui a responsabilidade de pensar soluções que tragam mais competitividade e inovação ao setor.

Diante do exposto, o presente estudo visa responder às seguintes questões: quais são as principais causas de atrasos e custos extras nas obras de construção civil? Como as empresas desse ramo podem identificar os pontos mais críticos que levam a essa problemática? E de que forma elas podem atuar sobre esses pontos de forma a mitigar os atrasos e custos extras e, desse modo, melhorar sua produtividade?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O principal objetivo do presente estudo revela-se mensurar o desempenho de obras de construção civil no Brasil quanto aos critérios de tempo e custos.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar as principais causas de atrasos e custos extras em obras de construção civil na literatura;
- b) Indicar os principais processos organizacionais em obras de construção civil;
- c) Analisar a percepção por regiões do país sobre as principais causas de atrasos e custos extras de obras das empresas da construção civil;
- d) Mensurar e correlacionar a influência das decisões relativas a processos organizacionais no desempenho quanto aos critérios de tempo e custos em obras de construção civil no Brasil;
- e) Propor *framework* de mensuração e melhoria do desempenho organizacional da construção civil, a fim de reduzir atrasos e custos extras com maior eficiência;

1.3 JUSTIFICATIVA

Atualmente vive-se a era da informação e da globalização. Não só procedimentos e soluções estão em crescente processo de digitalização e otimização, como também organizações, indústrias e mercados como um todo. No entanto, a construção segue defasada em relação a outros setores produtivos de grande porte. Entre os motivos mais citados para isso estão o uso de mão de obra intensiva e pouco qualificada, bem como a baixa padronização e consequente baixa qualidade e produtividade dos processos construtivos (HASAN et al, 2018).

Paralelo às políticas públicas atuais previamente citadas, muitas empresas estão em busca de contornar essas adversidades e melhorar sua competitividade por meio do aprimoramento das técnicas de gestão empregadas em suas respectivas atividades, assim como pela adoção de novas tecnologias construtivas (NASCIMENTO E SANTOS, 2003; ISATTO et al., 2000).

No entanto, apesar da crescente atenção dada à temática da gestão no âmbito da construção civil nos últimos anos, ainda são muitos os entraves à implementação de sistemas de qualidade e produtividade, bem como de novos *softwares* e técnicas construtivas. A fim de investigar parte dessa problemática, o estudo conduzido por Depexe e Paladini (2007) realizou pesquisa quantitativa com construtoras da região de Florianópolis a fim de entender quais os principais obstáculos para implantação do PBQP-H e da ISO 9000³; como resultado, observou-se que a cultura organizacional e a resistência a mudanças revela-se o principal entrave, seguido da burocracia excessiva, baixo nível de escolaridade dos funcionários, falta de treinamento e, por fim, da falta de envolvimento dos funcionários.

Aliado a esse contexto organizacional, estão as particularidades das operações da construção civil; diferentemente do setor industrial, o qual caracteriza-se pela produção repetitiva e com reduzida variabilidade ao longo processo produtivo em bom número de empresas, a construção define-se pelos seus projetos únicos e personalizados, bem como pela ampla variabilidade em suas operações construtivas (FAZINGA E SAFFARO, 2012).

Logo, as questões organizacionais previamente citadas, somadas a essas características intrínsecas às operações de produção do setor, dificultam a gestão das atividades, especialmente no que tange o processo de tomada de decisão; nesse contexto, esse último pode ser definido como o processo de identificação de problemas e critérios e, a partir da ponderação desses últimos, elabora e classifica alternativas, a fim de elaborar soluções (FEITOSA, SILVA E SILVA, 2014).

Dada essa conjuntura, pesquisadores da área têm buscado em diferentes teorias, novas possíveis soluções para os problemas que enfrenta o setor. Entre as filosofias que têm norteado esses trabalhos está a *lean construction* (construção enxuta, tradução nossa), originária da filosofia da *lean production* (produção enxuta, tradução nossa). O surgimento dessa última remete à década de 50 do século passado, e sua origem está na indústria automobilística japonesa (WOMACK et al, 2004).

Entre os resultados da adoção da filosofia *lean* está a redução radical de desperdícios, adoção de mecanismos internos de melhorias contínuas, e o aumento da produtividade e competitividade das organizações que a adotam. Também conhecida popularmente como *toyotismo*, foi sob o título de produção enxuta que foi sistematizada (WOMACK E JONES, 2003). Já na década de 90, formalizaram-se seus 11 princípios no âmbito da construção civil, tornando-se conhecida neste setor sob o nome de construção enxuta (KOSKELA, 1992).

³Para mais informações sobre, consultar NBR ISO 9000 (ABNT, 2015a) e NBR ISO 9001 (ABNT, 2015b).

Entre as técnicas enxutas mais difundidas no meio acadêmico deste setor, cita-se a metodologia de planejamento *last planner* (último planejador, tradução nossa), desenvolvida inicialmente por Ballard e Howell (1998). Entre seus objetivos está a redução da variabilidade nas obras, por meio do nivelamento do planejamento, e da elaboração de cronogramas e programações que possam de fato ser executadas (ISATTO et al., 2000).

Além do *last planner*, cita-se a metodologia do tempo *takt*; esta foi desenvolvida nas fábricas da Toyota e primeiramente descrita por Ohno (1997) como a responsável por definir o ritmo produtivo nas indústrias da empresa; no contexto da construção civil ela passou por adaptações e foi amplamente discutida por autores como Oliveira (2018). Já entre as ferramentas amplamente empregadas por produtores enxutos para redução de desperdícios ao longo da cadeia produtiva está o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), descrito em profundidade por autores como Rother e Shook (2003).

Nesse âmbito, os resultados da pesquisa de Sarhan et al. (2017) confirmam as vantagens adoção de práticas enxutas na construção; no estudo, 282 profissionais da construção na Arábia Saudita apontaram a satisfação do cliente como o principal benefício, seguido da melhoria da qualidade, aumento da produtividade, redução no tempo de construção e, por fim, da melhoria dos processos.

Já o estudo de Nowotarskia, Pasawska e Matyja (2016) analisou a influência da metodologia enxuta no gerenciamento de área de armazenamento de materiais; segundo os autores, graças às melhorias implementadas, a utilização de pátio de armazenamento reserva - cujo custo de estocagem era 1.017% maior do que no local previsto - não se revelou mais necessário ao longo da obra.

No entanto, tal qual outras metodologias de gestão voltadas ao aumento da produtividade e qualidade, a construção enxuta também enfrenta obstáculos na sua implantação; no estudo de Kurek et al. (2013), destaca-se a dificuldade da coleta de dados da produção para fins de elaboração de indicadores como um dos principais desafios; ainda, segundo os autores, as características organizacionais da empresa, o comprometimento da alta gerência, e o treinamento dos funcionários revelam-se cruciais no sucesso da implantação da metodologia enxuta. Tal qual observou-se no PBQP-H, procedimentos para melhoria de produtividade e qualidade devem ser plenamente incorporados aos processos de trabalho para que sejam obtidos os ganhos de eficiência esperados pelos gestores.

A fim de superar esses desafios, o presente estudo visa contribuições na forma de analisar a implementação de novos sistemas de gestão no âmbito da construção civil. Ao invés

de tão somente apresentar ferramentas e técnicas isoladas à disposição de gestores e empresários, propõe-se a análise dos processos organizacionais das obras de construção civil.

Dessa forma, pode-se observar mais claramente não só todas as atividades intrínsecas aos processos, como também verificar a melhor sequência para realização delas; a noção de sequência, por sua vez, traz consigo a ideia do melhor momento para se executar determinada atividade, bem como sinaliza a existência de pré-requisitos entre elas. A partir dessa melhor compreensão acerca dos processos, torna-se possível identificar onde residem os pontos mais críticos, bem como melhorar a tomada de decisão sobre quais metodologias e ferramentas empregar para contornar essas situações.

Para orientar esse trabalho de identificação dos pontos críticos, o presente estudo elencou os atrasos e custos extras como norteadores e principais indicadores de desempenho. Em virtude disso, primeiramente serão identificadas as principais causas que levam à ocorrência desses problemas.

Em um segundo momento, serão identificados os processos organizacionais das obras de construção civil com maior influência do desempenho em termos de custos e tempo, para que assim seja possível propor estratégias mais eficientes para mitigar os problemas que causam atrasos e custos extras. Já por meio do instrumento de pesquisa se buscará avaliar a percepção das construtoras brasileiras acerca das principais causas de atrasos e custos extras, bem como correlacionar as características das obras executadas e suas decisões no que tange aos processos organizacionais com o seu desempenho em relação a tempo e custos.

Por fim, será proposto *framework* para mensuração e melhoria do desempenho organizacional da construção civil, a fim de reduzir atrasos e custos extras com maior eficiência. Por meio desse estudo espera-se, portanto, apresentar nova lente sob a qual os processos organizacionais da construção civil possam ser analisados e compreendidos, a fim de que os problemas crônicos que atingem o setor possam ser combatidos de forma eficiente e eficaz.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente estudo encontra-se dividido em cinco seções:

- Introdução, composta pelas subseções de Situação problemática, Objetivos, Justificativa e Estrutura da dissertação;
- Fundamentação teórica, composta pelas subseções de Teoria das organizações, e Processos organizacionais em obras de construção civil;

- Métodos, composto pelas subseções de Enquadramento metodológico, e Desenvolvimento da pesquisa;
- Resultados, composto pelas subseções de Resultados da Revisão Sistemática de Literatura, Resultados da *survey*, e *Framework* de mensuração e melhoria do desempenho organizacional;
- Referências;
- Apêndices compostos pelo Instrumento de pesquisa, e pelas Tabelas de apoio da Revisão Sistemática de Literatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

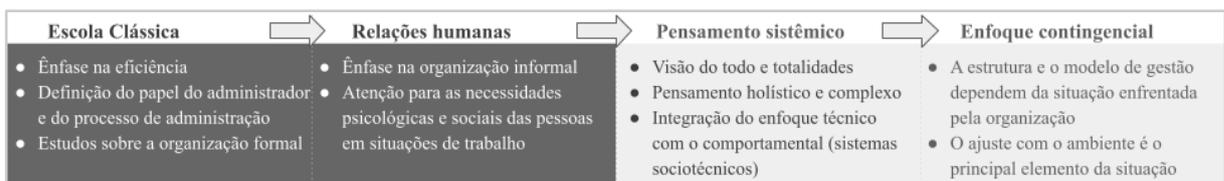
Apresentados os dados da situação problemática, bem como identificados os obstáculos à sua superação na justificativa, objetivou-se, primeiramente, compreender as causas que levam à problemática de atrasos e custos extras; para tanto, realizou-se Revisão Sistemática de Literatura (RSL), a qual terá seu protocolo apresentado na seção de Métodos, e as evidências na seção de Resultados do presente estudo. A partir das causas identificadas, pode-se desenvolver o referencial teórico, em que se investiga o contexto organizacional em que se inserem as empresas de construção civil, bem como os seus principais processos organizacionais, os quais sustentam o instrumento de pesquisa do presente estudo.

2.1 TEORIA DAS ORGANIZAÇÕES

Segundo Daft (2014), as organizações são o meio pelo qual indivíduos reunidos coordenam pessoas e recursos a fim de alcançar metas e cumprir com propostas específicas; a finalidade da proposta pode variar, de forma que a organização pode assumir a forma de hospital, escola, construtora, governo e até de instituição filantrópica.

Dada a crescente complexidade dessas organizações, no final do século XIX iniciou-se o estudo sistemático delas. Ao longo desse tempo, diversas teorias e abordagens foram desenvolvidas e reunidas sob diferentes escolas de pensamento, as quais agrupam autores que utilizam o mesmo enfoque para analisar as organizações. Dentre as diversas teorias existentes, apresentam-se aqui quatro principais: a escola clássica, o enfoque do comportamento organizacional, o pensamento sistêmico, e o enfoque contingencial. (MAXIMIANO, 2021). A Figura 1 a seguir apresenta as suas principais características.

Figura 1- Principais escolas da administração



Fonte: adaptado de Maximiano (2021, p.11).

A escola clássica, nesse contexto, remonta aos primórdios da indústria moderna, na transição do século XIX para o XX; entre os seus principais desafios estava o aumento da eficiência dos processos produtivos, o qual foi analisado por autores segundo diferentes perspectivas; Frederick Taylor, por exemplo, dedicou-se à investigação dos tempos e movimentos do trabalhador no chão de fábrica, bem como à padronização do trabalho, a fim de reduzir desperdícios. Outro grande expoente dessa escola, Henry Ford, instaurou as linhas de montagem, e especializou o trabalho dos operários a fim de massificar e aumentar a produção. Henry Gantt, por sua vez, desenvolveu método gráfico para controlar os fluxos de produção, o qual leva seu nome: os gráficos de Gantt (MAXIMIANO, 2021).

Uma vez identificados e estudados os obstáculos relativos à eficiência nas organizações sob o ponto de vista técnico, outros desafios começaram a despertar a preocupação de profissionais e pesquisadores, em especial aqueles relativos ao comportamento humano e sua influência nas organizações. Nesse contexto, dois temas nortearam as investigações dessa escola: as características individuais das pessoas, tais como seu comportamento, personalidade, atitudes, competências e aptidões, bem como seus sentimentos e emoções; e o comportamento dessas pessoas coletivamente, dentro de organizações; a partir disso, surgem conceitos como dinâmica de grupos, cultura e clima organizacional, que levam à compreensão da empresa como sistema social (MAXIMIANO, 2021).

O pensamento sistêmico, por sua vez, resgata o conceito de sistemas das ciências naturais, tais como a física e a química; nelas, os sistemas podem ser classificados como fechados ou abertos: enquanto o primeiro não realiza trocas com o meio onde está inserido, e caracteriza-se pelo comportamento determinístico, o segundo realiza constantemente intercâmbios com o ambiente, por meio de entradas e saídas; em virtude disso, os sistemas abertos precisam estar em contínuo ajuste e adaptação frente às mudanças do meio, a fim de garantir sua sobrevivência (CHIAVENATO, 2010).

Nesse contexto, as organizações criadas pelo homem caracterizam-se como abertas e sua operação pode ser resumidamente representada em três partes: em entradas, que consistem em todos os recursos e componentes desse sistema; em processos, que interligam todos os componentes a fim de transformá-los em resultados; e, por fim, saídas que correspondem aos resultados obtidos por meio dos processos (MAXIMIANO, 2021).

No presente estudo, observa-se maior conexão com o pensamento sistêmico devido ao seu enfoque na complexidade a qual estão sujeitos os sistemas abertos; essa complexidade pode ser definida em termos de incerteza, porte, abrangência do produto ou processos envolvidos,

dificuldades de caráter técnico e impostas pelo ambiente e quantidade e hostilidade de *stakeholders* (MAXIMIANO, 2021).

A construção civil, por sua vez, revela-se extremamente complexa: seus processos mostram-se intensamente sujeitos a variabilidade e incertezas, seus produtos não raro possuem milhares de metros quadrados, orçamentos milionários, interferência em comunidades inteiras, desafios técnicos nas áreas de solos, estruturas, arquitetura, energia, e diversos *stakeholders* envolvidos, tais como instituições financeiras, governamentais e privadas (LUKOSEVICIUS, SOARES E JOIA, 2017).

No âmbito do pensamento sistêmico, os processos constituem parte fundamental das operações. Eles podem ser definidos basicamente como uma sequência de atividades com início, meio e fim, com o propósito de transformar insumos em resultados, sejam os insumos, físicos, e os resultados, produtos, ou então pessoas e serviços, respectivamente. Dessa forma, ao observar as operações pela ótica dos processos, deixa-se de analisar as organizações somente como esquema vertical de departamentos isolados, e passa-se a enxergá-las como cadeias de valor, onde cada processo adiciona valor ao produto.

Entre os benefícios dessa mudança de perspectiva podem-se citar o aumento da flexibilidade para responder a mudanças nas necessidades dos projetos e/ou *stakeholders*, maior ênfase nas necessidades do cliente, bem como a redução dos desperdícios, uma vez que o aumento do valor agregado passa a ser o principal objetivo a ser atingido (MAXIMIANO, 2021).

Citam-se, então, alguns trabalhos que se utilizam do pensamento sistêmico para construir os *frameworks* teóricos dos seus trabalhos: Nachbagauer e Schirl-Boeck (2019) exploram a teoria de sistemas a fim de incorporar ao gerenciamento de megaprojetos conceitos como organização de alta confiabilidade, improvisação organizacional e resiliência organizacional. Kifokeris e Xenidis (2019), por sua vez, investigam a probabilidade de cooperação organizacional em empresas da construção durante a tomada de decisão sob risco, enquanto o estudo de Yan, Liu e Tseng (2018) propõem um sistema de avaliação para cidades inteligentes.

Ademais, podem-se citar diversos estudos sobre a problemática de mapeamento de fluxo de valor, os quais objetivam avaliar a cadeia de valor de determinados processos construtivos, a fim de reduzir os desperdícios ao longo dela (PATEL, MISTRY E SHAH, 2021; AHMED E ZHANG, 2021; RAMANI E KSD, 2021).

O enfoque contingencial, por fim, defende a tese de que não há apenas um melhor modelo a ser seguido ou adotado; em contrapartida, seu próprio nome deriva da expressão

contingent upon (depende de, em tradução nossa), e afirma que o administrador tem a possibilidade de escolher dentre os modelos de gestão à sua disposição, aquele que mais se encaixa nas suas necessidades ou atende aos seus problemas. Para tanto, algumas variáveis devem ser consideradas, tais como o ambiente, os recursos humanos, a tecnologia e a natureza do trabalho a ser feito (MAXIMIANO, 2021).

No presente estudo, a abordagem contingencial também se revela necessária: frente às muitas ferramentas e técnicas de gestão voltadas ao aumento da produtividade e qualidade, não raro existem dúvidas sobre quais as mais adequadas ao funcionamento de determinada organização. Nesse contexto, o *framework* de mensuração proposto pretende auxiliar gestores, na medida em que identifica quais os pontos mais deficitários na gestão dos processos produtivos, bem como formas de melhorá-los.

2.2 PROCESSOS ORGANIZACIONAIS EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Os processos organizacionais ou de integração organizacional são centralizados na organização e viabilizam o funcionamento coordenado dos vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos de negócio (GONÇALVES, 2000, p. 10).

Gonçalves (2000) apresenta um *framework* em que as organizações possuem três categorias principais de processos: de negócio, organizacionais e gerenciais. O primeiro compreende as atividades destinadas à produção ou entrega de determinado produto ou serviço ao cliente; o segundo envolve as atividades burocráticas, comportamentais ou de mudanças, enquanto o último engloba as operações de direcionamento, negociação e monitoramento. Nesse contexto, o autor afirma que tanto os processos organizacionais como gerenciais são processos de informação e decisão, os quais prestam suporte aos processos de negócio.

Nesse contexto, Maia (2014) busca avaliar a influência das características organizacionais e o nível de efetividade dos processos gerenciais na eficiência do funcionamento de uma empresa, devido à importância da estrutura organizacional no desempenho das empresas. Segundo a autora, a partir da análise desses aspectos, a empresa torna-se capaz de desenvolver competências e habilidades que auxiliarão na obtenção de vantagens competitivas. No entanto, conforme aponta Romano (2006), problemas em processos como o de projeto, cuja interface técnica e gerencial revela-se altamente complexa, expõem a falta de estrutura organizacional da maioria das construtoras e incorporadoras brasileiras. Essa

deficiência, segundo a autora, faz com que sejam conservadas práticas de trabalho causadoras de diversos problemas ao longo do processo construtivo como um todo.

A complexidade, por sua vez, revela-se intrínseca às obras e organizações ligadas à construção civil, de forma que, resolver ou remediar os problemas que as atingem, passa necessariamente pela compreensão de que os problemas fazem parte das atividades de grandes e complexos processos organizacionais. Dessa forma, no presente estudo optou-se por compreender em quais e quando nos processos pode-se agir para que os problemas que causam atrasos e custos extras possam ser minimizados e mitigados.

O projeto, no âmbito da construção civil, define-se como o conjunto de atividades que resulta na solução de engenharia e arquitetura solicitada pelo cliente; essa envolve a definição do conceito visual e estético, bem como a elaboração dos projetos dos sistemas hidráulicos, elétricos, sanitários, energéticos e estruturais explícitos na forma de plantas, detalhamentos e especificações da edificação que será construída (JACKSON, 2010). Já o planejamento caracteriza-se pela organização temporal e espacial dos recursos necessários à execução do projeto; ele engloba as atividades de orçamentação do projeto, programação das atividades, e gerenciamento do processo construtivo (PATRICK, 2004).

Diante do exposto, apesar de o projeto e o planejamento serem normalmente definidos, respectivamente, como as plantas baixas e os cronogramas de uma determinada construção, no presente estudo optou-se por analisá-los como processos ao invés de produtos isolados, uma vez que eles também se caracterizam como o conjunto de operações que resultam nesses mesmos produtos. A partir dessa mudança de perspectiva, espera-se que as atividades e tomadas de decisão envolvidas no projeto e no planejamento, bem como a melhor sequência, momento e pré-requisitos para realização delas, possam ser observadas mais claramente. Dessa forma, os complexos problemas que causam atrasos e custos extras poderão ser devidamente compreendidos à luz dos processos organizacionais da construção civil, e as soluções para eles apontadas com maior precisão e clareza.

Para tanto, nesta seção serão apresentadas, primeiramente, algumas das principais e tradicionais responsabilidades dos agentes envolvidos nos processos organizacionais da construção civil: o cliente, o empreiteiro e os consultores.

2.2.1 Os principais agentes e suas respectivas responsabilidades

Segundo Jackson (2010), os clientes são encarregados de delinear as necessidades e requerimentos dos usuários finais, bem como determinar a quantidade, extensão, e

caracterização do projeto; além disso, são responsáveis por definir o orçamento geral destinado à construção, bem como prover o financiamento adequado à sua execução. Já os consultores são divididos em dois grupos: os encarregados do design, e aqueles responsáveis pelos sistemas; os primeiros são, em geral, arquitetos e/ou designers, enquanto os segundos, engenheiros civis e de áreas correlatas.

Os consultores, por sua vez, devem assistir os clientes no desenvolvimento do programa de necessidades, bem como na escolha de produtos que se encaixem nele e no orçamento pré-definido; além disso, devem aconselhar os clientes quanto à imagem e demais aspectos estéticos da construção. Por fim, devem desenvolver todas as plantas finais, detalhes construtivos e especificações. Já os empreiteiros, revelam-se responsáveis pela interpretação dos planos e especificações, pela preparação das estimativas de orçamentos e cronogramas, bem como pela implementação das melhores práticas e métodos, a fim de que essas atendam aos requerimentos dos clientes em termos de tempo, custo e qualidade (JACKSON, 2010).

Ademais, os consultores são encarregados pelo gerenciamento de todas as operações de construção. No entanto, apesar da existência dessas tradicionais responsabilidades e atribuições, o que definirá a forma como os principais agentes irão interagir e comunicar-se ao longo da obra revela-se o método de entrega de projetos (JACKSON, 2010). Na próxima subseção, serão abordadas algumas das principais metodologias, bem como a sua influência em outros subprocessos do processo de projeto.

2.2.2 O processo de projeto

Segundo Jackson (2010, p.46, tradução nossa), o método de entrega de projetos compreende “o processo pelo qual todos os procedimentos e componentes de projetar e construir uma instalação são organizados e colocados juntos em um acordo que resulta em um projeto concluído”. Segundo a autora, o mais tradicional dos métodos revela-se o *design-bid-build* (DBB, projetar-licitar-construir, em tradução nossa), em que o cliente primeiramente contrata o serviço dos consultores e, após a entrega das plantas e especificações, seleciona o empreiteiro principal. Ressalta-se que nesse tipo de entrega o cliente garante a suficiência dos projetos contratados, de forma a ser responsável por eventuais erros e omissões nos planos e especificações descobertos futuramente pelo empreiteiro.

Uma das formas de evitar os possíveis problemas decorrentes do DBB revela-se o método *Construction Management* (CM, gerenciamento da construção, em tradução nossa) no qual o cliente pode optar por contratar o serviço de assessoria de gerenciamento da construção,

denominado *Agency CM* (agência, em tradução nossa), ou então contratar empreiteiro geral que também desempenhe a função de assessoria, denominado *at risk CM* (com risco, em tradução nossa) (JACKSON, 2010).

No primeiro esquema, o assessor de gerenciamento não corre riscos contratuais relativos ao orçamento, cronograma ou performance dos serviços, apenas assessora o cliente, enquanto no segundo esquema os profissionais carregam responsabilidade quanto a essas questões. A principal vantagem do método CM revela-se a possibilidade de iniciar as atividades de gestão da construção mais cedo, o que torna o trabalho da equipe de projetos mais iterativo, de forma a facilitar a identificação de incompatibilidades, bem como a realização de estimativas de orçamento e cronograma (JACKSON, 2010).

Por fim, a metodologia *design-build* (DB, projetar-construir, em tradução nossa), encontra-se destacada dentre os métodos de entrega de projetos no meio acadêmico atualmente. Sua popularidade se justifica pela integração do processo de design e construção, uma vez que o cliente contrata apenas uma organização para realizar e se responsabilizar por ambos os processos. Assim, todos os agentes envolvidos na construção, tais como consultores, empreiteiros e fornecedores podem ser reunidos nas fases iniciais do processo de projeto, bem como permanecem em contínua comunicação ao longo da obra (JACKSON, 2010). A partir desse método derivam outros, tais como o *progressive design-build* (PDB, projetar-construir progressivamente, em tradução nossa), em que o cliente pode escolher a equipe para projetar e construir antes mesmo de finalizar o programa e/ou orçamento do projeto (ADAMTEY, 2021).

Salienta-se ainda que tanto o método *at risk CM* quanto o DB classificam-se como *Integrated Project Delivery* (IPD, entrega de projeto integrada, em tradução nossa), visto que ambos integram pessoas, sistemas e estruturas de negócios em processo colaborativo, o qual tem por objetivo otimizar os resultados e o valor do projeto, bem como reduzir desperdícios (AMERICAN..., 2007).

Entre as vantagens dessa abordagem de entrega de projetos está o envolvimento de diversos agentes desde a concepção do projeto (cliente, consultores, empreiteiros e fornecedores), a governança integrada dos agentes-chave, a qual compartilha a definição de metas e a tomada de decisão, bem como a inovação colaborativa (IOPPI, FORMOSO E ISATTO, 2015). Nela, o gestor da construção - ao integrar a equipe de projeto desde cedo - tem “a oportunidade de contribuir com sua experiência em relação à construtibilidade, custos de construção, disponibilidade de mão de obra, questões de cronograma e semelhantes” (JACKSON, 2010, p. 53, tradução nossa).

A fim de avaliar diferenças entre métodos tradicionais e outros mais recentes, Marzuki e Tamin (2017) buscam identificar e analisar os principais desafios e discussões que envolvem a mudança do tradicional método DBB para o DB nos projetos públicos da Indonésia. Segundo os autores, os principais benefícios dessa permuta seriam em termos de tempo, responsabilidade e inovação, uma vez que o projeto entregue pelo DB pode ser iniciado antes que o design seja concluído, a responsabilidade pela construção contratualmente concentra-se em apenas um empreiteiro, o qual tem maior liberdade e flexibilidade para realizar melhorias nos projetos.

Entre os desafios, citam-se os possíveis problemas relativos à corrupção no relacionamento entre o ente público e o contratado, à falta de profissionais capacitados a entregar projetos nessa nova configuração, bem como a maior responsabilidade do cliente no que tange ao acompanhamento do projeto e à supervisão do contrato (MARZUKI E TAMIN, 2017).

Os métodos de entrega de projeto, por sua vez, influenciam em outros processos e tomadas de decisão que perpassam o processo de projeto. Entre esses pode-se citar o *procurement process* (processo de aquisição, em tradução nossa), os *selection criteria and methods* (critérios e métodos de seleção⁴, em tradução nossa), e os *types of contracts* (tipos de contrato, em tradução nossa) (JACKSON, 2010). Ressalta-se que esses processos e decisões estão sujeitos às questões culturais do ambiente de negócios de cada região, bem como à legislação dos países de origem. Dessa forma, diferenças conceituais e demais variações nos termos podem ocorrer.

Nesse âmbito, o processo de aquisição, por exemplo, não tem sua definição estanque; enquanto Alarcón, Rivas e Serpell (1999) o definem como o processo responsável pelo fornecimento de equipamentos, materiais e demais recursos necessários ao projeto, Hofacker, Santos e Santos (2012) o caracterizam como processo que engloba todas as operações de processamento de pedido, desde a demanda por uma construção, até sua entrega ao usuário final.

Para além de processo, a aquisição também pode ser entendida como fase da obra: Habibi, Kermanshachi e Rouhanizadeh (2019), por exemplo, definem como as três principais fases da obra *Engineering, Procurement, and Construction* (EPC; engenharia, aquisições e construção, em tradução nossa). Por fim, Ricardino (2007) classifica o EPC como modalidade de contrato. Logo, apresentar definição única desse conceito revela-se tarefa difícil.

⁴Empregou-se aqui a tradução da expressão de acordo com o dicionário Cambridge (<https://dictionary.cambridge.org/pt/>). No entanto, no contexto das obras públicas brasileiras segundo Bucci, Martins e Junior (2020), a tradução mais próxima seria “tipo de licitação”.

A fim de contornar essa situação, no presente estudo optou-se por definir o processo de aquisições tal como Alarcón, Rivas e Serpell (1999); caracteriza-lo tal qual Hofacker, Santos e Santos (2012) implicaria no agrupamento dos processos de projeto e planejamento, os quais se deseja estudar separadamente, enquanto analisá-lo conforme Habibi, Kermanshachi e Rouhanizadeh (2019) modificaria a conceitualização de processo para etapa.

Por fim, analisá-lo conforme Ricardino (2007) limitaria a análise à escolha do tipo de contrato. Salienta-se, portanto, que a definição eleita engloba subprocessos como compras, logística, monitoramento, garantia de qualidade e administração de contrato (STUCKHART, 1995. Dessa forma, as decisões quanto ao critério e método de seleção, e aos tipos de contrato adentram o escopo de aquisição de fornecedores para materiais e serviços.

No que tange aos critérios de seleção, esses em geral constituem-se o preço e a qualidade, ou uma combinação desses dois; sua escolha será influenciada pelo método de entrega de projeto escolhido; no caso do DBB, em geral opta-se pelo preço, enquanto na *Agency CM* escolhe-se pela qualificação. No caso dos demais métodos, elegem-se ambos os critérios na seleção (JACKSON, 2010).

No contexto das obras públicas brasileiras, os critérios revelam-se semelhantes; segundo Bucci, Martins e Junior (2020), adotam-se os critérios de menor preço, melhor técnica, uma combinação de ambos, ou maior lance, no caso de alienação de bens ou concessão de direito real de uso.

Os métodos de seleção, por sua vez, constituem a forma como a escolha pelos fornecedores de serviços e produtos ocorrerá. Jackson (2010) reduz a três principais métodos: *low-bid selection* (seleção pelo baixo lance, em tradução nossa), *qualifications-based selection* (QBS; seleção baseada em qualificações, em tradução nossa) e *best-value selection* (BVS, seleção pelo melhor valor, em tradução nossa).

O primeiro método, *low-bid*, emprega o critério de preço na seleção, e opta pela oferta de valor mais baixo para o fornecimento. Ressalta-se que nesse método, comumente empregado em projetos em que o DBB é adotado, os lances são realizados com base nas plantas e especificações já prontas; no método BVS, em contrapartida, geralmente utilizado em projetos entregues pelo método DB e *at risk CM*, os projetos e especificações não precisam estar 100% concluídos, de forma que os fornecedores competem pela qualidade das suas soluções, bem como pelo orçamento delas. Por fim, o método QBS seleciona os fornecedores com base em suas qualificações, em geral em projetos entregues pelo método *Agency CM* (JACKSON, 2010).

Por fim, o tipo de contrato é escolhido com base nos riscos que os clientes estão dispostos a assumir, e sela as responsabilidades legais de cada um dos agentes. Jackson (2010) apresenta quatro principais tipos: *lump sum* (montante total, em tradução nossa), *cost-plus-fee* (custo mais taxa, em tradução nossa), *guaranteed maximum price* (preço máximo garantido, em tradução nossa), e *unit cost* (custo unitário, em tradução nossa).

Com base em Tisaka (2006), apresenta-se quais seriam essas modalidades de contratos no caso brasileiro: o *lump sum* corresponderia à empreitada por preço global; o *cost-plus-fee* à construção por administração; *unit cost* à empreitada por preços unitários; por fim, o preço máximo garantido mantém-se com o mesmo nome.

Nesse contexto, os contratos *lump sum* são alguns dos mais comumente empregados na construção. Neles, o empreiteiro compromete-se a executar todos os projetos por um preço fixo. No entanto, caso haja omissões e erros nos projetos, plantas e/ou especificações, ordens de mudança nestes últimos podem ocorrer, de forma a desencadear custos extras e atrasos. Já os contratos *unit cost* revelam-se mais utilizados quando o trabalho a ser executado revela-se de difícil mensuração, como no caso das obras de rodovias, com suas movimentações de terra e demais agregados, por exemplo. Dessa forma, precifica-se o custo unitário dos serviços e/ou materiais; entre os riscos dessa abordagem, está a grande variação nas quantidades de materiais, e conseqüentemente, variação nos custos (JACKSON, 2010).

No contrato *cost-plus-fee*, por sua vez, o cliente reembolsa o empreiteiro pelos custos com materiais e mão de obra, somada uma taxa fixa ou percentual do custo. Esse tipo de contrato revela-se ideal quando o escopo do projeto é de difícil definição, ou faz-se necessário iniciar a execução antes da finalização de todos os projetos. Como consequência dessa abordagem, está o risco para o cliente quanto aos custos, os quais terão de ser acompanhados cuidadosamente ao longo de toda obra (JACKSON, 2010).

Por fim, o contrato *guaranteed maximum price* reúne os benefícios do contrato *lump sum* e do *cost-plus-fee*, uma vez que o cliente paga novamente materiais e mão de obra, somada uma taxa fixa ou percentual do custo, mas possui um limite máximo do valor a que o projeto pode chegar. Esse arranjo também permite que a execução inicie-se antes da conclusão dos projetos, bem como permite que clientes e empreiteiros “dividam” os ganhos relativos à redução de custos no caso de não ser atingido o valor máximo da construção, de forma a incentivar o aumento da eficiência por parte do empreiteiro⁵ (JACKSON, 2010).

⁵Por exemplo, caso o preço máximo a ser pago seja de R\$1.000,00, e o projeto foi concluído por R\$800,00, pode ser acordado que 50% da economia será do cliente e 50% do empreiteiro. Dessa forma, o cliente paga R\$900.

Diretamente ligadas às questões contratuais, estão as questões orçamentárias, as quais conectam-se diretamente ao processo de planejamento, o qual será apresentado na próxima subseção.

2.2.3 O processo de planejamento

Conforme apresentado por Azevedo et al. (2011), no Brasil três metodologias para orçamentação se destacam: o Custo Unitário Básico (CUB), o modelo paramétrico de custo e o orçamento detalhado. No presente estudo, entende-se o CUB como índice usado no modelo paramétrico devido a suas características, as quais serão apresentadas a seguir. Acrescenta-se, então, às metodologias paramétrica e detalhada, o orçamento operacional, apresentado por autores como Kern e Formoso (2006).

Nesse contexto, o orçamento paramétrico é descrito por Araújo e Reboledo (2018) como método ideal para estudos de viabilidade ou consulta rápida, visto que para o cálculo da estimativa multiplica-se a área estimada do projeto em metros quadrados (m²) pelos índices, cuja unidade é reais por metro quadrado (R\$/m²). Entre os índices paramétricos mais utilizados no Brasil cita-se o CUB; este é “o custo por metro quadrado de construção do projeto padrão⁶ considerado, calculado de acordo com a metodologia estabelecida (...) pelos sindicatos da Construção Civil” (ABNT, 2006, p. 5).

Conforme aponta Weise et al. (2018), o emprego do CUB não deve substituir o orçamento detalhado. Esse, segundo Goldman (2004) revela-se a mais importante ferramenta para planejamento e acompanhamento dos custos da obra. Para sua elaboração, requer-se o levantamento de todas as quantidades de materiais (comumente chamados somente de “quantitativos”), bem como o dimensionamento das equipes de trabalho, em função dos prazos definidos.

Para que esses dados possam ser devidamente colhidos, reforça-se que todos os projetos devem ter suas especificações e acabamentos definidos. A partir dos levantamentos realizados, define-se, então, a composição de custos e serviços para posterior cálculo do orçamento; as composições de serviço contemplam todos os insumos empregados na execução de determinado serviço (materiais, mão de obra, equipamentos e ferramentas); dessa forma,

⁶“Projetos selecionados para representar os diferentes tipos de edificações (...), definidos por suas principais características: nº de pavimentos; nº de dependências por unidade; áreas equivalentes à área de custo padrão privativas das unidades autônomas; padrão de acabamento da construção; nº total de unidades” (ABNT, 2006, p. 2). Os padrões definidos são Alto, Normal e Baixo e podem ser encontrados na Tabela 2 (ABNT, 2006, p. 25).

multiplica-se o quantitativo levantado pelo custo unitário da composição de serviço e obtém-se o valor final (GOLDMAN, 2004).

Atualmente no Brasil algumas das composições mais empregadas são derivadas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI), elaborado pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE (TISAKA, 2006). Ressalta-se que no contexto das licitações e contratos celebrados por empresas públicas e sociedades de economia mista, o “orçamento de referência do custo global de obras e serviços de engenharia deverá ser obtido a partir de custos unitários de insumos ou serviços menores ou iguais à mediana de seus correspondentes no Sinapi no caso de construção civil em geral” (BRASIL, 2016, art. 31, § 2º). Além disso, as empresas também podem utilizar seus próprios dados de produtividade e rendimento para criação dos bancos de dados para elaboração de orçamentos (JESUS E BARROS, 2011).

No entanto, apesar de amplamente empregadas, as tradicionais metodologias paramétrica e detalhada têm apresentado limitações em função da crescente complexidade dos projetos de construção; entre elas pode-se citar a baixa precisão, o formato voltado a atender principalmente requisitos legais, fiscais e acionários, e a falta de foco gerencial na elaboração dos custos (AZEVEDO et al., 2011).

Em contrapartida, o orçamento operacional busca analisar as operações envolvidas na execução de determinado serviço, ao invés de tão somente analisar os recursos humanos ou materiais envolvidos; em virtude disso, o foco do orçamento torna-se a gestão, de forma que as informações sobre a estratégia de condução da obra, tal qual os projetos, detalhamentos e especificações, devem ser definidos e explicitados previamente (FENATO et al., 2018).

No que tange o efetivo planejamento, tal qual o método de entrega de projeto, a técnica escolhida para elaboração dos cronogramas e programações influencia fortemente no processo como um todo. Nesse contexto, Magalhães, Mello e Bandeira (2018) apresentam as três principais técnicas empregadas atualmente: os diagramas de Gantt (ou gráficos em barras), as redes de precedência (ou cronogramas em rede) e as linhas de balanço.

Já Olivieri, Granja e Picchi (2016) classificam os sistemas de planejamento em dois: *Activity-Based* (AB; baseada em atividades, tradução nossa) e *Location-Based* (LB; baseada na localização, em tradução nossa); segundo os autores, ambos sistemas possuem diversos métodos de planejamento; no entanto, os gráficos de Gantt e os cronogramas de Gantt em geral representam a metodologia AB, enquanto as linhas de balanço identificam-se como sistema LB.

Os diagramas de Gantt foram desenvolvidos por Henry Gantt em 1917 no contexto da produção industrial voltada a atender os esforços da Primeira Guerra Mundial (MAXIMIANO, 2021). Neles, o projeto é seccionado em atividades, as quais são representadas por elementos

gráficos em forma de barra, cuja dimensão representa graficamente a duração da operação (PFAFFENZELLER et al., 2015).

Em geral as atividades do projeto são destrinchadas por meio da ferramenta *Work Breakdown Structure* (WBS; Estrutura Analítica de Projeto, EAP, em tradução nossa) (BAIA, MIRANDA E LUKE, 2014); segundo o “Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos” (guia PMBOK®), a criação da EAP é “o processo de decompor as entregas e o trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis” (PMI, 2017, p. 156).

Os cronogramas em rede, por sua vez, são comumente representados por duas técnicas utilizadas de forma associada: o *Program Evaluation and Review Technique* (PERT; Técnica de Avaliação e Revisão de Programas, em tradução nossa) e o *Critical Path Method* (CPM; Método do Caminho Crítico, em tradução nossa). Por meio do PERT, constrói-se rede em que os círculos ou nós representam eventos, a saber o início ou fim de uma atividade; esses eventos são unidos por meio de setas ou flechas que representam as atividades; logo, para construção da rede é fundamental o conhecimento das relações de dependência/sequenciamento entre as operações, bem como seu respectivo tempo de duração (NERY et al. 2016).

Após a determinação da rede, aplica-se o CPM, por meio do cálculo das estimativas de conclusão de atividades otimistas, mais prováveis e pessimistas; por fim, o caminho crítico corresponderá àquele de maior comprimento, em que houver atividades com os maiores prazos, e onde atrasos acarretam atrasos globais na duração do projeto (SANTOS, 2018).

As linhas de balanço, por fim, compreendem diagramas de quantidade versus tempo: no eixo vertical do gráfico, representa-se a unidade baseada na localização (uma unidade residencial dentro de um condomínio, por exemplo), enquanto no eixo horizontal observa-se o tempo (em dias, por exemplo). Logo, a inclinação da reta representa o ritmo da produção, o qual pode ser dado em apartamentos por dias ou pavimentos por semana, por exemplo; assim, quanto mais vertical a reta, mais acelerada revela-se a execução, ao passo que, quanto mais horizontal, mais lenta. Além disso, um mesmo diagrama pode conter diversas linhas, cada qual representativa de um serviço; nesse contexto, caso duas linhas encontrem-se, observa-se interferência entre dois serviços (GOMES, 2010).

Nesse contexto, apresentam-se algumas das principais considerações acerca dessas três técnicas; segundo Silva et al. (2019), entre as desvantagens dos gráficos de barras está a falta de clareza na representação das relações de dependência e sequenciamento entre atividades, as quais costumam ser conectadas por setas pontilhadas, compostas por linhas retas ou curvas. Em virtude disso, os cronogramas em rede têm maior aceitação entre os agentes da construção.

No entanto, apesar do seu amplo uso, essa metodologia apresenta a desvantagem de não lidar com as restrições de recursos, na medida em que foca intensamente na redução do tempo do projeto como um todo (DAMCI et al., 2020). Além disso, ambas estas metodologias baseiam-se em atividades, ao passo que em obras de caráter altamente repetitivo, como as obras residenciais multifamiliares, o foco da produção costuma ser nas unidades localizadas (apartamentos, por exemplo). Em função disso, os métodos como as linhas de balanço costumam ser recomendados para este último tipo de construção (EMAM, FARRELL E AHMED, 2016).

Além dos métodos e técnicas de orçamentação e planejamento, revela-se de fundamental importância avaliar as ferramentas e *softwares* empregados ao longo desses processos. Entre os mais comumente utilizados está o *Microsoft Excel* devido a seu baixo custo, grande utilização nas empresas do setor da construção, sua interface de fácil utilização, bem como pela possibilidade de criar e modificar dados (CORDEIRO, SÁ, ICHIHARA, 2003).

O *Excel*, no entanto, revela-se programa voltado ao tratamento de dados, de forma que para execução das atividades de planejamento e orçamentação, outros *softwares* específicos estão disponíveis no mercado. No que tange à programação das operações, softwares como o *MS Project* e o Primavera se destacam (SILVA, CRIPPA E SCHEER, 2019); em relação ao gerenciamento de finanças, no Brasil sobressaem-se as ferramentas TOTVS, SAP, MEGA e SIENGE (MAIER, 2019).

Nesse contexto, algumas certificações destinadas à melhoria da qualidade e produtividade destacam-se no contexto do planejamento e execução das atividades da construção. Dentre as certificações mais difundidas no Brasil, pode-se citar a conferida pelo Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC), que integra o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), e tem como objetivo “avaliar a conformidade dos sistemas de gestão da qualidade nas empresas do setor de serviços e obras atuantes na construção civil” (BRASIL, 2021b, p. 7).

A certificação no PBQP-H, conforme citado anteriormente na Situação Problemática, revela-se obrigatória para empresas que utilizam verbas do Governo Federal. Atualmente, a empresa pode ser auditada nos níveis A ou B, em que a principal diferença é a maior exigência de controle de serviços e materiais no Nível A (SANTOS E JUNIOR, 2021). A certificação conferida pelo SiAC via PBQP-H, por sua vez, contempla os mesmos requisitos da certificação ISO 9001, a qual segue os princípios da *International Organization for Standardization (ISO)*, e que no Brasil tem seus requisitos definidos por meio da NBR ISO 9001 (ABNT, 2015b) (DUARTE, BRANCO E GOMES, 2020).

Além das certificações ISO 9001 e do PBQP-H voltadas à qualidade e à produtividade, no Brasil também se sobressaem certificações cujo objetivo revela-se avaliar o impacto ambiental das edificações. Entre elas podem-se citar o Selo Casa Azul, desenvolvido pela Caixa Econômica Federal, e o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED, Liderança em Design de Energia e Meio Ambiente, em tradução nossa), criado pelo criado pelo *United States Green Building Council* (USGBC) (GRÜNBERG, MEDEIROS E TAVARES, 2014).

O Selo Casa Azul evidencia-se por ser o primeiro sistema de classificação voltado à sustentabilidade das construções habitacionais no Brasil, e conta com quatro níveis de certificação: bronze, prata, ouro e diamante (CAIXA..., 2021). O LEED, por sua vez, revela-se certificação internacional e conta também com quatro níveis de certificação: *certified*, *silver*, *gold* e *platinum* (certificado, prata, ouro e platina, em tradução nossa) (CAMPOS, MATOS E BERTINI, 2015).

Além das certificações, outro tema relacionado ao aumento não só da produtividade, como também da qualidade tem recebido grande atenção por parte da academia, mercado e poder público nos últimos anos: o BIM; segundo Oliveira et al. (2020, p. 158), “a tecnologia BIM permite melhorar a análise e o controle dos projetos, oferecendo suporte aos processos e fases durante todo o ciclo de vida da construção”.

Entre os estágios para adoção do BIM, Succar (2010 apud CARMONA E CARVALHO, 2017) apresenta cinco níveis: pré-BIM, Estágio 1, Estágio 2, Estágio 3 e Entrega integrada de projeto/Soluções de design integrado. No Pré-BIM, há grande dependência das representações 2D, enquanto as 3D não são parametrizadas, de forma que os quantitativos não podem ser extraídos dos modelos. No Estágio 1, ocorre a criação do modelo 3D paramétrico unidisciplinar, o qual em geral é empregado para automatizar a geração de vistas, cortes e plantas em 2D; nele, quantitativos básicos, como volume de concreto, já podem ser gerados.

No Estágio 2, inicia-se a participação de outros projetistas na modelagem; pode-se unir a modelagem arquitetônica à estrutural, por exemplo. Já no Estágio 3, a modelagem torna-se multidisciplinar, graças aos servidores centrais ou nuvens que permitem a colaboração simultânea de diversos profissionais. Por fim, na entrega integrada de projeto/soluções de design integrado, ocorre a completa integralização do modelo (SUCCAR, 2010 apud CARMONA E CARVALHO, 2017).

Neste último estágio, as dimensões do BIM superiores ao modelo 3D paramétrico, a saber 4D, 5D, 6D e 7D, correspondem aos modelos integrados, respectivamente, ao planejamento, orçamentação, sustentabilidade, e gestão e manutenção (CHAREF, ALAKA E EMMITT, 2018).

Por fim, entre as técnicas e ferramentas voltadas ao aumento da eficiência no contexto do planejamento das obras de construção civil, destacam-se aquelas advindas da filosofia da produção e construção enxuta e algumas de suas características e referências podem ser vistas no Quadro 1, adaptado e traduzido de Mariz e Picchi (2021).

Quadro 1- Principais práticas enxutas e exemplos de aplicação na construção

Prática enxuta	Exemplos na construção	
	Referência	Contexto de aplicação
Mapeamento de fluxo de valor	Yu et al. (2009), Rosenbaum, Toledo e González (2014)	O mapeamento do fluxo de valor é usado para desenvolver um modelo enxuto para construção de casas
<i>Last Planner System (LPS)</i>	Ballard e Howell (2003) e Formoso and Moura (2009)	LPS é implementado em diferentes tipos de projeto
<i>Andon</i>	Kemmer et al. (2006) e Biotto et al. (2014)	<i>Andon</i> é aplicado na construção de instalações usando dispositivos móveis
<i>Poka-yoke</i>	Santos e Powell (1999) e Tommelein (2008)	Muitos tipos de <i>poka-yoke</i> foram apresentados como exemplos em construção e design
<i>Kanban</i>	Arbulu, Ballard e Harper (2003) e Khalfan et al. (2008)	A adoção do Kanban integra um fornecedor externo
<i>Heijunka</i>	Carneiro et al. (2009) e Barbosa et al. (2013)	Uma caixa <i>Heijunka</i> é aplicada para nivelar a produção de argamassa no local de trabalho
Tempo <i>Takt</i>	Bulhões, Picchi e Granja (2005) e Mariz et al. (2012)	O tempo <i>Takt</i> é adotado para ladrilhos de cerâmica
5s	Tezel and Aziz (2017b)	5S é implementado na construção e manutenção de rodovias
<i>Kaizen</i>	James, Ikuma e Nahmens (2014)	Os eventos <i>Kaizen</i> ocorrem na fabricação residencial modular

Fonte: adaptado de Mariz e Picchi (2021, p. 311, tradução nossa).

Diante do exposto, observa-se que as práticas enxutas na construção contemplam ferramentas da qualidade, produção, gestão e gerenciamento de projetos. Essas revelam-se essenciais e vitais para melhoria dos processos organizacionais, bem como para melhoria do desempenho em critérios de custo e tempo.

3 MÉTODOS

Nesta seção serão apresentados o enquadramento metodológico, bem como as principais etapas da pesquisa.

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

No Quadro 2 a seguir, apresenta-se o enquadramento metodológico desta dissertação.

Quadro 2 - Enquadramento metodológico do projeto de dissertação

Critério	Enquadramento
Natureza	Aplicada
Abordagem	Qualitativa Quantitativa
Objetivos	Exploratória
Procedimentos técnicos	Teórico/conceitual Levantamento tipo <i>Survey</i>

Fonte: a autora.

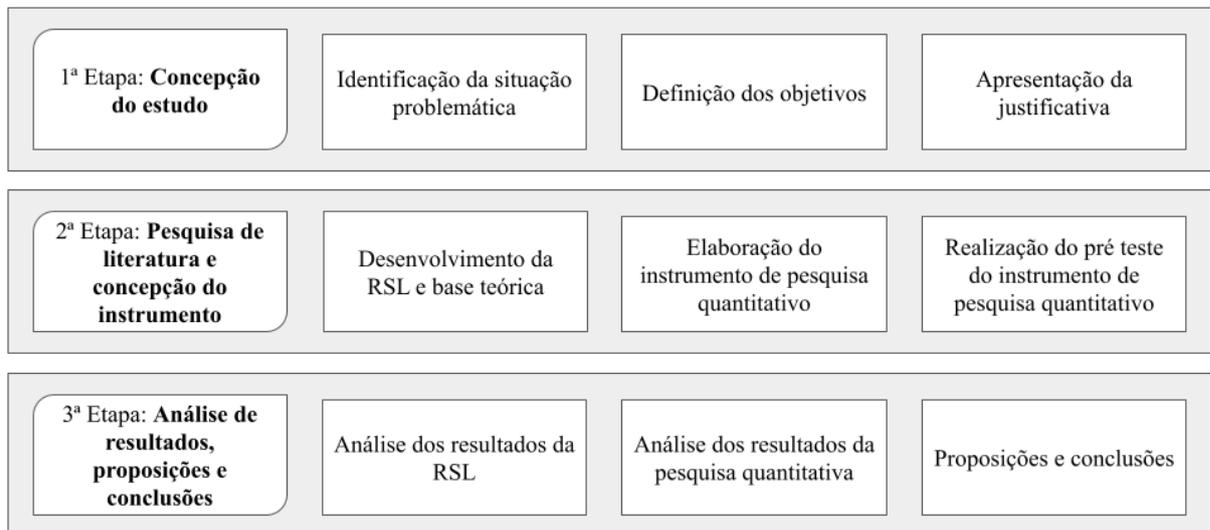
O presente estudo classifica-se como aplicado quanto à sua natureza devido à sua preocupação em solucionar problemática recorrente no setor da construção civil brasileira. (GIL, 2007). Quanto à sua abordagem, a dissertação classifica-se como qualitativa e quantitativa, uma vez que se realiza, respectivamente, Revisão Sistemática de Literatura e a pesquisa com instrumento estruturado; essa primeira, a RSL, enquadra-se como procedimento teórico/conceitual, enquanto a pesquisa caracteriza-se como levantamento de dados tipo *survey*. Nesse contexto, essa última tem objetivo exploratório na medida em que as variáveis de interesse serão melhor compreendidas a partir do presente estudo (MIGUEL et al., 2012).

3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A fim de atingir os objetivos propostos, a dissertação estruturou-se em etapas conforme apresentado na Figura 2 a seguir. Inicialmente, na fase de qualificação do projeto, realizaram-se as atividades constantes na fase de concepção do estudo, bem como foram concluídas as atividades de desenvolvimento da RSL e base teórica, elaboração do instrumento de pesquisa quantitativo (inclusas na segunda etapa), e análise dos resultados da RSL (inclusa na terceira

etapa). As demais atividades foram realizadas após a qualificação do projeto: a realização do pré-teste do instrumento de pesquisa quantitativo (inclusa na segunda etapa), a análise dos resultados da pesquisa quantitativa, e proposições e conclusões (inclusa na terceira etapa).

Figura 2 - Etapas da pesquisa



Fonte: a autora.

Nesse contexto, a concepção do estudo iniciou-se pela identificação da situação problemática, a saber os perenes atrasos e custos extras nas obras de construção civil no Brasil. A partir disso, buscou-se compreender a extensão dos mesmos, bem como as iniciativas já tomadas pelo poder público, empresas e academia para mitigá-los, a fim de que os objetivos do presente estudo pudessem atender as lacunas do conhecimento atual. Por fim, apresentou-se a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa. A partir disso, iniciou-se a pesquisa de literatura da dissertação.

3.2.1 Pesquisa qualitativa: Revisão Sistemática de Literatura - RSL

Gebrehiwet e Luo (2017) afirmam que o sucesso do projeto de construção depende de sua compleição não só dentro do cronograma e orçamento previstos, como também de acordo com as especificações e com a obtenção da satisfação das partes interessadas. Nesta mesma linha de raciocínio, Asiedu e Alfen (2016) declaram que o desempenho dos custos e do tempo

são os dois critérios mais visíveis e significativos para mensurar a performance de determinado projeto de construção.

Apesar da importância desses fatores, estouros de orçamento e atrasos são comuns à construção a nível global, de forma que, de países emergentes a economias já desenvolvidas, compreender e descobrir estratégias para mitigar esses problemas consistem em alguns dos principais desafios dos agentes ligados ao setor (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013). No entanto, apesar da grande quantidade de estudos acerca desse assunto, atrasos nos cronogramas e custos extras continuam problemas perenes na indústria da construção (EIZAKSHIRI, CHAN E EMSLEY, 2011). Percebe-se, então, a necessidade de compreender os motivos pelos quais essas adversidades permanecem não superadas.

Dessa forma, optou-se por iniciar a pesquisa de literatura do presente estudo com uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), a fim de observar o estado da arte das pesquisas acerca do assunto, bem como para responder a algumas perguntas específicas, as quais serão apresentadas na sequência nesta seção. Nesse contexto, elegeu-se a RSL para essa busca visto que, segundo Sampaio e Mancini (2007), esta revela-se uma das melhores ferramentas para levantamento de evidências de forma estruturada, clara e passível de reprodução. Na Figura 3, o protocolo da RSL do presente estudo, adaptado desses autores.

Figura 3 - Protocolo da RSL

1. Definir a pergunta científica
2. Identificar as bases de dados, definir palavras-chave e estratégias de busca
3. Estabelecer critérios para seleção dos artigos a partir da busca
4. Conduzir busca nas bases de de dados sob a estratégia definida, e aplicar os critérios na seleção dos artigos justificando as exclusões
5. Analisar criticamente e avaliar todos os estudos que permaneceram na revisão
6. Construir um resumo crítico, sintetizando as informações
7. Desenvolver uma conclusão, evidenciando as respostas à pergunta científica

Fonte: Adaptado de Sampaio e Mancini (2007).

Nesse contexto, por meio da RSL, objetivou-se responder a seguinte pergunta: “quais são as principais causas de atrasos e custos extras em obras de construção civil?” Para tanto,

elegeram-se as bases de dados Scopus e Web of Science (WOS) e as palavras-chave *construction*, *cost**, *delay**, *overrun**, *time* (construção, custo, atraso, estouro, tempo, em tradução nossa) ligadas pelo operador booleano *and* (e, em tradução nossa). Já nos critérios de inclusão, optou-se por incluir artigos de periódicos, revisões, estudos publicados em congressos e aqueles classificados como *early access* na plataforma WOS. Os idiomas incluídos foram o inglês, o espanhol e o português.

Para a definição do período de busca, procurou-se avaliar a evolução das publicações ao longo do tempo em ambas as bases de dados; assim, verificou-se que em ambas as bases mais de 70% dos estudos foram lançados nos últimos 10 anos; soma-se a isso a presente necessidade de realização de estudo atual, de forma que se optou, então, por definir o período de busca como de janeiro de 2010 a dezembro de 2020.

Já nos critérios de exclusão, além da remoção dos artigos duplicados, também se removeram os artigos que não abordavam obras de construção civil (a exemplo de obras de infraestrutura, como estradas, túneis, pontes, oleodutos, gasodutos, etc.). Em relação aos artigos duplicados, ressalta-se que há dois tipos: artigos duplicados por constarem em ambas as bases de dados, e os artigos que foram publicados tanto em periódicos, quanto em congressos; no caso do segundo tipo, excluíram-se os artigos publicados em congresso.

Para auxiliar nesse processo, utilizaram-se algumas ferramentas do gerenciador de referências Zotero. Para remoção de duplicatas, empregou-se a ferramenta de mescla, e para retirada dos artigos não ligados à construção civil utilizou-se a ferramenta de notas. Nesse último caso, todos trechos do título ou resumo do artigo que justificassem sua exclusão foram devidamente registrados. Ressalta-se aqui uma das limitações do presente estudo: após as exclusões, alguns estudos pertencentes à amostra não puderam ser avaliados, visto que não foi possível acessar sua versão na íntegra; tais estudos corresponderam a aproximadamente 12% da amostra.

Para análise dos estudos e construção do resumo crítico, realizaram-se análises bibliométricas, a fim de melhor compreender as temáticas abordadas pelos estudos, e análises de frequência simples e cálculo do índice de importância (*I*), para a elaboração dos rankings com as principais causas de atrasos e custos extras. As análises bibliométricas foram realizadas com auxílio do *software* VOSviewer, ferramenta que permite construir e visualizar redes bibliométricas. Entre as informações que podem ser analisadas pela ferramenta estão a frequência de ocorrência de palavras-chave dos estudos, bem como a frequência de autoria dos mesmos.

Já para elaboração dos rankings com as principais causas de atraso e custos extras, adaptou-se a metodologia do índice de importância (I), tal qual apresentado por Assaf, Al-Khalil e Al-Hazmi (1995). A equação empregada no cálculo por ser vista a seguir na Equação 1; nela a_i representa a constante correspondente ao peso de cada resposta, em que $a_i = 10,9,8,7,6,5,4,3,2,1$, para $i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$; já x_i representa a frequência das respostas, em que i varia de 1 a 10.

Equação 1 - Índice de importância (I)

$$(I) = \sum_{i=1}^{10} \frac{a_i x_i}{10}$$

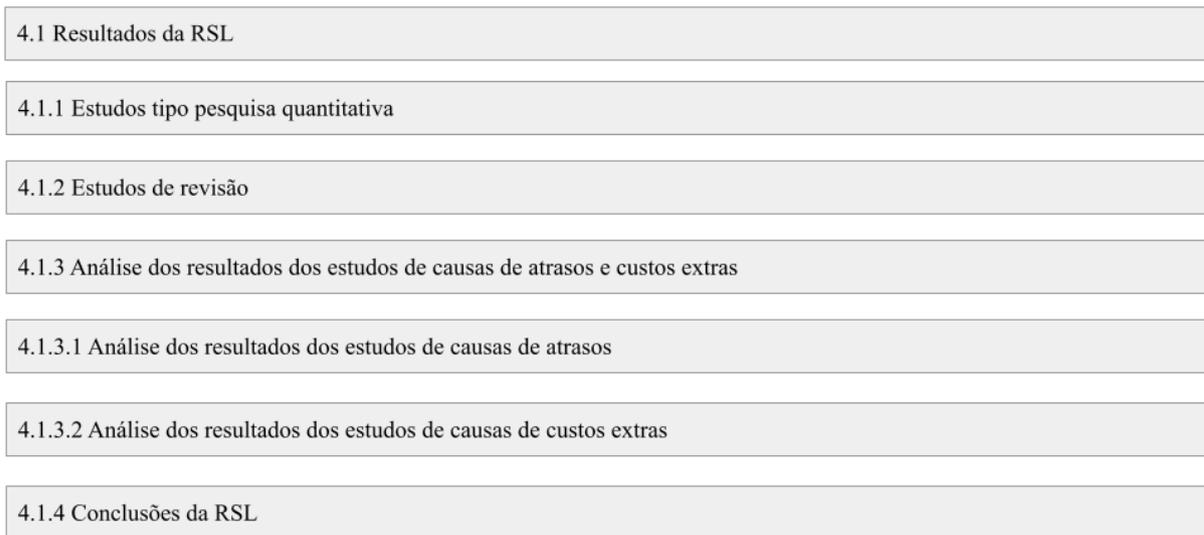
Fonte: adaptado de Assaf, Al-Khalil e Al-Hazmi (1995).

Ainda para análise dos dados, realizou-se análise de correspondência; essa, segundo Santos, Vicini e Souza (2020), revela-se técnica estatística de caráter exploratório, e se destina à geração hipóteses. Por meio dela, torna-se possível visualizar as relações entre variáveis com dados categóricos, dispostas em tabelas de contingência (GONÇALVES, PASSOS E BIEDRZYCKI, 2008). Uma vez que o presente trabalho possui diversas causas de atrasos ordenadas em diferentes posições de importância nos rankings dos estudos de referência, optou-se por esta análise em função da possibilidade de verificar o nível de associação entre causas ou grupo de causas, a determinadas posições nos rankings.

Para tanto, realizou-se o teste do qui-quadrado (χ^2), em que se definem duas hipóteses a serem verificadas: a hipótese nula (H_0), em que a variável que se encontra na linha da tabela de contingência independe da variável da coluna; e a hipótese alternativa (H_1), a qual indica a associação entre as variáveis da tabela. Para verificar essas hipóteses, revela-se necessário definir o nível de significância, o qual indicará o risco de rejeitar uma hipótese verdadeira. Em geral o valor adotado em pesquisas é de 5%, o qual indica confiabilidade de 95%; dessa forma, caso o valor de χ^2 seja inferior a 0,05, rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa (TAVARES, 2007). No presente estudo, convencionou-se o nível de significância de 5%, bem como utilizou-se o *software Microsoft Excel* para realização dos cálculos.

Por fim, definiu-se fluxograma para apresentação dos resultados das etapas 5 a 7 do protocolo da RSL (ver Figura 3), o qual pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma de apresentação dos resultados



Fonte: a autora.

A partir dos resultados da RSL, em que se observam as principais causas de atrasos e custos extras, os quais podem ser observados nos Quadros 3 e 7 da seção de Resultados, pode-se conduzir novas buscas de literatura para a construção da base teórica do estudo.

3.2.2 Pesquisa Quantitativa

A partir dos resultados da RSL, em que se observaram as principais causas de atrasos e custos extras na literatura internacional, bem como o contexto e os principais processos organizacionais das empresas de construção civil, verificou-se a necessidade de avaliar a percepção das construtoras brasileiras acerca das principais causas de atrasos e custos extras, a fim de validar nacionalmente os resultados da RSL.

Além disso, também se mostrou pertinente avaliar o desempenho das obras de construção civil brasileiras, e mensurar de que forma as características do empreendimento e as decisões relativas a processos organizacionais correlacionam-se à performance quanto aos critérios de tempo e custos das obras da construção civil no Brasil.

Dada essa necessidade de avaliação e mensuração, elegeu-se a abordagem quantitativa para essa etapa da pesquisa; dentre os instrumentos disponíveis, optou-se pelo levantamento tipo *survey*, também conhecido como pesquisa de avaliação, com o questionário estruturado como instrumento para coleta dos dados, os quais são em sua maioria qualitativos (ordinais e nominais), e também quantitativos (contínuos) (MIGUEL et al., 2012).

A *survey* pode ainda ser classificada como exploratória, uma vez que o objetivo da mesma revela-se descobrir novas possibilidades para mitigar e minimizar atrasos e custos extras, bem como identificar conceitos sobre a influência dos processos organizacionais no desempenho em termos de custos e tempo (FREITAS et al. 2000).

O cenário do presente estudo, por sua vez, revela-se composto por empresas nacionais que tenham executado e concluído obras de construção civil com fins habitacionais, institucionais, educacionais, industriais leves, comerciais, sociais e/ou recreativos nos últimos cinco anos. Nesse contexto, segundo a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) realizada pelo IBGE (2019), atualmente existem mais de 125 mil empresas ativas de construção no Brasil.

Dado o grande tamanho da população, optou-se por aplicar os questionários junto a empresas que pertencem a associações, sindicatos e câmaras ligadas à construção civil, por meio de formulários da plataforma do Google, o Google Drive, enviados por e-mail ou LinkedIn às empresas. Reforça-se que o questionário passou por pré-testes com especialistas do mercado e academia antes de serem enviados aos respondentes finais, a fim de que sugestões de melhorias possam ser colhidas previamente.

A fim de calcular o tamanho da amostra, definiu-se protocolo conforme apresentado por Costa (2017); entre os parâmetros para o cálculo estão o tamanho da população (N), o grau de confiança (a partir do qual se calcula o desvio do valor médio, Z), a margem de erro máxima admitida (e), e a proporção amostral esperada (p).

Assim, no presente estudo, a população definida foi de 125.000 empresas de construção, o grau de confiança de 95% (e conseqüente valor Z de 1,96), a margem de erro de 5%, e a proporção amostral esperada de 50%; ressalta-se que este último valor, da proporção amostral é desconhecido, de forma que se optou pela utilização de 50% a fim de que obtenha-se o maior número possível para amostra. A seguir, a Equação 2 que apresenta o tamanho da amostra (n) calculado de 383 empresas.

Equação 2 - Cálculo do tamanho da amostra

$$n = \frac{[N \times Z^2 \times p \times (1 - p)]}{\{[Z^2 \times p \times (1 - p)] + [e^2 \times (N - 1)]\}}$$

Fonte: Costa (2017, p. 25).

Em relação à estrutura do questionário (apêndice A), este revela-se composto por 55 perguntas, divididas em quatro seções, com o objetivo de mensurar e correlacionar a influência das decisões relativas a processos organizacionais no desempenho quanto aos critérios de tempo e custos das obras da construção civil no Brasil, bem como avaliar a percepção nacional acerca das principais causas de atrasos relatadas na literatura internacional.

Na primeira seção, composta de sete perguntas, questiona-se acerca das características da empresa participante do estudo: estado da sede da empresa, órgãos de classe dos quais a empresa faz parte (associações, sindicatos câmaras...), instituições de ensino com as quais a empresa tenha vínculo ou parceria, tempo de atuação da empresa no mercado, as áreas de atuação da empresa, bem como seu número de funcionários e faturamento anual bruto, a fim de analisar o porte da mesma. Além disso, questiona-se também o nome da empresa, o qual não será divulgado nos resultados.

Na segunda seção, em sete das 11 perguntas questiona-se acerca das principais características da obra executada pela empresa nos últimos cinco anos: fins (habitacionais, institucionais, educacionais, industriais leves, comerciais, sociais e recreativos), breve descrição (número de pavimentos e outras principais características), padrão (alto, normal ou baixo), tamanho (em metros quadrados), estado e cidade da obra, origem dos recursos (públicos, privados ou públicos e privados) e certificações (de qualidade, produtividade ou sustentabilidade).

Conforme será visto nos resultados da RSL nas próximas seções da presente dissertação, a maioria dos estudos sobre a percepção de atrasos e custos extras se endereça aos principais agentes envolvidos na construção civil, e não identifica as características das obras em que esses mesmos profissionais atuam ou atuaram. Em virtude disso, a comparação de resultados entre os diferentes estudos torna-se mais precária, uma vez que não se conhecem as características dos projetos, nem de que forma elas podem influenciar nos atrasos e custos extras.

Na contramão da maioria dos estudos, está o artigo de Shehu, Endut e Akintoye (2014), os quais conduziram análise com os dados de 150 projetos executados na Malásia a fim de compreender a influência do tipo de financiamento, sistema de licitação e gerenciamento, entre outros fatores, no tempo de compleição de obras de construção. Frente a isso, no presente estudo optou-se por analisar as características tanto das empresas quanto dos empreendimentos executados por elas, a fim de tecer hipóteses acerca da correlação entre essas propriedades, e o desempenho das obras em termos de tempo e custos.

Na sequência, ainda na segunda seção, questiona-se acerca do orçamento e cronograma previstos e realizados da obra em questão, em quatro perguntas. Estas revelam-se de

fundamental importância no presente estudo por dois principais motivos: primeiramente, permitirão a criação de banco de dados sobre os atrasos e custos extras nas obras de construção civil brasileira, informações essas que, conforme visto na seção da situação problemática do presente estudo, são escassas e de difícil obtenção. Além disso, esses dados - associados aos dados coletados de características das obras e das empresas - permitirão traçar hipóteses sobre quais delas estão mais sujeitas à ocorrência desses problemas.

A terceira seção, por sua vez, composta por 27 perguntas, indaga sobre o perfil do respondente, bem como sobre a sua percepção acerca das principais causas de atrasos e custos extras nas obras de construção civil brasileira. Esta seção revela-se bastante similar aos estudos do mesmo gênero conduzidos internacionalmente, e tem como objetivo validar nacionalmente as principais causas da referida problemática.

Destaca-se que as quatro primeiras perguntas referem-se ao perfil do respondente (cargo, nível de escolaridade, formação e tempo de atuação no mercado), e as demais 23 perguntas relacionam-se às principais causas de atrasos e custos extras identificadas a partir dos resultados da RSL do presente estudo. Essas últimas devem ser respondidas com base em escala de 5 pontos, enquanto as perguntas sobre o perfil são de múltipla escolha e abertas.

A quarta seção, por fim, composta por 10 perguntas de múltipla escolha, questiona acerca de algumas das principais decisões tomadas no contexto dos processos organizacionais da obra de construção civil, bem como indaga acerca das ferramentas empregadas na programação, controle de custos e de produção, e pergunta se há utilização de ferramentas e/ou técnicas voltadas ao aumento da eficiência.

Ressalta-se que as perguntas desta seção foram elaboradas a partir das principais causas de atrasos e custos extras identificadas na RSL do presente estudo, as quais podem ser observadas nos Quadros 3 e 7 da seção de Resultados. A partir das respostas a essas últimas perguntas, espera-se analisar de que forma as decisões por determinadas metodologias de entrega de projeto, contratos, planejamento e orçamentação, e ferramentas para programação e controle da obra influenciam no desempenho das obras em termos de tempo e custos.

Em relação à aplicação, o instrumento quantitativo do presente estudo obteve 100 respostas no seu período de aproximadamente 3 meses de aplicação, de 2 de março de 2022 a 27 de maio de 2022. O número, infelizmente, foi inferior ao desejado no cálculo da amostra ($n = 383$). Entre as razões para a dificuldade de aplicação estão a longa estrutura do questionário (101 perguntas a serem respondidas ao total), e a falta de apoio na divulgação do questionário por parte de sindicatos e demais órgão de classe. Entre os motivos apresentados pelos órgãos que não auxiliaram na promoção da pesquisa, estava a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Para análise dos dados da primeira, segunda e quarta seção foram realizadas análises descritivas e de correspondência; essa primeira tem como objetivo resumir as principais características de determinado conjunto de dados; para tanto, calcularam-se medidas de posição e dispersão, tais como média, desvio padrão e coeficiente de variação, e apresentam-se os resultados por meio de tabelas, gráficos e resumos numéricos (GUIMARÃES, 2008). Para as análises de correspondência, adotou-se novamente o nível de significância de 5%, o qual indica confiabilidade de 95%.

Já na análise dos dados da terceira seção, sobre a percepção sobre as causas de atrasos e custos extras, compilaram-se os rankings das principais causas com auxílio do *Relative Importance Index* (RII, Índice de Importância Relativa), um dos índices mais utilizados em estudos tipo *survey*, conforme evidenciado pela RSL. Para tanto, realizou-se o somatório dos valores atribuídos por cada respondente para cada uma das causas (W), e dividiu-se pelo valor máximo definido na escala Likert (A), multiplicado pelo número total de respostas (N). A seguir, a Equação 3 que apresenta a equação.

Equação 3 - Cálculo do *Relative Importance Index* (RII)

$$RII = \frac{\Sigma W}{(A \times N)}$$

Fonte: Subramani, Prabhu e Dey (2016, p. 664).

Além disso, realizaram-se também análises do coeficiente de Spearman de correlação de ordem de classificação, para verificar o grau de concordância entre as percepções de diferentes respondentes baseado no ranking calculado pelo RII; esse, segundo Asiedu e Alfen (2015), consiste em teste estatístico de classificação não paramétrico, e não demanda a suposição de normalidade ou homogeneidade de variância para sua utilização. No presente estudo, o mesmo foi calculado com auxílio do *software* Statistica, e o nível de significância adotado foi o mesmo das análises de correspondência, de 5%.

Ainda em relação à terceira seção, elenca-se a realização de análise fatorial; segundo Hair (2009), essa técnica pode ser empregada para investigar relações latentes entre grande número de variáveis, a fim de resumi-las em número menor de fatores ou componentes. Para extração dos fatores, optou-se pela Análise de Componentes Principais (ACP) na qual definiu-se como 1 o valor mínimo dos autovalores, e, a partir disso, as variáveis cujas cargas fatoriais fossem superiores a 0,58. Nas análises similares realizadas por Yap, Chow e Shavarebi (2019)

e Carvalho et al. (2021), também extraíram os fatores pela ACP, e selecionaram-se as variáveis cujas cargas fatoriais eram superiores a 0,5; já no presente estudo, optou-se por elevar esse valor a fim de que as análises tivessem maior qualidade.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

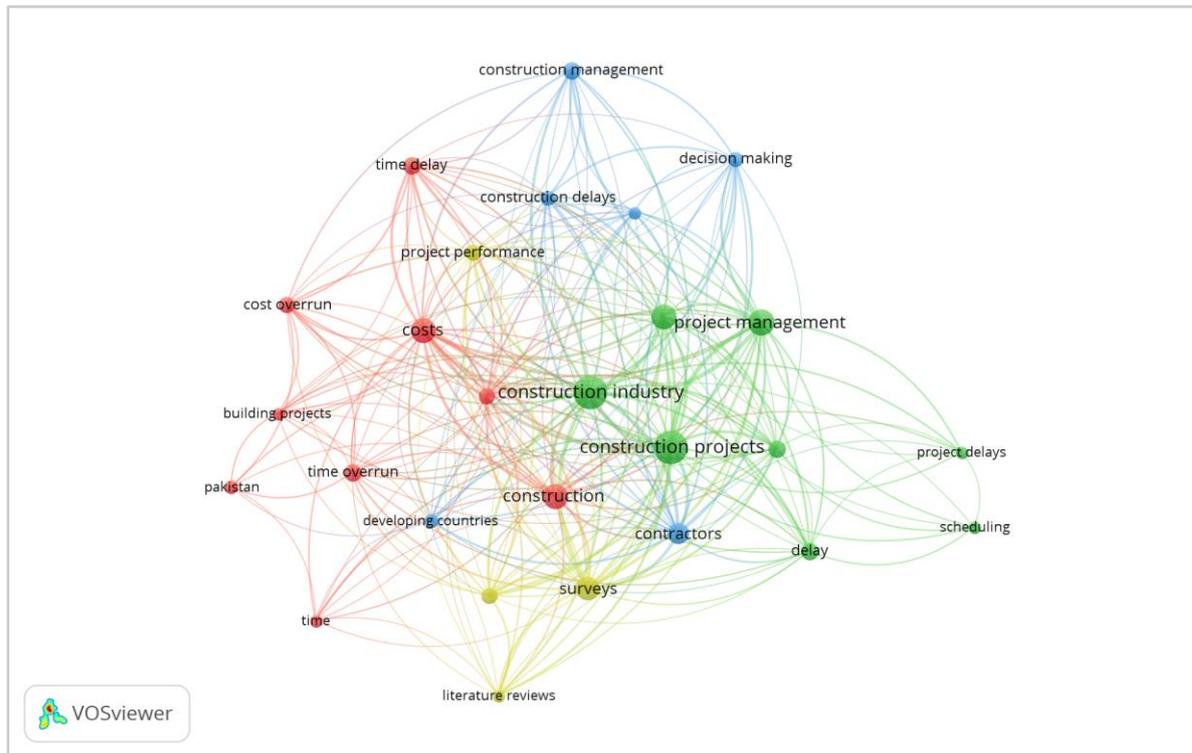
Nesta seção serão apresentados os resultados da terceira etapa do estudo, a saber os resultados da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), e da *survey* realizada com construtoras brasileiras. Por fim, apresentam-se as proposições, por meio de *framework* para mensuração e melhoria do desempenho organizacional.

4.1 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Aplicados os critérios de escolha e exclusão definidos no protocolo apresentado na Figura 3 do presente estudo, percebeu-se que os estudos selecionados para RSL possuíam objetivos e metodologias distintos entre si, de forma que a classificação dos mesmos revelou-se altamente necessária, a fim de que as análises e comparações fossem adequadamente realizadas. Dessa forma, dividiram-se os estudos em duas grandes categorias: a primeira delas apresenta 121 estudos que investigam as causas para os diversos problemas que culminam em atrasos e custos extras; já a segunda amostra contém 109 trabalhos que apresentam e detalham alguma técnica gerencial ou processo da construção civil voltado a minimizar os referidos problemas.

Na Figura 5, a seguir, podem-se observar os resultados da análise bibliométrica conduzida com auxílio do software *VosViewer* para as palavras-chave da categoria de causas que se repetiram cinco vezes na amostra.

Figura 5 - Rede bibliométrica dos estudos relacionados às causas de atrasos e custos extras



Fonte: a autora.

A partir da Figura 5 podem ser extraídas algumas informações acerca da amostra de estudos analisada: na rede em vermelho, aparecem reunidas combinações das palavras-chave empregadas na busca da RSL (“*cost/custo*”, “*time/tempo*”, “*delay/atraso*”, “*overrun/estouro*”, “*construction/construção*”), associadas ao termo “Paquistão”; em breve, na análise dos países em que mais estudos foram realizados esse país figurará novamente na lista. Já em relação à rede em amarelo, aparecem os dois principais tipos de estudos constantes na amostra: revisões de literatura e pesquisas, essas últimas de caráter quantitativo, como será visto adiante no presente trabalho.

Em relação às redes em verde e azul, percebem-se outras duas temáticas de destaque, respectivamente: a gestão de projetos (YAP E CHOW, 2020), ligada a assuntos como programação (HEGAZY, SAID E KASSAB, 2011) e atrasos (RAOUF E AL-GHAMDI, 2019); e a temática de tomada de decisão (MARITZ E PRINSLOO, 2016), vinculada aos temas de gerenciamento (SENOUCI E MUBARAK, 2016), países em desenvolvimento e empreiteiros (RAI, JAGANNATHAN E DELHI, 2021).

Realizada esta primeira análise, observou-se que os estudos constantes na categoria de revisões de literatura e pesquisas possuíam finalidades distintas entre si: enquanto alguns

objetivavam analisar causas, efeitos e formas de remediar atrasos e custos extras, outros buscavam investigar áreas, atividades e/ou problemas específicos da construção que acarretam atrasos e custos extras, tais como gestão de suprimentos, processo de licitação, disputas, conflitos judiciais, retrabalho e ordens de mudança.

Semelhante observação também foi feita no estudo de RSL elaborado por Sepasgozar et al. (2019). Ao conduzir sua busca por trabalhos relacionados a causas e efeitos de atrasos na indústria da construção, os autores depararam-se com três grupos de estudos: o primeiro grupo com investigações acerca das causas, efeitos e estratégias de mitigação de atrasos; o segundo grupo com análises de atrasos ocasionados por um fator em especial; e o último grupo contemplando métodos e/ou modelos para identificar, classificar e estimar atrasos.

No entanto, na presente revisão, essa última categoria de estudos (a qual contempla métodos e/ou modelos de identificação, classificação e estimativa de atrasos) não foi encontrada em número expressivo. Em contrapartida, encontraram-se estudos com investigações acerca dos fatores que contribuem de forma positiva para a melhoria da produtividade da construção civil. Em virtude da observação dessas três categorias de trabalhos, iniciou-se a segunda rodada de classificação, cujas evidências podem ser vistas a seguir na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação dos artigos com foco em causas

(continua)

Foco de estudo	Quantidade de estudos
A.Causas, efeitos e estratégias de mitigação	66
Atrasos	39
Atrasos e custos extras	19
Custos extras	8
B.Fatores de melhoria de performance	11
Eficiência/produtividade/performance	11
C.Demais fatores geradores de atrasos e custos extras	29
Recursos/suprimentos/materiais	5
Licitação/finanças	4
Reivindicações/conflitos	4
Risco	4
Ordens de mudança	3
Retrabalho	3
Restrições	2
Absenteísmo/rotatividade	1
Condições diferentes do local	1
Segurança	1

Tabela 1 - Classificação do foco de estudo dos artigos de causas

(continuação)

Foco de estudo	Quantidade de estudos
C.Demais fatores geradores de atrasos e custos extras	29
Sustentabilidade	1
Total	106

Fonte: a autora.

Ressalta-se ainda que além dos 106 estudos constantes na Tabela 1, outros 15 artigos integravam a amostra inicial; no entanto, como não foi possível acessar o texto integral dos mesmos, sua classificação também não pode ser realizada, conforme exposto na seção de Metodologia do presente estudo.

Dada a pergunta a ser respondida pela RSL (“quais são as principais causas de atrasos e custos extras na construção civil?”), optou-se por iniciar a análise dos estudos pela categoria A (Causas, efeitos e estratégias de mitigação). Nesse contexto, em decorrência das diferenças metodológicas dos estudos constantes nesta categoria, decidiu-se sub classificar-los a fim de que os resultados pudessem ser comparados com maior precisão. Ressalta-se que Zidane e Andersen (2018) confirmam a necessidade de examinar a metodologia dos estudos; segundo os autores, a não realização dessa atividade revelou-se uma das limitações observadas em seu próprio artigo de revisão. O resultado desse processo pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Metodologia dos estudos da Categoria A

Metodologia de estudo	Quantidade de estudos	Percentual
Atrasos	39	59%
Revisão	8	12%
Pesquisa quantitativa	24	36%
Outros	7	11%
Atrasos e custos extras	19	29%
Revisão	1	2%
Pesquisa quantitativa	9	14%
Outros	9	14%
Custos extras	8	12%
Revisão	1	2%
Pesquisa quantitativa	7	11%
Total	66	100%

Fonte: a autora.

Observa-se, portanto, que os estudos do tipo pesquisa quantitativa foram os mais numerosos (61% da categoria A). Esses estudos empregaram métodos quantitativos de pesquisa, e tiveram como principal instrumento de coleta de dados o questionário semiestruturado endereçado a agentes do setor da construção civil. Salienta-se que essa distribuição metodológica revela-se muito usual nos estudos sobre investigação de causas de estouros de custos e cronogramas (SEPASGOZAR et al., 2019).

Já os estudos do tipo revisão realizaram algum tipo de revisão de literatura (sistemática ou não). Os demais classificados como outros, empregaram algum outro método qualitativo, com protocolos de pesquisa como grupos de focos, entrevistas, e estudos de caso. A seguir, apresentam-se as evidências das pesquisas quantitativas.

4.1.1 Pesquisas quantitativas: tipos de estudos

Realizadas as referidas classificações apresentadas na Tabela 2, compilaram-se as principais características e resultados dos estudos tipo pesquisa quantitativa conforme a sua metodologia. A seguir, na Tabela 3, a síntese dos estudos tipo pesquisa quantitativa.

Tabela 3 - Características dos estudos tipo pesquisa quantitativa

Características	Resultados	Quantidade de estudos
País	1º lugar: Paquistão	6
	2º lugar: Índia e Malásia	5 cada
	3º lugar: Gana	4
	4º lugar: Irã	3
	5º lugar: Emirados Árabes Unidos e Omã	2 cada
	6º lugar: África do Sul, Arábia Saudita, Dinamarca, Etiópia, Faixa de Gaza, Indonésia, Iraque, Israel, Nigéria, Noruega, Portugal, Turquia e Uganda	1 cada
	Financiamento	Não definido
Público		8
Privado e público		4
Privado		2
Setor, conforme Halpin e Senior (2011)	Não definido	20
	Construção civil	11
	Construção em geral	9
Finalidade	Não definido	21
	Diversos	10
	Habitacional	4
	Edificações	2
	Educacional	2
	Governmental	1

Fonte: a autora.

A partir da análise das evidências da Tabela 3, percebe-se que todos os estudos do tipo pesquisa quantitativa desta RSL têm caráter local, uma vez que analisam a problemática de estouros de custos e cronogramas em alguma região ou país específico. Uma das razões para explicar esse fenômeno revela-se o caráter quantitativo dos estudos, visto que a realização de pesquisas internacionais - a depender do subsetor da construção escolhido - requereria mais tempo, maior número de pesquisadores, maiores custos, assim como demandaria rede ou parcerias entre as empresas do setor para aplicação.

Além disso, a pesquisa regional ou nacional permite avaliar idiossincrasias da construção em cada área. Um exemplo são as pesquisas realizadas em locais com existência e/ou histórico de conflitos, como o Iraque ou a Faixa de Gaza, em que medidas de segurança, ataques e fechamento de fronteiras figuram entre as principais causas para atrasos (BEKR, 2015; ENSHASSI, KUMARASWAMY E AL-NAJJAR, 2010).

Outro ponto interessante de observação revela-se a condição socioeconômica dos países em que são realizadas as pesquisas. Segundo dados da RSL de Durdiev e Hosseini (2020), entre os 10 países que mais contribuíram para o arcabouço da pesquisa sobre causas de atrasos, nações em desenvolvimento tais como Malásia, Índia e Taiwan são predominantes. Conforme afirmam outros autores, isso se deve ao fato de algumas das condições que levam a problemática de estouros de custos e cronogramas serem próprias a países em desenvolvimento, o que incentiva pesquisadores dessas regiões a conduzir estudos de caráter local (YAP, CHOW E SHAVAREBI, 2019).

Em relação às demais características, percebe-se que ao menos metade dos estudos não especifica algum dos atributos elencados (financiamento, setor e finalidade das obras analisadas). Essas evidências revelam cenário bastante problemático por dois motivos: o primeiro e mais evidente deles é que se torna mais difícil comparar os resultados de diferentes estudos, uma vez que não se conhecem as características das construções analisadas.

Já o segundo problema revela-se a impossibilidade de identificar se e de que forma as características dos projetos influenciam os estouros de orçamento e cronograma. No que tange o financiamento, observa-se ainda padrão semelhante ao identificado nas pesquisas nacionais acerca dessa problemática: poucos dados relacionados ao setor privado; esses resultados podem ser explicados em parte pela obrigatoriedade da transparência de informações nas obras públicas, a qual garante aos pesquisadores mais dados para estudos.

Na contramão da maioria dessas pesquisas quantitativas, os autores Shehu, Endut e Akintoye (2014) conduziram estudo com os dados de 150 projetos executados na Malásia a fim de compreender a influência do tipo de financiamento, sistema de licitação e gerenciamento,

entre outros fatores, no tempo de compleição de obras de construção. Nesse contexto, alguns dos resultados do estudo afirmam que projetos do setor público estão mais propensos a atrasos que aqueles do setor privado, e que projetos de reforma em geral apresentam performance de cronograma melhor que construções novas. Na Tabela 4, a seguir, apresentam-se as características metodológicas dos estudos quantitativos.

Tabela 4 - Características metodológicas dos estudos tipo pesquisa quantitativa

Características	Resultados	Quantidade de estudos
Público alvo	1º lugar: cliente, consultor e empreiteiro	23
	2º lugar: consultor e empreiteiro	3
	3º lugar: empreiteiro, gerentes de projeto e consultor; empreiteiro; gerentes de projeto	2 cada
	Demais: combinação dos públicos mencionados anteriormente	
Amostra	Média da amostra: 180 participantes	-
	Percentual médio de participação: 63%	-
Escala	Escala Likert de 1 a 5	16
	Escala de 1 a 5	11
	Demais: escalas Likert de 0 a 3, e 0 a 4, bem como 0 a 4, 1 a 4, ou não informado	13
Índice de ranqueamento	1º lugar: <i>Relative Importance Index</i> (RII, índice de importância relativa, em tradução nossa)	17
	2º lugar: <i>Mean Score</i> (pontuação média, em tradução nossa)	9
	3º lugar: <i>Importance Index</i> (índice de importância, em tradução nossa)	4
	4º lugar: <i>Relative Importance Weight</i> (RIW, peso de importância relativa, em tradução nossa), <i>Severity Index Analysis</i> (análise de índice de gravidade, em tradução nossa), <i>Average Index</i> (índice médio, em tradução nossa)	2 cada
	5º lugar: <i>Hybrid System Dynamics- Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (SD-DEMATEL) approach</i> (abordagem híbrida SD-DEMATEL), <i>Frequência</i> , <i>Average Ranking Score</i> (pontuação média de classificação, em tradução nossa), Não informado	1 cada
Índice de correlação	Não empregado	25
	Spearman	12
	Pearson	2
	Não informado	1
Índice de consistência	Não empregado	29
	Alfa de Chronbach	11

Fonte: a autora.

A partir da Tabela 4, percebe-se que, no que tange ao público-alvo dos questionários, mais da metade dos estudos direcionou-se a novamente aos três principais agentes envolvidos no processo de construção: o cliente, o empreiteiro e o consultor, enquanto os demais trabalhos

em sua maioria destinam-se a um ou dois desses agentes. Em relação aos consultores, ressalta-se que os estudos não deixam claras as atividades desempenhadas por esses profissionais.

No entanto, Alinaitwe, Apolot e Tindiwensi (2013) afirmam que os consultores são normalmente contratados para projetar e supervisionar projetos de construção. Jackson (2010) reafirma essa definição, e ainda os classifica em dois grandes grupos: arquitetos responsáveis pelas atividades relacionadas ao design, e os engenheiros responsáveis pelos projetos dos sistemas e estruturas.

Em relação à metodologia de cálculo empregada para elaboração dos rankings, o *Relative Importance Index* (RII, Índice de Importância Relativa, tradução nossa) revelou-se o índice empregado pela maioria dos estudos da amostra. Esses resultados apresentam o problema visto anteriormente na identificação das características das construções: como são utilizadas diferentes escalas de mensuração, torna-se difícil a comparação direta (VILES, RUDELI, SANTILLI, 2020). Diante do exposto, destaca-se a revisão realizada por Ramanathan, Narayanan, Idrus (2012), a qual apresenta tabela com resumo de todos os coeficientes, índices e parâmetros empregados pelos estudos analisados, de forma a ser importante contribuição para estudos na área.

Em virtude do público-alvo das pesquisas quantitativas ser composto por diferentes agentes da construção civil (clientes, empreiteiros e consultores, em sua maioria), parte dos estudos empregou o coeficiente de correlação de Spearman (DIN, RAZA E KHAN, 2020) ou de Pearson (KHAN E UMER, 2020), para investigar com que intensidade se relacionam as respostas dos entrevistados, a fim de demonstrar concordância ou discordância entre o público.

Em ambos estudos (DIN, RAZA E KHAN, 2020; KHAN E UMER, 2020), observou-se concordância entre os grupos de agentes questionados. Ressalta-se que essa medida revela-se de grande importância, uma vez que as pesquisas do tipo pesquisa quantitativa baseiam-se não em dados de atrasos e custos extras, mas na percepção que os agentes da construção têm sobre as causas desses problemas.

Logo, a existência do cálculo desses coeficientes indica não só maior rigor metodológico dos estudos, como também aponta em que direção os estudos posteriores às *surveys* devem ser realizados. Por exemplo, no caso de grande discordância entre as partes, pode-se sugerir a investigação de dados e/ou realização de entrevistas e grupos focais para saná-las; já no caso de concordância entre as partes, pode-se partir para trabalhos específicos voltados a como resolver os problemas identificados.

O mesmo pode-se dizer em relação ao coeficiente Alfa de Chronbach, ferramenta estatística que permite avaliar em escala de 0 a 1 a confiabilidade estatística de determinado

questionário (ALMEIDA, SANTOS E COSTA, 2010). Apenas aproximadamente um quarto dos estudos analisados empregou este coeficiente (SEKAR E MAHALAKSHMI, 2018), nos quais obteve-se a consistência interna dos instrumentos estatísticos, de forma que se registra a sugestão de implementação do mesmo em estudos futuros desse gênero.

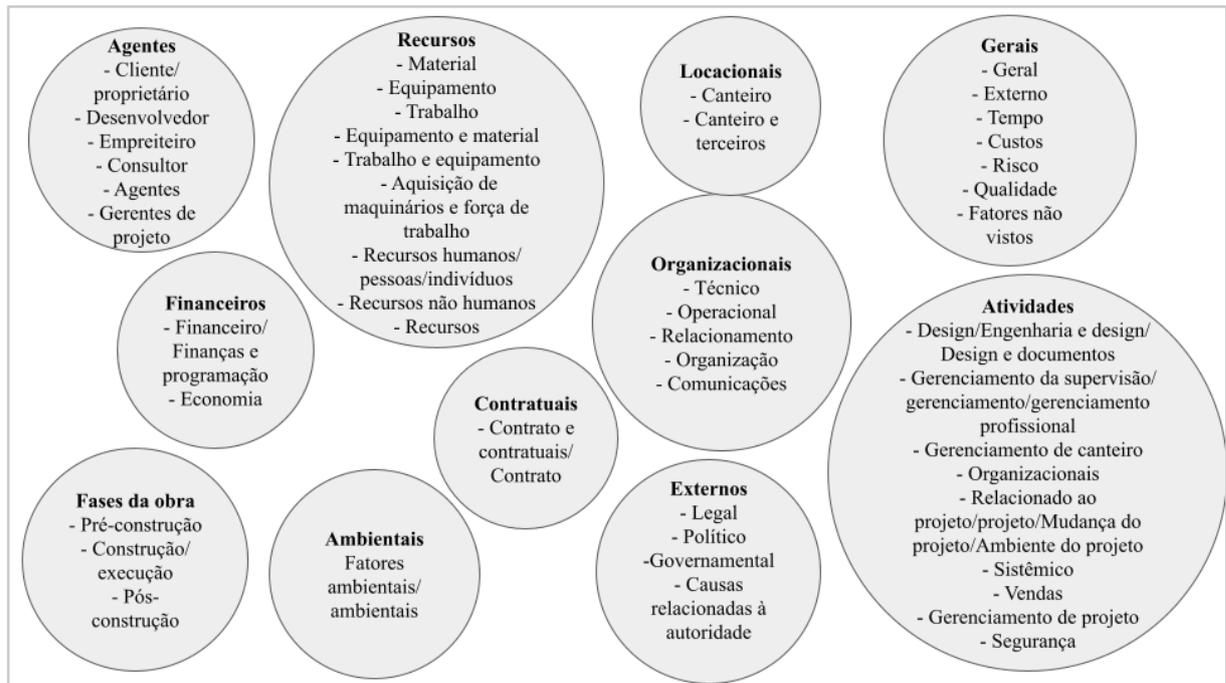
A partir dessas constatações acerca da metodologia dos estudos, analisou-se então as causas de atrasos e custos extras elencadas pelos estudos constantes na RSL. Observou-se, então, que apenas 8 estudos relacionados a atrasos apontaram a origem das causas utilizadas nos questionários. Isso se revela novamente problemático uma vez que não se compreende a justificativa para a escolha dos fatores empregados nos questionários semi-estruturados, o que demonstra a falta de protocolos e métodos que orientem a condução desse tipo de estudo. Autores como Ramanathan, Narayanan, Idrus (2012) inclusive afirmam que nenhum dos estudos pode ser comparado entre si devido a essas diferenças de fontes e categorias de atrasos.

Diante do exposto, verifica-se que os estudos apresentam diferenças significativas na quantidade e classificação de causas levantadas: dentre os estudos desta RSL, a quantidade de causas varia de 11 a 110, o que influencia diretamente nos resultados obtidos. Além disso, enquanto alguns estudos, por exemplo, detalham as causas de atrasos ocasionadas por questões contratuais (LARSEN et al., 2016), outros focam nas causas desencadeadas pelo governo (ASIEDU E ALFEN, 2016), o que demonstra que as causas elencadas nos estudos talvez estejam sujeitas a vieses. Como consequência, os respectivos resultados das pesquisas sobre atrasos e custos extras podem apresentar distorção, e não representar de forma tão fidedigna o que leva à ocorrência desses problemas.

Outro problema no que tange às classificações definidas pelos estudos são as categorias empregadas. Lembra-se, primeiramente, que 15 dos 40 estudos não agrupam as causas de atrasos em categorias. Dentre os 25 trabalhos restantes, encontram-se cerca de 48 diferentes categorias, e poucos estudos que empregam a mesma combinação dessas; destes, podemos citar cinco estudos que agrupam as causas sob as categorias cliente, empregado, consultor e externo, e dois estudos que agrupam sob cliente, empregado, consultor.

Além disso, ressalta-se que essas quatro categorias previamente citadas são as que aparecem com maior frequência nos estudos, seguidas pelas categorias *materials*, *labour*, *contract*, *financial*, *project e management* (materiais, trabalho, contrato, financeiro, projeto e gerenciamento, tradução nossa). Na Figura 6 a seguir, todas as categorias encontradas nas pesquisas quantitativas.

Figura 6 - Categorias encontradas nas pesquisas quantitativas



Fonte: a autora.

A seguir, apresentam-se os estudos do tipo revisão de literatura, os quais representam 25% da amostra de estudos constantes na RSL.

4.1.2 Estudos de revisão

Os estudos de revisão, por sua vez, apresentam características distintas em relação aos estudos tipo *survey*. Entre elas pode-se citar o caráter universal dos estudos analisados, em contrapartida ao caráter regional das pesquisas. Além disso, dentre as revisões não foi possível identificar uma abordagem metodológica predominante entre os estudos; à exceção dos protocolos de RSL (os quais metade dos estudos apresenta), diferentes ferramentas empregam-se para analisar as informações.

Dentre os oito estudos com foco em atrasos analisados, o desenvolvido por Durdyev e Hosseini (2020) apresenta protocolo de RSL e analisa as causas de atrasos presentes em 100 artigos de 19 periódicos acadêmicos ligados às áreas de construção, engenharia e gerenciamento. Entre os objetivos do estudo estão, além da identificação das 10 causas comuns de atrasos em projetos de construção a nível global, a apresentação das contribuições feitas por

países, instituições e pesquisadores; para tanto, o estudo emprega a *Detailed Score Matrix* (matriz de pontuação detalhada, tradução nossa) para ranquear as referidas contribuições.

Já o estudo de Ramanathan, Narayanan, Idrus (2012) apresenta a identificação das causas e categorias presentes nos estudos analisados, bem como se debruça sobre a metodologia desses. Ao fim, compila os resultados dos estudos sob diferentes aspectos tais como as categorias que figuram nas cinco primeiras posições dos rankings, as posições em que as causas listadas figuram nos estudos analisados, bem como lista tabela com as principais causas de atrasos em diversos países. No total, o estudo identificou 113 fatores de atraso reunidos sobre 18 grupos.

O estudo de Shinghal e Paliwal (2020), diferentemente, analisa o status de obras do setor de infraestrutura na Índia com o objetivo de identificar as principais causas de atrasos nesses projetos, bem como busca identificar as principais causas de atrasos em projetos de construção de acordo com a frequência de ocorrência, com base em 56 estudos de 34 países. Por fim, o estudo reorganiza as causas mais comuns em três categorias: clientes, empreiteiros e externas. No total, o estudo identificou 47 causas de atraso e as reuniu nos três grupos já citados.

O estudo de Viles, Rudeli e Santilli (2020), na contramão das análises de frequência comumente empregadas nos estudos de revisão, utiliza abordagem estatística para realização das análises. Além disso, em função das disparidades de causas e categorias entre os estudos, os autores primeiramente optaram por classificar e padronizar todas as causas de atraso conforme quadro conceitual unificado. Para tanto, eles utilizaram esquema de classificação baseado nas três principais fases do projeto de construção: concepção do projeto, design do projeto e construção do projeto.

A partir dessas três fases, foram criados ainda outros dois níveis de conceitualização; o primeiro deles composto pelas seguintes subdivisões: questões administrativas, design, execução, força de trabalho, máquinas, materiais e clima; e o segundo nível o qual destrincha essas últimas subdivisões. Após esse processo, os autores padronizaram os valores dos rankings dos estudos de origem, aplicaram teste para avaliar o grau de variabilidade estatística e, por fim, empregaram diagramas de Pareto para identificar as principais causas e seu peso relativo (VILES, RUDELI, SANTILLI, 2020).

O estudo de Zidane e Andersen (2018), por sua vez, busca novamente identificar os 10 fatores universais de atrasos em projetos de construção. Para tanto, os autores realizam intensa revisão de literatura com 103 estudos, identificam e classificam os 33 fatores encontrados por meio do Índice Geral de Classificação. Além disso, o estudo também prepara pesquisa com

questionários abertos a fim de entender a frequência e o tipo de atraso nas obras de construção da Noruega.

Fora dessa linha tradicional de revisões, está o estudo de Eizakshiri, Chan and Emsley (2011). Ao contrário dos demais estudos que buscam conceitualizar e/ou quantificar os diferentes tipos de atrasos, esta pesquisa argumenta que a validade das estimativas de duração elaboradas nos primeiros estágios dos projetos de construção deve ser questionada; nesse contexto, segundo os autores, a imprecisão dos cronogramas pode dar origem à percepção de atrasos. Além disso, os autores questionam de que forma as intenções de diferentes *stakeholders* influenciam essa fase de planejamento inicial, a fim de entender o porquê de esses planos não representarem de forma fidedigna a realidade.

Ademais, o estudo de Khoiry, Kalaisilven e Abdullah (2018) também se distancia de outros ao revisar 47 periódicos e descrever os quatro principais critérios para *minimizar* atrasos: gerenciais, interpessoais, técnicos e tecnológicos. Segundo os autores, o gerenciamento seria o responsável pela adequada gestão de tempo, finanças e demais sistemas de controle; já as habilidades interpessoais têm como objetivo promover a contratação de mão de obra qualificada, bem como a boa comunicação entre as diferentes partes; ainda, a boa técnica garantiria a qualidade do projeto, enquanto a tecnologia focar-se-ia na melhoria da produtividade.

Por fim, o estudo de Separgozar et al. (2019) revela-se um dos mais completos de revisão. Além de empreender RSL, com protocolo definido, o estudo apresenta análises bibliográficas, temáticas e de *cluster* para caracterizar a sua base de dados. Nesse contexto, os autores também selecionam estudos específicos em cada *cluster* e descrevem brevemente seus métodos e os fatores de atrasos encontrados; ademais, o estudo também compila os resultados por diferentes regiões geográficas, tais como Ásia e África. Ao final, os autores ainda apresentam diferentes aplicações tecnológicas para controle de tempo e gerenciamento de risco em projetos de construção.

Dentre os estudos de revisão analisados, quatro deles compilam rankings que podem ser vistos a seguir na Figura 7.

Figura 7 - Principais causas de atrasos extraídas dos estudos de revisão

“The top 10 universal delay factors in construction projects” (ZIDANE E ANDERSEN, 2018):	“Causes of delays on construction projects: a comprehensive list” (DURDYEV E HOSSEINI, 2020):	“Most common delays in construction projects worldwide and steps to minimize the unexpected-an empirical study” (SHINGHAL E PALIWAL, 2020):	Causes of delay in construction projects: a quantitative analysis (VILES, RUDELI E SANTILLI, 2020):
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudanças de design durante a construção/ordens de mudança 2. Atrasos no pagamento de empreiteiros 3. Planejamento e programação deficitários 4. Gerenciamento e supervisão do canteiro deficitários 5. Design incompleto ou impróprio 6. Experiência e métodos de construção e abordagens do empreiteiro inadequados 7. Dificuldades financeiras dos empreiteiros 8. Dificuldades financeiras do patrocinador/proprietário/cliente 9. Escassez de recursos (recursos humanos, máquinas e equipamentos) 10. Baixa produtividade do trabalho e falta de habilidades 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Condições meteorológicas/ climáticas 2. Fraca comunicação, coordenação e conflitos entre as partes interessadas 3. Planejamento ineficaz/ impróprio 4. Falta de material 5. Problemas financeiros 6. Atraso de pagamentos 7. Falta de equipamento/planta 8. Falta de experiência/ qualificação/competência das partes interessadas do projeto 9. Escassez de mão de obra na construção 10. Gerenciamento do canteiro deficitário 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fatores financeiros - Atraso no progresso do pagamento pelo proprietário, escassez/restrições de fundos do proprietário e problema de fluxo de caixa do empreiteiro durante a construção 2. Mudanças frequentes no projeto/escopo/especificações pelo proprietário durante a construção. 3. Mobilização inadequada, escassez de mão de obra qualificada, demora na aquisição e/ou implantação de recursos (materiais e/ou equipamentos) pelo empreiteiro. 4. Planejamento e programação inadequados por parte do empreiteiro. 5. Atraso na emissão/aprovação do projeto e desenhos, bem como erros no projeto proveniente do proprietário 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudanças durante a construção 2. Gerenciamento da construção deficitário 3. Erros de construção 4. Econômico/Financeiro 5. Conflito/Relacionamento 6. Falta de experiência 7. Produtividade baixa

Fonte: adaptado de Zidane e Andersen (2018), Durdyev e Hosseini (2020), Shinghal e Paliwal (2020) e Viles, Rudeli e Santilli (2020), tradução nossa.

A partir da Figura 7, podem ser feitas algumas observações acerca das principais causas de atrasos relatadas na literatura: as mudanças no escopo e/ou design se destacam em todos os rankings nas primeiras posições, acompanhadas dos problemas financeiros. As falhas de planejamento e programação, coordenação e comunicação também figuram entre as principais causas, acompanhadas da baixa produtividade e da falta de experiência dos envolvidos.

Já a revisão de Durdyev (2021) sobre causas de custos extras oferece ranking ligeiramente diferente dos apresentados na Figura 7. No lugar das mudanças de design e das dificuldades financeiras, aparecem os problemas com design incompleto, e as estimativas incorretas nas primeiras colocações. Outras diferenças de relevante menção entre os rankings são as oscilações de preços, as questões relativas ao gerenciamento de contrato, e as condições de solo que aparecem nas últimas posições do ranking; dificuldades financeiras, relativas ao clima e à comunicação se mantêm no ranking. Na Figura 8, a seguir, pode ser vista a lista do estudo na íntegra. Ressalta-se novamente o emprego da metodologia *Detailed Score Matrix* para ranquear as contribuições de pesquisadores, instituições e países.

Figura 8 - Principais causas de custos extras extraídas de Durdyev (2021)

“Review of construction journals on causes of project cost overruns” (DURDYEV, 2021):

1. Problemas de design e design incompleto
2. Estimativas imprecisas
3. Planejamento deficitário
4. Clima
5. Comunicação deficitária
6. Habilidade, experiência e competência das partes interessadas
7. Problemas financeiros/gestão financeira deficitária
8. Flutuações de preço
9. Problemas de gestão de contratos
10. Solo e condições do solo

Fonte: adaptado de Durdyev (2021), tradução nossa.

Por fim, o estudo de Adam, Josephson e Lindahl (2016) agrega os fatores que causam estouros de custos e cronogramas em grandes projetos de construção. Para tanto, os autores reúnem as causas sob oito categorias: comunicação, finanças, gerenciamento, materiais, organização, projeto, psicológicas e clima, e analisam como as causas se agregam ao longo do tempo. Como resultado, aponta-se que o fator com maior destaque foi o gerenciamento. Segundo os autores, isso talvez ocorra devido ao fato de que algumas das principais decisões acerca de custos e cronograma são tomadas nos primeiros estágios do planejamento.

Em relação aos atrasos, autores como Zidane e Andersen (2018), afirmam que, enquanto alguns autores defendem a tese de que não há causa universal (RAMANATHAN, NARAYANAN E IDRUS, 2012; SHINGHAL E PALIWAL, 2020), outros alegam que os fatores revelam-se praticamente idênticos ao redor do mundo, e que a diferença percebida relaciona-se a posição das causas nos rankings. Ainda, os autores afirmam que problemas financeiros revelam-se similares tanto a países já desenvolvidos, como a países em desenvolvimento, enquanto fatores como falta de tecnologia, gerenciamento, habilidades e competências pessoais são mais característicos a esses últimos.

No entanto, os principais fatores que levam a ocorrência desses problemas permanecem objeto de discussão entre a classe acadêmica; por exemplo, enquanto alguns autores defendem a tese de que, quanto maiores os projetos, maiores os atrasos, outros autores afirmam o contrário (ADAM, JOSEPHSON E LINDAHL, 2017).

4.1.3 Análise dos resultados dos estudos de causas de atrasos e custos extras

4.1.3.1 Análise dos resultados dos estudos de causas de atrasos

No presente estudo, a fim de obter a resposta para a pergunta da RSL (Quais são as principais causas de atrasos e custos extras na construção civil?) optou-se pela elaboração de duas análises: análise de frequência das 10 principais causas de atrasos, similar a análise realizada por Durdiev e Hosseini (2020); e análise fatorial de correspondência das principais categorias de atrasos, a qual, apesar de não ser encontrada similar nos estudos constantes nesta RSL, se revela semelhante à realizada pelos autores Ramanathan, Narayanan, Idrus (2012) e Viles, Rudeli e Santilli (2020) no que tange ao *framework* conceitual empregado a fim de reclassificar as causas de atrasos antes de realizar a análise.

Para tanto, primeiramente selecionaram-se os estudos que apresentassem ranking único de causas de atrasos (alguns estudos apresentaram rankings por categorias de atraso, ou por stakeholders), com no mínimo 10 causas de atrasos, e que não apresentassem empates (mais de uma causa de atraso sob a mesma posição do ranking). Ressalta-se aqui que se optou por elencar apenas 10 causas para que o número de causas de atrasos levantadas não fosse tão alto a ponto de impedir as análises, nem tão baixo a ponto de não ser representativo o suficiente. Além desses fatores, muitos estudos definem 10 causas como número padrão a ser apresentado nos resultados. Após essa classificação, o número de estudos tipo pesquisa quantitativa que apresentava causas de atrasos reduziu-se de 33 para 19.

Assim, iniciou-se a construção de tabela onde as causas de atrasos foram compiladas conforme o estudo de origem e a sua respectiva classificação no ranking de causas de atraso do estudo. Na Figura 56, a qual se encontra no Apêndice B ao final deste estudo, apresenta recorte dessa primeira tabela. Ao final da submissão dos rankings dos 19 estudos, obteve-se um total de 101 causas de atrasos. Ressalta-se que, ao inserir as causas na tabela, se buscou agrupá-las sobre as mesmas categorias em que elas encontravam-se nos estudos de origem. Ao total, contabilizaram-se 12 categorias, conforme as listadas anteriormente: materiais, equipamentos, cliente/proprietário, empreiteiro, consultor, trabalho, gerenciamento, design/projeto, financeiro, contratual, locacional, e governamental.

Na sequência, para que fosse possível realizar as análises de frequência e fatorial de correspondência, elaborou-se segunda tabela na qual contabilizou-se a frequência com a qual cada causa de atraso aparecia em determinada posição no ranking. O recorte dessa tabela pode ser visto na Figura 57, também no apêndice B. Na sequência, elaborou-se análise do índice de

importância (*I*) a fim de verificar a influência da posição no ranking nos estudos de origem. Os resultados da aplicação desse índice, bem como os resultados da análise de frequência simples, exibem-se no Quadro 3 a seguir de forma comparativa. Ressalta-se que neste próximo Quadro unificou-se a nomenclatura das causas de atrasos utilizadas nos diferentes estudos de origem; como critérios para esse processo, buscou-se empregar as expressões mais frequentemente utilizadas nos estudos, bem como aquelas que melhor se adequassem à realidade brasileira.

Quadro 3 - Rankings com as causas de atrasos ordenadas pelo Índice de Importância (*I*) e pela frequência de aparecimento nos estudos de origem

(continua)

Ranking considerando a importância		Ranking considerando a frequência		Causa	Referências
Posição	Índice de importância (<i>I</i>)	Posição	Frequência de aparecimento		
1°	5,3	1°	7 vezes	O1: Pedidos de alteração pelo cliente durante a construção	Pourrostam, Ismal e Mansournejad (2011); Pourrostam e Ismail (2012); Ametepey, Gyadu-asiedu e Assah-kissiedu (2018); Motaleb e Kishk, (2010); Arantes e Ferreira (2015); Ibrionke et al. (2013); Vijay e Kumar (2017)
2°	5,1	1°	7 vezes	CC4: Dificuldades financeiras enfrentadas pelo empreiteiro	Pourrostam, Ismal e Mansournejad (2011); Pourrostam e Ismail (2012); Mydin et al. (2014); Subramani, Prabhu e Dey (2016); Ametepey, Gyadu-asiedu e Assah-kissiedu (2018); Arantes e Ferreira (2015); Shehu, Endut e Akintoye (2014)
	5,1	1°	7 vezes	O5: atrasos de pagamento por parte dos clientes	Pourrostam, Ismal e Mansournejad (2011); Pourrostam e Ismail (2012); Ametepey, Gyadu-asiedu e Assah-kissiedu (2018); Roy et al. (2018); Arantes e Ferreira (2015); Bekr (2015); Shehu, Endut e Akintoye (2014)
3°	4,7	2°	6 vezes	MG4: gerenciamento ineficiente do canteiro	Pourrostam, Ismal e Mansournejad (2011); Pourrostam e Ismail (2012); Gardezi, Manarvi e Gardezi (2013); Mydin et al. (2014); Shanmuganathan e Baskar (2015); Motaleb e Kishk (2010)
4°	3,3	2°	6 vezes	O2: demora no processo de tomada de decisão por parte do cliente	Pourrostam e Ismail (2012); Vijay e Kumar (2017); Roy et al. (2018); Motaleb e Kishk (2010); Shehu, Endut e Akintoye (2014); Arantes e Ferreira (2015)
5°	2,5	2°	6 vezes	LC5: condições climáticas imprevisíveis	Haslinda et al. (2018); Larsen et al. (2015); Ametepey, Gyadu-asiedu e Assah-kissiedu (2018); Pourrostam, Ismal e Mansournejad (2011); Pourrostam e Ismail (2012); Mydin et al. (2014)

Quadro 3 - Rankings com as causas de atrasos ordenadas pelo Índice de Importância (*I*) e pela frequência de aparecimento nos estudos de origem

(continuação)

Ranking considerando a importância		Ranking considerando a frequência		Causa	Referências
Posição	Índice de importância (<i>I</i>)	Posição	Frequência de aparecimento		
6°	2,4	1°	7 vezes	CC3: planejamento e programação ineficiente por parte do empreiteiro	Pourrostan, Ismal e Mansournejad (2011); Pourrostan e Ismail (2012); Shehu, Endut e Akintoye (2014); Arantes e Ferreira (2015); Ibranke et al. (2013); Gebrehiwet e Luo (2017); Vijay e Kumar (2017)
		3°	5 vezes	M3: atraso na entrega de materiais	Pourrostan, Ismal e Mansournejad (2011); Shanmuganathan e Baskar (2015); Motaleb e Kishk (2010); Ametepey, Gyadu-asiedu e Assah-kissiedu (2018); Gebrehiwet e Luo (2017)
7°	2,2	4°	4 vezes	MG1: planejamento e programação inadequados	Haslinda et al. (2018); Shanmuganathan e Baskar (2015); Subramani, Prabhu e Dey (2016); Motaleb e Kishk (2010)
8°	1,9	4°	4 vezes	EX9: obstruções por parte do governo	Roy et al. (2018); Gardezi, Manarvi e Gardezi (2013); Bekr (2015); Shehu, Endut e Akintoye (2014)
9°	1,8	6°	2 vezes	D1: mudanças de design	Haslinda et al. (2018); Gardezi, Manarvi e Gardezi (2013)
		6°	2 vezes	L3: baixa produtividade do trabalho	Haslinda et al. (2018); Subramani, Prabhu e Dey (2016)
10°	1,7	4°	4 vezes	MG8: estimativas imprecisas	Pourrostan, Ismal e Mansournejad (2011); Gardezi, Manarvi e Gardezi (2013); Motaleb e Kishk (2010); Ibranke et al. (2013)
		6°	2 vezes	O13: atrasos de pagamento ao empreiteiro por parte do cliente	Roy et al. (2018); Shehu, Endut e Akintoye (2014)

Fonte: a autora

Aqui, podem-se evidenciar mudanças entre os rankings: enquanto no ranking por frequência o planejamento e cronogramas ineficientes de responsabilidade do empreiteiro apareciam em primeiro lugar, ao considerar sua posição no ranking dos estudos de origem, essa causa passa para a 6ª posição. Similar movimentação ocorre com as condições imprevisíveis de tempo: passam da 2ª posição para a 5ª posição. Ainda se ressalta outras causas que não apareceram nas 5 causas mais frequentes tais como a mudanças de design, baixa produtividade da mão de obra e o atraso no pagamento aos empreiteiros por parte dos clientes. Ressalta-se

aqui que, apesar de apenas 19 estudos integrarem os resultados apresentados, os resultados encontram-se bastante similares aos apresentados por outras revisões de literatura, conforme apresentado na Figura 7 anteriormente.

A partir das análises do Quadro 3, pode-se dar início a investigação das causas subjacentes e responsáveis que levam ao surgimento desses problemas, a fim de evitá-los ou mitigá-los no futuro próximo. Nesse contexto, percebe-se que três das 14 causas (CC4, O5, O13) relacionam-se a atrasos no pagamento por parte de diferentes agentes, o que justifica o estudo das diferentes formas de financiamento de obras de construção civil. Outras duas causas referem-se ao processo de tomada de decisão, a saber Pedidos de alteração pelo cliente durante a construção e lentidão na tomada de decisão, e estão diretamente ligadas ao cliente/proprietário (O1 e O2). Em relação aos empreiteiros, duas causas estão diretamente ligadas aos processos de gerenciamento de obras por parte desses (MG4 e CC3).

Aqui ressalta-se que algumas das causas não têm sua responsabilidade claramente definida nos estudos, como no caso do planejamento ineficiente, mudanças de design e estimativas imprecisas (MG1, D1 e MG8, respectivamente). Isso pode ocorrer devido a falhas dos estudos ao desenvolver os questionários, como também pela falta de designação de certas responsabilidades, fato que motiva estudos sobre os processos organizacionais em que essas atividades estão inseridas. Por fim, as quatro causas restantes são externas aos principais *stakeholders* da construção: condições climáticas imprevisíveis, atrasos na entrega de materiais, obstáculos governamentais e mão de obra com baixa produtividade (LC5, M3, EX9 e L3, respectivamente).

Realizadas as análises de frequência e importância das causas de atrasos, elaborou-se a análise de correspondência; aqui, dada a alta quantidade de causas elencadas (101), realizou-se a primeira análise conforme as 12 categorias segundo as quais elas já estavam agrupadas, a saber: materiais, equipamentos, cliente/proprietário, empreiteiro, consultor, trabalho/mão de obra, gerenciamento, design, finanças, contratos, local, governamental. No entanto, essa primeira análise resultou em um χ^2 valor de 0,27, o qual fez com que se aceitasse a hipótese nula de que não há correlação entre determinada categoria de causa com as posições no ranking.

Em decorrência desse primeiro resultado, buscou-se compreender os motivos pelos quais a análise não apresentava a correlação esperada. Nesse contexto, uma das hipóteses levantadas foi de que, apesar de relevantes no contexto da construção civil, as 12 categorias sob as quais as causas foram agrupadas não necessariamente reúnem problemas que possuem a mesma causa raiz. Exemplo disso são as causas agrupadas sob a categoria de “materiais”: enquanto a causa “imprecisão de estimativa de materiais” pode se originar a partir de falha

humana dentro da organização responsável por essa tarefa, a causa “inflação ou aumento de preço dos materiais” e “falta de materiais de qualidade” pode estar mais relacionada às questões de mercado onde a obra está inserida. Logo, agrupar ambas as causas sob a mesma categoria, enquanto elas podem apresentar origens distintas, pode causar distorção não só na análise, como no tratamento do problema.

Conclusão similar encontra-se na RSL de Adam, Josephson e Lindahl (2016). Segundo os autores, as categorizações propostas são meras simplificações, visto que as causas determinantes de estouros de custos e cronogramas frequentemente se cruzam, de forma que nem sempre é possível saber onde a verdadeira causa se insere na cadeia de eventos anterior e posterior à ocorrência do problema. Ainda, afirma-se que apesar de dois projetos utilizarem a mesma causa para justificar o atraso ou o custo extra, a explicação para cada um deles percorrerá caminho único que não pode ser diretamente transferido para outro projeto.

Durdiev e Hosseini (2020) complementam: segundo os autores, investigar a influência de cada causa separadamente pode levar à simplificação exacerbada do problema, e ressaltam a necessidade de investigar as causas raízes por meio de ferramentas como a *social network analysis* (análise de rede social, tradução nossa); além disso, eles também destacam que o desenvolvimento de *frameworks* para categorização dos atrasos revela-se terreno fértil para a pesquisa nessa área. Ressalta-se aqui o estudo de Li (2019), apud Jalal e Shoar (2017, p. 635) que empregou o método DEMATEL, o qual possibilita que pesquisadores resolvam “problemas visualmente e isolem as variáveis relacionadas em grupos de causa e efeito, a fim de melhorar a compreensão das relações causais entre essas variáveis (Li, 2009)”.

A partir dessas evidências, investigou-se quais seriam os fatores que nesse contexto melhor descreveriam a ocorrência dos atrasos, e sob os quais as causas deveriam ser reagrupadas a fim de se obter correlação que atendessem aos níveis de significância pré-estabelecidos. Objetivou-se, então, o desenvolvimento de *framework* conceitual a fim de reclassificar as causas de atrasos antes de realizar a análise, à semelhança do realizado nas análises de Ramanathan, Narayanan, Idrus (2012) e Viles, Rudeli e Santilli (2020). Para tanto, buscou-se na ferramenta 5W2H uma forma de destrinchar as causas de atrasos.

Relembra-se aqui que 5W2H é um acrônimo de 5 palavras que se iniciam com a letra W (*what, why, where, when, who*), e 2 que se iniciam com H (*how, how much*). Em suma, a ferramenta propõe que 7 perguntas iniciadas com as referidas letras sejam respondidas no contexto dos processos produtivos, a fim de que as rotinas mais importantes sejam conhecidas, bem como suas falhas sejam apontadas e solucionadas (LISBÔA E GODOY, 2012). Logo, as perguntas a serem respondidas são respectivamente: o que será feito? Por que será feito? Onde

será feito? Quando será feito? Por quem será feito? Como será feito? E quanto irá custar? No contexto do presente estudo, buscou-se entender um atraso qualquer com auxílio da ferramenta 5W2H. O resultado revela-se no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Interpretação dos atrasos com auxílio da ferramenta 5W2H

Pergunta 5W2H	Atraso na construção civil
O que ocasionou o atraso?	Algum recurso (materiais, equipamentos, mão de obra ou informações). Exemplos: a falta de um material; a quebra de um equipamento; a baixa produtividade de um funcionário; a falta de informações para uma tomada de decisão;
Quando o atraso foi percebido?	Em alguma fase da obra (pré-construção, construção ou pós construção);
Onde o atraso originou-se?	Em alguma atividade de algum processo produtivo (projeto, planejamento ou execução). Exemplos: na entrega das plantas baixas; na elaboração do orçamento; na concretagem de uma estrutura;
Quem foi responsável pelo atraso?	Algum dos agentes (cliente, empreiteiro, consultor ou fornecedor). Exemplos: cliente solicitou mudanças no escopo do projeto após prazos; empreiteiro não contratou funcionários suficientes; consultor equivocou-se nas especificações do projeto; fornecedor atrasou a entrega do material;
Por que o atraso ocorreu?	Por algum fator interno (financeiro, contratual, locacional ou organizacional) ou externo (econômico, governamental, ambiental ou organizacional de fornecedores).

Fonte: a autora.

Percebe-se, então, que quase todos os aspectos listados no Quadro 4 (recurso, atividade, stakeholder, fase e fatores) podem ser encontrados dentre as 48 categorias listadas a partir dos estudos. No entanto, a forma como eles são organizados e inseridos nos questionários revela-se o principal ponto: eles são comparados livremente. O que se propõe aqui, ao contrário, é a comparação seccionada: comparar qual recurso sofre maiores atrasos; falhas em qual atividade ocasionam os maiores atrasos; quem são os principais responsáveis pelos atrasos; em qual fase as obras sofrem os maiores atrasos, ou ainda quais são os principais fatores que influenciam os atrasos. Por fim, salienta-se que duas perguntas foram propositalmente deixadas de fora (como e quanto), dado que ambas não costumam ser objeto de pesquisas quantitativas com questionários semiestruturados.

Dessa forma, adquire-se nova compreensão acerca da análise das causas de atrasos: a falta de um material, por exemplo, pode ter sido percebida na fase de execução da obra; no entanto, ela pode ter se originado em alguma atividade do processo de projeto, tal qual a especificação dos materiais, ou então ter surgido na atividade de orçamentação do processo de planejamento. Logo, o atraso pode ser de responsabilidade do consultor ou do empreiteiro,

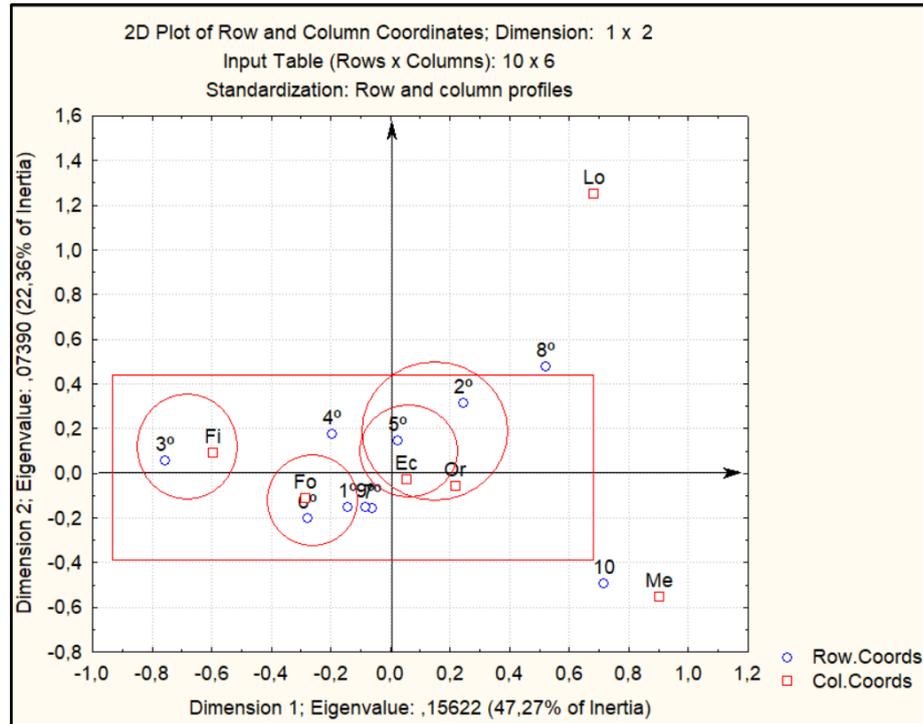
respectivamente. Ainda, o fator que influenciou o atraso pode ter origem econômica, no caso de o produto não estar disponível no mercado em que a obra está inserida, financeira, no caso de a empresa não ter condições de acessar o crédito com os fornecedores. Assim, percebe-se que uma mesma causa de atraso pode e deve ser interpretada de diversas formas, a fim de que o problema que a ocasionou seja sanado ou remediado.

Nesse contexto, a fim de atender a um dos objetivos do presente estudo (quais são as principais causas de atrasos e custos extras em obras de construção civil), optou-se por categorizar as causas de atraso conforme os fatores que a influenciaram, visto que dessa forma minimizam-se as chances de erros na classificação. No caso de realizar a classificação por recursos, poder-se-ia deixar muitas causas de fora da análise por falta de categorias onde agrupá-las; já no caso de agrupar as causas por agentes, atividade ou fase da obra, incorrer-se-ia no problema de que nem todas as causas apontavam todas as informações necessárias para a classificação, o que por si só já aponta possíveis pontos de melhoria para estudos futuros.

Dessa forma, elencaram-se seis fatores sob os quais as causas de atraso seriam classificadas: Financeiro e Contratual, Organizacional e Locacional no âmbito interno às empresas, e Econômico e Governamental, Organizacional de Fornecedores e Ambiental no âmbito externo às empresas. Ressalta-se que se optou por agrupar fatores financeiro com contratuais, bem como econômicos com governamentais a fim de reunir causas afins que nem sempre se distinguem de forma clara. Na Figura 58, as causas e as categorias sob as quais foram agrupadas, de fatores organizacionais e os demais respectivamente, e na Figura 59, a tabela de contingência elaborada com os fatores e as posições no ranking, bem como o χ^2 de 0,041, ambas constantes no Apêndice B ao final deste estudo.

Na sequência, na Figura 9, o gráfico gerado a partir da análise no *software Statistica*, a fim de analisar a relação das variáveis das colunas (fatores internos e externos), bem como das linhas (posições nos rankings). Nele, pode-se observar que os fatores associados a Fornecedores figuram em primeiro lugar, seguidos pelos fatores organizacionais, financeiros e contratuais, econômicos e governamentais, respectivamente. Já os fatores Locacionais e Ambientais ficaram próximos ao oitavo e décimo lugar respectivamente.

Figura 9 - Associação entre os fatores internos e externos de atrasos e as posições no ranking



Fonte: a autora.

Compararam-se, então, os resultados da análise de correspondência com os advindos da análise de importância exibida anteriormente no Quadro 3. Para tanto, observou-se em qual categoria as causas de atrasos encaixar-se-iam. O resultado pode ser visto no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 - Classificação das principais causas de atrasos do Quadro 3, segundo a classificação proposta

(continua)

Causa	Classificação proposta
O1: pedidos de alteração pelo cliente durante a construção	Organizacional
CC4: dificuldades financeiras enfrentadas pelo empreiteiro	Financeiro e Contratual
O5: atrasos de pagamento por parte dos clientes	Financeiro e Contratual
MG4: gerenciamento ineficiente do canteiro	Organizacional
O2: demora no processo de tomada de decisão por parte do cliente	Organizacional
LC5: condições climáticas imprevisíveis	Ambiental
CC3: planejamento e programação ineficiente por parte do empreiteiro	Organizacional
M3: atraso na entrega de materiais	Organizacional de Fornecedores
MG1: planejamento e programação inadequados	Organizacional
EX9: obstruções por parte do governo	Econômico e Governamental
D1: mudanças de design	Organizacional

Quadro 5 - Classificação das principais causas de atrasos do Quadro 3, segundo a classificação proposta (continuação)

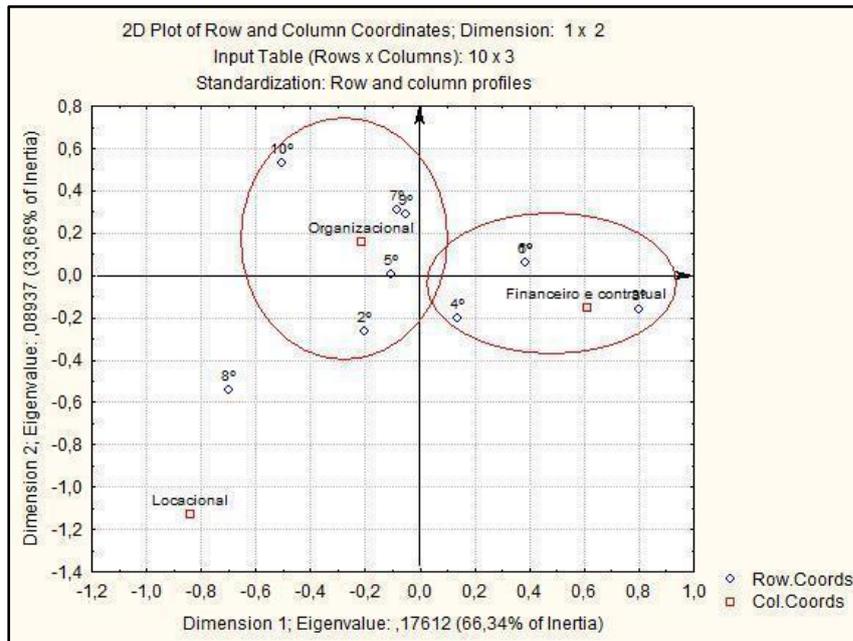
Causa	Classificação proposta
L3: baixa produtividade do trabalho	Organizacional de Fornecedores
MG8: estimativas imprecisas	Organizacional
O13: atrasos de pagamento ao empreiteiro por parte do cliente	Financeiro e Contratual

Fonte: a autora.

A partir do Quadro 5, percebe-se que as principais causas de atrasos estão associadas às categorias Organizacionais e Financeiros e Contratuais, ambas classificadas como fatores internos. Em virtude disso, realizou-se novamente o teste do qui-quadrado somente com os fatores internos, de forma a resultar em χ^2 de 0,007; no entanto, ao se realizar o mesmo procedimento para os fatores externos, obteve-se χ^2 de 0,422. Logo, percebe-se que a forte associação entre os fatores internos contribuiu para que, quando analisados conjuntamente com os fatores externos, houvesse rejeição da hipótese nula. No entanto, a fraca associação entre os fatores externos ocasionou distorção nos resultados da análise de correspondência, de forma que a categoria de causas Organizacional de fornecedores associou-se às primeiras posições no ranking, sem ter figurado nas análises do Quadro 4 nas mesmas posições.

Em virtude disso, aceita-se a hipótese nula no caso dos fatores externos, enquanto para os fatores internos rejeita-se a hipótese nula e aceita-se a hipótese alternativa, de que há associação entre as posições e os fatores. Na Figura 10, a seguir, o gráfico da associação entre os fatores internos e as posições no ranking.

Figura 10 - Gráfico da associação entre os fatores internos e externos e as posições no ranking



Fonte: a autora.

Nesse caso, a categoria Financeiro e Contratual aparece ligada a 1ª, 3ª, 4ª e 6ª posições, enquanto a categoria organizacional associa-se a 2ª, 5ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª. Ao analisar esses resultados aos apresentados na Figura 10, percebe-se que apesar de as causas ligadas à categoria Organizacional aparecerem em maior quantidade nas análises do Quadro 6, as causas relacionadas às questões Financeiras e Contratuais ainda possuem importância significativa nos atrasos, informação corroborada pelos estudos de revisão apresentados anteriormente bem como pela análise de correspondência.

4.1.3.2 Análise dos resultados dos estudos de causas de custos extras

Buscou-se realizar análise nos estudos sobre causas de custos extras à semelhança da realizada para atrasos; no entanto, foram poucos os trabalhos que atenderam aos critérios anteriormente elencados (estudos que apresentassem ranking único, com no mínimo 10 causas, e que não apresentassem empates). Em virtude disso, optou-se por incluir na análise todos os estudos que apresentassem ranking único de no mínimo 10 causas, de forma que a contagem passou de cinco para dez estudos. Apesar do baixo número, foi possível visualizar interessantes

diferenças, como por exemplo causas de custos extras que não haviam aparecido nas causas de atrasos, as quais podem ser vistas no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6 - Causas de custos extras que não haviam sido relatadas nos estudos de causas de atrasos

Categoria	Causa
Materiais	M7 - Atraso na aquisição de materiais (MEMON, MEMON E SOOMRO, 2020)/Atrasos na aquisição de materiais (POLAT, OKAY E ERAY, 2014); M8 - Grande período de garantia dos produtos (POLAT, OKAY E ERAY, 2014)
Equipamentos	E6 - Alto custo do maquinário e sua manutenção (MEMON, MEMON E SOOMRO, 2020)
Gerenciamento	MG9 - Planejamento inicial ruim (JOHNSON E BABU, 2018)/Orçamento de pré-construção e planejamento de custos de material ruins (HASLINDA et al., 2018); MG10 - Estimativa de custo do projeto ruim (JOHNSON E BABU, 2018) / Imprecisão na estimativa de custo (MEMON, MEMON E SOOMRO, 2020)/Erros na estimativa de custo (POLAT, OKAY E ERAY, 2014); MG11 - Início tardio do processo de planejamento e com orçamento muito baixo (ROSENFELD, 2014)
Design	D7 - Projetos grandes e complexos (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013); D8 - Lenta tomada de decisão do usuário (LARSEN et al., 2015); D9 - Conflitos e disputas entre os parceiros do projeto (LARSEN et al., 2015); D11 - Falta de flexibilidade no design (JOHNSON E BABU, 2018); D12 - Falta de experiência do tipo de projeto (HASLINDA et al., 2018); D13 - Falta de experiência de localização do projeto (HASLINDA et al., 2018); D14 - Orçamento de design muito pequeno (ROSENFELD, 2014)
Finanças	F10 - Aumento no custo de mão de obra devido à restrição ambiental (HASLINDA et al., 2018); F12 - Modo de financiamento, títulos e pagamentos (MEMON, MEMON E SOOMRO, 2020)
Contratos	C7 - Discrepâncias e/ou deficiências nos documentos do contrato (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013); C8 - Método de aquisição inadequado (JOHNSON E BABU, 2018); C9 - Burocracia no método de licitação (MEMON, MEMON E SOOMRO, 2020); C10 - Documentos do concurso prematuro (desenhos, lista de quantidades, especificações, contratos e documentos legais) (ROSENFELD, 2014); C11 - Os preços vencedores são irrealisticamente baixos (leilão suicida) (ROSENFELD, 2014); C12 - Política de aceitação da proposta mais baixa (KHABISI, AIGBAVBOA E THWALA, 2016)
Externa	EX19 - Falta de experiência na regulamentação local (HASLINDA et al., 2018)
Avaliação de risco	R1 - Falta de gerenciamento de riscos durante a fase de execução do projeto (JOHNSON E BABU, 2018); R2 - Distribuição desequilibrada de risco entre proprietário e empreiteiro (ROSENFELD, 2014); R3 - Transferência de todos os riscos para o contratante (POLAT, OKAY E ERAY, 2014)
Segurança	S1 - Penalidades decorrentes de acidentes de segurança (POLAT, OKAY E ERAY, 2014)

Fonte: a autora.

Percebe-se, então, que as áreas cujas diferenças foram mais significativas em termos de fatores foram as áreas de design, contratos e avaliação de risco. Além disso, destacam-se também as novas causas na área de gerenciamento, já indicadas anteriormente pelo estudo de

Durdyev (2021). Em relação ao design, ressaltam-se os seguintes aspectos: a complexidade, flexibilidade, experiência e orçamento. Já nos contratos, dois grandes processos recebem destaque: *tendering e procurement methods* (métodos de compra e licitação, tradução nossa). Por fim, no que tange a avaliação de risco, evidencia-se a falta desse processo, bem como a má alocação do risco entre as partes envolvidas.

Na sequência, de forma similar ao que havia sido feito no Quadro 4, compilaram-se as listas com os rankings por frequência de aparecimento dos fatores, bem como o ranking de conforme o índice de importância (*I*), os quais podem ser vistos no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 - Rankings com as causas de custos extras ordenadas pelo Índice de Importância (*I*) e pela frequência de aparecimento nos estudos de origem

(continua)

Ranking considerando a importância		Ranking considerando a frequência		Causa	Referências
Posição	Índice de importância (<i>I</i>)	Posição	Frequência de aparecimento		
1 ^a	2,3	1 ^a	3 vezes	MG10: estimativas de custos ineficientes	Johnson e Babu (2018); Memon, Memon e Soomro (2020); Polat, Okay e Eray (2014)
		1 ^a	3 vezes	CC4: dificuldades financeiras enfrentadas pelo empreiteiro	Sohu et al. (2018); Memon, Memon e Soomro (2020); Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016)
2 ^a	1,9	2 ^a	2 vezes	D4: mudanças no escopo do projeto	Alinaitwe, Apolot e Tindiwensi (2013); Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016)
		1 ^a	3 vezes	O14: dificuldades financeiras enfrentadas pelos clientes	Johnson e Babu (2018); Sohu et al. (2018); Memon, Memon e Soomro (2020)
3 ^a	1,7	2 ^a	2 vezes	EX3: Alta inflação, seguros e taxas de juros	Alinaitwe, Apolot e Tindiwensi (2013); Polat, Okay e Eray (2014)
		2 ^a	2 vezes	EX18: atrasos na obtenção de licenças governamentais	Larsen et al. (2015); Memon, Memon e Soomro (2020)
4 ^a	1,6	2 ^a	2 vezes	D15: ordens de mudança	Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016); Polat, Okay e Eray (2014)
		2 ^a	2 vezes	M5: aumento de preços dos materiais	Sohu et al. (2018); Haslinda et al. (2018)
5 ^a	1,4	2 ^a	2 vezes	LC5: condições climáticas imprevisíveis	Larsen et al. (2015); Haslinda et al. (2018)
		2 ^a	2 vezes	MG9: planejamento inicial ineficiente	Johnson e Babu (2018); Haslinda et al. (2018)
		2 ^a	2 vezes	MG3: falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes	Sohu et al. (2018); Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016)

Quadro 7 - Rankings com as causas de custos extras ordenadas pelo Índice de Importância (I) e pela frequência de aparecimento nos estudos de origem

(continuação)

Ranking considerando a importância		Ranking considerando a frequência		Causa	Referências
Posição	Índice de importância (I)	Posição	Frequência de aparecimento		
6ª	1,3	1ª	3 vezes	MG5: lentidão na tomada de decisão	Sohu et al. (2018); Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016); Polat, Okay e Eray (2014)
		2ª	2 vezes	MG1: planejamento e programação inadequados	Memon, Memon e Soomro (2020); Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016)
7ª	1,2	1ª	3 vezes	EX4: instabilidade econômica	Larsen et al. (2015); Memon, Memon e Soomro (2020); Enshassi, Kumaraswamy e Al-najjar (2010)
		2ª	2 vezes	D6: erros e omissões no design	Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016); Polat, Okay e Eray (2014)
		2ª	2 vezes	M4: fontes não confiáveis ou falta de materiais no mercado	Alinaitwe, Apolot e Tindiwensi (2013); Enshassi, Kumaraswamy e Al-najjar (2010)
8ª	1,1	2ª	2 vezes	C7: discrepâncias e deficiências dos contratos	Alinaitwe, Apolot e Tindiwensi (2013); Polat, Okay e Eray (2014)
		2ª	2 vezes	MG4: gerenciamento ineficiente do canteiro	Sohu et al., (2018); Enshassi, Kumaraswamy e Al-najjar (2010)
9ª	1,0	2ª	2 vezes	LC2: condições de solo	Larsen et al. (2015); Rosenfeld (2014)
		2ª	2 vezes	M1: quantitativos iniciais imprecisos	Haslinda et al. (2018); Khabisi, Aigbavboa e Thwala (2016)
		3ª	1 vez	EX7: o fechamento de fronteiras	Enshassi, Kumaraswamy e Al-najjar (2010)
		3ª	1 vez	C10: documentos de licitação prematuros	Rosenfeld (2014)
		3ª	1 vez	C1: critérios de seleção e designação	Larsen et al. (2015)
		3ª	1 vez	D10: variações no design pelo cliente e pelo consultor	Johnson e Babu (2018)
10ª	0,9	3ª	1 vez	F3: Atrasos no recebimento de pagamentos em andamento	Polat, Okay e Eray (2014)
		2ª	2 vezes	O5: atrasos de pagamento por parte dos clientes	Memon, Memon e Soomro (2020); Enshassi, Kumaraswamy e Al-najjar (2010)
		3ª	1 vez	O1: pedidos de alteração pelo cliente durante a construção	Rosenfeld (2014)
		2ª	2 vezes	M7: atraso na aquisição de materiais	Memon, Memon e Soomro (2020); Polat, Okay e Eray (2014)

Fonte: a autora.

Na análise das causas de custos extras, nota-se, então, que devido ao menor número de estudos analisados (10 estudos em comparação aos 19 observados na análise das causas de atrasos), as causas repetem-se no máximo três vezes nos estudos, de forma que graças ao índice de importância (*I*) há melhor diferenciação entre a importância das causas. Nesse contexto, percebe-se que nos rankings apresentados pelo Quadro 8, os problemas ligados ao financiamento das obras figuram nas primeiras posições (CC4 e O14), enquanto no estudo de Durdyev (2021) essas mesmas questões revelam-se mais ao final da tabela (7ª posição); semelhante situação ocorre com os problemas relativos ao design: enquanto no presente estudo eles figuram mais abaixo na tabela (D6), em Durdyev (2021) esses se configuram a principal causa de custos extras.

Apesar dessas diferenças de importância, as causas em ambos os estudos apresentam-se bastante similares: problemas relacionados ao planejamento e estimativas, à elaboração de contratos e documentos para licitação, à comunicação e tomada de decisão, bem como às condições climáticas e de solo. Já entre as novidades do Quadro 7, pode-se citar a demora para obter as licenças governamentais, os pedidos de alteração pelo cliente durante a construção, e os atrasos na aquisição de materiais.

A partir disso, realizou-se a classificação das 76 causas de custos extras obtidas a partir dos 10 estudos, segundo as mesmas categorias empregadas anteriormente na análise das causas de atrasos, a saber Financeiro e Contratual, Organizacional e Locacional no âmbito interno às empresas, e Econômico e Governamental, Organizacional de Fornecedores e Ambiental no âmbito externo às empresas. No entanto, ao se realizar o teste do qui-quadrado, observou-se valor de χ^2 igual a 0,544, de forma que se aceitou a hipótese nula de que não havia correlação entre os fatores e as posições no ranking. Esse fato justifica-se em parte pelo menor número de observações, devido ao menor número de estudos, em relação à análise de causas de atrasos. Apesar disso, à semelhança do realizado no Quadro 5, no Quadro 8 a seguir encontra-se o resumo da classificação das causas do Quadro 7.

Quadro 8 - Classificação das principais causas de custos extras do Quadro 7, segundo a classificação proposta
(continua)

Causa	Classificação proposta
MG10: estimativas de custos ineficientes	Organizacional
CC4: dificuldades financeiras enfrentadas pelo empreiteiro	Financeiro e Contratual
D4: mudanças no escopo do projeto	Organizacional
O14: dificuldades financeiras enfrentadas pelos clientes	Financeiro e Contratual

Quadro 8 - Classificação das principais causas de custos extras do Quadro 7, segundo a classificação proposta (continuação)

Causa	Classificação proposta
EX3: Alta inflação, seguros e taxas de juros	Economia e Governo
EX18: atrasos na obtenção de licenças governamentais	Economia e Governo
D15: ordens de mudança	Organizacional
M5: aumento de preço dos materiais	Organizacional de Fornecedores
LC5: condições climáticas imprevisíveis	Ambiental
MG9: planejamento inicial ineficiente	Organizacional
MG3: falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes	Organizacional
MG5: lentidão na tomada de decisão	Organizacional
MG1: planejamento e programação inadequados	Organizacional
EX4: instabilidade econômica	Economia e Governo
D6: erros e omissões no design	Organizacional
M4: fontes não confiáveis ou falta de materiais no mercado	Organizacional de Fornecedores
C7: discrepâncias e deficiências dos contratos	Financeiro e Contratual
MG4: gerenciamento ineficiente do canteiro	Organizacional
LC2: condições de solo	Economia e Governo
M1: quantitativos iniciais imprecisos	Locacional
EX7: o fechamento de fronteiras	Financeiro e Contratual
C10: documentos de licitação prematuros	Financeiro e Contratual
C1: critérios de seleção e designação	Organizacional
D10: variações no design pelo cliente e pelo consultor	Organizacional
F3: Atrasos no recebimento de pagamentos em andamento	Financeiro e Contratual
O5: atrasos de pagamento por parte dos clientes	Financeiro e Contratual
O1: pedidos de alteração pelo cliente durante a construção	Organizacional
M7: atraso na aquisição de materiais	Organizacional

Fonte: a autora

Tal qual observado no Quadro 5, relativo aos atrasos, o Quadro 8 também mostram as causas categorizadas como organizacionais como maioria, seguidas pelas causas Financeiras e Contratuais.

4.1.4 Análise de resultados da RSL

Por meio da presente RSL objetivou-se responder a seguinte pergunta: quais são as principais causas de atrasos e custos extras em obras de construção civil? Para tanto, analisaram-

se os estudos publicados nas bases *Scopus* e *WOS* no período de 2010 a 2020. Após as exclusões, restaram 206 estudos acessíveis, dos quais 106 versavam sobre fatores de influência nos atrasos e custos extras de forma geral; dentre esses, 66 estudos buscavam sistematizar as causas, dos quais foram analisados 40 estudos quantitativos tipo pesquisa quantitativa, cujo instrumento de pesquisa era o questionário semiestruturado, bem como 10 estudos de revisão de literatura.

Em relação aos estudos tipo pesquisa quantitativa, realizou-se primeiramente análise metodológica. No que tange às características das construções analisadas, conclui-se que os estudos dessa classe investigam a problemática dos atrasos e custos extras a nível regional ou nacional, sem na maioria das vezes identificar o tipo de financiamento, setor ou finalidade das obras. Em suma, os estudos fundamentam-se na percepção sobre os atrasos e custos extras dos três principais agentes da construção civil, a saber o cliente, o empreiteiro e o consultor, ao invés de basearem-se em dados reais do setor. Em relação à metodologia de cálculo e análise dos resultados, a maior parte dos estudos emprega o *Relative Importance Index* para ranquear as causas, sem, no entanto, realizar testes de correlação e consistência dos resultados.

Outro ponto de importante observação no que tange à metodologia dos estudos revela-se a forma como são elencadas as causas de atrasos e custos extras utilizadas nos questionários, bem como a forma como elas revelam-se agrupadas: a maior parte dos estudos não apresenta a bibliografia de onde elas foram retiradas; isso gera grande disparidade na quantidade de causas, as quais variam de 11 a 110, e de classificações, uma vez que, dentre as 48 identificadas, apenas 4 estudos compartilham as mesmas. Além da dificuldade que se revela analisar e compilar os resultados desses estudos, cita-se outro problema talvez mais grave decorrente dessa abordagem: os vieses a que estão sujeitas as conclusões obtidas.

Analisados os aspectos metodológicos dos estudos, iniciou-se a compilação dos resultados dos estudos, a fim de verificar as principais causas de atrasos e custos extras. Para tanto, elencaram-se 19 estudos dos 33 que tratavam sobre atrasos; essa redução no número deveu-se à falta de rankings únicos com no mínimo 10 causas, bem como em função da existência de empates entre as causas. A partir disso, realizou-se análise de frequência simples de causas, bem como adotou-se o índice de importância, para elaboração dos rankings com as principais causas. Como resultado, observou-se que as principais causas de atraso nas obras revelam-se pedidos de alteração pelo cliente durante a construção (O1), seguida em segundo lugar pelas dificuldades financeiras enfrentadas pelos empreiteiros (CC4), e atrasos de pagamento por parte dos clientes (O5).

Em seguida, estava o gerenciamento ineficiente do canteiro (MG4), a demora no processo de tomada de decisão por parte do cliente (O2), e as condições climáticas imprevisíveis (LC5), em terceiro, quarto e quinto lugar, respectivamente. Em sexto lugar estava o planejamento e programação ineficiente por parte do empreiteiro (CC3), e o atraso na entrega de materiais (M3); o planejamento e programação inadequados (MG1) e as obstruções por parte do governo (EX9), em sétimo e oitavo lugar, respectivamente; em nono lugar as mudanças de design (D1) e a baixa produtividade do trabalho (L3); e em décimo lugar as estimativas imprecisas (MG8) e os atrasos de pagamento ao empreiteiro por parte do cliente (O13). Ressalta-se aqui que os resultados encontrados assemelham-se aos encontrados nos estudos de revisão analisados (ZIDANE E ANDERSEN, 2018; DURDYEV E HOSSEINI, 2020; SHINGHAL E PALIWAL, 2020; VILES, RUDELI E SANTILLI, 2020).

A fim de confirmar os resultados dessa análise, elaborou-se análise de correspondência. Para tanto, foi necessário reclassificar as 101 causas segundo seis categorias: Financeiro e Contratual, Organizacional e Locacional no âmbito interno às empresas, e Econômico e Governamental, Organizacional de Fornecedores e Ambiental no âmbito externo às empresas. A partir dessa nova classificação, elaborou-se tabela de contingência com os fatores como variáveis de coluna, e as posições nos rankings como variáveis de linha. Verificados os resultados dessa primeira análise, realizaram-se duas novas análises com os fatores internos e externos, separadamente; nela se verificou que apenas os fatores internos possuíam correlação com as posições nos rankings. Como resultado dessa última análise, observou-se que a categoria Financeiro e Contratual aparece ligada a 1ª, 3ª, 4ª e 6ª posições, enquanto a categoria organizacional associa-se a 2ª, 5ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª.

Já na compilação dos resultados dos estudos sobre causas de custos extras, procurou-se adotar os mesmos critérios empregados na análise dos estudos de atrasos. No entanto, devido à menor quantidade daqueles, utilizaram-se os estudos com ranking único de no mínimo 10 causas que apresentaram empates, de forma a totalizar 10 estudos. Apesar do baixo número, foi possível visualizar relevantes alterações, como por exemplo causas de custos extras que não haviam aparecido nos rankings de causas de atrasos. As mais significativas a serem citadas são relativas às áreas de design, contratos e avaliação de risco. Nesse contexto, no que tange aos projetos, destaca-se o impacto da complexidade, flexibilidade, experiência e orçamento; no caso dos contratos, os métodos de compra e licitação receberam grande destaque, bem como sinalizaram a importância das estimativas iniciais e dos demais documentos que prestam suporte a esses processos, tais como os desenhos, lista de quantitativos e especificações.

A partir dessas considerações, realizou-se novamente análise de frequência simples de causas, bem como adotou-se o índice de importância, para elaboração dos rankings com as principais causas. Como resultado, observou-se que a principal causa de custos extras em obras de construção civil são as estimativas de custos ineficientes (MG10) e as dificuldades financeiras enfrentadas pelos empreiteiros (CC4); em segundo lugar, as mudanças no escopo do projeto (D4) e as dificuldades financeiras enfrentadas pelos clientes (O14); em terceiro, as altas taxas de inflação, seguros e juros (EX3) e os atrasos na obtenção de licenças governamentais (EX18); em quarto, as ordens de mudança (D15) e aumento de preço dos materiais (M5); em quinto, as condições climáticas imprevisíveis (LC5), o planejamento inicial ineficiente (MG9) e a falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes (MG3).

Em sexto lugar, a morosidade na tomada de decisão (MG5) e o planejamento e programação inadequados (MG1); em sétimo, a instabilidade econômica (EX4), erros e omissões no design (D6), e fontes não confiáveis ou falta de materiais no mercado (M4); em oitavo as discrepâncias e deficiências dos contratos (C7) e o gerenciamento ineficiente do canteiro (MG4); em nono lugar, o fechamento de fronteiras (EX7), as condições de solo (LC2), os documentos de licitação prematuros (C10), os critérios de seleção e designação (C1), as variações no design pelo cliente e pelo consultor (D10) e os quantitativos iniciais imprecisos (M1). Por fim, em décimo lugar, os atrasos no recebimento de pagamentos em andamento (F3), os atrasos de pagamento por parte dos clientes (O5), pedidos de alteração pelo cliente durante a construção (O1) e o atraso na aquisição de materiais (M7).

Após essa análise de frequência e importância das causas, realizou-se análise de correspondência, a qual não pode ser utilizada devido ao valor do teste qui-quadrado não ter atingido valores que justificassem a rejeição da hipótese nula. Apesar disso, os rankings elaborados apresentaram similaridades ao estudo de revisão apresentado por Durdyev (2021), de forma que comparações entre os resultados obtidos pela presente RSL revelam-se pertinentes.

Percebe-se então, que algumas causas são comuns a ambos os rankings, tais como os problemas financeiros e de pagamento por parte do cliente e do empreiteiro, o gerenciamento do canteiro e planejamento e programação ineficientes, as estimativas imprecisas, a lentidão na tomada de decisão, os pedidos de mudanças e mudanças de escopo, bem como as condições climáticas imprevisíveis.

No entanto, somente identificar essas causas, ou então apontar técnicas ou ferramentas isoladas para solucioná-los não se revela suficiente para combater esses problemas crônicos que afetam a construção civil a nível global. Em virtude dessa situação, na próxima seção

apresentam-se os resultados da aplicação da *survey* do presente estudo, bem como o *framework* para mensuração e melhoria do desempenho organizacional da construção civil, a fim de reduzir atrasos e custos extras com maior eficiência.

Ressalta-se que a RSL teve fundamental importância para realização das próximas etapas, uma vez que a investigação da percepção brasileira sobre as causas de atrasos encontra-se alicerçada em dados internacionais recentes. Além disso, o peso das questões relativas aos processos organizacionais no desempenho quanto aos critérios de tempo e custos norteou a construção da fundamentação teórica do presente estudo, e conseqüentemente da *survey* elaborada.

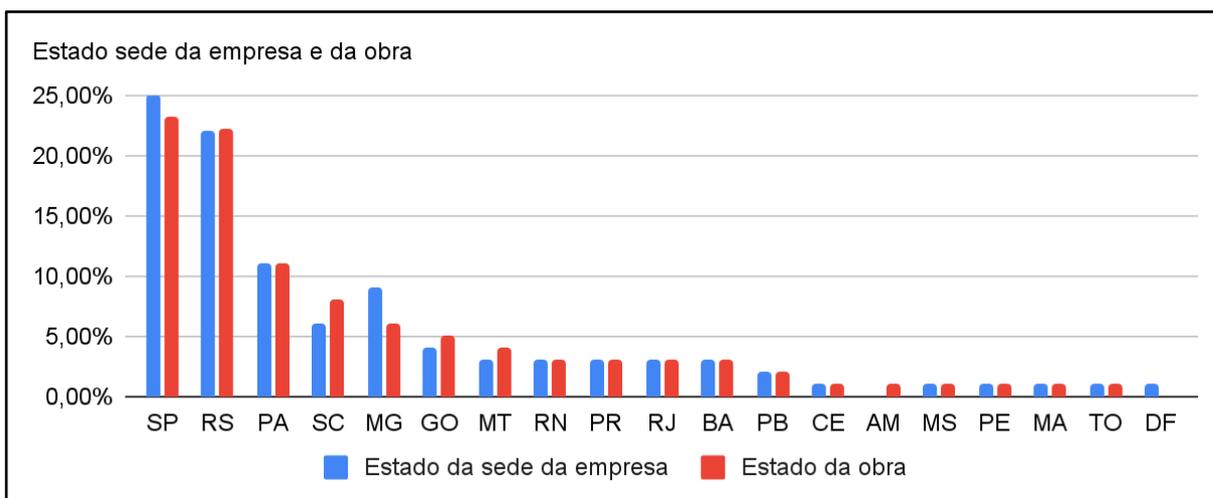
4.2 RESULTADOS DA SURVEY

A pesquisa *survey* foi desenvolvida a partir de 55 questões distribuídas em 4 seções; a primeira dela continha questões relativas às características das empresas participantes do estudo; a segunda, relativas às características da obra executada; e a quarta, relativas às decisões e ferramentas empregadas no contexto dos processos de trabalho da obra. Por fim, a terceira seção do estudo apresenta as questões relativas ao perfil dos respondentes, bem como suas percepções acerca das principais causas de atrasos e custos extras nas obras de construção civil.

4.2.1 Características da empresa e da obra

A *survey* proposta buscou atender o objetivo principal do presente estudo, a saber mensurar o desempenho das obras de construção civil brasileiras quanto aos critérios de tempo e custos. Dadas as grandes dimensões do Brasil, questionou-se o estado sede da empresa respondente, bem como o estado em que a obra havia sido executada, a fim de entender se a localização das empresas afeta as variáveis analisadas na *survey*. Assim, na Figura 11, a seguir, apresenta-se os resultados do estado sede da empresa e da obra realizada.

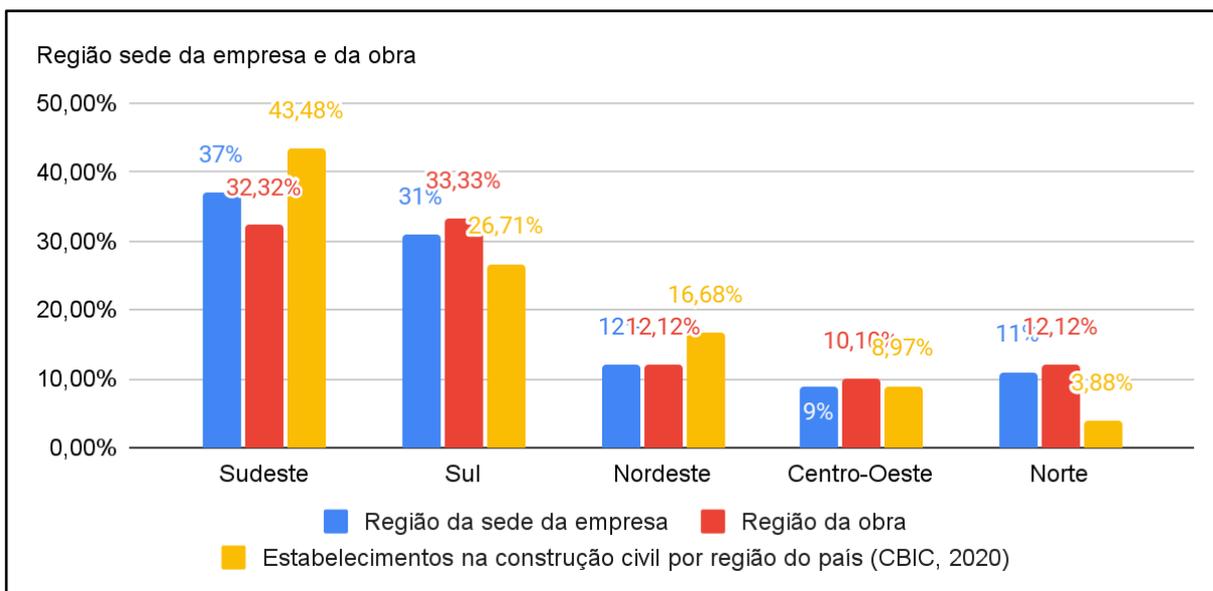
Figura 11 - Localização: estado sede da empresa e estado em que foi executada a obra



Fonte: a autora.

Observa-se, então, que as empresas e obras concentram-se nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Pará. A seguir, os resultados da Figura 12 apresentam-se organizados por região, para que maiores comparações possam ser feitas.

Figura 12 - Região sede da empresa e da obra executada

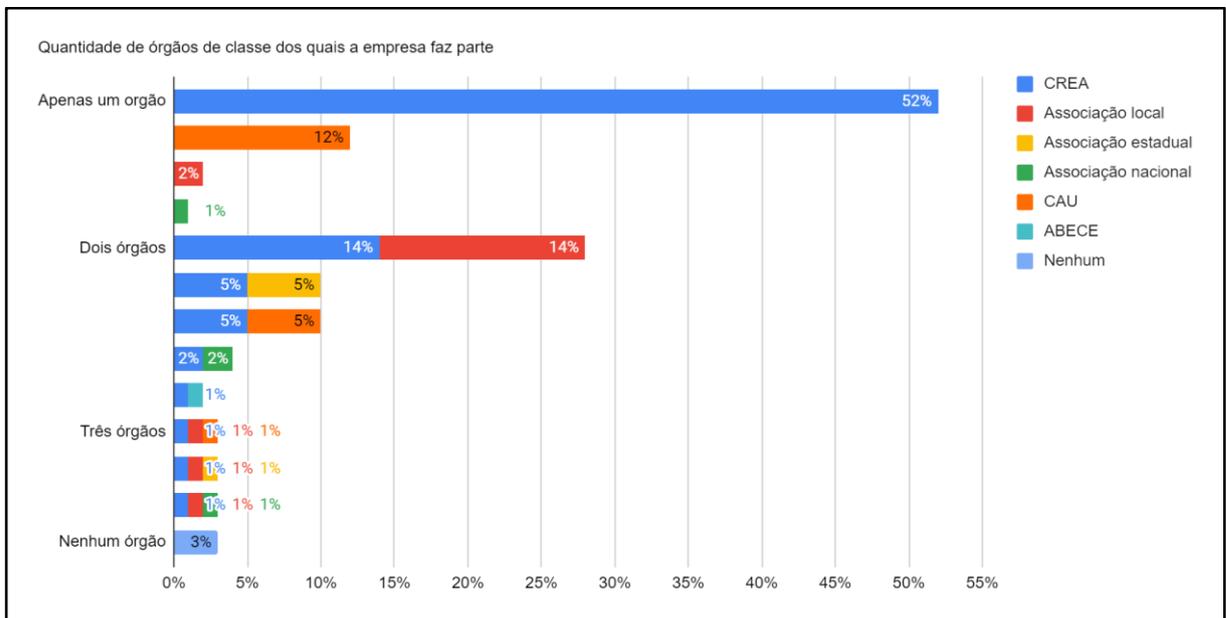


Fonte: a autora.

Salienta-se que os resultados da Figura 11 revelam-se semelhantes aos últimos dados apresentados pela CBIC⁷, referente a quantidade de estabelecimentos na construção civil por região do país. No caso do presente estudo, também se ressalta que a maior participação de empresas do Rio Grande do Sul (RS) e Pará (PA) ocorreu em virtude do auxílio na divulgação do questionário por parte dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia dos respectivos estados (CREA-RS e CREA-PA). Além disso, no RS a pesquisa também teve apoio em sua promoção pelo Sindicato da Indústria da Construção de Santa Maria (SINDUSCON-SM), cidade sede da UFSM.

A seguir, indagou-se sobre os órgãos de classe e/ou demais associações aos quais a empresa faz parte, e as respostas podem ser vistas na Figura 13 a seguir.

Figura 13 - Órgãos/associações/câmaras/sindicatos que a empresa faz parte



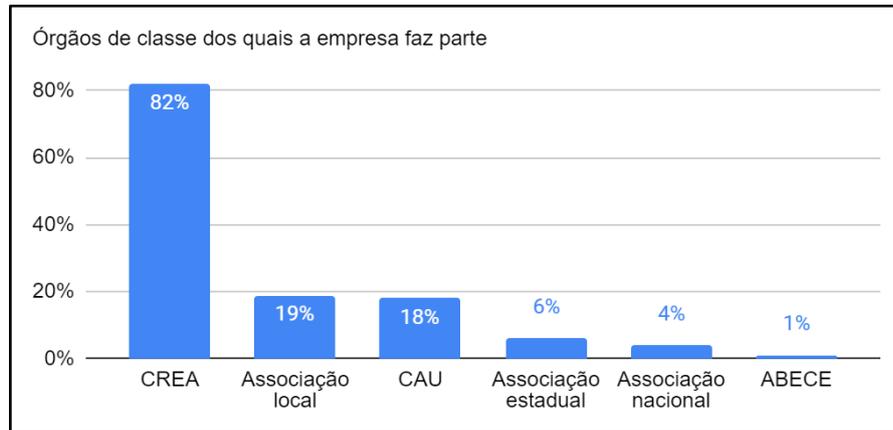
Fonte: a autora.

Nesse contexto, a pergunta classificava-se como de múltipla escolha, de forma que o respondente poderia responder de quantos e quais órgãos a empresa fazia parte. Nesse caso, a maior parte das empresas afirmou estar associada a apenas um órgão (67%), seguida pelas empresas que estão associadas a 2 órgãos (27%), e pelas que estão associadas a três órgãos (3%) ou não estão associadas a qualquer órgão (3%). Entre as empresas participantes, 52% afirmou

⁷ Dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2020, elaborada pelo Ministério do Trabalho e Previdência, organizados pela CBIC. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/empresas-de-construcao/estabelecimentos-na-construcao>.

fazer parte apenas do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), seguida pelas empresas que fazem parte do CREA e de alguma associação local (14%), e das empresas que fazem parte somente do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) (12%). Já a Figura 14, a seguir, mostra qual o percentual de empresas está associada a cada um dos órgãos.

Figura 14 - Órgãos/associações/câmaras/sindicatos dos quais a empresa faz parte



Fonte: a autora.

Entre os principais órgãos aos quais as empresas estão associadas está o CREA (82%), seguido pelas associações/sindicatos locais (19%) e o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) (18%). Ressalta-se ainda o alto grau de correlação negativa indicado pelo coeficiente de Spearman (-0,593) (ASIEDU E ALFEN, 2016), entre a associação no CREA e CAU, a qual indica que as empresas ou estão associadas a um órgão, ou ao outro. Esse resultado encontra respaldo na legislação brasileira, visto que as empresas precisam obrigatoriamente estar registradas a um desses conselhos de classe para exercerem profissões que são fiscalizadas por eles (BRASIL, 2019b; BRASIL 2010).

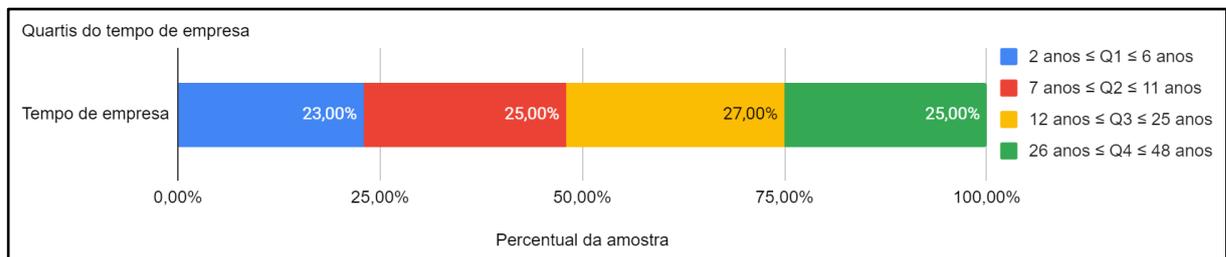
Na sequência, buscou-se verificar se as empresas possuíam alguma parceria ou com universidades ou instituições de ensino. Como resposta, apenas 16% afirmaram possuir; dentre essas, 68,75% das empresas apontou os programas de estágio como a principal forma de parceria com as instituições de ensino. Dentre as demais formas de colaboração descritas em menor número (uma ou duas citações), estava a parceria com laboratórios de materiais, visitas à obras, doação de insumos para pesquisa, e bolsas de estudo.

Quanto ao tempo de atuação da empresa no mercado, no Brasil, segundo dados do “Demografia das Empresas 2015” (IBGE, 2017), a média de idade das empresas de construção

(classe F pela classificação do CNAE 2.0), era de 8,7 anos⁸. No presente estudo, a média de idade das empresas foi superior a esse valor (16,24 anos). No entanto, a mediana foi de 12 anos, e a moda foi de 5 anos, de forma a indicar assimetria positiva no histograma (média > mediana > moda).

Em virtude dessa assimetria na distribuição das frequências, e ausência de classificação amplamente adotada para categorização da maturidade das empresas, optou-se por definir quartis para agregar as empresas. Para tanto, a amostra foi ordenada de forma crescente, e seccionada em quatro quartis correspondentes a 25% da amostra cada. Esse procedimento é comum na estatística descritiva e foi utilizado aqui em virtude da falta de parâmetros para essa classificação. Os resultados, na Figura 15 a seguir.

Figura 15 - Quartis do tempo de empresa

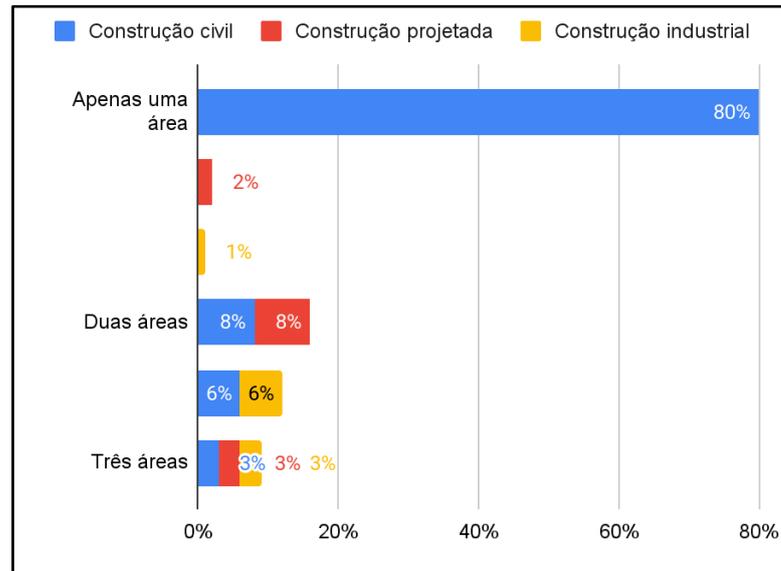


Fonte: a autora.

Quanto às áreas de atuação da empresa, segundo a classificação proposta por Halpin e Senior (2011). Na Figura 16, a seguir, os resultados.

⁸ Informação disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9068-demografia-das-empresas.html?=&t=destaques>.

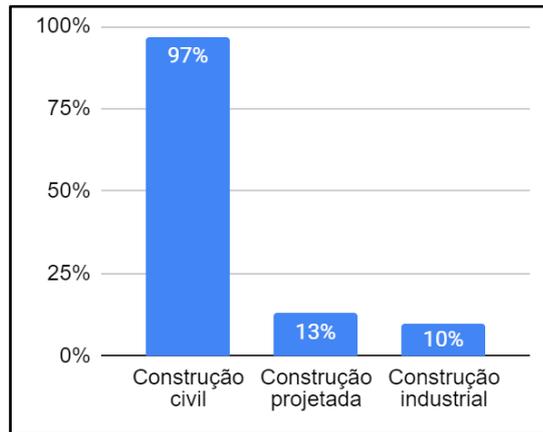
Figura 16 - Áreas em que a empresa atua



Fonte: a autora.

Tal qual a pergunta sobre órgãos e associações da empresa, essa também se classificava como de múltipla escolha, de forma que o respondente poderia responder em quantas e em quais áreas a empresa atuava. Nesse caso, a maior parte das empresas afirmou atuar em apenas uma área (83%), seguida pelas empresas que atuam em duas áreas (14%), e pelas que atuam em três áreas (3%). Entre as empresas participantes, a maioria trabalha apenas na construção civil (80%), seguida pelas empresas que atuam na construção civil e projetada (8%), e das empresas que trabalham na construção civil e industrial (6%). Já a Figura 17, a seguir, mostra qual o percentual de empresas atua em cada uma das áreas.

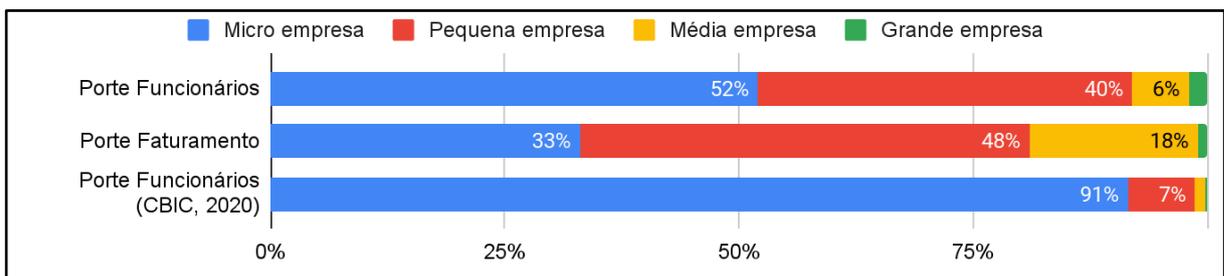
Figura 17 - Áreas em que as empresas atuam



Fonte: a autora.

Ressalta-se que o questionário foi endereçado a empresas da construção civil, o que explica os resultados expressivos desse setor em relação aos demais. Por fim, as últimas questões da primeira seção visavam identificar o porte da empresa, conforme o seu número de funcionários e faturamento, respectivamente. Os resultados podem ser vistos na Figura 18, a seguir.

Figura 18 - Perfil da empresa: número de funcionários e faturamento anual bruto



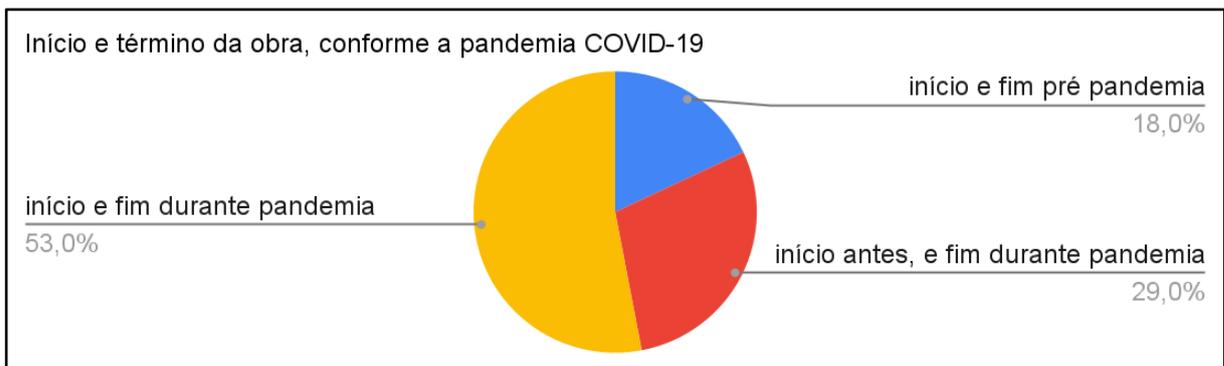
Fonte: a autora.

Entre as correlações observadas, está o alto grau de correlação calculada pelo coeficiente de Spearman (-0,743) entre o porte da empresa em termos de funcionários, e o porte da empresa em termos de faturamento. Salienta-se, no entanto, que a distribuição do porte de empresas participantes na pesquisa apresenta grandes diferenças da distribuição brasileira

segundo dados da CBIC⁹. Uma das prováveis razões para essa diferença é a inclusão das empresas classificadas como MEI (as quais comportam até dois funcionários) na pesquisa elaborada pelo Ministério do Trabalho e Previdência, as quais não eram o público-alvo do presente estudo e, portanto, não apareceram de forma mais expressiva nestas estatísticas. Ressalta-se que mais ao final desta seção, serão exibidas as variáveis que se associam ao porte da empresa.

No que se refere à data de início de construção da obra, foi solicitado aos participantes que inserissem informações de edificações construídas nos últimos cinco anos, a fim de realizar estudo com dados recentes. Essa informação, associada ao tempo realizado de conclusão da obra, permitiu que se identificasse quais obras haviam sido iniciadas e/ou concluídas durante a pandemia da COVID-19, a fim de mensurar se houve influência da pandemia no desempenho das obras em termos de custos e tempo. Ressalta-se que o prazo definido para a pandemia foi de março de 2020 até a data de encerramento da pesquisa. Na Figura 19, a seguir, os resultados.

Figura 19 - Início da execução da obra

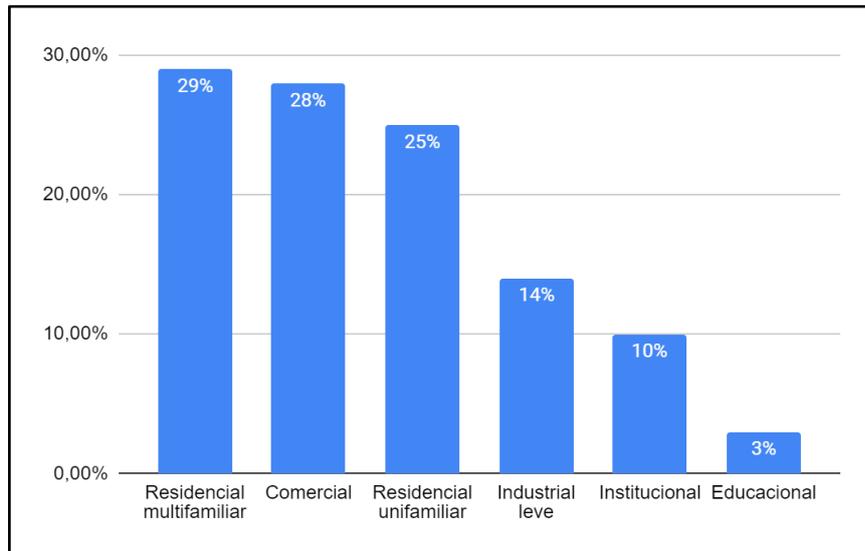


Fonte: a autora.

Quanto aos fins da obra de construção civil realizada, a questão permitia ao respondente assinalar mais de uma alternativa. Dessa forma, observou-se que 91% das obras possuíam fim único, enquanto 9% possuíam finalidade dupla, em que o mais comum foram as obras residenciais associadas às comerciais (6%). Já na Figura 20, a seguir, mostra-se qual o percentual de fins das obras analisadas.

⁹ Dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2020, elaborada pelo Ministério do Trabalho e Previdência, organizados pela CBIC. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/empresas-de-construcao/estabelecimentos-na-construcao>.

Figura 20 - Fins das obras



Fonte: a autora.

Dentre as obras analisadas, observa-se que aquelas com fins residenciais foram as mais numerosas (54%). Resultados semelhantes foram divulgados na última PAIC referente ao ano de 2020 (IBGE, 2022); nela, o setor de obras residenciais segue na liderança do grupo de produtos com maior participação no setor da construção (24,9%). Também foi questionado aos empresários que descrevessem a obra citada com mais detalhes. A partir das respostas, observou-se que 11% das obras foram de reformas, enquanto os 89% restantes eram construções novas.

Dentre as obras que tiveram maior riqueza de detalhes apresentados, estão as residenciais multifamiliares, e residenciais multifamiliares e comerciais, cuja maioria era de edificações verticais, (86,21%), e o restante horizontais; dentre os prédios, a média de pavimentos encontrada foi de 13 pavimentos, com mediana de 11, e moda de oito pavimentos (assimetria positiva no histograma). Em relação ao número de unidades familiares construídas, a média foi de 126. Entre as obras com fins mistos (comerciais e residenciais), foi apontado que as lojas situam-se no pavimento térreo, em geral.

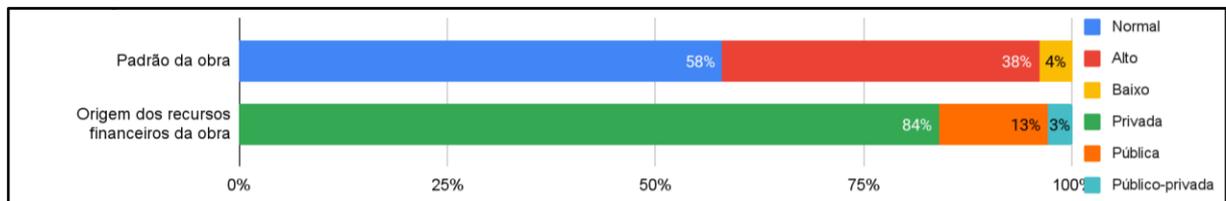
Já as obras com fins residenciais unifamiliares descrevem-se como construções de casas de um a dois pavimentos, com variações no número e variedade de cômodos conforme o padrão. As obras comerciais, por sua vez, apresentaram fins bastante variados; entre as citadas, estão construções em hospitais e clínicas médicas, agências bancárias, redes atacadistas, concessionárias, restaurantes, shoppings e academias. Além dessas, também foram citadas construções de prédios, salas, escritórios e estacionamentos comerciais. Entre as obras

comerciais e industriais leves, foram citadas construções para indústrias do segmento de produtos de limpeza, farmacêuticos e de centro de distribuição de rede atacadista.

Entre as obras industriais leves citadas, estão as construções de galpões industriais, bases e fundações, coberturas, estruturas e prédios de apoio para fins industriais. Além disso, também foram elencadas obras de reparos em estruturas de prédios industriais e em estações de tratamento de esgoto. Já as obras institucionais foram realizadas na área urbanística e turística (em praças, calçadas e mirantes), médica e assistencial (Unidades Básicas da Saúde, laboratórios e creches), política (câmara municipal), e da segurança pública. As obras de fins educacionais, por fim, envolveram a construção de escolas e salas de aula.

No que refere-se ao padrão e a origem dos recursos empregados no financiamento das obras, apresentam-se os resultados na Figura 21 a seguir.

Figura 21 - Padrão e a origem dos recursos financeiros da obra



Fonte: a autora.

Em relação à origem dos recursos financeiros da obra, observa-se que a amostra do presente estudo apresenta similaridades com o cenário brasileiro atual. Segundo dados da PAIC 2020 (IBGE, 2022), o setor privado foi responsável por 70,2% dos valores investidos no financiamento de obras de construção; ao analisar o setor de construção de edifícios isoladamente, esse percentual sobe para 82%. No presente estudo, observou-se que 84% das obras foram financiadas pelo setor privado; já em termos de valores, o financiamento privado correspondeu a 89,61% dos valores dos orçamentos previstos nas obras da amostra. Já em relação ao padrão das obras executadas no cenário brasileiro atualmente, não foi possível encontrar dados para comparação.

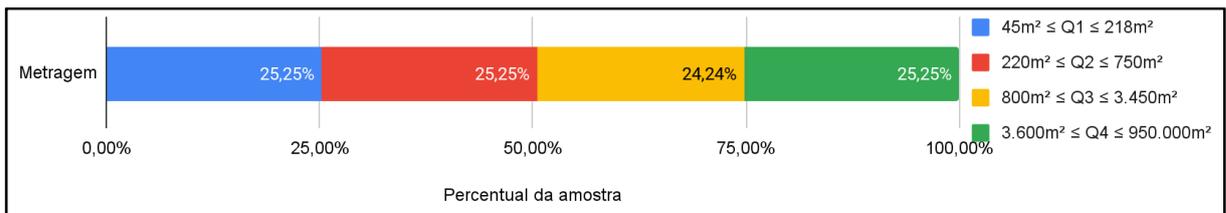
Quanto a metragem das obras executadas, observou-se que a maioria delas se concentrava em valores menores, informação confirmada pelas estatísticas descritivas, em que a média de metragem foi de 20.031,92 m², a mediana foi de 750 m², de forma a indicar assimetria positiva no histograma (média > mediana). Optou-se, então, por definir intervalos de classe para agregar as obras com metragens similares. Para tanto, primeiramente se procurou

classificar as obras conforme porte (pequeno, médio, grande...). No entanto, no Brasil atualmente não há consenso acadêmico, normativo ou legislativo quanto a essa classificação por porte.

Entre as classificações encontradas, está a de Costella, Junges e Pilz (2014), em que os autores definiram parâmetros para classificação de obras residenciais com base nos próprios dados analisados pela sua pesquisa. Outra categorização encontra-se no Código de Edificações da cidade de Porto Alegre, capital do estado do RS: em seu anexo 8, a prefeitura classifica as lojas com atividades comerciais do município em pequenas, médias ou grandes (PORTO ALEGRE, 1992).

No entanto, torna-se difícil extrapolar essas categorias apresentadas para outras amostras de obras, ou obras com diferentes localizações: uma obra pequena para os parâmetros do estado de São Paulo, talvez não o seja para os critérios gaúchos, e assim por diante. Como o escopo do presente estudo não visava elaborar tal classificação, optou-se por categorizar as obras por quartis. Na Figura 22, a seguir, os quartis da amostra do presente estudo.

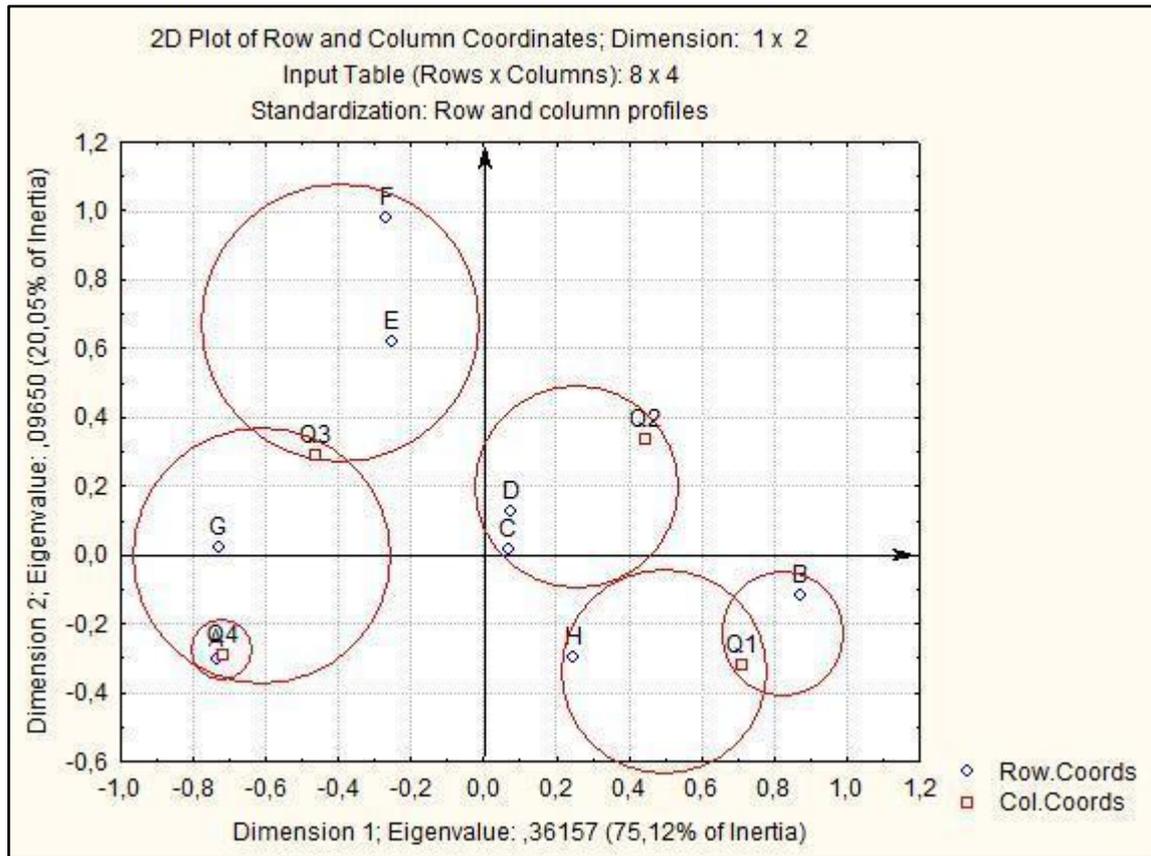
Figura 22 - Quartis da metragem



Fonte: a autora.

Buscou-se entender, nesse contexto, quais variáveis do presente estudo possuíam alguma relação com a metragem das obras. Como resultado, observou-se, por meio de análise de correspondência, a relação entre os fins da obra e os quartis da metragem, identificado pelo $p = 0,0008$, por meio do qual se rejeitou a hipótese nula e aceitou-se a hipótese alternativa, de que há associação entre as variáveis. Na Figura 23, a seguir, o gráfico da associação entre essas variáveis.

Figura 23 - Associação entre os quartis de metragem e os fins da obra

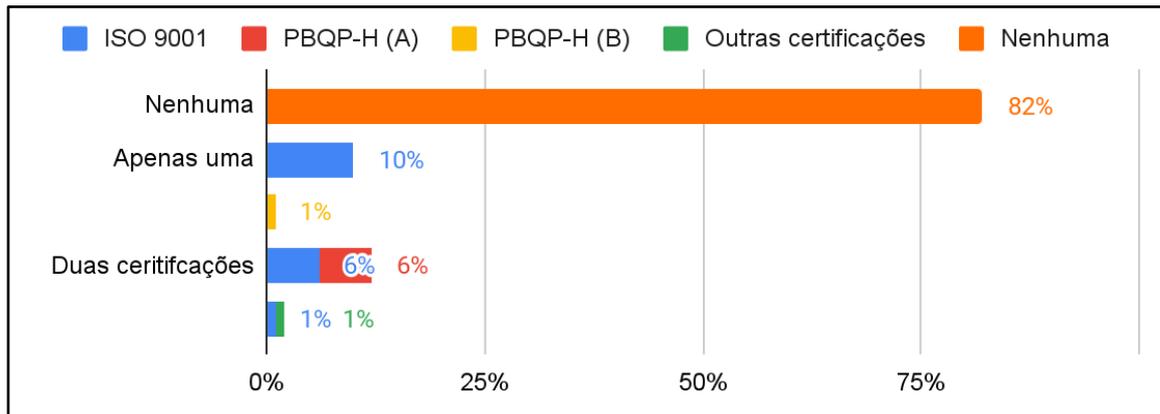


Fonte: a autora.

Observa-se a partir da Figura 23 que as obras residenciais multifamiliares (A) e as obras residenciais multifamiliares e comerciais (G), estão fortemente associadas ao último quartil (Q4), que compreende as obras de maior porte; já as obras residenciais unifamiliares (B) e comerciais e industriais leves (H) associadas ao primeiro quartil (Q1), o qual engloba as obras de menor porte. Em relação aos portes intermediários, as obras comerciais (C) e industriais leves (D), aparecem mais associadas ao segundo quartil (Q2), enquanto as obras institucionais (E) e educacionais (F) estão associadas ao terceiro quartil (Q3).

Ainda na segunda seção da *survey*, indagou-se sobre as certificações do empreendimento. Os resultados podem ser vistos na Figura 24 a seguir.

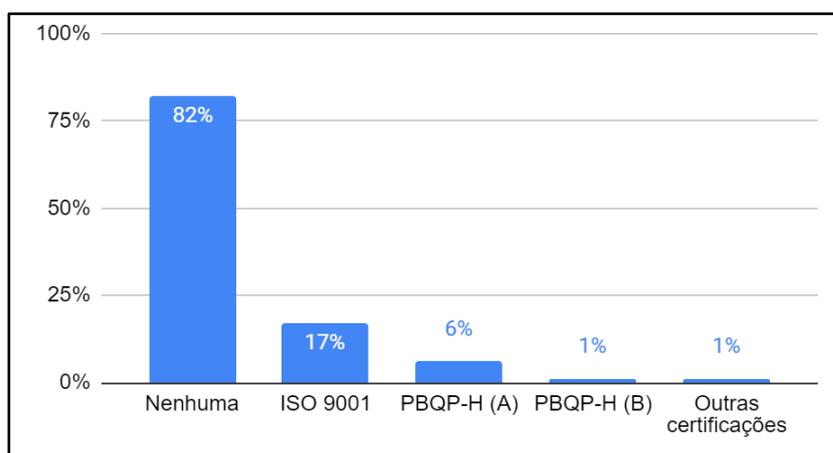
Figura 24 - Certificações do empreendimento



Fonte: a autora.

Essa questão também permitia ao respondente marcar mais de uma alternativa. Assim, apenas 18% das empresas participantes afirmaram possuir uma ou mais certificações em seus empreendimentos. Dessas, mais de 60% possuem apenas uma, e o restante duas certificações. Entre os destaques, cita-se que 10% das empresas participantes do estudo afirmaram possuir somente a certificação da ISO 9001, seguidas por 6% das empresas que possuem a ISO 9001 associada à certificação nível A no PBQP-H. Já a Figura 25, a seguir, mostra qual o percentual de certificações possuídas pelos empreendimentos.

Figura 25 - Certificações do empreendimento



Fonte: a autora.

Em relação ao cenário nacional, pode-se afirmar que participaram do presente estudo maior percentual de empresas certificadas: conforme dados disponíveis no site do Ministério

do Desenvolvimento Regional¹⁰, órgão responsável pela gestão do PBQP-H, atualmente 1.775 empresas têm certificados vigentes no SiAC no nível A do PBQP-H, e 362 no nível B. Se considerado que há no Brasil cerca de 204.009 estabelecimentos de construção civil (segundo os dados da CBIC¹¹), apenas 0,87% e 0,18% das empresas brasileiras possuem certificação nível A e B no PBQP-H no SiAC, respectivamente. No presente estudo, 6% e 1% das empresas participantes possuem certificação nível A e B no PBQP-H, respectivamente.

Em relação à certificação ISO 9001 também se nota um percentual maior de empresas certificadas na amostra do estudo; segundo os dados disponibilizados pela *Iso Survey 2020*¹², em 2015, o Brasil possuía 898 empresas do ramo da construção certificadas, o que corresponde a aproximadamente 0,44% das empresas brasileiras (novamente, em relação aos dados da CBIC usados anteriormente). Ressalta-se que esses últimos dados podem estar defasados, uma vez que se referem ao ano de 2015. No presente estudo, o valor foi de 17%.

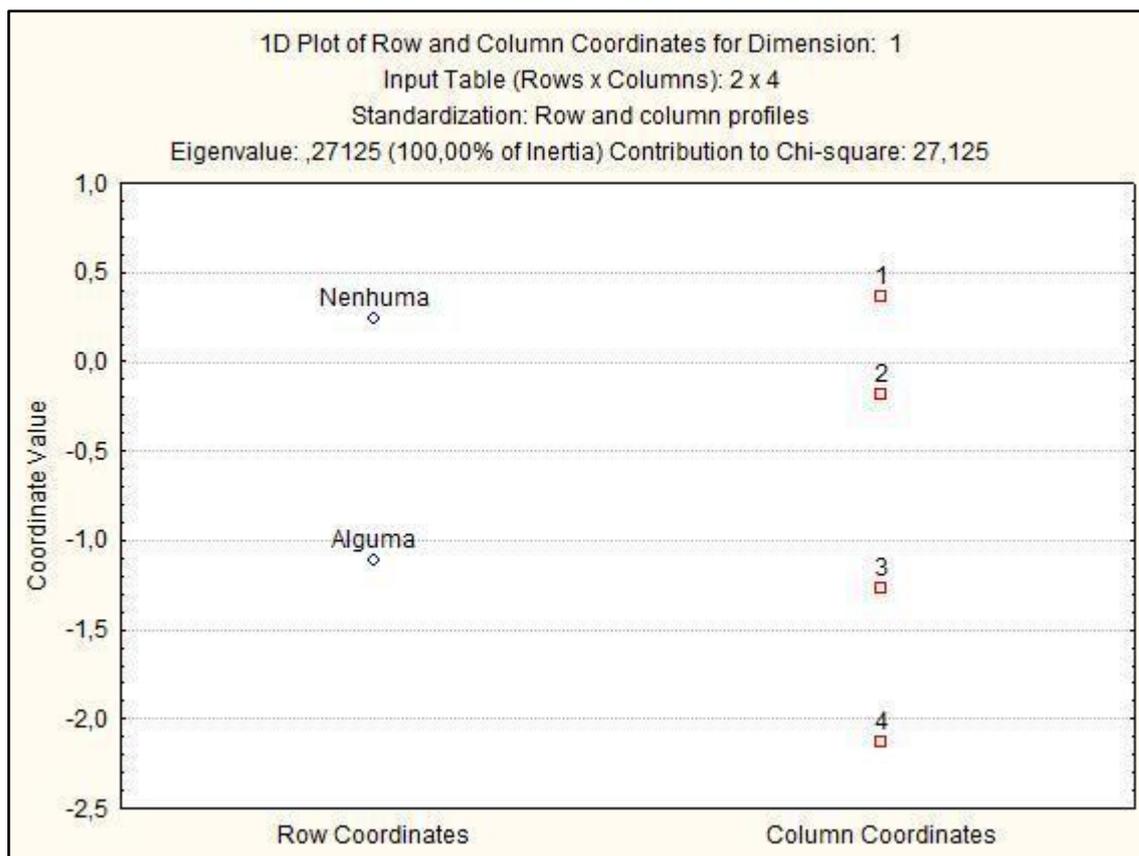
Um dos motivos que podem explicar o maior percentual de empresas certificadas na amostra revela-se o maior percentual de médias e grandes empresas participantes do estudo, em relação aos valores nacionais (fato já observado na Figura 18 desta seção). Ao se realizar análise de correspondência entre o porte da empresa conforme o número de funcionários, e a existência de alguma certificação, obteve-se $p = 0,0000$, por meio do qual se rejeitou a hipótese nula e aceitou-se a hipótese alternativa, de que há associação entre as variáveis. Na Figura 26, a seguir, o gráfico da associação entre essas variáveis.

¹⁰ Dados disponíveis em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/sistemas/siac/empresas-certificadas/>. Acesso em 22 de julho de 2022.

¹¹ Dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2020, elaborada pelo Ministério do Trabalho e Previdência, organizados pela CBIC. Disponível em: Acesso em 22 de julho de 2022. <http://www.cbicdados.com.br/menu/empresas-de-construcao/estabelecimentos-na-construcao>.

¹² Dados disponíveis em: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>. Acesso em 22 de julho de 2022.

Figura 26 - Associação entre o porte da empresa por número de funcionários e a existência ou não de certificações do empreendimento



Fonte: a autora.

A partir da Figura 26, observa-se que as médias e grandes empresas (3 e 4, respectivamente) possuem uma associação maior com a existência de alguma certificação no empreendimento, enquanto as micro e pequenas empresas (1 e 2 respectivamente) possuem maior associação com nenhuma. Segundo Agusti e Deschamps (2013), isso pode ser explicado pelo fato de as micro e pequenas terem estrutura bastante enxuta, com processos de tomada de decisões centralizados, o que torna a implantação de controles da qualidade, e do sistema da gestão da qualidade formal como um todo, mais difícil.

Por fim, ao final da segunda seção, questionou-se sobre o orçamento e cronograma previstos e realizados das obras analisadas. A partir dessas informações, também foi possível calcular os percentuais dos estouros de orçamento e cronograma, por meio da subtração do valor previsto do realizado, e posterior divisão da subtração pelo valor previsto. Os resultados podem ser vistos a seguir na Tabela 5.

Tabela 5 - Orçamento e cronograma previstos, realizados e seus respectivos estouros

Questão	Tamanho da amostra	Média	Mediana	Moda
16) Orçamento previsto	97	R\$ 7.757.093,58	R\$ 1.500.000,00	R\$ 300.000,00
17) Orçamento realizado	91	R\$ 8.363.297,00	R\$ 1.600.000,00	R\$ 650.000,00
Estouro de orçamento (n°17-n°16)/n°16	90	6,520%	5,410%	0,000%
18) Cronograma previsto	97	15,35	10,00	12,00
19) Cronograma realizado	91	17,57	11,00	12,00
Estouro de cronograma (n°19-n°18)/n°18	91	21,262%	11,110%	0,000%

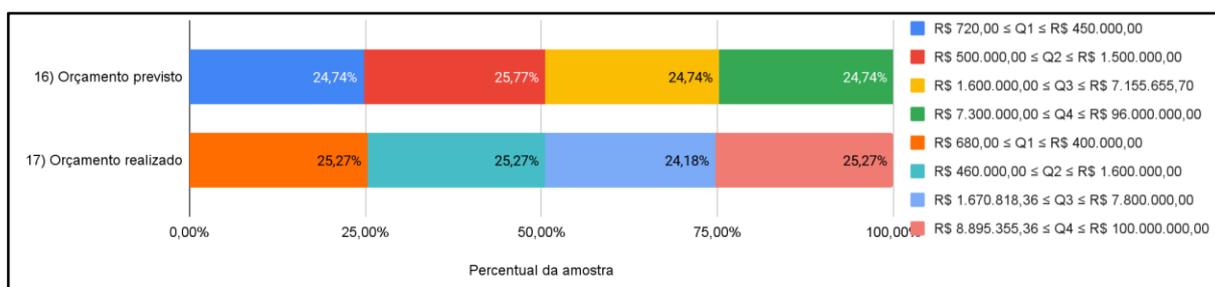
Fonte: a autora.

Ao analisar a Tabela 5, pode-se perceber que o percentual de estouros de custos médio (6,52%) é superior ao percentual de estouros de cronograma médio (21,26%). Algumas das possíveis razões para isso são apresentadas por Laufer e Tucker (1987)

Isso decorre, entre outros, pela natureza aditiva dos custos de construção, onde uma alteração de custo de um item não afetará significativamente o custo da maioria dos outros [...]. Isso contrasta com o alto grau de interdependência entre o tempo e a duração das atividades de construção, onde o atraso de uma atividade pode desencadear uma cadeia de atrasos e interrupções em muitas outras (LAUFER E TUCKER, 1987, p. 247, tradução nossa).

Além disso, a partir da Tabela 5, percebe-se que todas as variáveis apresentadas possuem histograma com assimetria positiva (média>mediana>moda), tal qual as apresentadas anteriormente (a saber, tempo de empresa e metragem das obras). Em virtude disso, optou-se por classificar essas variáveis em termos de quartis, a semelhança do que também foi realizado para as demais variáveis quantitativas, pela ausência de categorização técnica existente. Nas Figuras 27, a seguir, os quartis do orçamento previsto e realizado, bem como dos seus respectivos estouros.

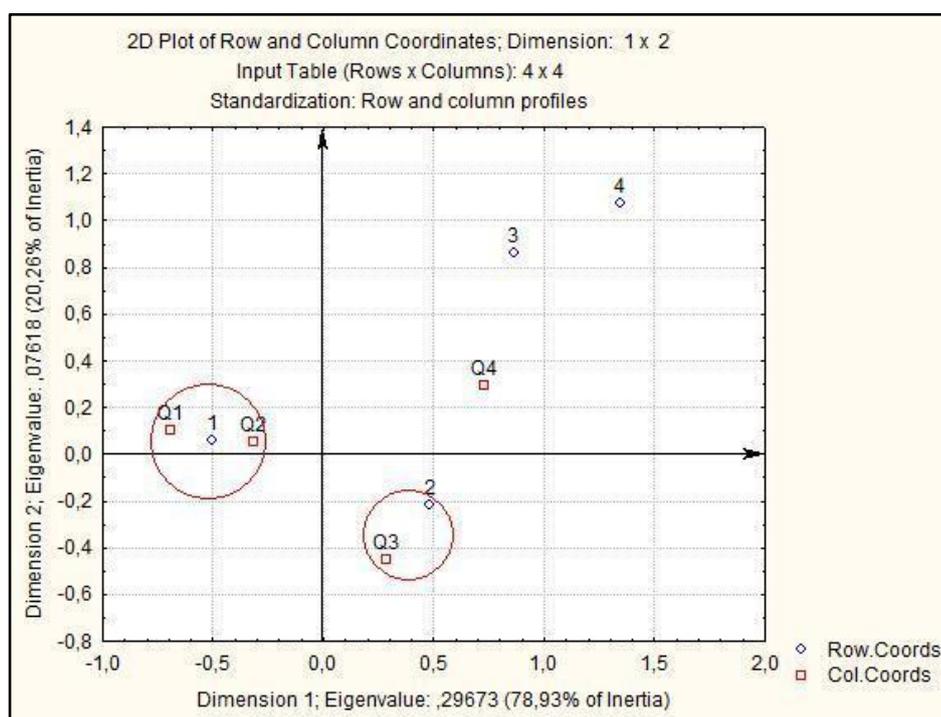
Figura 27 - Quartis do orçamento previsto e realizado



Fonte: a autora.

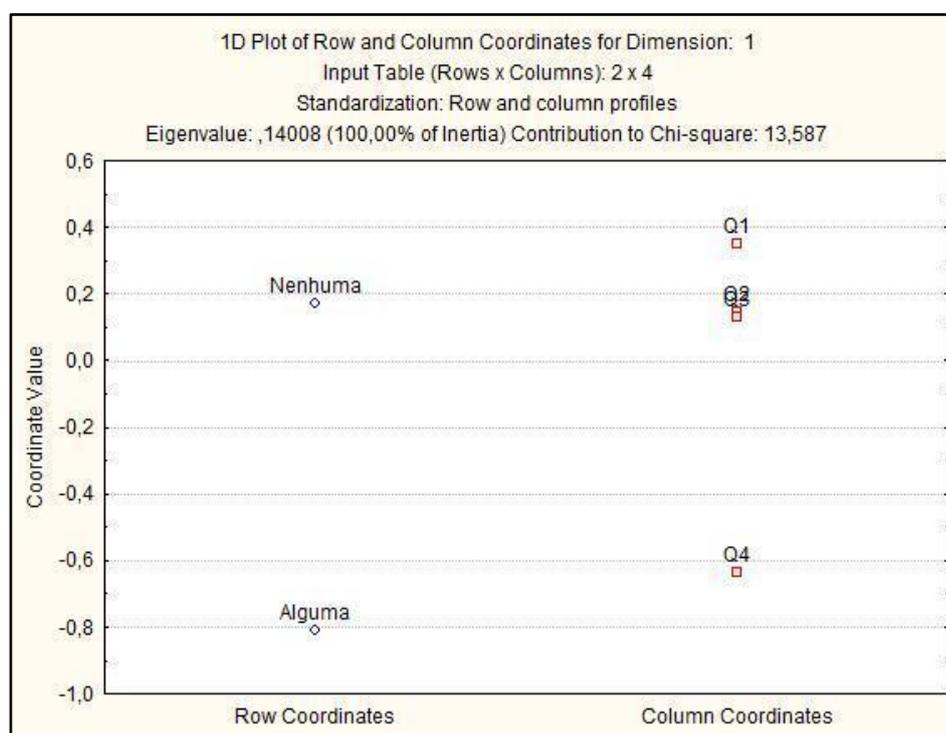
Inicialmente, verificou-se por meio de análise de correspondência que há associação entre os quartis de orçamento previsto e realizado ($p = 0,000$), e associação entre os mesmos quartis: por exemplo, o 1º quartil em termos de orçamento previsto, se associa ao 1º quartil em termos de orçamento realizado, e assim por diante. Buscou-se, então, avaliar, características da empresa e da obra que pudessem ter relação com o orçamento previsto. Observou-se, então, que o porte da empresa pelo número de funcionários ($p = 0,000$), e as certificações do empreendimento ($p = 0,0350$) possuem relação com essa variável. Nas Figura 28 e 29, a seguir, os gráficos das respectivas associações.

Figura 28 - Gráfico da associação entre porte da empresa pelo número de funcionários e orçamento previsto



Fonte: a autora.

Figura 29 - Gráfico da associação entre certificações do empreendimento e orçamento previsto

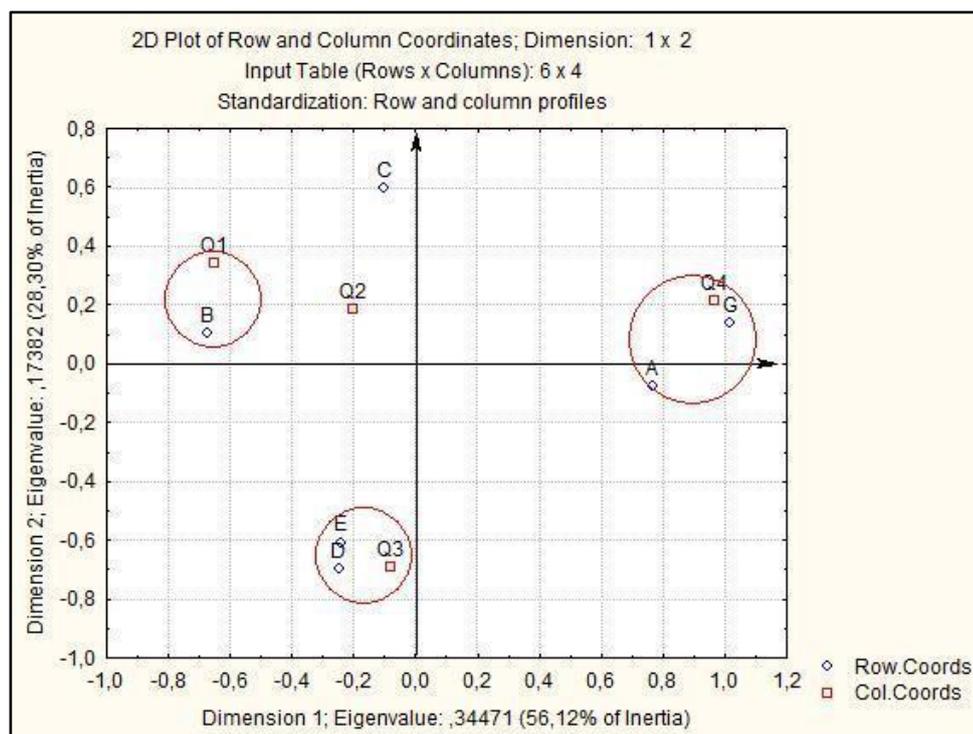


Fonte: a autora.

A partir da Figura 28, percebe-se que as empresas de maior porte (3 e 4), estão associadas às obras do quarto quartil de orçamento previsto, enquanto as microempresas estão associadas às obras do primeiro e segundo quartil, e as pequenas empresas mais fortemente associadas às obras do terceiro quartil. Em termos de certificação, conforme a Figura 29, percebe-se que as obras do quarto quartil, com os maiores orçamentos, estão mais associadas à existência de certificações do que as demais. Essas informações corroboram aquelas apresentadas na Figura 26, em que as empresas médias e grandes apresentam associação à alguma certificação.

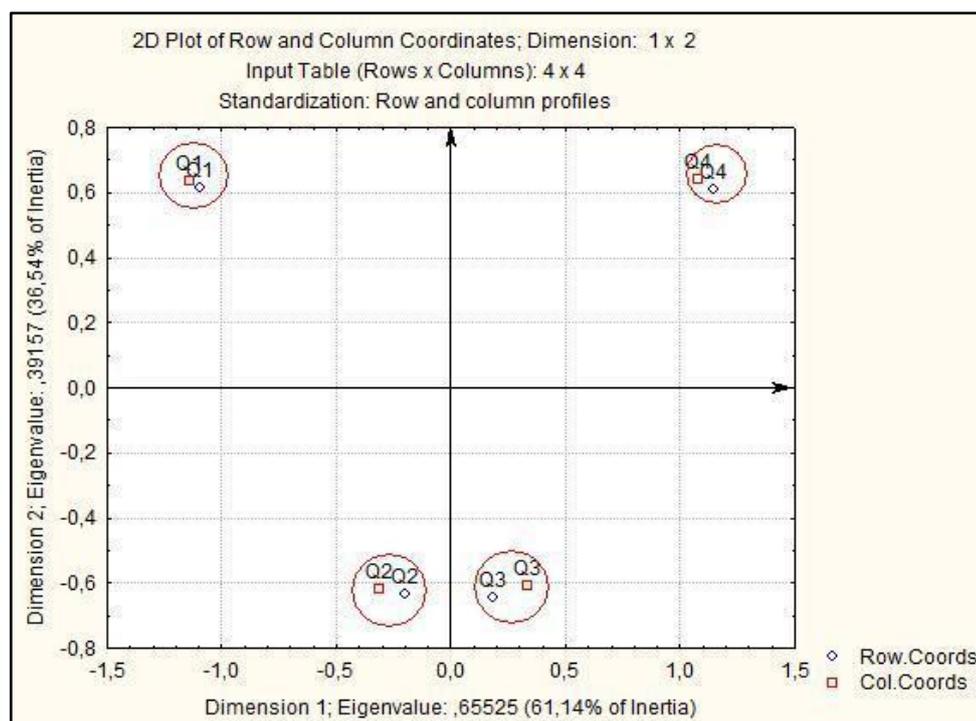
Além dessas associações, também se verificou relação entre os quartis de orçamento previsto e os fins e os quartis de metragem da obra ($p = 0,000$ para ambas as análises). Ressalta-se que na análise com a variável de fins da obra, optou-se pela retirada dos *outliers* da amostra (poucos casos que se distinguem intensamente do restante da amostra), visto que esses prejudicavam as análises, e sua exclusão não reduzia significativamente a amostra. Nesse contexto, os casos excluídos foram relativos às obras com fins educacionais (3% da amostra) e comerciais e industriais leves (também 3%); ao final, a variável de fins da obra totalizou 94% dos casos totais. Na Figura 30 e 31, a seguir, os gráficos das associações entre fins e quartis de metragem, respectivamente.

Figura 30 - Associação entre fins e orçamento previsto da obra



Fonte: a autora.

Figura 31 - Associação entre quartis de metragem e orçamento previsto da obra



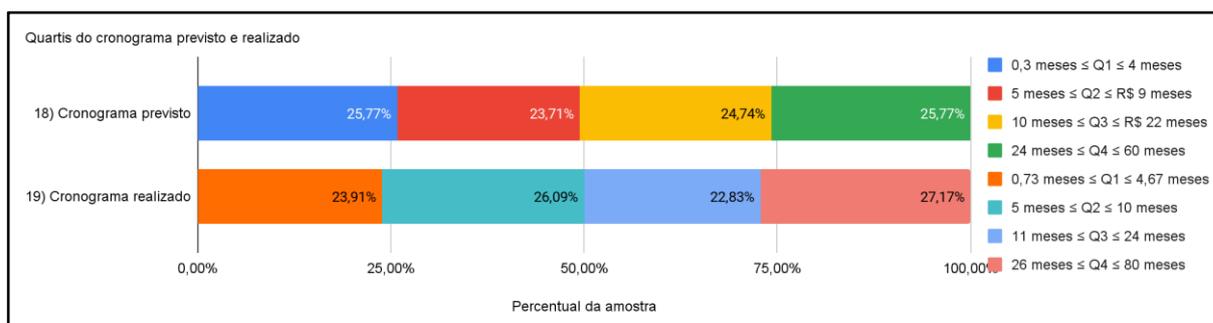
Fonte: a autora.

Em relação à Figura 31, percebe-se que as obras possuem uma relação diretamente proporcional entre os quartis de metragem e de orçamento previsto, com uma maior proximidade entre as obras do segundo e terceiro quartil; essa proximidade pode ser explicada por meio da comparação entre a Figura 23, e a Figura 30: as obras industriais leves (D), que na Figura 23 aparecem mais associadas ao segundo quartil, na Figura 30 aparecem associadas ao terceiro quartil em termos orçamentários. Isso pode ser explicado pela maior complexidade técnica das obras industriais.

Outra mudança que também pode ser notada entre as Figuras 23 e 30 é em relação às obras comerciais: em termos de metragem, essas se associam mais ao segundo e terceiro quartil, mas em termos orçamentários aparecem mais ligadas ao primeiro e segundo quartil. Entre as hipóteses para essa mudança, pode-se citar a maior concorrência entre as construtoras para execução de obras comerciais, o que as leva a reduzir seus orçamentos em relação a metragem.

Na Figura 32, a seguir, apresentam-se os quartis do cronograma previsto e realizado das obras.

Figura 32 - Quartis do cronograma previsto e realizado

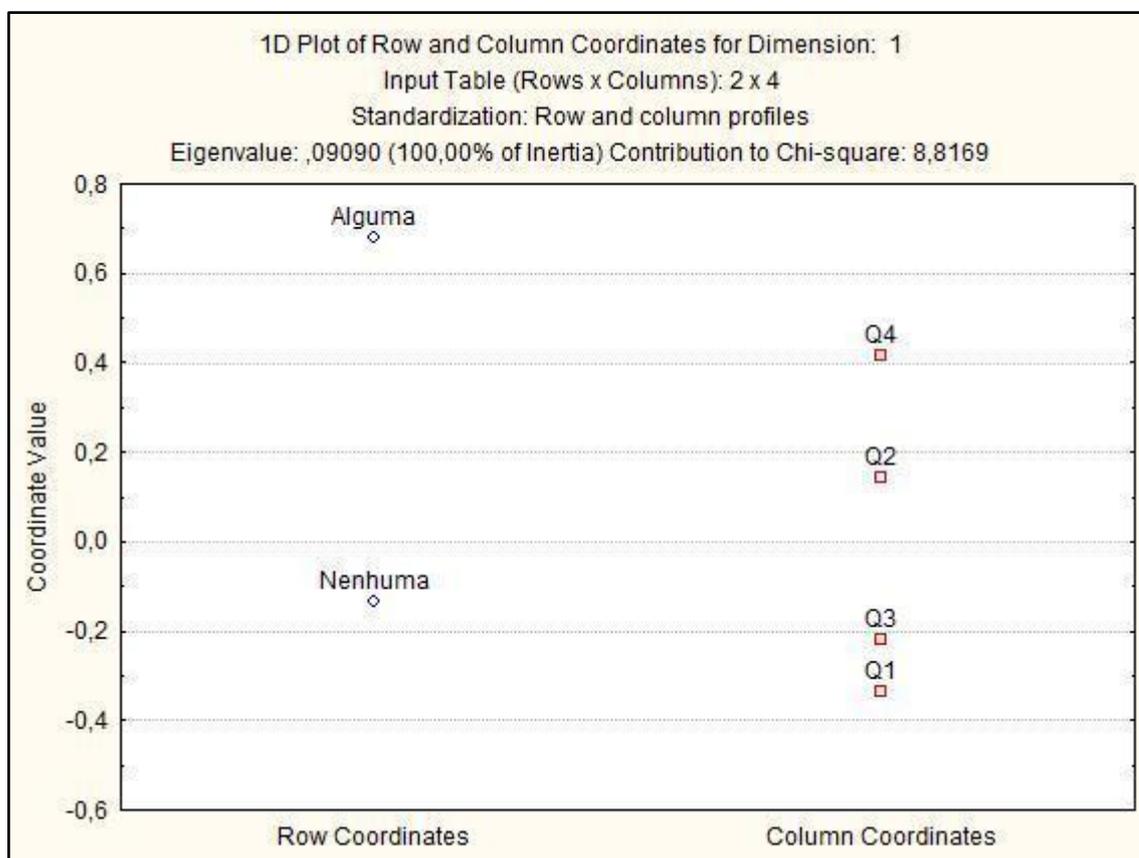


Fonte: a autora.

Tal qual realizado para o orçamento, inicialmente se verificou por meio de análise de correspondência que há associação entre os quartis de cronograma previsto e realizado ($p = 0,000$), e associação entre os mesmos quartis: por exemplo, o 1º quartil em termos de cronograma previsto, se associa ao 1º quartil em termos de cronograma realizado, e assim por diante. Buscou-se, então, avaliar, características da empresa e da obra que pudessem ter relação com o cronograma previsto. Observou-se, então, que diferentemente do orçamento previsto, o porte da empresa pelo número de funcionários não tem associação com o cronograma previsto ($p = 0,0932$); já as certificações do empreendimento possuem relação com essa última variável

($p = 0,0318$), mas de forma diferente a observada no caso do orçamento. Nas Figura 33, a seguir, os gráficos da associação observada.

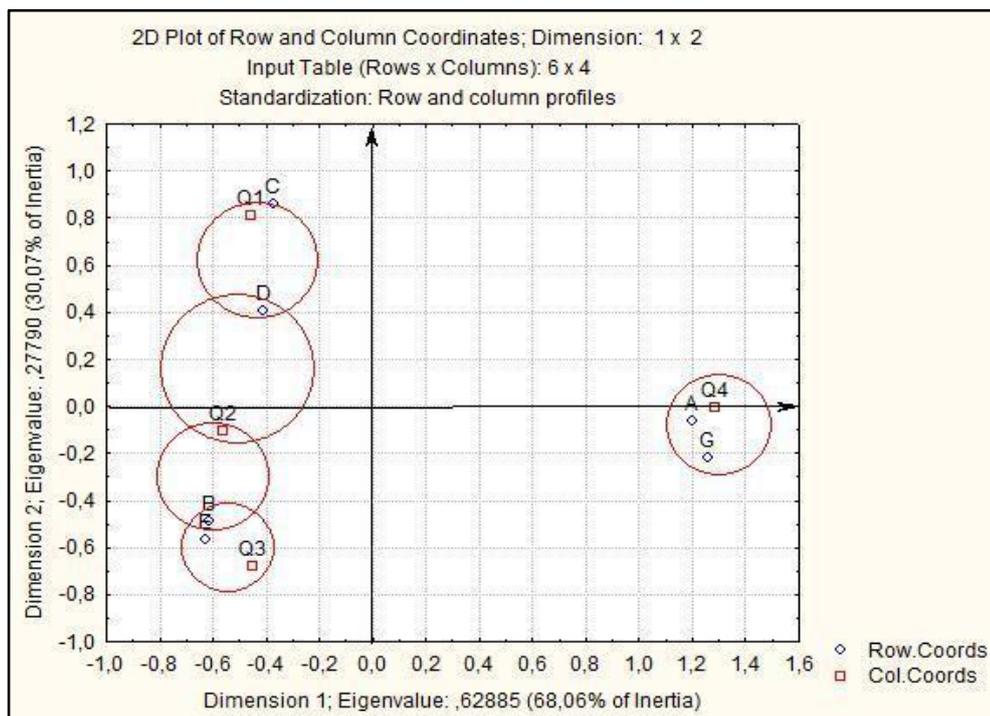
Figura 33 - Associação entre certificações do empreendimento e cronograma previsto da obra



Fonte: a autora.

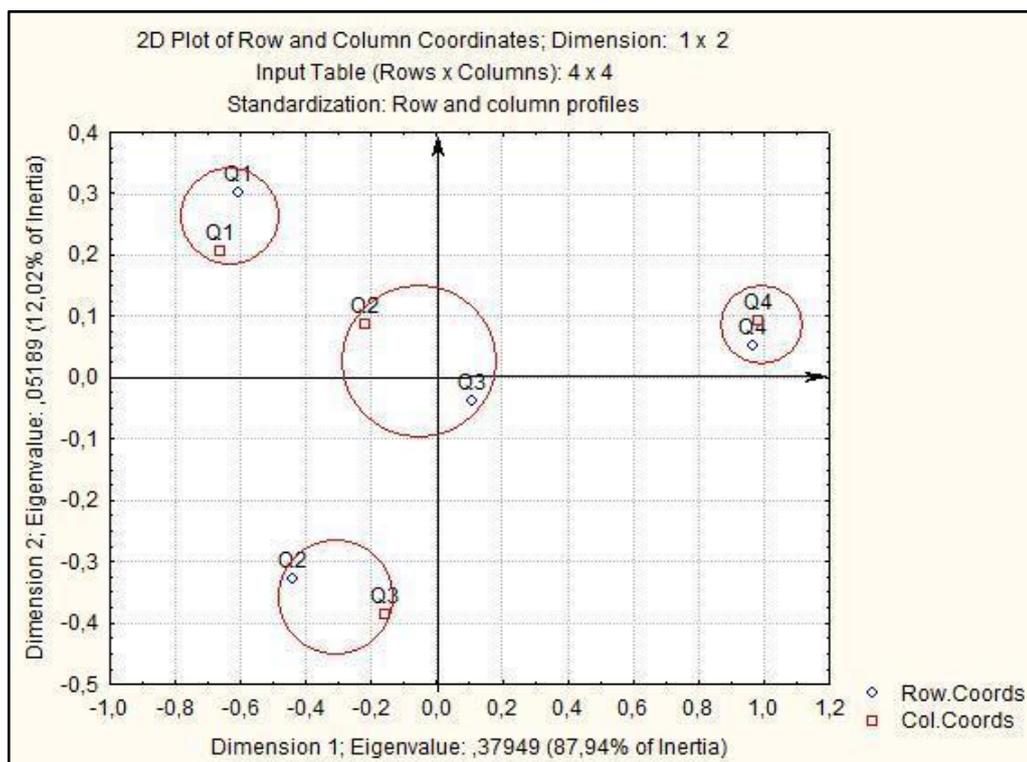
A partir da Figura 33, percebe-se que as obras do segundo e quarto quartil apresentam associação a alguma certificação. Além dessas associações, também se verificou relação entre os quartis de cronograma previsto e os fins e os quartis de metragem da obra ($p = 0,000$ para ambas análises). Novamente, utilizou-se a amostra sem *outliers* no caso dos fins da obra. Os resultados gráficos podem ser vistos nas Figuras 34 e 35, a seguir, respectivamente.

Figura 34 - Associação entre fins e cronograma previsto da obra



Fonte: a autora.

Figura 35 - Gráfico da associação entre quartis de metragem e cronograma previsto da obra



Fonte: a autora.

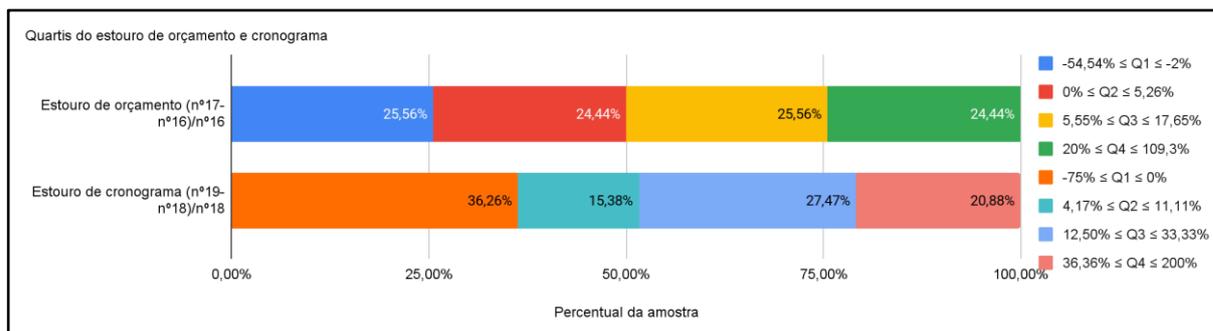
Diferentemente dos quartis de orçamento previsto, os quais mantinham associação proporcional aos quartis da metragem, os quartis de cronograma previsto, conforme pode ser visto na Figura 31, possuem algumas disparidades: as obras do primeiro quartil em termos de metragem (indicadas em azul) associam-se não só às obras do primeiro quartil de cronograma previsto, como também do segundo. Já as obras do segundo quartil de metragem se associam mais às do terceiro quartil em termos de cronograma previsto. Por fim, as obras do terceiro quartil de metragem, se associam às obras do segundo quartil de cronograma previsto.

Com auxílio do gráfico da Figura 23, pode-se tentar explicar algumas dessas diferenças: as obras associadas ao primeiro quartil da metragem, as residenciais unifamiliares (B), associam-se ao terceiro e segundo quartil em termos de cronograma previsto; já as obras comerciais (C), industriais leves (D) e institucionais (E), associadas ao segundo e terceiro quartil da metragem, associam-se a diferentes quartis de cronograma previsto: ao primeiro quartil, no caso das comerciais; primeiro e segundo quartil, no caso das industriais; e ao terceiro quartil no caso das institucionais. Em suma, as obras residenciais parecem ter seus prazos “ampliados” em relação a sua metragem, ao passo que as obras comerciais e industriais leves têm seus cronogramas “reduzidos” em relação a essa mesma variável.

Entre as hipóteses que podem ser levantadas para explicar essas diferenças, está a maior pressão que clientes comerciais e industriais podem exercer sobre as construtoras no que tange os cronogramas previstos devido às necessidades mercadológicas e empresariais, ao passo que os clientes residenciais não necessariamente possuam essa mesma urgência. Percebe-se, portanto, que as obras comerciais, em especial, apresentaram “redução” tanto em seus orçamentos quanto em cronogramas quando comparado a sua metragem, em termos de quartis.

No presente estudo, não foi possível identificar diretamente o impacto dos fins da obra no desempenho em termos de custos e tempo das obras, como será visto a seguir nesta seção; no entanto, não se pode descartar essa possibilidade ao analisar amostras maiores, ou até mesmo problemas de qualidade associados a essas pressões em termos de cronograma e orçamento. A seguir, na Figura 36, definem-se os quartis para os estouros de orçamento e cronograma.

Figura 36 - Quartis dos estouros de orçamento e cronograma



Fonte: a autora.

Em termos de estouro de orçamento, a partir da Figura 36, percebe-se que 25,56% das obras da amostra apresentaram alguma redução de custos; dentre as 24,44% que apresentaram variação de custos de zero até 5,26%, ressalta-se que 50% não apresentou variação, o que indica que 12,22% das obras não teve redução ou aumento de custos em relação ao previsto. Na sequência, 25,56% das obras apresentaram estouros de 5,55% a 17,65%, e 24,44% apresentaram estouros de 20% a 109,3%. No geral, afirma-se que 62,22% das obras apresentaram estouro de custos; dentre essas, a média de estouro foi de 17,91%. Já entre as 25,56% das obras que reduziram custos, a média de redução foi de 18,09%.

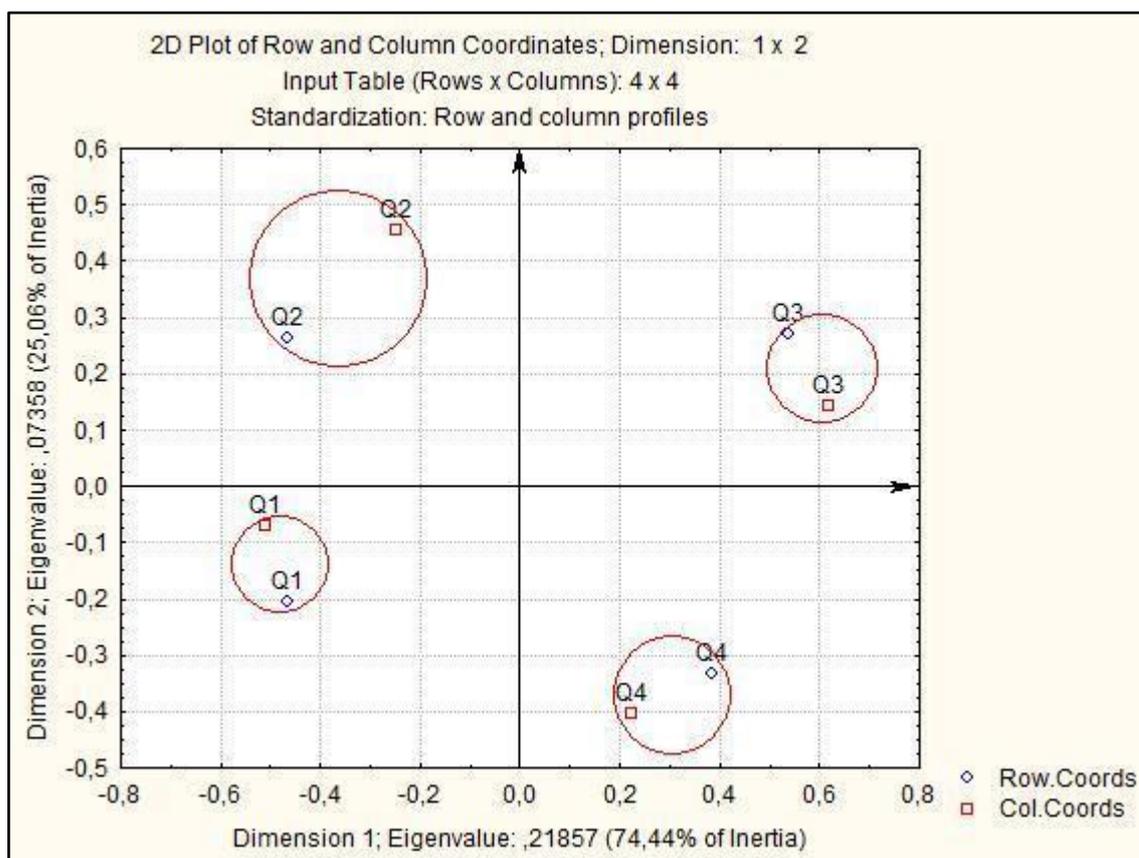
Em relação aos estouros de cronograma, a partir da Figura 36, nota-se que os valores de cada quartil estão mais distantes dos 25% esperados, diferentemente das demais variáveis do estudo; isso ocorreu em função da dificuldade de separar os quartis, resultante do grande número de valores de estouros que se repetiu na amostra. A fim de contornar esse problema, priorizou-se a divisão da amostra em duas (pelo valor da mediana), e a partir disso fizeram-se as melhores adaptações possíveis para cada quartil.

Em relação à divisão proposta, observa-se que 36,26% das obras reduziu ou atingiu o valor previsto para o cronograma; destas, 54,54% não apresentou variação, o que indica que 19,78% das obras não teve redução ou aumento de cronograma em relação ao previsto. Além disso, 17,58% das obras apresentaram estouros de 4,17% a 11,11%, 27,47% apresentaram estouros de 12,50% a 33,33%, e 20,88% apresentaram estouros de 36,36% a 200%. No geral, afirma-se que 63,73% das obras apresentaram estouro de cronograma; dentre essas, a média de estouro foi de 40,22%. Já entre as 16,48% das obras que reduziram o tempo de execução, a média de redução foi de 26,52%.

Ao comparar ambos os estouros, constata-se que 22,22% das obras não teve atrasos ou custos extras, 28,29% teve pelo menos um desses estouros, e 48,89% teve atrasos e custos

extras, concomitantemente. Ao realizar análise de correspondência entre as variáveis de estouros, obteve-se valor $p = 0,0017$, de forma que se rejeitou a hipótese nula e aceitou-se a hipótese alternativa, de que há associação entre as variáveis. Na Figura 37, a seguir, o gráfico da associação entre essas variáveis.

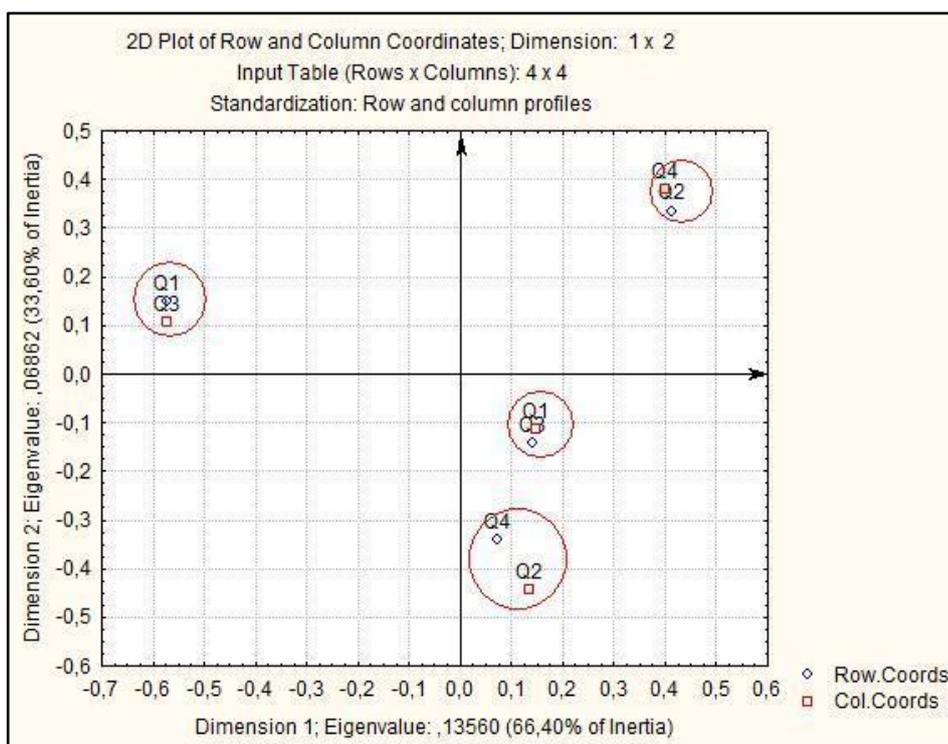
Figura 37 - Associação entre os quartis do estouro de orçamento e cronograma



Fonte: a autora.

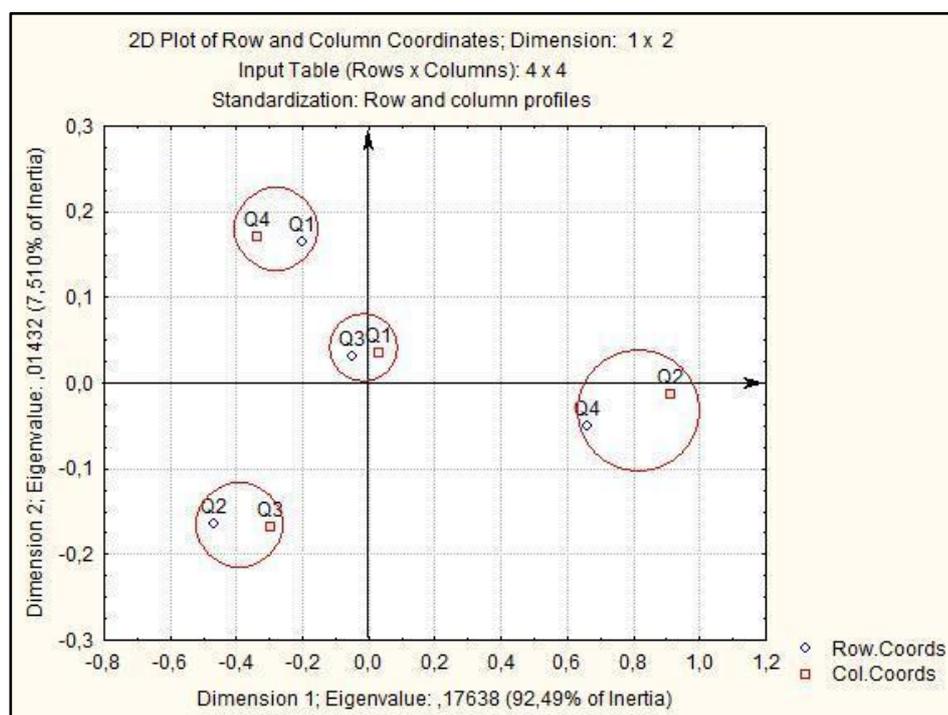
A partir da Figura 37, percebe-se a associação entre os quartis de estouros, bem com a proporcionalidade dessa relação. Na sequência, à semelhança do que foi feito para as variáveis de orçamento e cronograma previsto, buscou-se avaliar quais características da empresa e da obra que pudessem ter relação com os estouros de orçamento e cronograma. Nesse contexto, apenas os estouros de cronograma apresentaram associação em análises de correspondência a duas variáveis: aos quartis de metragem ($p = 0,0310$), e aos quartis de cronograma previsto ($p = 0,0435$). A seguir, nas Figuras 38 e 39, os gráficos das associações com essas variáveis, respectivamente.

Figura 38 - Associação entre os quartis de metragem e de estouro de cronograma



Fonte: a autora.

Figura 39 - Associação entre os quartis de cronograma previsto e de estouro de cronograma



Fonte: a autora.

A partir da Figura 38, percebe-se que as obras do terceiro quartil de metragem (800m² a 3.450m²) se associaram ao primeiro quartil de estouro de cronograma; ou seja, se associaram à ocorrência de redução ou inexistência de atrasos. As obras do quarto quartil de metragem (3.600m² a 950.000m²), por sua vez, associaram-se ao segundo quartil de estouros de cronograma, com atrasos de 4,17% a 11,11%. Já as obras do primeiro quartil de metragem (45m² a 218m²) se associaram ao terceiro quartil de estouros de cronograma, com atrasos de 12,50% a 33,33%. Por fim, as obras do segundo quartil de metragem (220m² a 750m²), associaram-se ao quarto quartil de estouros, com atrasos de 36,36% a 200%.

Em relação à Figura 39, percebe-se que, novamente, as obras de maior porte em termos de quartis de cronograma previsto, de 11 a 24 meses (Q3) e 26 a 80 meses (Q4), associam-se aos menores quartis de estouro de cronograma, Q1 e Q2, respectivamente. Já as obras de menores quartis de cronograma previsto, de 0,73 a 4,67 meses (Q1) e 5 a 10 meses (Q2), associaram-se aos maiores quartis de estouro de cronograma, Q4 e Q3, respectivamente. A partir dessas análises, percebe-se, então, que os estouros de cronograma estão mais associados às obras de menores portes, em termos de metragem e cronograma previsto.

Apesar de nas análises de correspondência os quartis de estouros de cronograma não apresentarem associação aos fins da obra, pode-se levantar hipótese que expliquem indiretamente essa associação dos estouros de cronograma às obras de menores portes, em termos de metragem e cronograma previsto. Conforme exposto anteriormente, as obras comerciais e industriais leves, associadas a metragens do segundo e terceiro quartil em termos de metragem, passam a se associar ao primeiro e segundo quartil em termos de cronograma previsto, o que indica possível compressão dos seus prazos para atender às necessidades do meio empresarial.

Outra hipótese passível de análise refere-se às obras residenciais unifamiliares, associadas principalmente ao primeiro quartil em termos de metragem, e ao segundo e terceiro quartil em termos de cronograma previsto; ao contrário das obras comerciais e industriais leves, elas apresentam ampliação dos prazos em relação ao quartis de metragem; apesar disso, as obras de menor metragem associam-se ao terceiro quartil em termos de estouro de cronograma, o que pode indicar problemas na execução do cronograma das obras com esses fins.

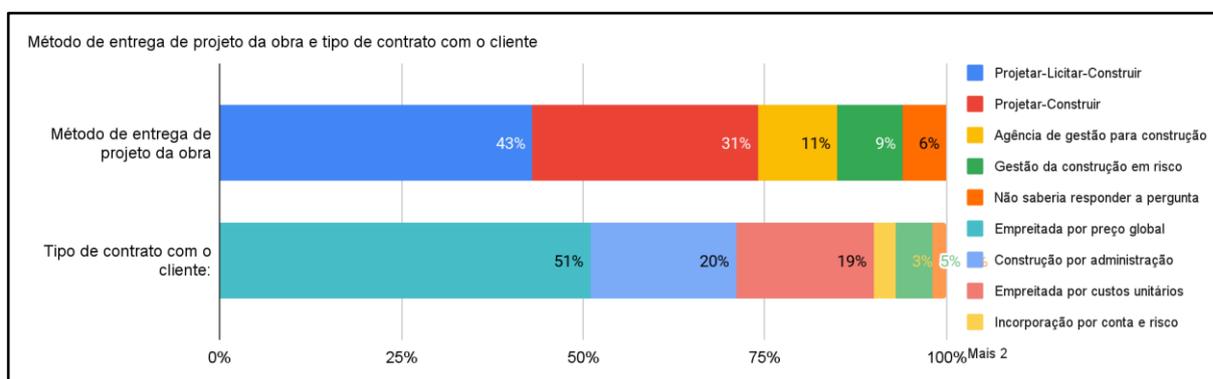
Na próxima seção, serão apresentados os resultados da quarta seção do estudo, referentes às decisões e ferramentas dos processos de trabalho da obra, a fim de que possa ser atendido um dos objetivos específicos no presente estudo (“mensurar e correlacionar a influência das decisões relativas a processos organizacionais no desempenho quanto aos

critérios de tempo e custos nas obras de construção civil no Brasil”), o qual está mais intimamente ligado à temática desta seção. Na sequência, serão abordados os resultados da terceira seção do questionário, quanto a percepção sobre as causas de atrasos e custos extras.

4.2.2 Decisões e ferramentas dos processos de trabalho da obra

Na quarta seção, buscou-se avaliar algumas decisões com grande influência nos processos de trabalho da obra. Na Figura 40 pode-se verificar as respostas às questões sobre o método de entrega de projeto e o tipo de contrato da obra.

Figura 40 - Método de entrega de projeto da obra e tipo de contrato com o cliente



Fonte: a autora.

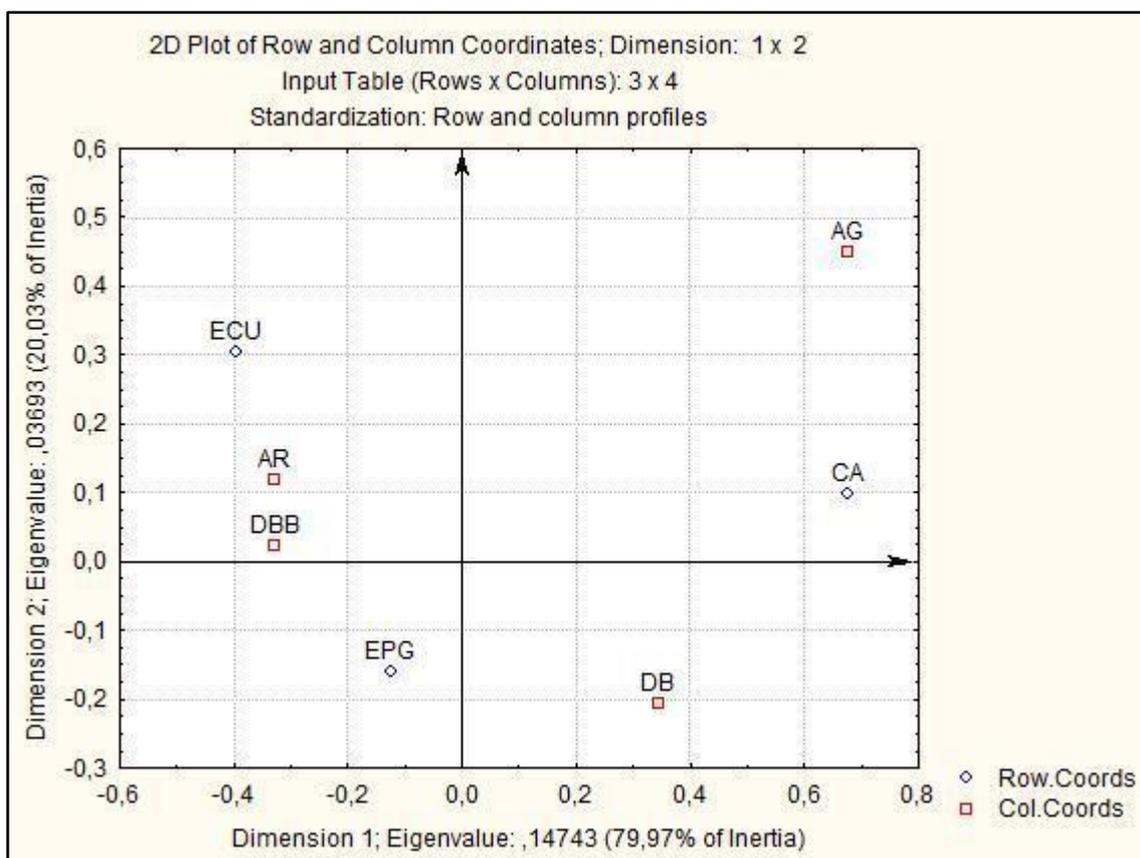
Atualmente, poucas pesquisas no Brasil endereçam o tema do método de entrega de projeto (LINS et al., 2014), de forma que não há como comparar os resultados obtidos no presente estudo. No entanto, conforme apontam pesquisas internacionais, o método *Design-Bid-Build* (Projetar-Licitar-Construir), e o *Design-Build* (Projetar-Construir) são os dois principais sistemas de entrega de projetos utilizados no mundo todo, o que demonstra que os resultados brasileiros estão de acordo com as tendências internacionais (CHAKRA E ASHI, 2019). Em relação aos tipos de contratos, também não se encontram dados nacionais para comparação com os resultados do presente estudo, apesar da existência de mais estudos sobre essa temática no Brasil, tais como Biu (2014) e CBIC (2019).

Buscou-se, então, entender se havia alguma relação entre o método de entrega de projeto e o tipo de contrato das obras analisadas. Para tanto, realizaram-se análises de correspondência entre essas variáveis: primeiramente, utilizaram-se todos os casos da amostra; no entanto, apesar de significativa ($p < 0,05$), observou-se que as informações que se destacavam eram

relativas aos casos em que o respondente não soube responder às perguntas, ou então relativa aos *outliers* da amostra. Dessa forma, optou-se por remover das análises de correspondência os casos em que o respondente assinalou não saber responder a pergunta, ou em que a resposta se destacava como *outlier* na amostra.

No caso do método de entrega de projeto, removeram-se apenas os casos em que o respondente não soube responder a pergunta, de forma a restar 94% da amostra; no caso do tipo de contrato, removeram-se esses mesmos casos (os quais representavam 5%) e também os casos de *outliers*, os quais assinalaram incorporação por conta e risco (3% da amostra) e o contrato de preço máximo garantido (2%), de forma a restar 90% da amostra. A análise de correspondência feita entre essas variáveis, após essas remoções, obteve valor $p = 0,0136$; assim, rejeitou-se a hipótese nula e aceitou-se a hipótese alternativa, de que há associação entre as variáveis. Na Figura 41, a seguir, o gráfico resultante dessa análise.

Figura 41 - Associação entre o método de entrega de projeto da obra e tipo de contrato com o cliente

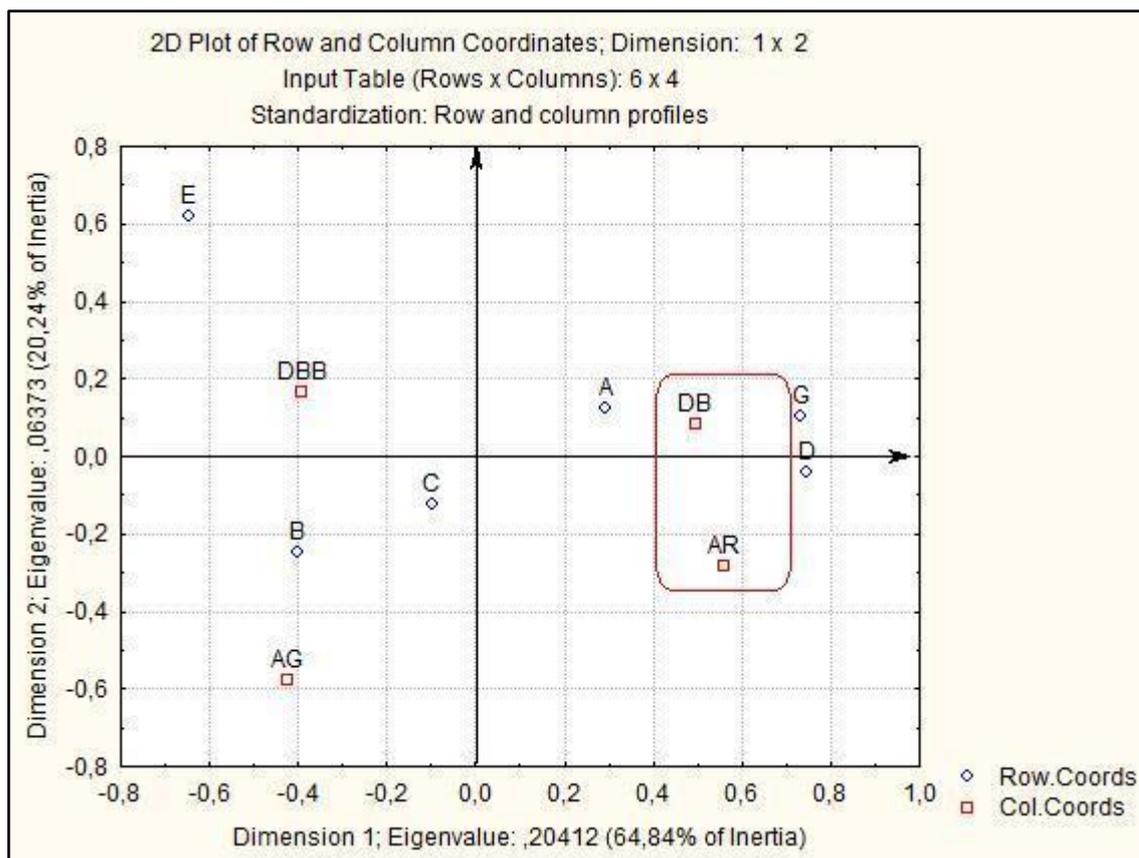


Fonte: a autora.

A partir da Figura 41, percebe-se que o contrato de Empreitada por Custos Unitários (ECU), aparece associado aos métodos de entrega de projeto de Gestão da construção em risco (AR) e Projetar-Licitar-Construir (DBB). Já o contrato de Empreitada por Preço Geral (EPG), aparece associado aos métodos de Projetar-Licitar-Construir (DBB) e Projetar-Construir (DB). O contrato de Construção por Administração, por sua vez, associa-se aos métodos de Projetar-Construir (DB) e Agência de gestão para construção (AG).

Ainda, buscou-se entender quais outras variáveis analisadas no estudo poderiam ter relação com o método de entrega de projeto escolhido. Como resultado, observou-se, por meio de análise de correspondência, associação com os fins da obra. Novamente, utilizou-se a amostra de métodos sem os casos em que os respondentes não souberam responder à pergunta (94% da amostra); já em relação aos fins, optou-se pela análise sem os *outliers*, a qual corresponde também a 94% da amostra. Após essas remoções, obteve valor $p = 0,0215$; assim, rejeitou-se a hipótese nula e aceitou-se a hipótese alternativa, de que há associação entre as variáveis. Na Figura 42, a seguir, o gráfico resultante dessa análise.

Figura 42 - Associação entre o método de entrega de projeto e os fins da obra

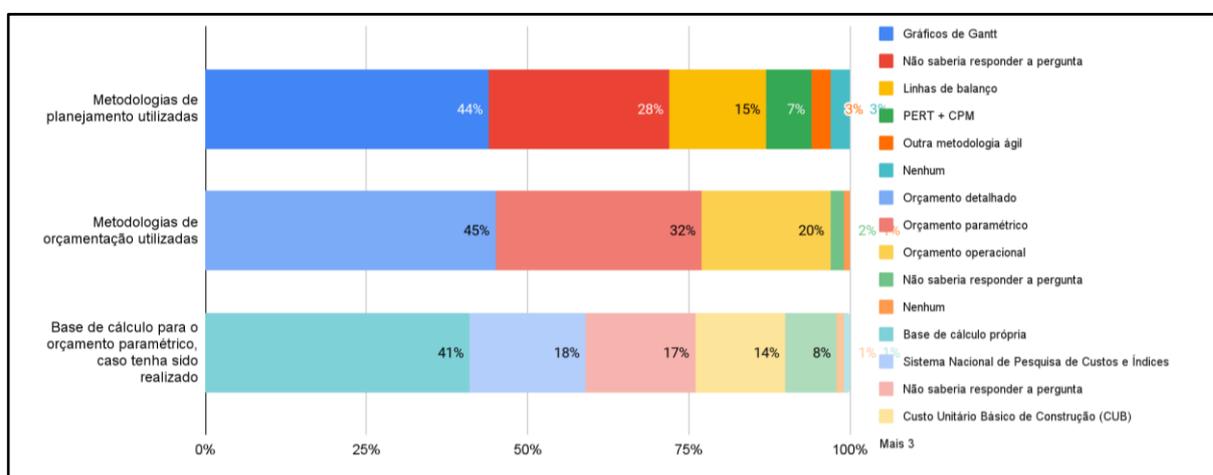


Fonte: a autora.

Observa-se, a partir da Figura 42, que os métodos de entrega integrada de projeto, Projetar-Construir (DB) e Gestão da construção em risco (AR), aparecem com maior proximidade; ainda, ambos estão associados às obras residenciais multifamiliares (A), residenciais multifamiliares e comerciais (G), e às obras industriais leves (D). Já as obras residenciais unifamiliares (B) e comerciais (C) aparecem próximas aos métodos de Agência de gestão para construção (AG) e Projetar-Licitar-Construir (DBB). Por fim, as obras institucionais (E), associam-se ao DBB.

Já nas perguntas seguintes questionou-se, respectivamente, sobre as metodologias de planejamento e orçamentação, e a base de cálculo para o orçamento paramétrico, caso essa tivesse sido empregada. Na Figura 27, a seguir, os resultados.

Figura 43 - Metodologias de planejamento e orçamentação utilizadas, e base de cálculo para orçamento paramétrico empregada



Fonte: a autora.

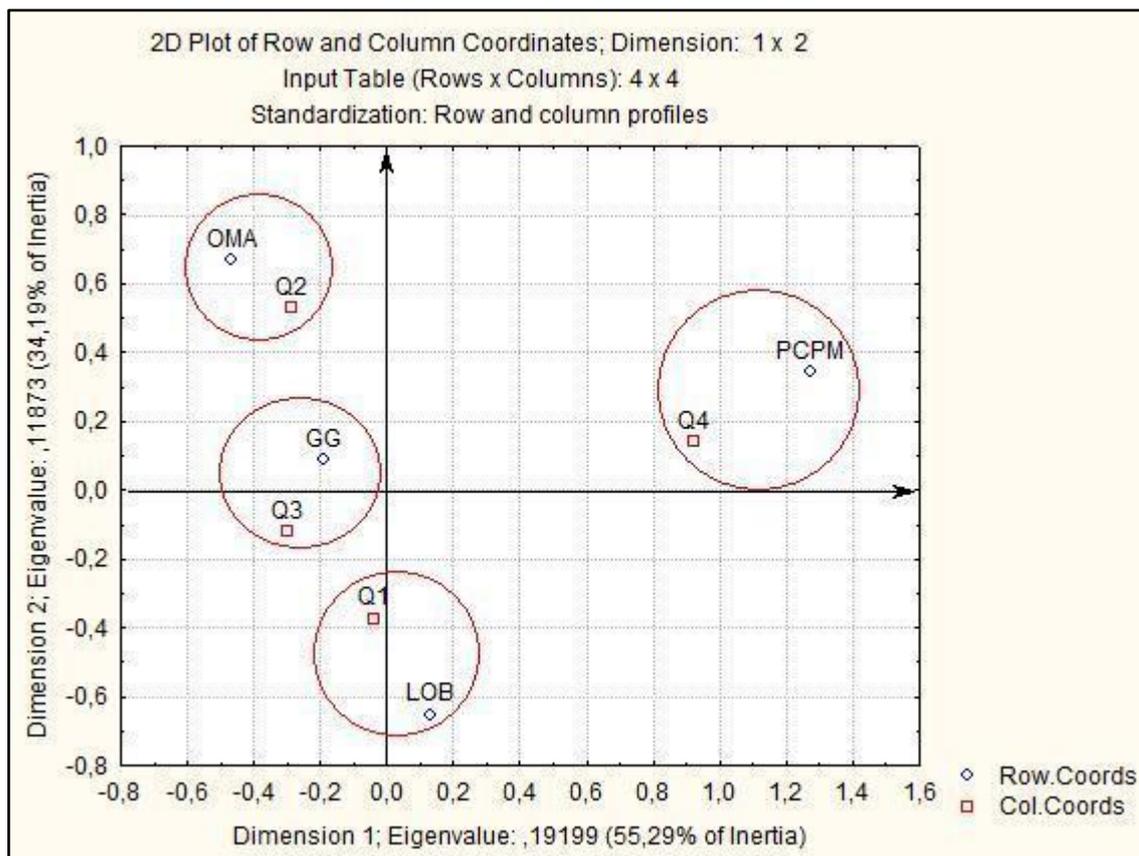
Em relação à pergunta referente à metodologia de planejamento empregada, percebe-se que 28% dos participantes não soube responder à pergunta, o maior percentual dessa resposta entre as perguntas sobre decisões relativas a processos organizacionais. Ressalta-se que, além dos participantes que originalmente marcaram essa opção, ela também foi designada pelos autores da pesquisa nos casos em que os respondentes responderam de forma descritiva a essa questão com informações sobre *softwares* e ferramentas empregados para programação e/ou controle das obras (por exemplo: *Microsoft Excel*, planos quinzenais, acompanhamento do cronograma físico financeiro, etc.).

Essa confusão entre os conceitos de planejamento e programação já havia sido apontada por Laufer e Tucker (1987), e explicada pela ênfase excessiva dada à programação, em detrimento da definição dos métodos que ordenam o processo de planejamento. Segundo os autores, há dois principais motivos para essa confusão; um deles foi explicado na seção anterior: em geral, acredita-se que o tempo (aqui representado pelo cronograma) é mais passível de influência pelo gerenciamento do que os custos, por exemplo.

Além disso, os autores também afirmam que os responsáveis pela função de planejamento (em geral profissionais graduados em engenharia civil), possuem treinamento formal mínimo em processos da construção: infelizmente, os programas de engenharia enfatizam o gerenciamento da produção e negligenciam os processos da construção em geral (LAUFER E TUCKER, 1987).

A partir disso, investigaram-se as relações entre as variáveis de estouros de orçamento e cronograma e as variáveis da quarta seção do estudo, quanto às decisões relativas a processos organizacionais. Nesse contexto, nas análises de correspondência conduzidas, os quartis dos estouros de custos apresentaram associação às variáveis de metodologias de planejamento ($p = 0,009$); ressalta-se que nessas análises foram retiradas às respostas relativas aos respondentes que não souberam responder à pergunta, a semelhança do que foi feito nas análises anteriores, e também daqueles que afirmaram não utilizar alguma metodologia de planejamento (3% da amostra). O gráfico dessa associação pode ser visto na Figura 44, a seguir.

Figura 44 - Associação entre metodologia de planejamento e de estouro de orçamento

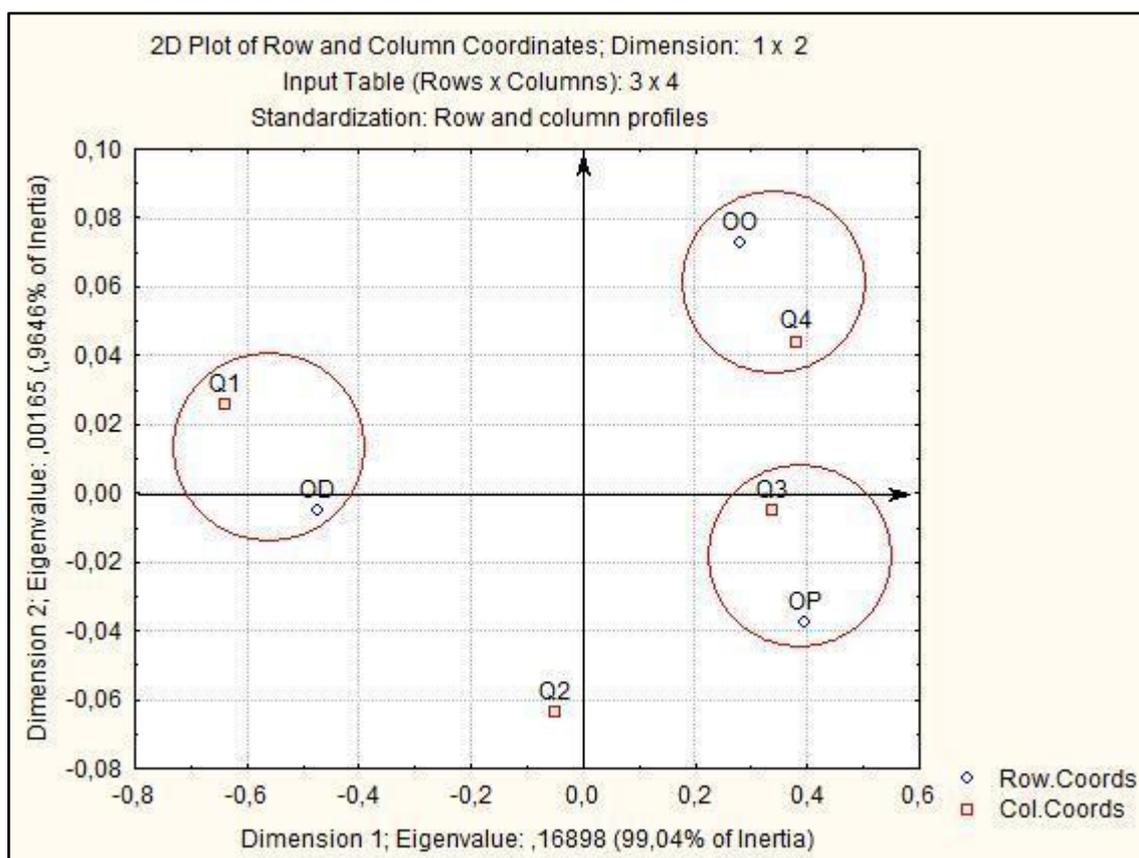


Fonte: a autora.

Observa-se, então, que as obras planejadas com a metodologia da linha de balanço (LOB) associaram-se ao primeiro quartil, de redução de custos (-54,54% a -2%); as obras planejadas com auxílio de outras metodologias ágeis (OMA), associaram-se ao segundo quartil de estouro de orçamento (0% a 5,26%); os gráficos de Gantt (GG) associaram-se ao terceiro quartil de custos extras (5,55% a 17,65%); os gráficos PERT/CPM (PCPM), por fim, apresentaram associação com quarto quartil de estouros de orçamento (20% a 109,3%).

Além dessa associação, nas análises de correspondência conduzidas, os quartis dos estouros de custos apresentaram associação às variáveis de metodologias de orçamento ($p = 0,0189$). Na Figura 45, a seguir, o gráfico dessa associação.

Figura 45 - Associação entre metodologia de orçamento e de estouro de orçamento



Fonte: a autora.

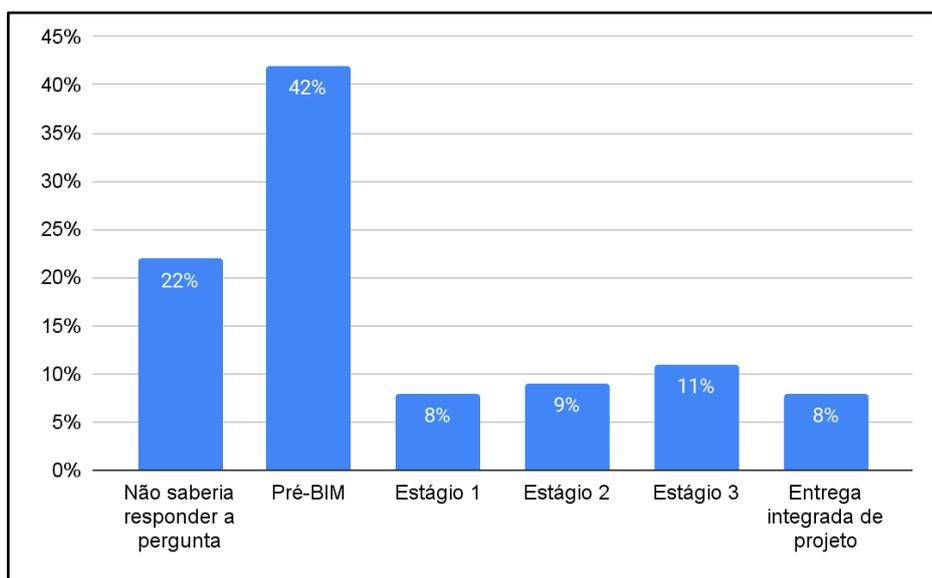
No caso dos estouros de orçamento, percebe-se, a partir da Figura 45, que as obras com redução de custos estão mais associadas aos orçamentos detalhados; o segundo quartil de estouro de orçamento não se associa de forma tão intensa a nenhuma metodologia, mas se aproxima mais da metodologia paramétrica e detalhada; o terceiro quartil, por sua vez, se associa aos orçamentos paramétricos, e o último quartil se associa aos orçamentos operacionais. Aqui se ressalta diferença quanto ao observado na literatura, que aponta os orçamentos operacionais como alternativas superiores às técnicas tradicionais de orçamento, por incorporar elementos do processo produtivo ao processo de orçamentação (KERN E FORMOSO, 2006).

Nesse contexto, uma das hipóteses levantadas para o baixo desempenho do orçamento operacional nas obras do presente estudo reside na grande gama de informações necessárias ao seu desenvolvimento (FENATO et al., 2018), bem como na necessidade de mudança na estrutura de custos do projeto, e conseqüente maior consumo de tempo para aplicação dessa metodologia (KERN E FORMOSO, 2006). Já os orçamentos detalhados, apesar das limitações,

ainda se mostram superiores aos paramétricos, uma vez que contêm mais informações referentes ao dimensionamento das equipes e quantitativos de materiais do projeto.

Na sequência, avaliou-se em que estágio da implantação de BIM a empresa se encontrava. Os resultados podem ser vistos na Figura 46.

Figura 46 - Estágio de adoção do BIM em que a empresa se encontra

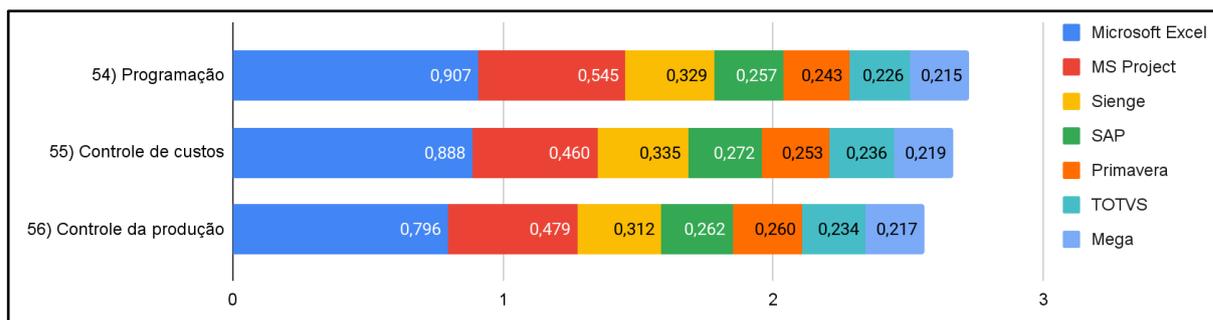


Fonte: a autora.

A partir da Figura 46, percebe-se que 36% das empresas com certeza adotam o BIM, percentual bastante similar ao encontrado pelo Mapeamento de Maturidade BIM Brasil (SIENGE E THORNTON, 2020), o qual afirma que apenas 38,4% das empresas participantes do estudo empregam o BIM atualmente. Esse percentual também se mostra similar ao encontrado por Carmona e Carvalho (2017), em pesquisa realizada em 2015 com 22 profissionais do Distrito Federal, em que 36% afirmou utilizar o BIM. Ressalta-se que o BIM não apresentou muitas relações com as demais variáveis do estudo. A seguir, após a apresentação dos resultados das perguntas nº 54 a 56, serão mostradas algumas das associações observadas.

Após, avaliou-se o grau de utilização de diferentes *softwares* na programação, controle de custos e de produção da obra. Os resultados, calculados com auxílio do RII (*Relative Importance Index*), exibem-se na Figura 47, a seguir.

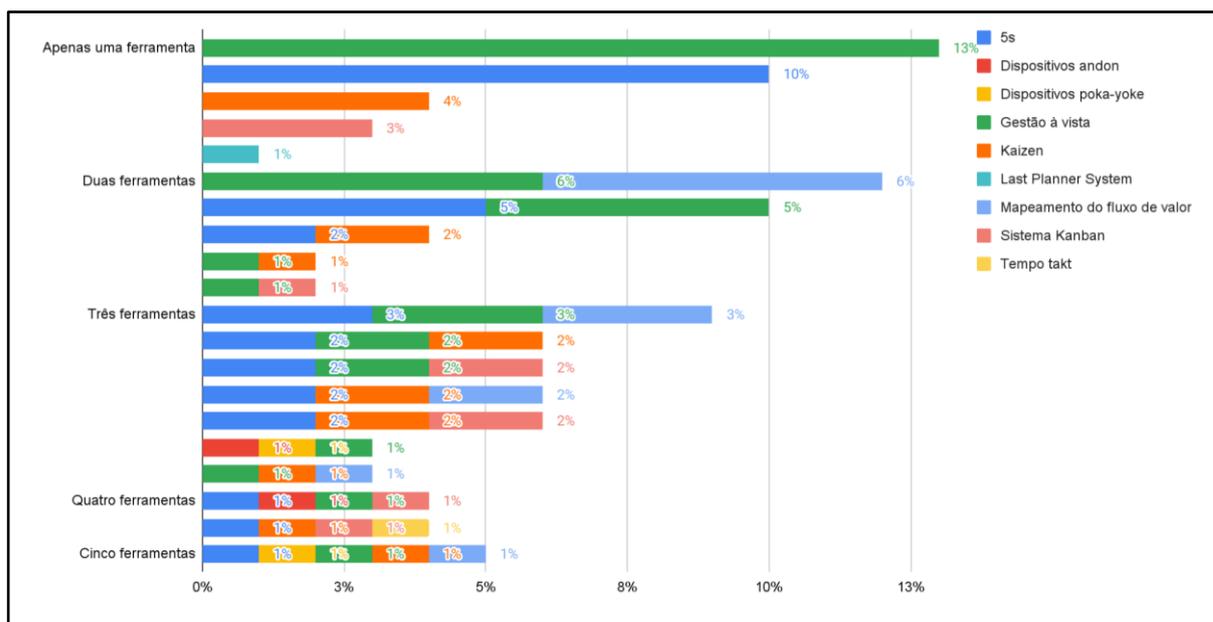
Figura 47 - Grau de utilização de softwares na programação, controle de custos e de produção da obra



Fonte: a autora.

Percebe-se, a partir da Figura 47, que o *Microsoft Excel* revela-se o *software* mais utilizado pelas empresas para as funções de programação, controle de custos e produção, seguido pelo *MS Project*, *Sienge*, *SAP*, *Primavera*, *TOTVS* e o *Mega*. Por fim, questionou-se sobre ferramentas para aumento de eficiência empregadas na obra. Os resultados exibem-se na Figura 48, a seguir.

Figura 48 - Quantidade de ferramentas para aumento de eficiência empregadas na obra

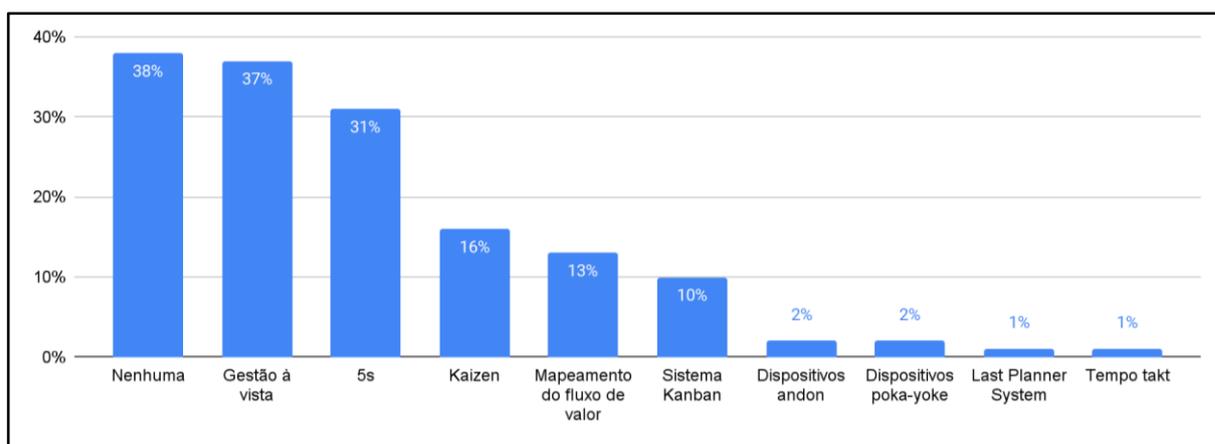


Fonte: a autora.

Essa questão permitia ao respondente assinalar mais de uma alternativa. Dessa forma, observou-se que 31% das obras empregavam apenas uma ferramenta para aumento da eficiência, 15% empregavam duas, 13% empregavam três, 2% empregavam quatro, e apenas

1% empregavam 5 ferramentas; ao todo, 62% das empresas adotam pelo menos uma ferramenta para aumento da eficiência. Dentre as combinações mais frequentes, cita-se que 13% das empresas adotam somente o 5s, 10% das empresas empregam somente a gestão à vista, e 6% empregam a gestão à vista associada ao Mapeamento do Fluxo de Valor. Já na Figura 49 a seguir, mostra-se o percentual de utilização de ferramentas como um todo.

Figura 49 - Ferramentas para aumento de eficiência empregadas na obra



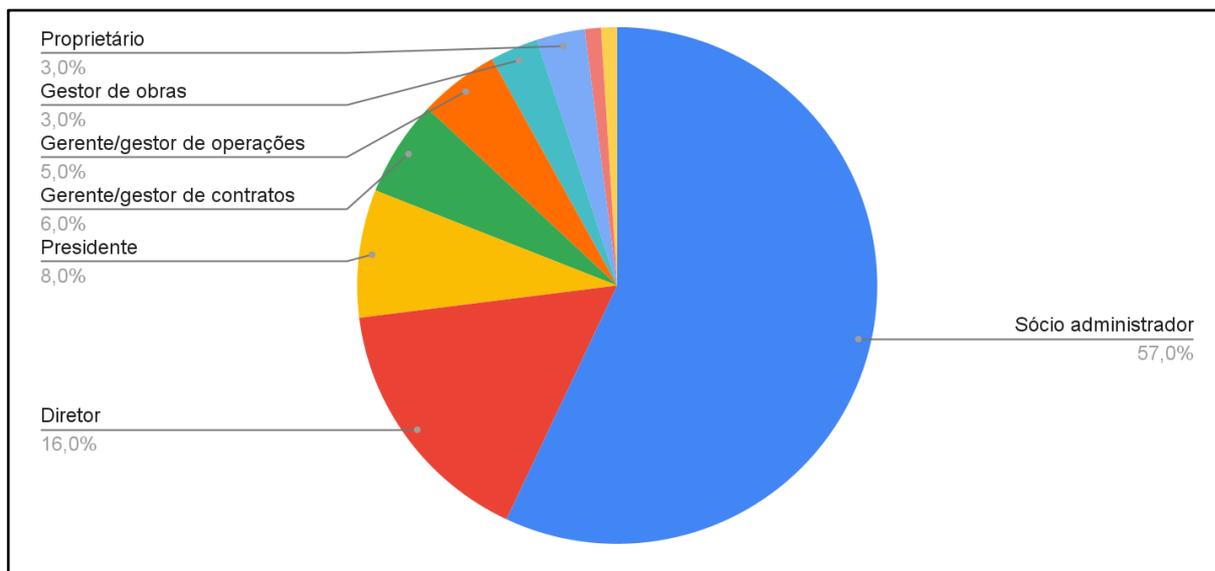
Fonte: a autora.

Nota-se, então, que 38% das empresas não adotam nenhuma das ferramentas indicadas no questionário. Já entre as ferramentas mais adotadas, estão a gestão à vista, adotada por 38% das empresas, o 5s (31%), o *Kaizen* (16%), o Mapeamento do Fluxo de Valor (13%) e o sistema *Kanban* (10%).

4.2.3 Percepção sobre as causas de atrasos e custos extras

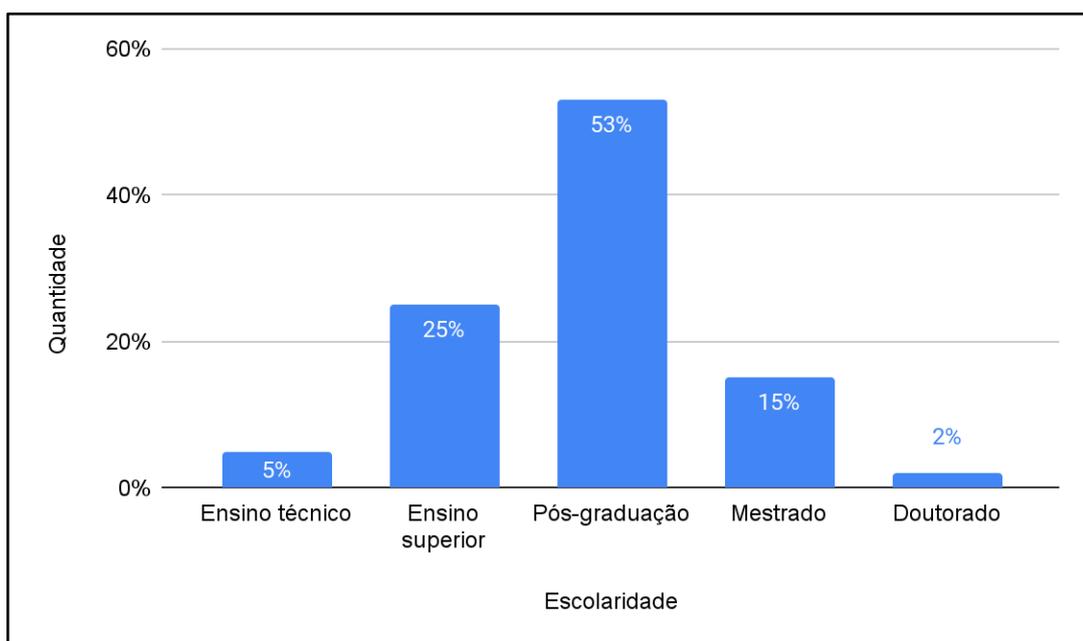
As perguntas da terceira seção da *survey* buscavam identificar o perfil dos respondentes. A seguir, nas Figuras 50, 51, 52 e 53, respectivamente, os resultados dessas perguntas.

Figura 50 - Cargo do respondente na empresa



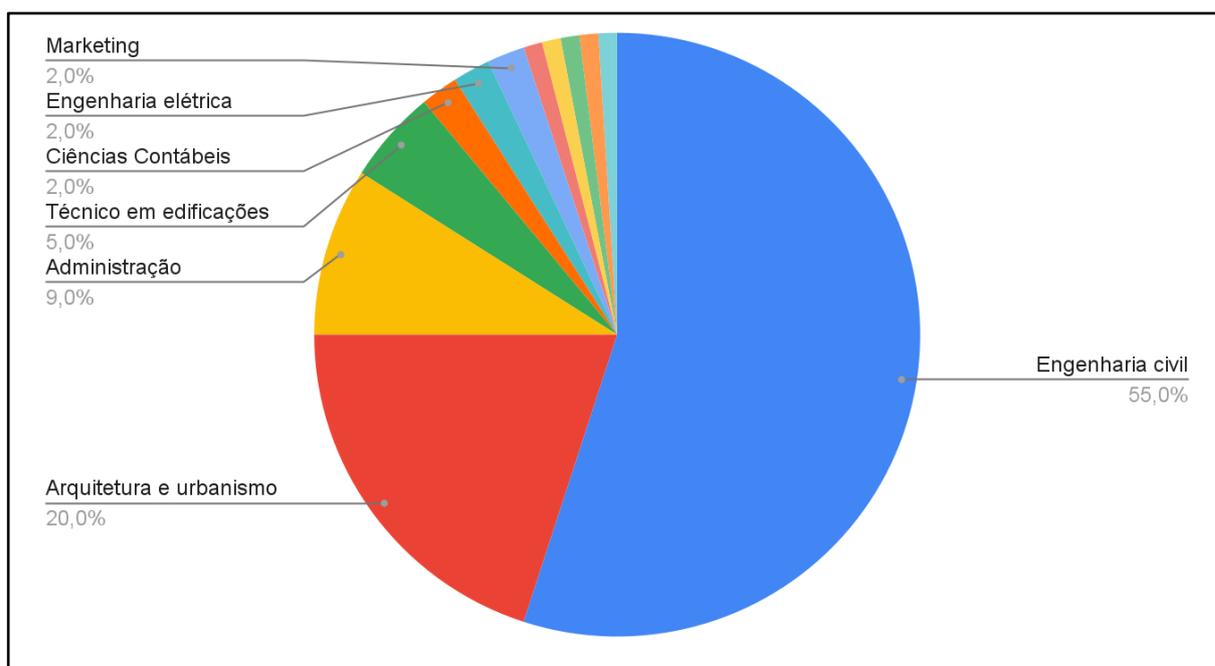
Fonte: a autora.

Figura 51 - Nível de escolaridade do respondente



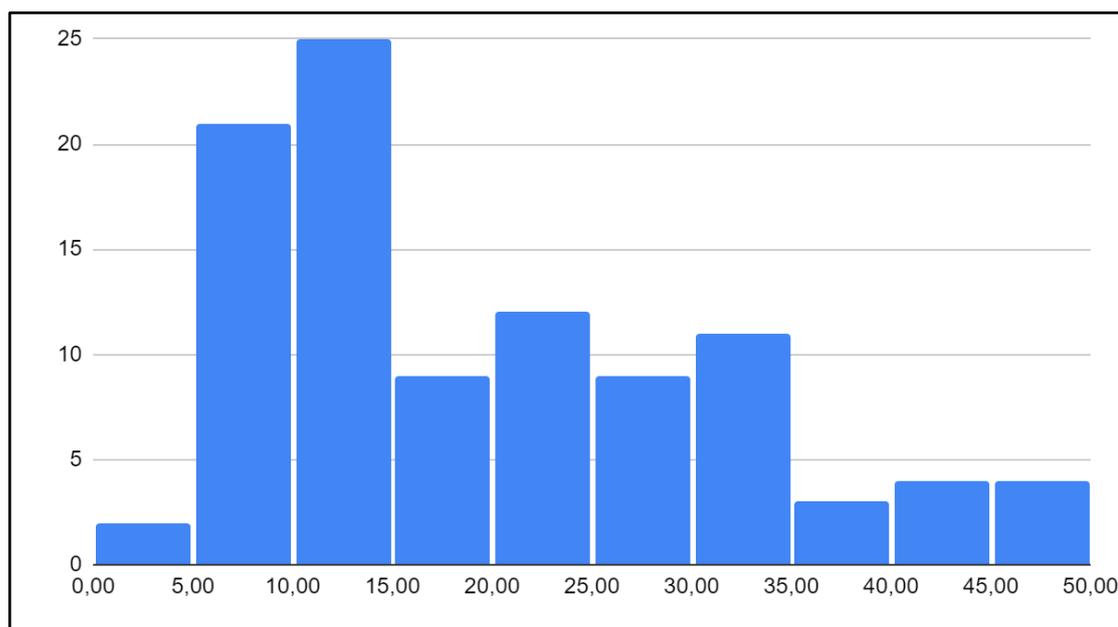
Fonte: a autora.

Figura 52 - Formação do respondente



Fonte: a autora.

Figura 53 - Histograma do tempo de atuação do respondente no mercado de trabalho em anos



Fonte: a autora.

Observa-se, então, que a maioria dos respondentes ocupa o cargo de sócio administrador (57%), concluiu a pós-graduação (53%), tem formação em engenharia civil (55%), e possui

tempo de atuação médio no mercado de 18,37 anos (mediana de 15 anos, e moda de 10 anos, novamente uma distribuição assimétrica para direita moda < mediana < média).

Já as demais perguntas buscavam investigar a importância de determinada causa na ocorrência de atrasos e custos extras, segundo a percepção dos respondentes. No Quadro 9, a seguir, os resultados.

Quadro 9 - Ranking das percepções sobre as causas de atrasos e custos extras

(continua)

Ranking	Percepção sobre as causas de atrasos	RII	Percepção sobre as causas de custos extras	RII
1	Baixa produtividade da mão de obra	0,842	Aumento de preço dos materiais	0,886
2	Fornecedores que não honram com o acordado, ou falta de materiais no mercado	0,834	Atraso na entrega de materiais	0,796
3	Atraso na entrega de materiais	0,794	Baixa produtividade da mão de obra	0,792
4	Aumento de preço dos materiais	0,788	Fornecedores que não honram com o acordado, ou falta de materiais no mercado	0,780
5	Demora no processo de tomada de decisão entre as partes interessadas	0,780	Estimativas de custos iniciais imprecisas	0,778
6	Critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...)	0,778	Instabilidade econômica	0,772
			Erros e omissões no design/projeto	0,772
7	Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos clientes/proprietários	0,758	Ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral	0,754
8	Falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes interessadas	0,756	Mudanças no design/projeto	0,752
9	Planejamento inicial ineficiente	0,754	Critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...)	0,750
	Mudanças no design/projeto	0,754		
10	Ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral	0,750	Documentos de licitação prematuros (especificações, quantitativos, e/ou projetos...)	0,746
	Erros e omissões no design/projeto	0,750		
11	Gerenciamento ineficiente do canteiro	0,746	Planejamento inicial ineficiente	0,740
12	Obstruções por parte do governo ou dificuldade na obtenção de licenças governamentais	0,744	Demora no processo de tomada de decisão entre as partes interessadas	0,736
13	Instabilidade econômica	0,738	Discrepâncias e deficiências dos contratos	0,726
14	Programação e controle da produção ineficiente	0,730	Quantitativos de materiais iniciais imprecisos	0,722

Quadro 9 – Ranking das principais causas de atrasos e custos extras

(continuação)

Ranking	Percepção sobre as causas de atrasos	RII	Percepção sobre as causas de custos extras	RII
14	Programação e controle da produção ineficiente	0,730	Quantitativos de materiais iniciais imprecisos	0,722
15	Quantitativos de materiais iniciais imprecisos	0,722	Gerenciamento ineficiente do canteiro	0,718
	Documentos de licitação prematuros (especificações, quantitativos, e/ou projetos...)	0,722		
16	Estimativas de custos iniciais imprecisas	0,718	Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos clientes/proprietários	0,712
17	Pandemia COVID-19	0,716	Programação e controle da produção ineficiente	0,702
18	Discrepâncias e deficiências dos contratos	0,710	Pandemia COVID-19	0,696
19	Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos empreiteiros	0,700	Falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes interessadas	0,692
20	Condições climáticas imprevisíveis	0,668	Obstruções por parte do governo ou dificuldade na obtenção de licenças governamentais	0,686
21	Condições do solo (exemplo: solos colapsíveis)	0,648	Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos empreiteiros	0,668
22			Condições do solo (exemplo: solos colapsíveis)	0,660
23			Condições climáticas imprevisíveis	0,644

Fonte: a autora.

Em relação aos resultados, percebe-se que as quatro primeiras causas são comuns a ambos os rankings, apenas com mudanças na posição que ocupam; são elas a baixa produtividade da mão de obra, o atraso na entrega de materiais, o aumento de preço dos materiais, e os fornecedores que não honram com o acordado, ou falta de materiais no mercado. Ao se analisar as 10 primeiras causas, percebem-se novamente similaridades entre os rankings: os critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...), as mudanças no design/projeto, as ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral, bem como os erros e omissões no design/projeto são problemas com influência no desempenho tanto em termos de custos quanto de tempo.

Entre as diferenças percebidas entre as dez principais causas dos dois rankings, aponta-se, no caso dos custos extras, a maior importância relativa das estimativas de custos iniciais imprecisas, da instabilidade econômica, e dos documentos de licitação prematuros. Já no caso dos atrasos, o planejamento inicial deficiente, a demora no processo de tomada de decisão, as falhas na coordenação entre as partes envolvidas, e as dificuldades financeiras por parte dos clientes possuem maior destaque nas dez primeiras causas percebidas. Em relação às causas de atrasos e custos extras por regiões, ressalta-se que não se observaram diferenças estatísticas significativas entre os rankings.

Nos Quadros 10 e 11 a seguir, exibe-se o comparativo dos resultados apresentados no Quadro 9 com os resultados da RSL do presente estudo (apresentados nos Quadros 4 e 8, anteriormente), bem como com as demais pesquisas nacionais sobre a percepção quanto às causas de atrasos e aos custos extras, respectivamente.

Quadro 10 - Comparativo dos rankings da percepção quanto às causas de atrasos

(continua)

P o s i ç ã o	Resultados do instrumento quantitativo (atrasos)	Quadro 4 - Resultados da RSL (atrasos)	Estudo 1¹³	Estudo 2¹⁴	Estudo 3¹⁵
1	Baixa produtividade da mão de obra	Pedidos de alteração pelo cliente durante a construção	Duração do contrato irrealista	Atraso na entrega de materiais, ineficiência do setor de compras	Retrabalho
2	Fornecedores que não honram com o acordado, ou falta de materiais no mercado	Dificuldades financeiras enfrentadas pelo empreiteiro Atrasos de pagamento por parte dos clientes	Falta de compatibilização dos projetos	Atraso na entrega de materiais pelos fornecedores	Baixa produtividade do trabalho
3	Atraso na entrega de materiais	Gerenciamento ineficiente do canteiro	Atraso em revisões e aprovações de documentos de projeto pelo contratante	Retrabalho devido a erros durante a construção	Falta de mão de obra qualificada

¹³ Ranking extraído de “Tabela 6 - Ranking de RII para prazo (Todos)” (SANTOS, STARLING E ANDERY, 2015, p. 235)

¹⁴ Ranking extraído de “Tabela 2 - Causas mais relevantes de atrasos nas obras” (CARVALHO et al., 2021, p. 34, tradução nossa)

¹⁵ Ranking extraído de “Tabela 3 - Classificação dos fatores de influência por RII” (ALMEIDA et al., 2021, p. 8, tradução nossa)

Quadro 10 - Comparativo dos rankings da percepção quanto às causas de atrasos

(continuação)

P o s i ç ã o	Resultados do instrumento quantitativo (atrasos)	Quadro 4 - Resultados da RSL (atrasos)	Estudo 1	Estudo 2	Estudo 3
4	Aumento de preço dos materiais	Demora no processo de tomada de decisão por parte do cliente	Erros nos levantamentos de quantitativos/planilha	Atraso nos pagamentos ao longo do projeto, dificuldade financeira do cliente	Baixa qualificação da mão de obra
5	Demora no processo de tomada de decisão entre as partes interessadas	Condições climáticas imprevisíveis	Erros nas investigações de solo	Baixo nível de produtividade do trabalho	Modificações no projeto
6	Critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...)	Planejamento e programação ineficiente por parte do empreiteiro	Planejamento e cronograma da obra ineficaz	Falta de comprometimento da força de trabalho	Não administrar os prazos
		Atraso na entrega de materiais			Má especificação ou falta de definição do projeto
7	Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos clientes/proprietários	Planejamento e programação inadequados	Tomada de decisão lenta pelo contratante	Entrega de projetos incompletos	Incompatibilidade de projetos
8	Falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes interessadas	Obstruções por parte do governo	Erros e discrepâncias nos documentos de projeto	Aumento de serviços (mudanças de projeto)	Baixa qualificação do corpo técnico da contratada
					Demora na entrega do material
9	Planejamento inicial ineficiente	Baixa produtividade do trabalho	Coleta de dados insuficientes antes de projetar	Escassez de materiais de construção	Cronograma irreal
	Mudanças no design/projeto	Mudanças de design			
10	Ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral	Atrasos de pagamento ao empreiteiro por parte do cliente	Atraso na finalização de preços para itens extras	Clima/condições meteorológicas (calor, chuva, etc.)	Falhas de tempo devido à superestimação da produtividade
	Erros e omissões no design/projeto	Estimativas imprecisas			

Fonte: adaptado de Santos, Starling e Andery (2015, p. 235), Carvalho et al. (2021, p. 34), Almeida et al. (2021, p. 8).

Quadro 11 - Comparativo dos rankings da percepção quanto às causas de custos extras

(continua)

P o s i ç ã o	Resultados do instrumento quantitativo (custos extras)	Quadro 4 - Resultados da RSL (custos extras)	Estudo 1¹⁶
1	Aumento de preço dos materiais	Estimativas de custos ineficientes Dificuldades financeiras enfrentadas pelo empreiteiro	Serviços não previstos no orçamento ou ausência de itens na planilha
2	Atraso na entrega de materiais	Mudanças no escopo do projeto Dificuldades financeiras enfrentadas pelos clientes	Levantamento de quantitativos de serviços subestimados na planilha
3	Baixa produtividade da mão de obra	Alta inflação, seguros e taxas de juros Atrasos na obtenção de licenças governamentais	Condições do subsolo inesperadas
4	Fornecedores que não honram com o acordado, ou falta de materiais no mercado	Ordens de mudança Aumento de preço dos materiais	Falhas em projetos ou projetistas inexperientes
5	Estimativas de custos iniciais imprecisas	Condições climáticas imprevisíveis Planejamento inicial ineficiente Falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes	Mudanças de escopo ou modificações em projetos durante a obra
6	Instabilidade econômica Erros e omissões no design/projeto	Lentidão na tomada de decisão Planejamento e programação inadequados	Falhas na gestão do tempo
7	Ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral	Instabilidade econômica Erros e omissões no design Fontes não confiáveis ou falta de materiais no mercado	Paralisações da obra
8	Mudanças no design/projeto	Discrepâncias e deficiências dos contratos Gerenciamento ineficiente do canteiro	Atualização de preços (reajustes/realinhamento)

¹⁶ Ranking extraído de “Tabela 10 - Ranking de RII para custo (Todos)” (SANTOS, STARLING E ANDERY, 2015, p. 237).

Quadro 11 - Comparativo dos rankings da percepção quanto às causas de custos extras

(continuação)

Posição	Resultados do instrumento quantitativo (custos extras)	Quadro 4 - Resultados da RSL (custos extras)	Estudo 1
9	Critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...)	Condições de solo	Controle de custos ineficaz
		Quantitativos iniciais imprecisos	
		Fechamento de fronteiras	
		Documentos de licitação prematuros	
		Critérios de seleção e designação	
		Variações no design pelo cliente e pelo consultor	
10	Documentos de licitação prematuros (especificações, quantitativos, e/ou projetos...)	Atrasos no recebimento de pagamentos em andamento	Pequeno orçamento de projeto (design)
		Atrasos de pagamento por parte dos clientes	
		Pedidos de alteração pelo cliente durante a construção	
		Atraso na aquisição de materiais	

Fonte: adaptado de Santos, Starling e Andery (2015, p. 237).

A partir dessas análises, buscou-se observar o grau de concordância entre as percepções de diferentes grupos de respondentes sobre as causas de atrasos e custos extras. Para tanto, calculou-se o coeficiente de Spearman de correlação de ordem de classificação. Ressalta-se que para realização desses cálculos, excluíram-se os grupos de respondentes que tiveram menos de cinco participantes (a exemplo dos dois participantes com doutorado), a fim de garantir a significância das análises. A seguir, na Tabela 6, apresentam-se os valores dos coeficientes calculados que obtiveram significância estatística, marcados com asterisco (* $p < 0,05$), bem como os demais valores calculados.

Tabela 6 - Correlação de Spearman de ordem de classificação (* $p < 0,05$)

(continua)

Correlação entre	Atrasos	Custos extras
Cargos		
Sócio administrador - Diretor	0,532*	0,759*
Sócio administrador - Presidente	0,681*	0,330
Sócio administrador - Gerente/gestor de contratos	0,525*	0,699*

Tabela 6 - Correlação de Spearman de ordem de classificação (*p < 0,05)

(continuação)

Correlação entre	Atrasos	Custos extras
Cargos		
Sócio administrador - Gerente/gestor de operações	0,594*	0,567*
Diretor - Presidente	0,363	0,330
Diretor - Gerente/gestor de contratos	0,166	0,539*
Diretor - Gerente/gestor de operações	0,347	0,290
Presidente - Gerente/gestor de contratos	0,385	0,177
Presidente - Gerente/gestor de operações	0,469*	0,413*
Gerente/gestor de contratos - Gerente/gestor de operações	0,228	0,277
Escolaridade		
Ensino técnico - Ensino superior	-0,165	0,089
Ensino técnico - Pós-graduação	-0,348	0,171
Ensino técnico - Mestrado	-0,240	0,155
Ensino superior - Pós-graduação	0,626*	0,704*
Ensino superior - Mestrado	0,277	0,381
Pós-graduação - Mestrado	0,520*	0,716*
Formação		
Engenharia civil - Arquitetura e urbanismo	0,543*	0,540*
Engenharia civil - Administração	0,344	0,700*
Engenharia civil - Técnico em edificações	-0,252	0,115
Arquitetura e urbanismo - Administração	0,365	0,339
Arquitetura e urbanismo - Técnico em edificações	-0,032	-0,002
Administração - Técnico em edificações	-0,257	0,433*
Experiência		
1 ano ≤ Q1 ≤ 8 anos - 10 anos ≤ Q2 ≤ 14 anos	0,443*	0,550*
1 ano ≤ Q1 ≤ 8 anos - 15 anos ≤ Q3 ≤ 26 anos	0,451*	0,717*
1 ano ≤ Q1 ≤ 8 anos - 27 anos ≤ Q4 ≤ 46 anos	0,540*	0,625*
10 anos ≤ Q2 ≤ 14 anos - 15 anos ≤ Q3 ≤ 26 anos	0,138	0,480*
10 anos ≤ Q2 ≤ 14 anos - 27 anos ≤ Q4 ≤ 46 anos	0,482*	0,574*
15 anos ≤ Q3 ≤ 26 anos - 27 anos ≤ Q4 ≤ 46 anos	0,585*	0,717*

Fonte: a autora.

A partir da Tabela 6, percebe-se que as correlações quanto à percepção sobre as causas de custos extras são mais intensas em comparação às percepções sobre as causas de atrasos na maioria dos casos; além disso, à exceção das correlações entre diferentes cargos, as correlações quanto às causas de custos extras também são mais numerosas. Isso pode ser explicado com a ajuda do ranking das principais causas de custos extras: conforme exibido no Quadro 9, a primeira e a segunda causa elencadas são o aumento no preço e atrasos na entrega de materiais, ambas mais objetiva e concretamente identificáveis, ao passo que a percepção sobre as causas de atrasos pode estar mais sujeitas à subjetividade.

Outro indício que corrobora isso foi apresentado anteriormente na análise de correspondência da Figura 31: os quartis de orçamentos previstos, diferentemente dos cronogramas previstos, são diretamente proporcionais aos quartis metragem das obras, o que demonstra o quão intimamente ligados aos quantitativos de materiais estão os orçamentos.

No presente estudo, percebe-se que as menores concordâncias quanto às causas de atrasos foram observadas entre respondentes com diferentes formações, seguidas por aqueles de diferentes escolaridades, cargos e quartis de experiência. Já em relação às causas de custos extras, as menores concordâncias quanto às causas de atrasos foram observadas entre respondentes com diferentes graus de escolaridade, seguidas por aqueles de diferentes formações, cargos e quartis de experiência.

Em relação à percepção sobre atrasos, os maiores graus de concordância ($>0,60$) observaram-se entre sócios administradores e presidentes, e entre respondentes com ensino superior e pós-graduação. Na sequência ($>0,55$), destaca-se a concordância entre sócios administradores e gestores de operações, e respondentes no terceiro e quarto quartil de experiência. Por fim, entre as concordâncias que ainda podem ser classificadas como altas ($>0,50$), podem-se citar aquelas entre engenheiros civis e arquitetos, entre respondentes no primeiro e terceiro quartil de experiência, entre sócios administradores e diretores, entre sócios administradores e gestores de contratos, e entre respondentes com pós graduação e mestrado.

Em relação à percepção sobre custos extras, os maiores graus de concordância ($\geq 0,70$) observaram-se entre sócios administradores e presidentes, entre respondentes no terceiro e quarto quartil, e primeiro e terceiro quartil de experiência, entre respondentes com pós graduação e mestrado, entre respondentes com ensino superior e pós graduação, e entre engenheiros civis e administradores. Na sequência ($>0,60$), destaca-se a concordância entre sócios administradores e gestores de contratos, e entre respondentes no primeiro e quarto quartil de experiência; por fim, entre as concordâncias que ainda podem ser classificadas como altas ($>0,50$), podem-se citar aquelas entre respondentes no segundo e quarto quartil de experiência,

entre sócios administradores e gestores de operações, entre respondentes no primeiro e segundo quartil de experiência, entre engenheiros civis e arquitetos, e entre diretores e gestores de contratos.

Realizou-se, então, análise fatorial exploratória da percepção sobre as causas de atrasos e custos extras, a fim de reduzir o número de variáveis por meio da geração de novos fatores a partir da aglutinação destas, e identificação de possíveis variáveis latentes. Para extração dos fatores, optou-se pela Análise de Componentes Principais (ACP), na qual definiu-se como 1 o valor mínimo dos autovalores. Os resultados dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e esfericidade de Bartlett de ambas as análises, bem como os fatores extraídos, e seus respectivos percentuais de variância total explicada podem ser vistos na Tabela 7 e 8, a seguir, respectivamente.

Tabela 7 - Testes de KMO e esfericidade de Bartlett para Análise Fatorial Exploratória

Confiabilidade	Atrasos	Custos extras
Medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de adequação de amostragem	0,919	0,922
Teste de esfericidade de Bartlett (BTS) - significância	1869,858	1904,014
Qui-quadrado (X^2)	0,000	0,000
Graus de liberdade	276	276

Fonte: a autora

Tabela 8 - Análise de Componentes Principais (ACP)

Fatores (análise)	Autovalores	Percentual de variância explicada (%)	Autovalores acumulados	Percentual de variância explicada acumulada(%)
Fator 1 (atrasos)	12,713	52,972	12,713	52,972
Fator 2 (atrasos)	1,529	6,371	14,242	59,343
Fator 3 (atrasos)	1,211	5,047	15,453	64,389
Fator 4 (atrasos)	1,059	4,415	16,513	68,804
Fator 1 (custos extras)	12,973	54,055	12,973	54,055
Fator 2 (custos extras)	1,544	6,433	14,517	60,487
Fator 3 (custos extras)	1,151	4,795	15,668	65,282

Fonte: a autora

Nas análises similares realizadas por Yap, Chow e Shavarebi (2019) e Carvalho et al. (2021), selecionaram-se as variáveis cujas cargas fatoriais eram superiores a 0,50. Já no presente estudo, optou-se por elevar esse valor a 0,58 a fim de que as análises tivessem maior qualidade. Na Tabela 9, a seguir, os resultados quanto aos atrasos.

Tabela 9 - Cargas fatoriais da Análise Fatorial Exploratória das causas de atrasos

Causa	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
Mudanças no design/projeto	0,871	-	-	-
Ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral	0,819	-	-	-
Demora no processo de tomada de decisão entre as partes interessadas	0,765	-	-	-
Erros e omissões no design/projeto	0,680	-	-	-
Documentos de licitação prematuros (especificações, quantitativos, e/ou projetos...)	0,625	-	-	-
Falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes interessadas	0,606	-	-	-
Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos clientes/proprietários	0,598	-	-	-
Planejamento inicial ineficiente	0,584	-	-	-
Baixa produtividade da mão de obra	-	0,798	-	-
Critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...)	-	0,771	-	-
Fornecedores que não honram com o acordado, ou falta de materiais no mercado	-	0,715	-	-
Aumento de preço dos materiais	-	-	0,816	-
Atraso na entrega de materiais	-	-	0,642	-
Programação e controle da produção ineficiente	-	-	-	0,737
Quantitativos de materiais iniciais imprecisos	-	-	-	0,643

Fonte: a autora.

Em relação ao primeiro fator, o qual explica 52,97% da variância total, pode-se defini-lo como “Problemas na fase de contratação da obra”, dado que as variáveis nele reunidas versam principalmente sobre as decisões relativas a escopo e financiamento da obra, bem como ao projeto e planejamento prévios ao início da execução. Aqui se percebe que as mudanças no design, e as ordens de mudança no escopo, apesar de figurarem na nona e décima posição do ranking das causas de atrasos, respectivamente, possuem as maiores cargas fatoriais, no fator de maior percentual de variância explicada, de forma a representar significativa parcela dessa

problemática, em consonância com os dados da RSL que a apontam como uma das principais causas de atrasos.

Já o segundo fator, responsável por explicar 6,37% da variância total, pode ser definido como “Problemas na contratação de fornecedores”, uma vez que reúne variáveis relativas à baixa produtividade do trabalho, e a inadequação na escolha e trabalho dos fornecedores. O terceiro fator, por sua vez, o qual explica 5,05% da variância, pode ser caracterizado como “Problemas na gestão de suprimentos”, dado que versa sobre problemas com aumento de preço e entrega de materiais. Se reunidos, esses dois fatores explicam 11,42% da variância total, o que indica a importância das contratações de mão de obra e materiais no contexto da construção civil.

O quarto fator, por fim, responsável por explicar 4,42% da variância total, pode ser definido como “Problemas de planejamento”, e reúne as variáveis de falhas na elaboração de quantitativos de materiais, e na programação e controle da obra. Essas variáveis revelam-se intimamente ligadas, uma vez que, para a devido planejamento das atividades e dimensionamento das equipes em obra, os quantitativos de materiais referentes aos serviços a serem executados devem ser adequadamente elaborados.

Na sequência, elaborou-se a análise fatorial exploratória das causas de custos extras, a qual pode ser vista na Tabela 10, a seguir.

Tabela 10 - Análise Fatorial Exploratória das causas de custos extras

(continua)

Causa	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral	0,850	-	-
Mudanças no design/projeto	0,794	-	-
Planejamento inicial ineficiente	0,764	-	-
Erros e omissões no design/projeto	0,728	-	-
Documentos de licitação prematuros (especificações, quantitativos, e/ou projetos...)	0,709	-	-
Estimativas de custos iniciais imprecisas	0,695	-	-
Demora no processo de tomada de decisão entre as partes interessadas	0,630	-	-
Discrepâncias e deficiências dos contratos	0,622	-	-
Quantitativos de materiais iniciais imprecisos	0,589	-	-
Falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes interessadas	0,583	-	-

Tabela 10 - Análise Fatorial Exploratória das causas de custos extras

(continuação)

Causa	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Aumento de preço dos materiais	-	0,779	-
Atraso na entrega de materiais	-	0,749	-
Instabilidade econômica	-	0,671	-
Pandemia COVID-19	-	0,643	-
Condições climáticas imprevisíveis	-	-	0,717
Critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...)	-	-	0,640
Gerenciamento ineficiente do canteiro	-	-	0,621
Obstruções por parte do governo ou dificuldade na obtenção de licenças governamentais	-	-	0,619
Programação e controle da produção ineficiente	-	-	0,614
Baixa produtividade da mão de obra	-	-	0,587

Fonte: a autora.

Ao analisar o primeiro fator, responsável por explicar 54,06% da variância total, percebe-se sua similaridade com o primeiro fator da análise de atrasos, o que permite defini-lo também como “Problemas na fase de contratação da obra”. No entanto, salientam-se diferenças entre os dois fatores: no primeiro fator da análise de custos extras, figuram as causas relativas às estimativas iniciais de custos imprecisas, bem como as discrepâncias e deficiências dos contratos; além disso, as falhas nos quantitativos de materiais iniciais também aparecem ligadas a esse fator, dado que ele está intimamente ligado às estimativas iniciais de custos; já no primeiro fator da análise de atrasos, figuram as dificuldades financeiras por parte dos clientes.

Essas diferenças permitem traçar hipóteses sobre a natureza dos estouros de cronograma e orçamento: no caso dos atrasos, percebe-se o maior impacto dos problemas financeiros, os quais comprometem o fluxo previsto de atividades da obra; já no caso dos custos, as falhas na elaboração dos quantitativos de materiais comprometem diretamente a geração das estimativas de orçamento, e a elaboração dos contratos, por conseguinte.

O segundo fator, por sua vez, o qual explica 6,43% da variância total, se assemelha ao terceiro fator encontrado na análise das causas de atrasos, mas novamente se observam diferenças; neste caso, aos “Problemas na gestão de suprimentos”, adicionam-se as variáveis de instabilidade econômica, e da pandemia da COVID-19, ambas intimamente ligadas entre si, e

diretamente responsáveis pelos aumentos e atrasos nas entregas de materiais para indústria da construção civil. Aqui, pode-se levantar a hipótese de que a pandemia exerceu mais diretamente sua influência nos estouros de custos do que nos cronogramas das obras, apesar de no ranking geral essa variável ter pouco destaque na percepção sobre esses dois estouros.

Por fim, o terceiro fator, responsável por 4,80% da variância total, apresenta a junção de variáveis ligadas a diferentes fatores na análise das causas de atrasos: reúne problemas com fornecedores (os critérios inadequados para sua seleção, e a baixa produtividade da mão de obra), a problemas de planejamento (programação, controle ineficiente e gerenciamento ineficiente de canteiro), e a dificuldade externas (com clima e governo). Em função disso, optou-se por defini-lo como “Problemas de gerenciamento de obra”, uma vez que demonstra as dificuldades em gerenciar múltiplos problemas, tanto de origem interna quanto externa, que surgem no decorrer da execução da obra.

A partir dessas análises, percebe-se que os problemas na fase de contratação da obra e na gestão de suprimentos influenciam de forma similar a percepção quanto à ocorrência de atrasos e de custos extras, guardadas algumas pequenas diferenças. Entre as maiores dissonâncias observadas, ressaltam-se as questões ligadas às contratações de fornecedores e à elaboração do planejamento: para fins de cronograma, percebe-se a influência dessas questões de forma separada, enquanto para fins de orçamento esses itens estão intimamente ligados nas questões de gerenciamento, e sujeitos a ações externas, como o clima, e o governo.

Essa aparente separação entre o planejamento e o gerenciamento encontra contextualização em Koskela e Howell (2002); segundo os autores, ela seria resultante de abordagem tradicional de gerenciamento da construção civil, em uma perspectiva *management-as-planning* (gerenciamento como planejamento, em tradução nossa), em que o gerenciamento consiste na emissão centralizada de planos, sem a consideração do status da produção. Entre as metodologias de planejamento empregadas nessa abordagem, estão os cronogramas em rede, responsáveis pela elaboração de planos de difícil atualização, e que guardam pouca semelhança com a real execução do trabalho.

Ainda, segundo os autores, essa existência virtual de duas instâncias de planejamento, a formal e a responsável por de fato realizar o trabalho, faz com que o gerenciamento passe a depender de planos e programações informais. Entre as soluções apontadas pelos autores para contornar essa problemática está a adoção da perspectiva *management-as-organizing* (gerenciamento como organização, em tradução nossa), que defende abordagem descentralizada do planejamento, em que esse passa a ser integrado à execução, e não mais consiste em planos defasados e desconectados da produção (KOSKELA E HOWELL, 2002).

Uma das técnicas que objetiva a elaboração de planos que possam ser executados é a metodologia enxuta *Last Planner System*, em que se propõe a hierarquização do processo de planejamento, a fim de que os efeitos da incerteza e variabilidade inerentes aos complexos projetos de construção civil possam ser mitigados. Dessa forma, o planejamento passa a ser visto em três horizontes (longo, médio e curto prazo), cada um com diferentes escopos e níveis de detalhamento (ISATTO et. al, 2000).

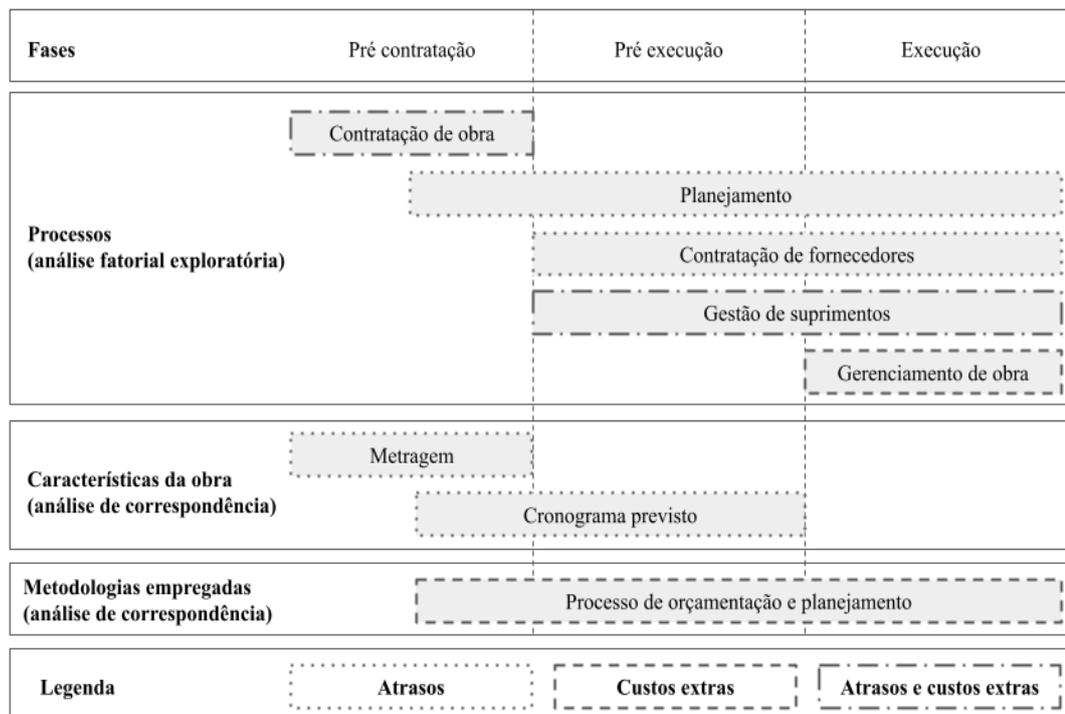
4.3 *FRAMEWORK* DE MENSURAÇÃO E MELHORIA DO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL

Para atendimento do último objetivo específico do presente estudo, a saber a elaboração do *framework* de mensuração e melhoria do desempenho organizacional, primeiramente compilaram-se os principais resultados da *survey*. Para tanto, buscaram-se situar os diferentes conceitos com influência nos atrasos e custos extras em uma linha do tempo composta por algumas das três principais fases da obra: a fase de pré-contratação, pré execução e execução. A definição dessas três fases baseou-se no conceito de *Engineering, Procurement and Construction* (EPC, Engenharia, Suprimentos e Construção, em tradução nossa) (HABIBI, KERMANSHACHI E ROUHANIZADEH, 2019).

Segundo Habibi e Kermanshachi (2018), as fases EPC podem ser definidas da seguinte forma: a fase de engenharia compreende a concepção e elaboração dos projetos; além disso, é nesta fase que se inicia o processo de planejamento, com a definição das estimativas de duração e programação iniciais. Na sequência, na fase de Suprimentos, recebem-se os projetos e iniciam-se as solicitações de propostas e cotações, para realização das compras, contratações e gerenciamento de materiais. Por fim, a fase de Construção compreende as operações para execução dos projetos.

A partir da adaptação dessas fases, situaram-se nelas os fatores extraídos pela análise fatorial exploratória, bem como as características e metodologias com influência nos atrasos e custos extras identificadas a partir das análises de correspondência. O resultado pode ser visto na Figura 54 a seguir.

Figura 54 - Principais resultados do instrumento quantitativo, classificados conforme sua fase de influência



Fonte: a autora.

Na Figura 54, caracterizaram-se os fatores extraídos da análise fatorial exploratória como processos, para que fosse possível observar com maior clareza em que momento as ações necessárias à mitigação das causas de atrasos e custos extras neles agrupadas pudessem ser conduzidas. Já em relação às características e metodologias empregadas na obra, buscou-se compreender em qual momento elas costumam ser definidas, no contexto das principais fases da obra. Em ambos os casos, é na fase de pré contratação que a metragem do empreendimento é definida, bem como os cronogramas iniciais e metodologias empregadas nos processos de orçamentação e planejamento.

A partir dessa organização dos principais resultados da *survey* foi possível construir o *framework* para mensuração e melhoria do desempenho organizacional, o qual pode ser visto na Figura 55 a seguir.

Figura 55 - *Framework* de mensuração e melhoria do desempenho organizacional

Fases	Pré contratação	Pré execução	Execução
Framework de mensuração e melhoria do desempenho organizacional	Análise da maturidade do projeto (ex.: detalhes, compatibilização), da efetividade da comunicação entre <i>stakeholders</i> , da robustez dos quantitativos e estimativas iniciais, e da segurança e viabilidade quanto ao financiamento	Comparação entre projetos básicos e executivos; análise dos escopos contratados para suprimentos e mão de obra, e dos parâmetros definidos de produtividade	Análise da efetividade do planejamento, e das ferramentas de programação e controle. Acompanhamento da produtividade do trabalho
	Maior atenção aos cronogramas de obras com metragem de até 750m ² , e melhor consideração da complexidade das mesmas.	Elaboração de cronogramas alinhados tanto à expectativa dos clientes em termos de prazos, quanto aos quantitativos do projeto	Implementação do <i>Last Planner System</i> para maior integração entre o processo de planejamento e de gerenciamento de obras
	Elaboração de orçamentos detalhados	Elaboração de planejamento com linhas de balanço e baseado em localização	
Legenda	Atrasos	Custos extras	Atrasos e custos extras

Fonte: a autora.

A partir da Figura 55, podem ser extraídas recomendações para mensuração e melhoria do desempenho, de acordo com as principais fases da obra. Em relação a fase de pré contratação, sugere-se para mensuração do desempenho a análise da maturidade do projeto, a qual pode ser verificada, por exemplo, por meio da qualidade dos detalhes do projeto, bem como pela existência e qualidade da compatibilização entre projetos de diferentes disciplinas, e da robustez dos quantitativos e estimativas iniciais de tempo, custos e materiais; além disso, o desempenho também pode ser verificado pela efetividade da comunicação entre os principais *stakeholders*, e da segurança e viabilidade do empreendimento quanto ao seu financiamento.

Em termos de sugestões de melhoria do desempenho organizacional nesta primeira fase da obra, propõe maior atenção aos cronogramas de obras com até 750m², visto que essas apresentaram os piores desempenhos em termos de atrasos nas obras analisadas pela *survey*; nesse contexto, pontua-se a importância de considerar a complexidade dos projetos, mesmo quando estes não apresentam grandes metragens. Por fim, também se sugere a elaboração de orçamentos detalhados, uma vez que esses tiveram os melhores desempenhos em termos de custos nas obras analisadas pela *survey*.

Em relação à fase de pré execução, para mensuração do desempenho propõe a comparação entre projetos básicos e executivos, uma vez que alterações significativas entre eles podem afetar as estimativas iniciais em termos de tempo e custos; além disso, a análise dos escopos contratados para suprimentos e mão de obra, e dos parâmetros definidos para produtividade revela-se essencial para que se possa verificar se esses são realistas e capazes de atender de forma satisfatória a obra em sua fase de execução.

Em termos de melhorias propostas para fase de pré execução, sugere-se a elaboração de cronogramas que atendam às expectativas dos clientes ao mesmo tempo em que estejam alinhados aos quantitativos do projeto em termos de serviços a serem executados; essa sugestão busca minimizar a compressão de prazos, em especial nas obras com fins industriais e comerciais, as quais não apresentaram cronogramas diretamente proporcionais a suas respectivas metragens. A outra sugestão de melhoria, por sua vez, propõe a elaboração de planejamento por meio da metodologia de linhas de balanço, e por zonas de trabalho, a qual demonstrou o melhor desempenho em termos de custos nas obras analisadas pela *survey*.

Em relação à fase de execução, propõe-se como forma de mensuração do desempenho organizacional a análise da efetividade do planejamento, e das ferramentas de programação e controle da obra, e o acompanhamento da produtividade do trabalho; por meio dessas observações, torna-se possível observar a aderência às produtividades e ao planejamento e inicialmente definido, e a partir disso traçar estratégias para melhorá-lo, ou então entender as causas pelas quais ele não é atingido. Como sugestão de melhoria do desempenho organizacional, recomenda-se a adoção do *Last Planner System*, a fim de que os processos de planejamento e de gerenciamento possam ser melhor integrados por meio da hierarquização do processo de planejamento, e conseqüente descentralização do mesmo.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como problemática central os atrasos e custos extras nas obras de construção civil brasileiras. Conforme evidenciado, esses problemas afetam a produtividade desse setor de grande importância mundial, de forma que as pesquisas sobre essa temática apresentam grande relevância. No entanto, apesar de mapeadas as suas causas e impactos, essa problemática persiste, fato que motivou o presente estudo a investigá-la, e direcionou os esforços para compreendê-la à luz dos processos organizacionais da construção civil. No Brasil, em especial, os estudos sobre atrasos e custos extras necessitam maior compreensão e de pesquisas mais amplas, a fim de melhorar o dimensionamento e compreensão dessa problemática.

Nesse contexto, o objetivo principal do presente estudo foi mensurar o desempenho das obras de construção civil no Brasil quanto aos critérios de tempo e custos. Em relação ao primeiro objetivo específico, identificar as principais causas de atrasos e custos extras na construção civil, citam-se as principais causas para atrasos na literatura internacional elencadas pela RSL: os pedidos de alteração pelo cliente durante a construção, seguida em segundo lugar pelas dificuldades financeiras enfrentadas pelos empreiteiros, e atrasos de pagamento por parte dos clientes. Em seguida, o gerenciamento ineficiente do canteiro, a demora no processo de tomada de decisão por parte do cliente, e as condições climáticas imprevisíveis, em terceiro, quarto e quinto lugar, respectivamente.

Além disso, reclassificaram-se as 101 causas de atrasos e custos extras encontradas em seis categorias: Financeiro e Contratual, Organizacional e Locacional no âmbito interno às empresas, e Econômico e Governamental, Organizacional de Fornecedores e Ambiental no âmbito externo às empresas. Realizou-se, então, análise de correspondência por meio da qual se obteve valor significativo na relação entre as primeiras posições no ranking de atrasos com as categorias Financeira e Contratual, e a maior parte das posições à categoria Organizacional no âmbito interno das empresas.

Já entre as principais causas de custos extras elencadas pela RSL, mencionam-se as estimativas de custos ineficientes e as dificuldades financeiras enfrentadas pelos empreiteiros; em segundo lugar, as mudanças no escopo do projeto e as dificuldades financeiras enfrentadas pelos clientes; em terceiro, as altas taxas de inflação, seguros e juros e os atrasos na obtenção de licenças governamentais; em quarto, as ordens de mudança e aumento de preço dos materiais; em quinto, as condições climáticas imprevisíveis, o planejamento inicial ineficiente e a falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes.

Em relação ao segundo objetivo específico, identificar os principais processos organizacionais nas obras de construção civil, identificaram-se que alguns dos principais processos organizacionais da construção civil perpassam os processos de projeto e de planejamento; no caso dos processos de projeto, destacam-se as decisões relativas ao método de entrega de projeto e ao tipo de contrato, e em relação ao processo de planejamento, a metodologia eleita para o planejamento e orçamentação, bem como a base orçamentária destacam-se pela sua importância e influência no ambiente organizacional das empresas de construção civil.

Em relação ao terceiro objetivo específico, analisar a percepção por regiões do país sobre as principais causas de atrasos e custos extras de obras das empresas da construção civil, a pesquisa tipo *survey* apresentou as principais causas de atrasos e custos extras no Brasil; nesse contexto, observa-se que as quatro primeiras causas são comuns a ambos os rankings, apenas com mudanças na posição que ocupam; são elas a baixa produtividade da mão de obra, o atraso na entrega de materiais, o aumento de preço dos materiais, e os fornecedores que não honram com o acordado, ou falta de materiais no mercado.

Entre as demais causas comuns aos rankings das 10 principais podem-se citar os critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...), as mudanças no design/projeto, as ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral, bem como os erros e omissões no design/projeto são problemas com influência no desempenho tanto em termos de custos quanto de tempo.

Entre as diferenças, aponta-se, no caso dos custos extras, a maior importância relativa das estimativas de custos iniciais imprecisas, da instabilidade econômica, e dos documentos de licitação prematuros; no caso dos atrasos, o planejamento inicial deficiente, a demora no processo de tomada de decisão, as falhas na coordenação entre as partes envolvidas, e as dificuldades financeiras por parte dos clientes. Em relação às causas de atrasos e custos extras por regiões, ressalta-se que não se observaram diferenças estatísticas significativas entre os rankings.

Em relação ao quarto objetivo específico, mensurar e correlacionar a influência das decisões relativas a processos organizacionais no desempenho quanto aos critérios de tempo e custos nas obras de construção civil no Brasil, os resultados da *survey* apontam influência das decisões relativas às metodologias de planejamento e orçamento no desempenho das obras quanto aos critérios de custos. No caso do planejamento, as obras planejadas com a metodologia da linha de balanço associaram-se à redução de custos (54,54% a 2%); as obras planejadas com auxílio de outras metodologias ágeis, associaram-se a obras com inexistência de estouros ou de

até 5,26%; já obras planejadas com os gráficos de Gantt associaram-se aos estouros de orçamento de 5,55% a 17,65%; por fim, obras planejadas com os gráficos PERT/CPM apresentaram associação aos estouros de custos de 20% a 109,3%.

Em relação às metodologias elegidas para orçamentação, as obras com redução de custos estão mais associados aos orçamentos detalhados; obras sem estouros de orçamentos, ou de até 5,26% não se associam de forma tão intensa a nenhuma metodologia, mas se aproximam mais da metodologia paramétrica e detalhada; obras com estouros de orçamento de 5,55% a 17,65%, por sua vez, se associam aos orçamentos paramétricos, e as obras com estouros de custos de 20% a 109,3% se associam aos orçamentos operacionais.

Para atendimento do quinto objetivo específico do trabalho, a elaboração de *framework* de mensuração e melhoria do desempenho organizacional da construção civil, compilaram-se os principais resultados da *survey*: os fatores extraídos da análise exploratória das causas de atrasos e custos extras, segundo a percepção brasileira; e as características da obra, bem como metodologias empregadas em processos de trabalho que exercem influência no desempenho das obras quanto aos critérios de atrasos e custos extras. A seguir, apresentam-se os principais resultados da *survey*, e o *framework* proposto.

Na primeira seção, sobre as características das empresas participantes, observou-se que a maioria delas encontra-se sediada nas regiões sudeste (37%) e sul (31%), são classificadas como de micro (52% e 33%) e pequeno porte (40% e 48%) em termos de funcionários e faturamento, respectivamente, estão associadas a um órgão/entidade de classe (52%), com predominância geral de associação ao CREA (82%), atuam na construção civil (97%), e não possuem parcerias com universidades/instituições de ensino (84%); além disso, possuem em média 16 anos de experiência no mercado. Ressalta-se também que esses dados foram em sua maioria concordantes com pesquisas atuais realizadas sobre o setor.

Na segunda seção, sobre as características das obras executadas pelas empresas, identificou-se que a maioria das obras foi realizada também nas regiões sul (43,38%) e sudeste (26,71%), foram iniciadas e finalizadas antes da pandemia da COVID-19 (53%), tinham fins predominantemente residenciais (54%), seguida pelas obras comerciais (26%), industriais leves (14%), institucionais (10%) e educacionais (3%); dentre as obras residenciais, a maioria era de obras residenciais multifamiliares (29%), e o restante residenciais unifamiliares (25%). Ressalta-se que os fins apresentaram associação com diversas variáveis, entre elas a metragem, o orçamento previsto, o cronograma previsto, e o método de entrega de projeto da obra.

Em relação ao padrão e ao financiamento, em sua maior parte o padrão das obras era normal e baixo (58% e 38%, respectivamente), e o financiamento privado (84%). Além disso,

observou-se que a maioria das obras não possuía qualquer certificação de qualidade (82%); entre as que possuíam, a ISO 9001 foi predominante (94,4%). Destaca-se, ainda, a relação observada entre o porte da empresa segundo o número de funcionários e a existência ou não de certificação da qualidade, em que as médias e grandes empresas estão mais associadas a tê-la. Além disso, observou-se maior percentual de empresas com certificações de qualidade no presente estudo, quando em comparação a outros dados nacionais.

Já a média de metragem das obras foi de 20.031,92m², enquanto a mediana foi de 750m². Dado a assimetria indicada pelas diferenças entre esses valores, optou-se por classificar essa e as demais variáveis quantitativas do estudo por quartis de aproximadamente 25% cada. No caso da metragem, o primeiro quartil englobou as obras de 45 a 218m²; o segundo as obras de 220 a 750m²; o terceiro as obras de 800 a 3.450m²; e, por fim, o quarto quartil as obras de 3.600 a 950.000m². Assim, observou-se que algumas variáveis guardavam relação com a metragem, entre elas os fins da obra, o orçamento e o cronograma previstos.

Em relação às associações ao orçamento e cronograma previstos, observou-se interessante diferença: enquanto os quartis de orçamentos previsto guardaram relação diretamente proporcional aos quartis de metragem, as obras do segundo quartil de metragem se associam mais às do terceiro quartil em termos de cronograma previsto, enquanto as obras do terceiro quartil de metragem, se associam às obras do segundo quartil de cronograma previsto. As obras dos primeiro e quarto quartil do cronograma previsto guardam relação proporcional aos quartis da metragem.

Entre as razões elencadas para explicar essa diferença estão primeiramente os fins da obras: ao se analisar as associações entre fins e cronograma previsto, e fins e metragem, pode-se levantar a hipótese de que as obras residenciais parecem ter seus prazo “ampliados” em relação a sua metragem, ao passo que as obras comerciais e industriais leves têm seus cronogramas “reduzidos” em relação a essa mesma variável, o que pode indicar a influência que clientes comerciais e industriais podem exercer sobre as construtoras no que tange os cronogramas previstos, devido às necessidades mercadológicas e empresariais, ao passo que os clientes residenciais não necessariamente possuam essa mesma urgência.

Outra possibilidade fundamenta-se no fato que os orçamentos elaborados tanto pela metodologia detalhada quanto paramétrica baseiam-se principalmente nos quantitativos de materiais e serviços do projeto; dessa forma, podem guardar relação mais próxima à metragem do projeto. Os cronogramas, no entanto, podem levar em consideração outros fatores além da metragem, tais como as necessidades dos clientes ou a disponibilidade de financiamento, conforme mencionado anteriormente. Ressalta-se que não é possível fazer julgamento de valor

acerca dessa diferença; no entanto, reconhecê-la sinaliza importante diferença nos processos de orçamentação e planejamento de obras no que tange às informações e insumos necessários para tomada de decisão.

Ainda em relação às características das obras, observou-se que a média geral dos estouros de orçamento foi de 6,52%, e do estouro do cronograma foi de 21,26%. No que tange os orçamentos, 62,22% das obras apresentaram estouro de custos; dentre essas, a média de estouro foi de 17,91%. Já entre as 25,56% das obras que reduziram custos, a média de redução foi de 18,09%; ainda, 12,22% das obras atingiram os orçamentos previstos. Em relação ao cronograma, 63,73% das obras apresentaram estouro de cronograma; dentre essas, a média de estouro foi de 40,22%. Já entre as 16,48% das obras que reduziram o tempo de execução, a média de redução foi de 26,52%; por fim, 19,78% das obras atingiram os cronogramas previstos.

Ao comparar ambos os estouros, constata-se que 22,22% das obras não teve atrasos ou custos extras, 28,29% teve pelo menos um desses estouros, e 48,89% teve atrasos e custos extras, concomitantemente. Ao classificar esses dados segundo os quartis, obtiveram-se os seguintes resultados: em relação os estouros de orçamento, o primeiro quartil compreende as obras com alguma redução de custos, de -54,54% a -2%; o segundo, obras sem custos extras e aquelas com até 5,26% de estouro de orçamento; o terceiro quartil, obras que apresentaram estouros de 5,55% a 17,65%; e por fim, o quarto quartil, com obras com estouros de custos de 20% a 109,3%.

Em relação aos quartis de estouro de cronograma, o primeiro engloba as obras com alguma redução ou atingimento do prazo, de -75% a -0%; o segundo, obras com estouros de 4,17% a 11,11%; o terceiro, obras com estouros de 12,50% a 33,33%; por fim, o quarto quartil com obras com estouros de 36,36% a 200%. Ressalta-se, então, associação diretamente proporcional observada entre os quartis estouros de orçamento e cronograma, a qual indica desempenho similar da obra em termos de orçamento e custos. Além dessa, também se verificaram associações entre os estouros de cronograma e a metragem, e cronograma previsto das obras.

Em relação a metragem, observou-se que as obras do terceiro quartil de metragem (800m² a 3.450m²) se associaram à ocorrência de redução ou inexistência de atrasos; as obras do quarto quartil de metragem (3.600m² a 950.000m²), por sua vez, associaram-se aos atrasos de 4,17% a 11,11%. Já as obras do primeiro quartil de metragem (45m² a 218m²) se associaram aos atrasos de 12,50% a 33,33%. Por fim, as obras do segundo quartil de metragem (220m² a 750m²), associaram-se aos atrasos de 36,36% a 200%.

Em relação aos estouros de cronograma, percebe-se que as obras de maior porte em termos de quartis de cronograma previsto, terceiro e quarto, respectivamente, associam-se ao primeiro e segundo quartil de estouro de cronograma, respectivamente. Já as obras de menores quartis de cronograma previsto, de 0,73 a 4,67 meses, e 5 a 10 meses, associaram-se aos maiores quartis de estouro de cronograma, respectivamente.

A partir dessas análises, percebe-se que os estouros de cronograma estão mais associados às obras de menores portes, em termos de metragem e cronograma previsto. Nesse contexto, levanta-se a possibilidade de obras com menores estarem mais sujeitas a negligência em termos de planejamento, devido à suposição de que a complexidade estaria atrelada tão somente à metragem do projeto.

Já na quarta seção, sobre as decisões e ferramentas dos processos de trabalho da obra, a maioria das obras adotou o método de entrega de projetos Projetar-Licitar-Construir (43%), seguida pelo Projetar-Construir (31%), a tipologia de contrato Empreitada por Preço Global (51%), as metodologias de planejamento com auxílio de gráficos de gantt (44%), seguida pelas linhas de balanço (15%); em relação ao planejamento, ressalta-se o significativo percentual de respondentes que não souberam responder a pergunta (28%), o maior dentre as perguntas desta seção. Em relação à metodologia de orçamentação, a maioria das obras emprega os orçamentos detalhados (45%), seguida pelos orçamentos paramétricos (32%), e em relação às bases orçamentárias, a maioria emprega base de cálculo própria (41%), seguida pelo SINAPI (18%).

Ainda nesta seção, observou-se que 42% das empresas encontram-se na fase de adoção Pré BIM (44%), seguida por 22% que não souberam responder em qual fase se encontram. Em relação aos *softwares* empregados para programação, controle de custos e controle de produção, os rankings foram bastante similares: o Microsoft Excel aparece em primeiro lugar, seguido pelo MS Project e pelo Sienge. Por fim, na pergunta sobre ferramentas empregadas para aumento da produtividade a maior parte das empresas afirmou empregar ao menos uma ferramenta (62%). Dentre essas, a maioria emprega a gestão à vista (37%), o 5s (31%), e o Kaizen (16%).

Ao analisar as relações entre as variáveis da segunda e quarta seção, observou-se associação entre os estouros de custos e as metodologias de planejamento e orçamento, conforme explicitado anteriormente no terceiro objetivo específico do estudo.

Entre as razões pelas quais a metodologia de planejamento da linha de balanço apresentou associação ao melhor desempenho em termos de custos pode-se citar a sua abordagem baseada na localização (*location based*), a qual incorpora ao processo de orçamento visão das unidades localizadas, e foco maior nas restrições associadas à execução dessas.

Quanto aos orçamentos detalhados, destaca-se seu maior grau de detalhamento e riqueza de informações frente aos orçamentos paramétricos. Entre as razões para o baixo desempenho dos orçamentos operacionais, pode-se citar o grande número de informações e tempo, bem como a mudança na estrutura de custos do projeto necessários para atender essa metodologia.

Já na terceira seção, sobre a percepção sobre as causas de atrasos e custos extras, observou-se que a maioria dos respondentes ocupa o cargo de sócio administrador (57%), possui formação em engenharia civil (55%), nível de escolaridade de pós-graduação (53%) e experiência média de 18 anos no mercado de trabalho. Ao analisar o grau de concordância entre as percepções sobre as causas de atrasos e custos extras entre os diferentes grupos de respondentes, observou-se que as correlações quanto à percepção sobre as causas de custos extras foram mais intensas em comparação às percepções sobre as causas de atrasos na maioria dos casos;

Além disso, à exceção das correlações entre diferentes cargos, as correlações quanto às causas de custos extras também são mais numerosas. Isso pode ser explicado pelas características das principais causas de custos extras, a saber o aumento no preço e atrasos na entrega de materiais: ambas revelam-se mais objetiva e concretamente identificáveis, ao passo que a percepção sobre as causas de atrasos podem estar mais sujeitas à subjetividade.

Ainda em relação à terceira seção, por meio da análise fatorial exploratória foi possível extrair quatro fatores relacionados à percepção sobre atrasos, e três sobre custos extras. Em relação aos atrasos, as novas variáveis encontradas foram “Problemas na fase de pré contratação”, “Problemas na contratação de fornecedores”, “Problemas na gestão de suprimentos”, e “Problemas de planejamento”; no caso dos custos extras, alguns dos fatores extraídos foram semelhantes, tais como os “Problemas na fase de pré contratação” e “Problemas na gestão de suprimentos”, e outros novos tais como “Problemas de gerenciamento de obras”.

Percebe-se, então, que os problemas na fase de contratação da obra e na gestão de suprimentos influenciam de forma similar a percepção quanto à ocorrência de atrasos e de custos extras, guardadas algumas pequenas diferenças. Entre as maiores dissonâncias observadas, ressaltam-se as questões ligadas às contratações de fornecedores e à elaboração do planejamento: para fins de cronograma, percebe-se a influência dessas questões de forma separada, enquanto para fins de orçamento esses itens estão intimamente ligados, e sujeitos a ações externas, como o clima, e o governo.

Aqui, podem-se retomar as diferenças observadas em relação à influência da metragem nos orçamentos e cronogramas previstos: conforme visto anteriormente, os orçamentos guardavam relação diretamente proporcional à metragem das obras, enquanto os cronogramas

não, de forma a indicar a influência de outras variáveis na elaboração do planejamento. Já a partir dos fatores extraídos pela análise fatorial, adiciona-se outro componente a essa questão: o planejamento aparece como problema a parte dos demais quando observados sobre a perspectiva dos atrasos, ao passo que sob a perspectiva dos custos extras ele faz parte dos problemas de gerenciamento da obra.

A partir dessas questões, elaborou-se o *framework* de mensuração e melhoria do desempenho organizacional. A fim de que fosse possível observar com maior clareza os processos existentes no *framework*, bem como o melhor momento em que as ações necessárias à mitigação dos atrasos e custos extras pudessem ser conduzidas, situaram-se esses conceitos em linha do tempo composta pelas três principais fases da obra: a fase de pré-contratação, pré execução e execução.

Em relação à fase de pré-contratação, em que se iniciam os processos de contratação da obra, composto entre outros pelos processos de orçamentação e planejamento, e em que se define a metragem do empreendimento, sugeriu-se a análise da maturidade do projeto, da efetividade da comunicação entre *stakeholders*, da robustez dos quantitativos e estimativas iniciais, e da segurança e viabilidade quanto ao financiamento. Além disso, recomendou-se maior atenção aos cronogramas de obras com metragem de até 750m², com a melhor consideração da complexidade das mesmas para melhor desempenho dos cronogramas, e também a elaboração de orçamentos detalhados para melhor desempenho dos orçamentos.

Já na fase de pré-execução da obra, em que se iniciam os processos de contratação de fornecedores e de gestão de suprimentos, propôs-se a comparação entre projetos básicos e executivos, a análise dos escopos contratados para suprimentos e mão de obra, e dos parâmetros definidos de produtividade. Como sugestões de melhoria para os cronogramas, sugere-se o alinhamento de expectativas de prazos entre clientes de forma a respeitar os quantitativos dos projetos, e a elaboração de planejamento baseado em localização com linhas de balanço para melhoria do desempenho dos orçamentos.

Por fim, na fase de execução da obra, recomenda-se a análise da efetividade do planejamento, e das ferramentas de programação e controle, e o acompanhamento da produtividade do trabalho. Como sugestão de melhoria do desempenho dos cronogramas e orçamentos, propõe-se a implementação do *Last Planner System* para maior integração entre o processo de planejamento e de gerenciamento de obras.

Atendidos os objetivos gerais e específicos do presente estudo, elencam-se algumas das limitações observadas no seu desenvolvimento: o reduzido número de estudos analisados pela RSL, bem como reduzido número de participantes da pesquisa *survey*, em relação ao número

estimado no cálculo da amostra. Em relação à primeira limitação, sugere-se para futuros estudos a adaptação dos protocolos de pesquisa, a fim de permitir a inserção de maior número de estudos; em relação à segunda, sugere-se maiores esforços na obtenção de apoio de instituições ligadas à construção civil, bem como formas de viabilizar a aplicação presencial de questionários.

Em relação às contribuições mais significativas à academia, pode-se citar revisão internacional de literatura da indústria da construção civil, bem como pesquisa em que foram convidadas cem empresas do setor do Brasil. Além disso, os resultados contribuem para o processo de tomada de decisão no contexto dos seus processos organizacionais, e sobre o desempenho de suas obras em termos de tempo e custos, as quais servirão de suporte para futuros estudos na área. Entre as contribuições práticas fornecidas às empresas, citam-se aquelas apresentadas pelo *framework* conceitual, o qual buscou endereçar de forma objetiva quais processos, características e metodologias devem ser observados para que as obras de construção civil alcancem melhores níveis de produtividade.

Entre as sugestões de futuros estudos, propõe-se a análise de processos e metodologias diretamente ligados à execução das obras de construção civil, para além das fases de pré contratação e pré execução inclusas no escopo do presente estudo. Em relação à metodologia, sugere-se a elaboração de estudos de abordagem quantitativa com maior número de participantes, a fim de que análises mais robustas possam ser realizadas. Para tanto, ressalta-se que o apoio de instituições do setor da construção civil, bem como de órgãos governamentais revela-se fundamental para que as pesquisas na área possam ter maior alcance e respaldo com as construtoras e demais *stakeholders*.

REFERÊNCIAS

- ADAM, A.; JOSEPHSON, P.-E. B.; LINDHAL, G. Aggregation of factors causing cost overruns and time delays in large public construction projects: Trends and implications. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 3, p. 393-406, 2017.
- ADAMTEY, S. Cost and time performance analysis of progressive design-build projects. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 19, n. 3, p. 686-697, 2021.
- AGUSTI, A. L.; DESCHAMPS, F. Sistemas de gestão da qualidade nas micro e pequenas empresas. **Revista Visão: Gestão Organizacional**, v. 2, n. 1, p. 86-99, 2013.
- AHMED, R. R.; ZHANG, X. Multi-layer value stream assessment of the reverse logistics network for inert construction waste management. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 170, p. 105574, 2021.
- ALARCÓN, L. F.; RIVAS, R.; SERPELL, A. Evaluation and improvement of the procurement process in construction projects. In: 7th ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 1999, Berkeley. **Anais [...]** California: University of California, 1999.
- ALINAITWE, H.; APOLOT, R.; TINDIWENSI, D. Investigation into the Causes of Delays and Cost Overruns in Uganda's Public Sector Construction Projects. **Journal of Construction in Developing Countries**, v. 18, n. 2, p. 33-47, 2013.
- ALMEIDA, D.; SANTOS, M. A. R.; COSTA, A. F. B. Aplicação do coeficiente alfa de cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos, out. 2010.
- ALMEIDA, E. L. G.; FEITOZA, V. A. S.; CARVALHO, M. T. M.; PIÑA, A. B. S.; ARAÚJO, L. G.; AIDAR, L. A. G. Study of delays in constructions: a managerial point of view of private companies in Brasilia, Brazil. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 28, n. 3, e5120, 2021.
- AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: a guide**. 1. ed. 2007. Disponível em: https://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf. Acesso em: 02 maio 2022.
- AMETEPEY, S. O.; GYADU-ASIEDU, W.; ASSAH-KISSIEDU, M. Causes-Effects Relationship of Construction Project Delays in Ghana: Focusing on Local Government Projects. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 600, p. 84-95, 2018.
- AMOATEY, C. T.; AMEYAW, Y. A.; ADAKU, E.; FAMIYEH, S. Analysing delay causes and effects in Ghanaian state housing construction projects. **International Journal of Managing Projects in Business**: v. 8, n. 1, p. 198-214, 2015.
- ARANTES, A.; FERREIRA, L. M. D. F. Causes of Delays in Portuguese Construction Projects. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON

OPERATIONS RESEARCH AND ENTERPRISE SYSTEMS (ICORES), 2015, Suíça. *Proceedings [...]*. Suíça, 2015.

ARAÚJO, M. B.; REBOLEDO, A. Análise comparativa de orçamentos de custos: um estudo de caso. *Sinergia*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 106-114, jul./dez. 2018.

ASIEDU, R. O.; ADAKU, E.; OWUSU-MANU, D.-G. Beyond the causes: rethinking mitigating measures to avert cost and time overruns in construction projects. *Construction Innovation*, v. 17, n. 3, p. 363-380, 2017.

ASIEDU, R. O.; ALFEN, H. W. Understanding the Underlying Reasons behind Time Overruns of Government Building Projects in Ghana. *KSCE Journal of Civil Engineering*, v. 20, p. 2103-2111, 2016.

ASSAF, S.A.; AL-KHALIL, M.; AL-HAZMI, M. Causes of delay in large building construction projects. *Journal of Management in Engineering*: v. 11, n. 2, p. 45-50, mar. 1995. ISSN: 0742-597X. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(1995\)11:2\(45\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(1995)11:2(45)).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - procedimentos. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro, 2015b.

AZEVEDO, R. C.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T. O.; FRANÇA, L. A.; GONZÁLEZ, C. J. I., JUNGLES, A. E.; ENSSLIN, S. R. Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 85-104, jan./mar. 2011.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing work flow. In: 2nd ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 1994, Santiago, Chile. *Anais [...]* Santiago, Chile: Catolica Universidad de Chile, 1994.

BEKR, G. A. Causes of Delay in Public Construction Projects in Iraq. *Jordan Journal of Civil Engineering*: v. 9, n. 2, p.149-162, 2015.

BIU, D. S. Os contratos de construção civil e a responsabilidade civil do construtor, do empreiteiro e do incorporador. 2014. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2014.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; RIBEIRO, H. R. O. Causas de custos adicionais e impacto financeiro em obras públicas sob a perspectiva da gestão de risco. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 41-63, jan./mar. 2020.

BRASIL, Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019a. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do

Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**, Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 22 de ago. de 2019, Seção 1, p. 2.

BRASIL, Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- EstratégiaBIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**, Atos do Poder Executivo, Brasília, DF, 3 de abr. de 2020, Seção 1, p. 5.

BRASIL, Lei nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010. Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - CAUs; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 31 de dez. de 2010, diário extra, p. 1.

BRASIL, Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Presidência da República, Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 18 de nov. de 2011, diário extra, p. 1.

BRASIL, Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. **Diário Oficial da União**, Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 1º jul. 2016, Seção 1, p. 1.

BRASIL. Portaria nº 134, de 18 de dezembro de 1998. Institui o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional - PBQP-H.

BRASIL. Portaria nº 660, de 14 de novembro de 2018. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração de projetos e estabelece as especificações técnicas mínimas da unidade habitacional e as especificações urbanísticas dos empreendimentos destinados à aquisição e alienação com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, e contratação de operações com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social - FDS, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. **Diário Oficial da União**, Ministério das Cidades/Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 16 nov. 2018, Edição 220, Seção 1, p. 105.

BRASIL. Portaria nº 959, de 18 de maio de 2021a. Dispõe sobre os requisitos para a implementação de empreendimentos habitacionais no âmbito da linha de atendimento Aquisição subsidiada de imóveis novos em áreas urbanas, integrante do Programa Casa Verde e Amarela. **Diário Oficial da União**, Ministério do Desenvolvimento Regional/Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 19 maio 2021a, Edição 93, Seção 1, p. 155.

BRASIL. Portaria nº 577, de 30 de março de 2021b. Altera os anexos à Portaria n. 75, de 14 de janeiro de 2021, que restabelece o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC). **Diário Oficial da União**, Ministério do Desenvolvimento Regional/Gabinete do Ministro, Brasília, DF, 31 mar. 2021b, Seção 1, p. 13.

BRASIL, Resolução nº 1.121, de 13 de dezembro de 2019b. Dispõe sobre o registro de pessoas jurídicas nos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, Brasília, DF, 19 de dez. de 2019, Seção 1, p. 202.

BUCCI, F. A.; MARTINS, L. G. O. T.; JUNIOR, L. E. S. Lei de licitações públicas: diferença entre modalidade e tipo. **Revista Reflexão e Crítica do Direito**, v. 8, n. 1, p. 233-254, jan./jun. 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Guia Selo Casa Azul + Caixa**. Jul. 2021. 35p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Contratos de empreitada na construção. Brasília: CBIC, 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Sondagem da indústria da construção, ano 12, n. 6, jun. 2021.

CAMPOS, V. R.; MATOS, N. S.; BERTINI, A. A. Sustentabilidade e gestão ambiental na construção civil: análise dos sistemas de certificação LEED e ISO 14001. **Revista Gestão & Saúde**: v. 1, n. 1, p. 1104–1118, 2015..

CARVALHO, A. B.; MAUÉS, L. M. F.; MOREIRA, F. de S.; REIS, C. J. L. Study on the factors of delay in construction works. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 27-46, jul./set. 2021.

CHAKRA, H. A.; ASHI, A. Comparative analysis of design/build and design/bid/build project delivery systems in Lebanon. **Journal of Industrial Engineering International**: v. 15, n.1, p. 147-152, 2019.

CHAPHALKAR, N.; IYER, K. C. Factors influencing decisions on delay claims in construction contracts for indian scenario. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, v. 14, n. 1, p. 32–44, 2014.

CHIAVENATO, I. **Iniciação à teoria das organizações**. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2010. 253 p.

COSTA, R. G. **Avaliação da cultura de segurança do paciente a partir da perspectiva dos profissionais de saúde de uma instituição hospitalar do norte do Brasil**. 2017. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2017.

COSTELLA, M. F.; JUNGES, F. C.; PILZ, S. E. Avaliação do cumprimento da NR-18 em função do porte de obra residencial e proposta de lista de verificação da NR-18. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 87-102, jul./set. 2014.

DAFT, R. L. **Organizações: teoria e projetos**. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2014. 664 p.

DAMCI, A.; POLAT, G.; AKIN, F. D.; TURKOGLU, H. Use of float consumption rate in resource leveling of construction projects. **Frontiers of Engineering Management**, v. 9, p. 135-147, 2022.

DE FILIPPI, G. A.; MELHADO, S. B. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 161-173, jul./set. 2015.

DEPEXE, M. D.; PALADINI, E. P. Dificuldades relacionadas à implantação e certificação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 3, n. 1, p. 13-25, 2007.

DIN, Z. U.; RAZA, A.; KHAN, M. B. Comparative Analysis of Factors Causing Delay in Residential Construction Projects in Pakistan. IN: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2020, Tempe. **Proceedings [...]**. Tempe: Arizona State University, 2020.
DUARTE, P. B. M.; BRANCO, R. B. C.; GOMES, K. N. A. E. S. Gestão da qualidade na construção civil: uma análise do programa Brasileiro de qualidade e produtividade no habitat (PBQP-H) e da ISO 9001. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 14817-14827, mar. 2020.

DURDYEV, S. Review of construction journals on causes of project cost overruns. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 28, n. 4, p. 1241-1260, 2021.

DURDYEV, S.; HOSSEINI, M. R. Causes of delays on construction projects: a comprehensive list. **International Journal of Managing Projects in Business**, v.13, n. 1, p. 20-46, 2020.

EIZAKSHIRI, F.; CHAN, P. W.; EMSLEY, M. Delays, What delays? A critical review of the literature on delays in construction In: PROCEEDINGS OF 27th ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS (ARCOM) CONFERENCE, 2011, Bristol. **Proceedings [...]**. Bristol, 2011.

ENSHASSI, A.; KOCHENDOERFER, B.; ABED, K. Trends in productivity improvement in construction projects in Palestine. **Revista Ingeniería de Construcción (RIC)**, v. 28. n. 2, p. 173-206, ago. 2013.

ENSHASSI, A.; KUMARASWAMY, M.; AL-NAJJAR, J. Significant factors causing time and cost overruns in construction projects in the gaza strip: Contractors' perspective. **International Journal of Construction Management**, v. 10, n. 1, p. 35-60, 2010.

FAMIYEH, S.; AMOATEY, C. T.; ADAKU, E.; AGBENOHEVI, C. S. Major causes of construction time and cost overruns: a case of selected educational sector projects in Ghana. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 15, n. 2, p. 181-198, 2017.

FAZINGA, W. R.; SAFFARO, F. A. Identificação dos elementos do trabalho padronizado na construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 27-44, jul./set. 2012.

FEITOSA, A. B.; SILVA, P. R.; SILVA, D. R. A influência de vieses cognitivos e motivacionais na tomada de decisão gerencial: evidências empíricas em uma empresa de construção civil brasileira. **Revista de Negócios**, Blumenau, v. 19, n. 3, p. 3-22, jul./set., 2014.

FENATO, T. M.; SAFFARO, F. A.; BARISON, M. B.; HEINECK, L. F. M.; SCHEER, S. Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 279-299, out./dez. 2018.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**: São Paulo, v. 35, n. 3, p. 105-122, jul./set. 2000.

Disponível em:

http://www.clam.org.br/bibliotecadigital/uploads/publicacoes/1138_1861_freitashenriqueraus.p.pdf. Acesso em: 02 maio 2022.

GARDEZI, S. S. S.; MANARVI, I. A.; GARDEZI, S. J. S. Time Extension Factors in Construction Industry of Pakistan. **Procedia Engineering**, v. 77, p. 146-204, 2014.

GEBREHIWET, T.; LUO, H. Analysis of Delay Impact on Construction Project Based on RII and Correlation Coefficient: Empirical Study. **Procedia Engineering**, v. 196, p. 366-374, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 p.

GOMES, D. L. Planejamento de obras utilizando a técnica da linha de balanço - um estudo de caso. 2010. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém do Pará, PA, 2010.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G.; BIEDRZYCKI, A. Tendência do consumo de pescado na cidade de Porto Alegre: um estudo através de análise de correspondência. **Estudos tecnológicos**, São Leopoldo, v. 4, n. 1, p. 21-36, jan./abr. 2008.

GONÇALVES, J. E. L. As empresas são grandes coleções de processos. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 6-19, jan./mar., 2000.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**: São Paulo, v. 17, n. 2, p. 195-214, abr./jun. 2014.

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. 1. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008. 245 p.

HABIBI, M.; KERMANSHACHI, S.; Phase-based analysis of key cost and schedule performance causes and preventive strategies. **Engineering, Construction and Architectural Management**: v. 25, n. 8, p. 1009-1033, 2018.

HABIBI, M.; KERMANSHACHI, S.; ROUHANIZADEH, B. Identifying and Measuring Engineering, Procurement, and Construction (EPC) Key Performance Indicators and Management Strategies. **Infrastructures**: v. 4, n. 2, p. 14, mar. 2019.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HALPIN, D. W.; SENIOR, B. A. **Construction Management**. 4. ed. EUA: John Wiley & Sons, Inc., 2011. 448 p.

HASAN, A.; BAROUDI, B.; ELMUALIM, A; RAMEEZDEEN, R. Factors affecting construction productivity: a 30 year systematic review. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 7, p. 916-937, 2018.

HASLINDA, A. N.; XIAN, T. W.; NORFARAHAYU, K.; HANAFI, R. M.; FIKRI, H. M. Investigation on the Factors Influencing Construction Time and Cost Overrun for High-Rise Building Projects In Penang. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 955, p. 012043, 2018.

HEGAZY, T.; SAID, M.; KASSAB, M. Incorporating rework into construction schedule analysis. **Automation in Construction**, v. 20, n. 8, p. 1051–1059, dez. 2011.

HILGENBERG, F. B.; ALMEIDA, B. L.; SCHEER, S.; AYRES, C. Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 7, n. 1, p. 62-72, maio 2012.

HOFACKER, A.; SANTOS, A.; SANTOS, A. P. L. A critical view of the German procurement process in the sector. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 45-56, jul./set. 2012.

IBIRONKE, O. T.; OLADINRIN, T. O.; ADENIYI, O.; EBOREIME, I. V. Analysis of Non-Excusable Delay Factors Influencing Contractors' Performance in Lagos State, Nigeria. **Journal of Construction in Developing Countries**: v. 18, n. 1, p. 53–72, 2013. I
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cadastro Nacional de Atividades Econômicas**: subclasses para uso da administração pública. Versão 2.3. Rio de Janeiro, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Demografia das empresas e estatísticas de empreendedorismo**. Estudos e Pesquisas Informação Econômica n. 33. Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**: informativo 2018. Rio de Janeiro, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**: informativo 2019. Rio de Janeiro, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**: informativo 2020. Rio de Janeiro, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira, n. 43. Rio de Janeiro, 2020.

IOPPI, V.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Barreiras e oportunidades para a implementação dos princípios de IPD e práticas de LPDS na gestão dos projetos de instalações da indústria de base brasileira. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 87-104, out./dez. 2015.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. C. L. **Lean construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000. 177 p.

JACKSON, B. J. **Construction Management JumpStart**: the best first step toward a career in construction management. 2. ed. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc., 2010. 386 p.

JALAL, M. P.; SHOAR, S. A hybrid SD-DEMATEL approach to develop a delay model for construction projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**: v. 24, n. 4, p. 629-65, 2017.

JARDIM, E.; LORRANY, L. Evolução recente do mercado de crédito imobiliário no Brasil. **Radar**: boletim do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset), Brasília, n. 63, p. 11-16, 2020.

JESUS, C. R. M.; BARROS, M. M. S. B. Recomendações para elaboração de orçamento de obras de reabilitação de edifícios habitacionais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 57-72, abr./jun. 2011.

JOHNSON, R. M.; BABU, R. I. I. Time and cost overruns in the UAE construction industry: a critical analysis. **International Journal of Construction Management**: v. 20, n. 5, p. 402-411, 2020.

LINS, D.; CAMPOS, I.; MORORÓ, M.; BARROS NETO, J. P.; CARDOSO, D. Caracterização e análise dos métodos de entrega de projeto. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12 a 14 nov. 2014, Maceió, Alagoas, Brasil. Anais... Maceió, Alagoas, 2014.

KERN, A. P.; FORMOSO, C. T. A model for integrating cost management and production planning and control in construction. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, Great Britain, v. 11, n. 2, p. 75 - 90, ago. 2006.

KIFOKERIS, D.; XENIDIS, Y. Game Theory-Based Minimization of the Ostracism Risk in Construction Companies. **Sustainability**, v. 13, n. 12, p. 6545, 2021. ISSN 2071-1050.

KHABISI, J.; AIGBAVBOA, C.; THWALA, W. Causes of Cost Overruns in Public Sector Construction Projects in South Africa. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON

CONSTRUCTION AND REAL ESTATE MANAGEMENT, 2016, Alberta. **Anais...** Alberta, 2016.

KHAN, R. A.; UMER, M. Impact of Delays on Cost of Construction Project - A Cross Sectional Study of Pakistani Construction Industry. **Mehran University Research Journal of Engineering and Technology**: v. 39, n. 4, p. 815-825, out. 2020.

KHOIRY, M. A.; KALAISILVEN, S.; ABDULLAH, A. A Review of Minimizing Delay in Construction Industries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, 2018, Web of Conferences. **Anais...** Web of Conferences, 2018.

KOSKELA, L. Ac. **Center for Integrated Facility Engineering Technical Report no 72**. Stanford University, 1992. 75 p.

KOSKELA, L. HOWELL, G. The underlying theory of project management is obsolete. In PMI RESEARCH CONFERENCE, 14 a 17 de jul. 2002, Seattle, EUA. **Anais...** Seattle, 2002.

KUREK, J.; PANDOLFO, L. M.; PANDOLFO, A.; RINTZEL, R.; TAGLIARI, L. Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora. **Revista de Arquitetura da IMED**, v. 2, n.1, p. 20-36, 2013.

LARSEN, J. K.; SHEN, G. Q.; LINDHART, S. M; BRUNOE, T. D. Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects. **Journal of Management in Engineering**: v. 32, n. 1, jan. 2016.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**: v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

LINGAN, Y. K. Influence of technologies like BIM, SAP and other tools for enhancement of quality and productivity of the organization based on lean manufacturing techniques. **International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology**: v. 4, n. 4, p. 129-135, 2018.

LISBÔA, M. G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do método 5w2h no processo produtivo do projeto: a joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**: Florianópolis, v. 4, n. 7, p. 32-47, 2012. ISSN 2175-8018.

LUKOSEVICIUS, A. P.; SOARES, C. A. P.; JOIA, L. A. Framework de avaliação da complexidade de projetos em portfólios de engenharia civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 323-342, out./dez. 2017. ISSN 1678-8621.

MAGALHÃES, R. M.; MELLO, L. C. B. B.; BANDEIRA, R. A. M. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 25, n. 1, p. 44-55, 2018. ISSN 0104-530X.

MAIA, A. T. **Análise setorial das características organizacionais e do nível de efetividade dos processos gerenciais de empresas de construção civil**. 2014. 267 p. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MARITZ, T.; PRINSLOO, H. A decision support framework for extension of time claims for the JBCC Principal Building Agreement. **Acta Structilia**: v. 23, n. 2, p 109-146, dez. 2016.

MARZUKI, P. F.; TAMIN, R. Z. Challenges of design-build method implementation in public works project delivery. In: 9th INTERNATIONAL STRUCTURAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION CONFERENCE (ISEC): RESILIENT STRUCTURES AND SUSTAINABLE CONSTRUCTION, 2017, Valência. **Anais...** Valência, 2017.

MAUÉS, L. M. F.; SANTANA, W. B.; SANTOS, P. C. dos; NEVES, R. M. das; DUARTE, A. A. M. Construction delays: a case study in the Brazilian Amazon. **Ambiente Construído**: revista online da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 167-181, jul./set. 2017.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**: da revolução urbana à revolução digital. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021. 434 p.

MEMON, A. Q.; MEMON, A. H.; SOOMRO, M. A. Contractor's Perception on Factors Causing Cost Overrun in Construction Works of Pakistan. **International Journal of Sustainable Construction Engineering Technology (IJSJET)**: v. 11, n. 3, p. 84-92, 2020.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V. M. M. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, 260 p.

MORAES, L. A.; PEREIRA, L. F. M. Investigação de falhas relativas à qualidade em processos construtivos na etapa de entrega do imóvel. 2010. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2010.

MOREIRA, M. R. Causas de atrasos de obras do PAC: um diagnóstico na carteira de projetos do ministério do turismo. 2018. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública) - Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, DF, 2018.

MOTALEB, O.; KISHK, M. An investigation into causes and effects of construction delays in UAE. In: 26th ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT (ARCOM) CONFERENCE, 2010, Leeds. **Anais...** Leeds, 2010.

MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; RUIZ, J. de A. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. **Ambiente Construído**: revista online da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 79-97, jan./mar. 2015.

MYDIN, M. A. O.; SANI, N. Md.; SALIM, N. A. A.; ALIAS, N. M. Assessment of Influential Causes of Construction Project Delay in Malaysian Private Housing from Developer's Viewpoint. In: EMERGING TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONGRESS (ETSDC), 2014, Web of Conferences. **Anais...** Web of Conferences, 2014.

NACHBAGAUER, A. G. M.; SCHIRL-BOECK, I. Managing the unexpected in megaprojects: riding the waves of resilience. **International Journal of Managing Projects in Business**: v. 12, n. 3, pp. 694-715, 2019.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**: revista online da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

NASSIF, A.; SANTOS, L. O.; PEREIRA, R. O. Produtividade e potencial de emprego no Brasil: as prioridades estratégicas das políticas públicas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v.14, n. 29, p. 157-175, jun. 2008.

NASCIMENTO, P. A. M. M. Demanda por trabalho qualificado em design e engenharia nas oito maiores regiões metropolitanas do Brasil. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, boletim do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset), Brasília, n. 23, p. 37-56, dez. 2012.

NERY, I. C.; OLIVEIRA, T. A. A.; MONTEIRO, A. C. C.; RODRIGUES, G. C. Rede PERT/CPM como ferramenta de auxílio para controle de projetos da construção civil. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE (SINGEP), 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2016.

NOWOTARSKI, P.; PASLAWSKI, J.; MATYJA, J. Improving Construction Processes Using Lean Management Methodologies: Cost Case Study. In: WORLD MULTIDISCIPLINARY CIVIL ENGINEERING ARCHITECTURE - URBAN PLANNING SYMPOSIUM, 2016, Praga. **Anais...** Praga, 2016.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OLIVEIRA, E. H. **Lean construction**: o princípio do Takt. Mogi das Cruzes: 2018. 161 p.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado. **Ambiente Construído**, revista online da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 265-283, jan./mar. 2016.

PATEL, S.; MISTRY, D.; SHAH, M. A process improvement methodology for effective implementation of value stream mapping integrated with foreman delay survey. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 6, n. 137, 2021.

PATRICK, C. **Construction project planning and scheduling**. 1. ed. EUA: Pearson, 2004. 400 p.

PFÄFFENZELLER, M. S.; SILVA, G. G. M. P.; BARROS, A. L.; SHINJI, G.; SALLES, M. P. Lean thinking na construção civil: estudo da utilização de ferramentas da filosofia lean em diferentes fluxos da construção civil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**: Florianópolis, v. 7, n. 14, p. 86-107, 2015.

POLAT, G.; OKAY, F.; ERAY, E. Factors affecting cost overruns in micro-scaled construction companies. In: CREATIVE CONSTRUCTION (CC) CONFERENCE, 2014, Praga. **Anais...** Praga, 2014.

PORTO ALEGRE, Lei Complementar nº 284, de 27 de outubro de 1992. Institui o Código de Edificações de Porto Alegre e dá outras providências. **Diário Oficial de Porto Alegre**, Executivo, Porto Alegre, RS, 3 nov. 1992, p. 31.

POURROSTAM, T.; ISMAL, A. Causes and Effects of Delay in Iranian Construction Projects. **IACSIT International Journal of Engineering and Technology**: v. 4, n. 5, out. 2012.

POURROSTAM, T.; ISMAL, A.; MANSOURNEJAD, M. Identification of Success Factors in Minimizing Delays on Construction Projects in IAU-Shoushtar-Iran. **Applied Mechanics and Materials**: v. 94-96, p. 2189-2193, 2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK®**: guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. 6. ed. Pensilvânia: PMI, Inc, 2017. 726 p.

RAI, H.; JAGANNATHAN, M.; DELHI, V. S. K. Claim tenability assessment in Indian real estate projects using ANN and decision tree models. **Built Environment Project and Asset Management**: v. 11, n. 3, p. pp. 468-487, 2021.

RAMANATHAN, C.; NARAYANAN, S.P.; IDRUS, A. B. Construction delays causing risks on time and cost – a critical review. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**: v. 12, n. 1, p. 37-57, 2012.

RAMANI, P. V.; KSD, L. K. L. Application of lean in construction using value stream mapping. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 28, n. 1, p. 216-228, 2021.

RAOUF, A. M.; AL-GHAMDI, S.G.; Effectiveness of Project Delivery Systems in Executing Green Buildings. **Journal of Construction Engineering and Management**: v. 145, n. 10, p. 031190051-0311900516, out. 2019.

RICARDINO, R. **Administração de contrato em projetos de construção pesada no Brasil: um estudo da interface com o processo de análise de risco**. 2007. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ROMANO, F. V. Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 23-46, nov. 2006.

ROSENFELD, Y. Root-Cause Analysis of Construction-Cost Overruns. **Journal of Construction Engineering and Management**: v. 140, n. 1, jan. 2014.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 99 p.

- ROY, B. V.; SRIRAM, K. V.; KAMATH, G. MATHEW, A. O. Evaluation of cost and time overrun in government construction projects - a case study. **International Journal of Civil Engineering and Technology**: v. 9, n. 7, p. 457-466, 2018.
- SAI, C. B.; ASADI, S. S. An experimental study for evaluation of time and cost driven factors analysis of a commercial complex. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 8, n. 5, p. 139–146, 2017.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista brasileira de fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.
- SANTOS, C. S.; JUNIOR, C. F. M. A importância do PBQP-H no canteiro de obras. **Revista Científica Multidisciplinar**: v. 1, n. 1, p. e211977, 2021.
- SANTOS, E.; VICINI, L.; SOUZA, A. M. Evaluation of factors of vulnerability to infection of AIDS in patients residing in the municipality of Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**: Santa Maria, v. 42, e. 57, 2020.
- SANTOS, L. H. Aplicação do método PERT/CPM na construção civil. 2018. 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2018.
- SANTOS, H. de P.; STARLING, C. M. D.; ANDERY, P. R. P. Um estudo sobre as causas de aumentos de custos e de prazos em obras de edificações públicas municipais. **Ambiente Construído**: revista online da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 225-242, out./dez. 2015.
- SARHAN, J. G.; XIA, B.; FAWZIA, S.; KARIM, A. Lean Construction Implementation in the Saudi Arabian Construction Industry. **Construction Economics and Building**: v. 17, n. 1, p. 46-69, mar. 2017.
- SEKAR, K. M. V.; MAHALAKSHMI, M. Evaluating reasons for cost overrun in a low cost construction project. **International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)**: v. 9, n. 4, p. 690–696, abr. 2018.
- SENOUCI, A. B.; MUBARAK, S. A. Multiobjective optimization model for scheduling of construction projects under extreme weather. **Journal of civil engineering and management**: v. 22, n. 3. p. 373-381, 2016.
- SEPASGOZAR, S. M. E.; KARIMI, R.; SHIROWZHAN, S.; MOJTAHEDI, M.; EBRAHIMZADEH, S.; MCCARTHY, D. Delay Causes and Emerging Digital Tools: A Novel Model of Delay Analysis, Including Integrated Project Delivery and PMBOK. **Buildings**: v. 9, n. 9, p. 191, set. 2019.
- SHANMUGANATHAN, N.; BASKAR, G. Ranking of Delay Factors Causes Time and Cost Overruns in Construction Projects in Tamil Nadu. **International Journal of Applied Engineering Research**: v. 10, n. 24, p. 44445-44453, 2015.
- SHEHU, Z.; ENDUT, I. R.; AKINTOYE, A. Factors contributing to project time and hence

cost overrun in the Malaysian construction industry. **Journal of Financial Management of Property and Construction**: v. 19, n. 1, p. 55-75, 2014.

SHINGHAL, A. K.; PALIWAL, V. Most Common Delays in Construction Projects Worldwide and Steps to Minimize the Unexpected - An Empirical Study. **International Journal of Advanced Science and Technology**: v. 29, n. 1, p. 725-747, 2020.

SIENGE; GRANT THORNTON. Mapeamento da maturidade BIM Brasil. Nov. 2020. 84 p.

SILVA, D. P.; NASCIMENTO, M. V. L. A.; SANTOS, T. C.; SILVA, T. M. T.; ARAÚJO, R.; TABOSA, J. H. R. C. Planejamento e gerenciamento de obras: variáveis que ocasionam atraso na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 31190-31204, dec. 2019.

SILVA, F. Obras que somam mais de R\$ 500 milhões estão paradas no RS, aponta TCE. Zero Hora, Porto Alegre, 3 jul. 2019. Disponível em:
<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2019/07/obras-que-somam-mais-de-r-500-milhoes-estao-paradas-no-rs-aponta-tce-cjxnjfw403b501pk4y0lsv0i.html>.

SOARES, R. C.; CARVALHO, K. P.; VALIN, M. O. V.; ROCHA, A. F. Verificação de manifestações patológicas em condomínios residenciais do programa “Minha Casa, Minha Vida” ocasionados por falta de manutenção preventiva da baixada cuiabana. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 2014, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, Brasil: ALCONPAT Brasil, maio 2014.

SOHU, S.; ABDULLAH, A. H.; NAGAPAN, S.; MEMON, N. A.; YUNUS, R.; HASMORI, M. F. Causative Factors of Cost Overrun in Building Projects of Pakistan. **International Journal of Integrated Engineering, Special Issue: Innovations in Civil Engineering**: v. 10, n. 9, p. 122-126, 2018.

SOUZA, D. P. B.; MOURA, T. L.; OLIVEIRA, C. T.; RODRIGUES, R. S. R. A influência da gestão de projetos no gerenciamento e controle da qualidade de obras do programa social “Minha Casa, Minha Vida”. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, Vol. 3, n.º 2, p. 18-25, 2017.

STUKHART, G. **Construction Materials Management**. 1. ed. EUA: Marcel Dekker, Inc., 1995. 344 p.

SUBRAMANI, G. S.; PRABHU, S. M.; DEY, S. Identifying the factors causing time overrun in construction projects in Chennai and suggesting for possible solutions. **International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)**: v. 7, n. 6, p. 660–668, nov./dez. 2016.

TANKO, B. L.; ABDULLAH, F.; RAMLY, Z. M. Stakeholders Assessment of Constraints to Project Delivery in the Nigerian Construction Industry. **International Journal of Built Environment and Sustainability**: v. 4, n. 1, p. 56-62, jan. 2017.

TAVARES, M. **Estatística aplicada à administração**. Brasília: Ministério da Educação, 2007. 142 p.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2006. 367 p.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Levantamento de Obras Paralisadas ou Atrasadas**: todas as obras informadas. São Paulo, mar/2019.

UNITED NATIONS. **Monthly bulletin of statistics**: ed. 1204, v. 75, n. 10, out. 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. 2020 **Global status report for buildings and construction**: towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairobi, 2020.

VELOSO, F.; MATOS, S.; PERUCHETTI, P. Baixo crescimento da produtividade do trabalho no Brasil: uma análise dos resultados setoriais desde meados da década de 90. **Instituto Brasileiro de Economia**, 2020.

VIJAY, D. V.; KUMAR, P. S. Analyzing Delay Factors In Indian Affecting Construction Projects. **International Journal of Civil Engineering and Technology**: v. 8, n. 4, p. 1938-1953, 2017.

VILES, E.; RUDELI, N. C.; SANTILLI, A. Causes of delay in construction projects: a quantitative analysis. **Engineering, Construction and Architectural Management**: v. 27, n. 4, p. 917-935, 2020.

WEISE, A. D.; MORO, M. F.; REIS, C. C. C.; FLORES, S. A. Custo Unitário Básico na Indústria da Construção Civil: Influência de Indicadores Econômicos na Composição do Cub. **Revista FSA**, Teresina, v. 15, n. 6, p. 113-131, nov./dez. 2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 343 p.

YAN, J.; LIU, J.; TSENG, F. An evaluation system based on the self-organizing system framework of smart cities: A case study of smart transportation systems in China. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 153, 2020.

YAP, J. B. H.; CHOW, I. N. Investigating the managerial “nuts and bolts” for the construction industry. **Built Environment Project and Asset Management**: v. 10, n. 3, p. 331-348, 2020.

YAP, J. B. H.; CHOW, I. N.; SHAVAREBI, K. Criticality of Construction Industry Problems in Developing Countries: Analyzing Malaysian Projects. **Journal of Management in Engineering**: v. 35, n. 5, set. 2019.

ZARLENGA, A. A. P. G. T.; BEVILÁQUA, G. S. Políticas e iniciativas de apoio às micro e pequenas empresas: potenciais efeitos sobre a formalização e o emprego. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, boletim do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset), Brasília, n. 55, p. 17-20, fev./2018.

ZIDANE, Y. J.-T.; ANDERSEN, B. The top 10 universal delay factors in construction projects. **International Journal of Managing Projects in Business**: v. 11, n. 3, p. 650-672, 2018.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE PESQUISA SURVEY

Prezado(a) respondente! O questionário a seguir foi desenvolvido como parte da dissertação de mestrado de Luiza Sangoi Dias da Costa, engenheira civil formada pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e atualmente aluna do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP/UFSM), sob a orientação do Prof^o Dr. Lucas Veiga Ávila. Em caso de dúvidas, ao final desta página podem ser encontrados os contatos da autora e orientador da presente dissertação. Ao final do estudo, previsto para setembro de 2022, as empresas participantes poderão ter acesso aos resultados da pesquisa.

Nesse contexto, o questionário tem por objetivo geral mensurar o desempenho de obras de construção civil no Brasil quanto aos critérios de tempo e custos. Ele divide-se em quatro seções: na primeira, questiona-se sobre a empresa responsável pela construção do empreendimento; na segunda, questiona-se sobre determinada obra executada pela empresa; na terceira seção, questiona-se sobre a sua percepção acerca das principais causas de atrasos e custos extras de obras de construção civil. Por fim, na quarta seção, questiona-se sobre aspectos ligados ao projeto, planejamento, orçamentação, controle de custos e de produção da obra em questão. O questionário tem tempo de preenchimento previsto de 10 a 15 minutos.

A partir dos resultados, pretende-se avaliar a percepção brasileira sobre as causas de atrasos e custos extras nas obras de construção civil, bem como apontar orientações para melhoria da produtividade desse setor. Para isso, sua participação é fundamental! Contamos com seu apoio e nos colocamos à disposição para sanar eventuais dúvidas em nossos contatos!

Contatos:

Nome:	E-mail:
Luiza Sangoi Dias da Costa	luizasddc@gmail.com
Prof ^o Dr. Lucas Veiga Avila	lucas.avila@ufsm.br
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção	ppgep@ufsm.br

Primeira seção: informações da empresa

Prezado(a) respondente, solicitamos que as perguntas desta seção sejam respondidas com base na empresa de construção onde você atua

- 1) **Estado da sede da empresa:**
- 2) **Órgãos de classe dos quais a empresa faz parte (pode-se marcar mais de uma opção):**

- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA)
- Associações/câmaras/sindicatos municipais/locais
- Associações/câmaras/sindicatos estaduais
- Associações/câmaras/sindicatos nacionais
- Outro

**3) A empresa tem parceria com universidades ou outras instituições de ensino?
Exemplo: projetos de extensão**

- Sim
- Não

3.1) Cite mais detalhes da parceria (tempo, recursos, etc):

4) Tempo de atuação da empresa no mercado (preencha com o valor em anos):

5) Áreas de atuação da empresa (pode-se marcar mais de uma opção):

- Construção civil (fins habitacionais, institucionais, educacionais, industriais leves, comerciais, sociais e recreativos)
- Construção projetada/Infraestrutura (rodovias, pontes, estruturas de drenagem, estações de esgoto, projetos de proteção contra enchentes, barragens, dutos e hidrovias)
- Construção industrial (projetos de alto caráter técnico voltados à manufatura e ao processamento de produtos)

6) Número de funcionários:

- Microempresa: até 19 funcionários
- Pequena empresa: de 20 a 99 funcionários
- Média empresa: de 100 a 499 funcionários
- Grande empresa: mais de 500 funcionários

Observação: classificação de acordo o Quadro 1 do Anuário do Trabalho (DIEESE E SEBRAE, 2018, p. 10), disponível [aqui](#)

7) Faturamento anual bruto:

- Microempresa: menor ou igual a R\$ 360 mil
- Pequena empresa: superior a R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões
- Média empresa: superior a R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões
- Grande empresa: superior a R\$ 300 milhões

Observação: classificação de acordo a Lei Complementar nº 123 (BRASIL, 2006), disponível [aqui](#)

Segunda seção: características da obra

Prezado(a) respondente, solicitamos que as perguntas desta seção sejam respondidas com base na experiência de 1 obra de construção civil, preferencialmente realizada nos últimos 3 a 5 anos

8) Início da execução da obra (preencha no formato mês/ano):**9) Fins da obra (pode-se marcar mais de uma opção):**

- Residencial multifamiliar
- Residencial unifamiliar
- Comercial
- Institucional
- Educacional
- Industriais leves

10) Descreva brevemente a obra:

Exemplos nº1: obra de condomínio vertical, composto por 5 prédios de 9 pavimentos cada, com 4 unidades residenciais por pavimento de aproximadamente 60m² cada, mais equipamentos comuns como salão de festas, quiosques e guarita.

Exemplos nº2: obra de condomínio horizontal, composto por 200 casas de 1 pavimento de aproximadamente 80m² cada, mais equipamentos comuns como salão de festas, pracinhas e guarita.

Exemplos nº3: obra de edifício comercial, composto por 2 prédios de 12 pavimentos e 50 escritórios de aproximadamente 30m² cada.

11) Padrão da obra:

- Alto
- Normal
- Baixo

12) Metragem aproximada da obra (preencha com o valor em metros quadrados):**13) Estado e cidade da obra (preencha no formato Sigla do Estado/Cidade):****14) Origem dos recursos financeiros da obra:**

- Pública
- Privada
- Público-Privada

15) Certificações do empreendimento (pode-se marcar mais de uma opção):

- ISO 9001
- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) - Certified
- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) - Gold
- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) - Platinum
- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) - Silver
- Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) - Nível A
- Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) - Nível B
- Selo Casa Azul - Bronze
- Selo Casa Azul - Diamante

- Selo Casa Azul - Ouro
- Selo Casa Azul - Prata
- Outras:

- 16) Orçamento previsto da obra (preencha com o valor em R\$):**
- 17) Orçamento realizado da obra (preencha com o valor em R\$):**
- 18) Tempo previsto para conclusão da obra (preencha com o valor em meses):**
- 19) Tempo realizado de conclusão da obra (preencha com o valor em meses):**

Terceira seção: percepção sobre causas de atrasos e custos extras

Prezado(a) respondente, solicitamos que as perguntas desta seção sejam respondidas com base no seu perfil

20) Cargo do respondente na empresa:

- Presidente
- Sócio administrador
- Diretor
- Gerente/gestor de contratos
- Gerente/gestor de operações
- Outro:

21) Nível de escolaridade:

- Ensino médio
- Ensino técnico
- Ensino superior
- Pós graduação
- Mestrado
- Doutorado
- Outro:

22) Formação do respondente:

- Administração
- Arquitetura
- Direito
- Engenharia civil
- Técnico em edificações
- Outro:

- 23) Tempo de atuação do respondente no mercado de trabalho (preencha com o valor em anos):**

Terceira seção: percepção sobre causas de atrasos e custos extras

Prezado(a) respondente, solicitamos que nesta seção você assinale as alternativas que melhor indiquem a importância de determinada causa na ocorrência de atrasos e custos extras, conforme a escala a seguir:

1 - Sem importância/2 - Pouco importante/3 - Razoavelmente importante/4 - Importante/5 - Muito importante

Causas	Atrasos					Custos extras				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
24) Atraso na entrega de materiais										
25) Aumento de preço dos materiais										
26) Baixa produtividade da mão de obra										
27) Condições climáticas imprevisíveis										
28) Condições do solo										
29) Critérios de seleção de fornecedores inadequados (custo, qualidade, custo e qualidade...)										
30) Demora no processo de tomada de decisão entre as partes interessadas										
31) Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos clientes/proprietários										
32) Dificuldades financeiras e/ou atrasos de pagamento por parte dos empreiteiros										
33) Discrepâncias e deficiências dos contratos										
34) Documentos de licitação prematuros (especificações, quantitativos, e/ou projetos...)										
35) Erros e omissões no design/projeto										
36) Estimativas de custos iniciais imprecisas										
37) Falta de coordenação e lentidão na comunicação entre as partes interessadas										
38) Fontes não confiáveis ou falta de materiais no mercado										
39) Gerenciamento ineficiente do canteiro										
40) Instabilidade econômica										
41) Mudanças no design/projeto										
42) Obstruções por parte do governo ou dificuldade na obtenção de licenças governamentais										
43) Pandemia COVID-19										
44) Ordens de mudança e/ou mudanças no escopo do projeto em geral										

45) Planejamento inicial ineficiente																			
46) Programação e controle da produção ineficiente																			
47) Quantitativos de materiais iniciais imprecisos																			

Quarta seção: decisões e ferramentas dos processos de trabalho da obra

Prezado(a) respondente, solicitamos que as perguntas desta seção sejam respondidas com base na experiência da MESMA obra de construção civil apresentada na Segunda seção deste questionário

48) Método de entrega de projeto da obra:

- Projetar-Licitar-Construir: o cliente/proprietário primeiramente contrata o serviço dos projetistas e, após a entrega das plantas e especificações, seleciona o empreiteiro principal
- Projetar-Construir: o cliente/proprietário contrata apenas uma organização para realizar e se responsabilizar pelos projetos e construção
- Agência de gestão para construção: o cliente/proprietário contrata serviço de assessoria de gerenciamento da construção, a parte dos serviços de projeto e construção
- Gestão da construção em risco: o cliente/proprietário contrata empreiteiro geral que também desempenha a função de assessoria de gerenciamento da construção
- Não saberia responder a pergunta
- Outros:

49) Tipo de contrato com o cliente:

- Empreitada por preço global: o empreiteiro compromete-se a executar todos os projetos por um preço fixo
- Empreitada por custos unitários: precifica-se o custo unitário dos serviços e/ou materiais
- Construção por administração: o cliente reembolsa o empreiteiro pelos custos com materiais e mão de obra, somada uma taxa fixa ou percentual do custo
- Preço máximo garantido: o cliente reembolsa o empreiteiro pelos custos com materiais e mão de obra, somada uma taxa fixa ou percentual do custo, mas possui um limite máximo do valor a que o projeto pode chegar
- Não saberia responder a pergunta
- Outros:

50) Metodologias de planejamento utilizadas (pode-se marcar mais de uma opção):

- Gráficos de Gantt: o projeto é seccionado em atividades, as quais são representadas por elementos gráficos em forma de barra, cuja dimensão representa graficamente a duração da operação
- PERT + CPM: constrói-se rede em que os círculos ou nós representam eventos, a saber o início ou fim de uma atividade; esses eventos são unidos por meio de setas ou flechas que representam as atividades; cálculo das estimativas de conclusão de atividades podem ser otimistas, mais prováveis e pessimistas
- Linhas de balanço: diagramas de quantidade versus tempo: no eixo vertical do gráfico, representa-se a unidade baseada na localização (uma unidade residencial dentro de um

condomínio, por exemplo), enquanto no eixo horizontal observa-se o tempo (em dias, por exemplo)

- Outras:
- Não saberia responder a pergunta

51) Metodologias de orçamentação utilizadas (pode-se marcar mais de uma opção):

- Orçamento paramétrico: calcula-se a estimativa por meio dos quantitativos estimados do projeto (m²) e dos seus respectivos índices paramétricos (R\$/m²)
- Orçamento detalhado: calculam-se as estimativas por meio da análise de todas as quantidades de materiais, do dimensionamento das equipes de trabalho, e dos seus respectivos custos
- Orçamento operacional: calculam-se as estimativas por meio da análise das operações envolvidas na execução de determinado serviço, além dos recursos materiais, humanos e maquinários, e seus respectivos custos
- Outras:
- Não saberia responder a pergunta

52) Base de cálculo para o orçamento paramétrico, caso tenha sido realizado

- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI)
- Custo Unitário Básico de Construção (CUB)
- Composição Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO)
- Base de cálculo própria
- Outro:
- Não saberia responder a pergunta

53) Estágio de adoção do BIM em que a empresa se encontra:

- Pré-BIM: grande dependência das representações 2D. Representações 3D sem informações atreladas. Quantitativos não são extraídos dos modelos
- Estágio 1: criação de modelo 3D paramétrico unidisciplinar. Modelo em geral usado para gerar vistas, cortes e plantas em 2D. Quantitativos básicos, como volume de concreto, podem ser gerados
- Estágio 2: início da participação de outros projetistas na modelagem. União, por exemplo, da modelagem arquitetônica e estrutural
- Estágio 3: a modelagem torna-se multidisciplinar
- Entrega integrada de projeto/Soluções de design integrado: completa integralização do modelo, onde as dimensões 4D, 5D, correspondem aos modelos integrados, respectivamente, ao planejamento e aos custos
- Não saberia responder a pergunta

Responda a próximas perguntas conforme a escala a seguir:

1 - Não utilizado/2 - Pouco utilizado/3 - Razoavelmente utilizado/4 - Utilizado/5 - Muito utilizado

	54) Indique o grau de utilização dos softwares de programação da obra	55) Indique o grau de utilização dos softwares de controle de custos da obra	56) Indique o grau de utilização dos softwares de controle da produção da obra
MEGA	()	()	()
Microsoft Excel	()	()	()
MS Project	()	()	()
Primavera	()	()	()
Sienge	()	()	()
SAP	()	()	()
TOTVS	()	()	()
Outros			

57) Ferramentas/técnicas para aumento de eficiência empregadas na obra (pode-se marcar mais de uma alternativa):

- () 5s
- () Dispositivos *andon*
- () Dispositivos *poka-yoke* (à prova de erros)
- () Gestão à vista
- () *Heijunka* (nivelamento da produção)
- () *Kaizen* (melhoria contínua)
- () *Last Planner System* (sistema do último planejador)
- () Mapeamento do fluxo de valor
- () Sistema *Kanban*
- () Tempo *takt*

Espaço para apresentação de boas práticas de gerenciamento na construção civil

Prezado(a) respondente, caso você deseje contribuir com alguma boa prática de gerenciamento empregada em sua obra, sinta-se à vontade neste espaço!

Ao final deste estudo (previsto para setembro de 2022), você deseja receber resumo dos resultados dessa pesquisa?

Neste resumo pode ser inserido comparativo de suas respostas, com os resultados finais do estudo

Caso você deseje receber os resultados, insira seu e-mail e nome da empresa:

APÊNDICE B – TABELAS DE APOIO DA RSL

Figura 56 - Posição das causas de atrasos nos rankings dos estudos

	A	B	C	D	M	N	O
1	Identificação	Título	Autor	Ano de publicação	M1 - Inaccuracy of materials estimate (89)	M2 - Material shortage (89)/Lag of material (59)/Shortage of construction materials (26)	M3 - Delay in delivery of materials to site (46)/Delay in arrival of materials (59)/Late delivery of materials (94)/Delay in material delivery (9)/Slow delivery of material (88)
2	89	Investigation on the Factors Influencing Construction Time and Cost Overrun for High-Rise Building Projects In Penang	Haslinda et al.	2017	4°	6°	
3	6	Investigation into the Causes of Delays and Cost Overruns in Uganda's Public Sector Construction Projects	Alinaitwe et al.	2013			

Fonte: a autora.

Figura 57 - Frequência de aparecimento de causa de atraso no ranking

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		M1 - Inaccuracy of materials estimate (89)	M2 - Material shortage (89)/Lag of material (59)/Shortage of construction materials (26)	M3 - Delay in delivery of materials to site (46)/Delay in arrival of materials (59)/Late delivery of materials (94)/Delay in material delivery (9)/Slow delivery of material (88)	M4 - Unreliable sources of materials on the local market (6)	M5 - Inflation/price increases in materials (88)/Escalation of prices in materials (71)	M6 - Lack of quality materials (88)	E1 - Inaccurate prediction of equipment production rate (89)
2	1°	0	0	0	0	0	0	0
3	2°	0	0	0	0	0	0	0
4	3°	0	0	1	0	1	0	0
5	4°	1	1	1	0	0	1	0
6	5°	0	0	0	0	0	0	0
7	6°	0	1	1	1	0	0	0
8	7°	0	0	0	0	1	0	0
9	8°	0	1	0	0	0	0	0
10	9°	0	0	2	0	0	0	1
11	10°	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: a autora.

Figura 58 - Causas e as categorias sob as quais foram agrupadas

<p>Organizacional: M1 - Imprecisão na estimativa de materiais (HASLINDA et al., 2017); E1 - Previsão imprecisa da taxa de produção do equipamento (HASLINDA et al., 2017); O1 - Pedidos de alteração pelo empregador durante a construção (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011)/Pedidos de alteração pelo cliente durante a construção (POURROSTAM E ISMAIL, 2012)/Pedidos de alteração durante a construção (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018)/Pedidos de alteração [por cliente/desenvolvedor] (MOTALEB E KISHK, 2010); ARANTES E FERREIRA, 2015; IBIRONKE et al., 2013)/Pedidos de alteração pelo proprietário durante a construção (VIJAY E KUMAR, 2017); O2 - Lentidão no processo de tomada de decisão pelo cliente (POURROSTAM E ISMAIL, 2012; VIJAY E KUMAR, 2017)/Lentidão na resposta e na tomada de decisão do proprietário (ROY et al., 2018)/Tomada de decisão lenta pelo cliente (MOTALEB E KISHK, 2010); SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014)/Tomada de decisão lenta pelo desenvolvedor (ARANTES E FERREIRA, 2015); O3 - Atraso na revisão e aprovação dos documentos de projeto pelo cliente (POURROSTAM E ISMAIL, 2012)/Atraso na emissão dos desenhos (VIJAY E KUMAR, 2017); O6 - Falta de capacitação do representante do cliente (MOTALEB E KISHK, 2010); SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014)/Falta de experiência dos proprietários na construção (BEKR, 2015); O8 - Interferência do desenvolvedor (ARANTES E FERREIRA, 2015); O9 - Aumento do escopo de trabalho (ARANTES E FERREIRA, 2015)/Excesso de trabalho adicional e mudança de escopo por parte do cliente (ROY et al., 2018); O10 - Alterações de projeto pelo proprietário (BEKR, 2015); O11 - Entregar o local ao empreiteiro (VIJAY E KUMAR, 2017); O15 - Fraca comunicação e coordenação [pelo cliente] (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018); CC1 - Experiência inadequada do empreiteiro (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011); CC2 - Problemas com subempreiteiros (POURROSTAM E ISMAIL, 2012)/Problema de coordenação com outro [pelo empreiteiro] (MYDIN et al., 2014); CC3 - Planejamento e programação ineficazes do projeto pelo empreiteiro (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011); POURROSTAM E ISMAIL, 2012; SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014)/Planejamento e programação inadequados [pelo empreiteiro] (ARANTES E FERREIRA, 2015, IBIRONKE et al., 2013)/Planejamento e programação do projeto ineficazes [pelo empreiteiro] (GEBREHIWET E LUO, 2017;VIJAY E KUMAR, 2017); CC5 - Atraso no trabalho de subempreiteiros (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018); CC6 - Erros de construção e trabalho defeituoso [pelo empreiteiro] (MYDIN et al., 2014)/Retrabalho (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016); CC7 - Má gestão e desempenho do local [pelo empreiteiro] (GEBREHIWET E LUO, 2017)/Má gestão e supervisão do local [pelo empreiteiro] (IBIRONKE et al., 2013); CC9 - Controle ineficaz do andamento do projeto pelo empreiteiro (SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014); CS1 - Documentos incompletos [por consultor] (MYDIN et al., 2014); CS2 - Falta de experiência por parte da equipe do consultor local (MYDIN et al., 2014); CS3 - Atitude passiva dos consultores para garantir a dedução de LAD em caso de inadimplência da contratada (ASIEDU E ALFEN, 2016); CS4 - Experiência na concepção e detalhamento de trabalhos [por consultor] (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016); CS5 - Mudança no design durante a execução [pelo consultor] (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016)/Mudanças no design pelo consultor (BEKR, 2015); CS6 - Atraso na aprovação e recebimento do trabalho completo [pelo consultor] (GEBREHIWET E LUO, 2017); CS7 - Atraso na mobilização de recursos [pelo contratante] (VIJAY E KUMAR, 2017); CS8 - Atraso na aprovação de mudanças importantes no escopo do trabalho [por consultor] (MYDIN et al., 2014); L1 - Previsão de imprecisão da taxa de produção do artesão/trabalhador (HASLINDA et al., 2017); L4 - Supervisores de construção inexperientes ou recém-qualificados (LARSEN et al., 2015); L5 - Erros durante a construção (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011); L7 - Absenteísmo laboral (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015); MG1 - Planejamento e programação inadequados (HASLINDA et al., 2017)/Planejamento e programação ineficazes do projeto (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015)/Planejamento e programação inadequados (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016; MOTALEB E KISHK, 2010); MG2 - Monitoramento e controle deficientes, por exemplo, devido a supervisores incompetentes e/ou não confiáveis (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013); MG3 - Comunicação deficiente, por exemplo, respostas lentas às consultas do site, recebimento tardio de desenhos, etc. (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013)/Falta de coordenação entre as partes (clientes e empreiteiros) (ROY et al., 2018); MG4 - Má gestão do local (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011; POURROSTAM E ISMAIL, 2012; GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013; MYDIN et al., 2014)/Má gestão e supervisão do local (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015; MOTALEB E KISHK, 2010); MG5 - Tomada de decisão não efetiva (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016); MG6 - Estimativas de custos imprecisas (IBIRONKE et al., 2013); MG7 - Experiência inadequada do pessoal e empreiteiros na equipe de gerenciamento do projeto (ROY et al., 2018)/Equipe do projeto incompetente (MOTALEB E KISHK, 2010; IBIRONKE et al., 2013); MG8 - Estimativas imprecisas (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011)/Durações de tempo irrealistas (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013)/Estimativa de tempo imprecisa (MOTALEB E KISHK, 2010)/Estimativas de tempo imprecisas (IBIRONKE et al., 2013); D1 -Mudanças de design (HASLINDA et al., 2017; GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013); D2 - Mudança de sócios na organização do projeto (LARSEN et al., 2015); D3 - Falta de comunicação entre os parceiros do projeto (LARSEN et al., 2015); D4 - Alteração do escopo do trabalho e/ou alterações nas especificações dos materiais (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013); D5 - Projetos e documentos de projeto atrasados (GEBREHIWET E LUO, 2017); D6 - Discrepâncias nos desenhos e especificações (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013)/Erros e discrepâncias em documentos de design (POURROSTAM E ISMAIL, 2012)/Erros e omissão em documentos de design (ROY et al., 2018)/Erros e discrepâncias em desenhos (ARANTES E FERREIRA, 2015); EX14 - Falta de disciplina do governo para manter a construção apenas de projetos planejados (ASIEDU E ALFEN, 2016)</p>
<p>Locacional: LC1 - Restrição local do projeto (HASLINDA et al., 2017)/Indisponibilidade de utilidades no local (GEBREHIWET E LUO, 2017); LC2 - Condições do solo (LARSEN et al., 2015)/Efeito das condições do subsolo (solo, rocha) (VIJAY E KUMAR, 2017); LC3 - Condições diferentes do local (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013)/Condições imprevistas do local (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018); LC4 - Condições ruins do local (MYDIN et al., 2014)</p>
<p>Financeiro e Contratual: O12 - Modificações de contrato [pelo cliente] (MYDIN et al., 2014); C1 - Critérios de seleção e atribuição (LARSEN et al., 2015)/Processo de licitação e adjudicação de contratos (ARANTES E FERREIRA, 2015); C2 - Cronograma e especificações irrealistas no contrato (ARANTES E FERREIRA, 2015); C3 - Interferência, suborno e conflito de interesses na seleção do empreiteiro (ASIEDU E ALFEN, 2016); C4 - Ausência de especificações de requisitos nos documentos do concurso (LARSEN et al., 2015); C5 - Falta de estrutura ou material do projeto (LARSEN et al., 2015); C6 - Baixo desempenho dos empreiteiros com lance mais baixo no sistema de licitações públicas (BEKR, 2015); O4 - Disponibilidade financeira do cliente para repassar a fatura corrente (ROY et al., 2018); O5 - Atraso em pagamentos em andamento pelo empregador (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011)/Atraso em pagamentos em andamento pelo cliente (POURROSTAM E ISMAIL, 2012; AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018)/Atraso no pagamento por parte do cliente (ROY et al., 2018)/Atrasos em andamento nos pagamentos pelo desenvolvedor (ARANTES E FERREIRA, 2015)/Atrasos em andamento nos pagamentos pelo proprietário (BEKR, 2015; SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014); O13 - Atraso no pagamento aos empreiteiros pelo proprietário (ROY et al., 2018)/Atraso no pagamento do cliente ao empreiteiro (SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014); O14 - Dificuldade de financiamento dos proprietários (ROY et al., 2018); CC4 - Dificuldades financeiras do empreiteiro (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011; POURROSTAM E ISMAIL, 2012)/Problemas financeiros [do empreiteiro] (MYDIN et al., 2014)/Fluxo de fundos inadequado [do empreiteiro] (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016)/Dificuldades no financiamento do projeto (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018)/Restrições financeiras por parte do do empreiteiro (ARANTES E FERREIRA, 2015)/Problemas de fluxo de caixa enfrentados pelo do empreiteiro (SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014); CC8 - Atraso no pagamento do empreiteiro para subempreiteiros ou fornecedores (SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014); F1 - Atraso no pagamento a empreiteiros, subempreiteiros e/ou fornecedores (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013); F2 - Disponibilidade inadequada de fundos com o cliente (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013); F3 - Atrasos nos pagamentos (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013)/Atrasos nos pagamentos (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016)/Atraso na liberação do orçamento/fundos (GEBREHIWET E LUO, 2017); F5 - Dificuldades financeiras (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015)/Dificuldades de pagamento mensal (IBIRONKE et al., 2013); F8 - Processo de pagamento demorado resultando em atrasos no pagamento (ASIEDU E ALFEN, 2016); F9 - Dificuldade em obter recursos extras quando os projetos excedem o orçamento inicial (ASIEDU E ALFEN, 2016); EX10 - Inadimplência recorrente de pagamento intercalar por parte do governo (ASIEDU E ALFEN, 2016); EX11 - Recusa do governo em pagar aos empreiteiros locais juros sobre pagamentos atrasados (ASIEDU E ALFEN, 2016); EX12 - Quedas perenes na receita do governo (ASIEDU E ALFEN, 2016)</p>
<p>Organizacional de fornecedores: M2 - Falta de material (HASLINDA et al., 2017)/Retardo de material (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015)/Falta de material de construção (IBIRONKE et al., 2013); M3 - Atraso na entrega de materiais no local (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011)/Atraso na chegada de materiais (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015)/Atraso na entrega de materiais (MOTALEB E KISHK, 2010)/Atraso na entrega de materiais (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018)/Entrega de materiais lenta (GEBREHIWET E LUO, 2017); M4 - Fontes de materiais não confiáveis no mercado local (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013); M5 - Inflação/Aumentos de preços de materiais (GEBREHIWET E LUO, 2017)/Elevação de preços de materiais (VIJAY E KUMAR, 2017); M6 - Falta de materiais de qualidade (GEBREHIWET E LUO, 2017); E2 - Equipamentos, ferramentas e instalações inadequados ou ineficientes (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013)/Equipamentos modernos inadequados SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015; IBIRONKE et al., 2013); E3 - Avarias frequentes de equipamento (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015)/Avarias de equipamento (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018); E4 - Escassez de combustível (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013); E5 - Escassez de equipamentos (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015)/Quantidade insuficiente de equipamentos (IBIRONKE et al., 2013); L2 - Escassez de mão de obra qualificada (HASLINDA et al., 2017)/Mão de obra não qualificada (AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018); L3 - Baixa produtividade do trabalho (HASLINDA et al., 2017)/Baixa produtividade do trabalho (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016); L6 - Escassez de mão de obra (SHANMUGANATHAN E BASKAR, 2015, VIJAY E KUMAR, 2017); L8 - Disponibilidade do nº requerido de trabalhadores (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016)</p>
<p>Ambiental: LC5 - Condições meteorológicas imprevisíveis (HASLINDA et al., 2017)/Condições meteorológicas (LARSEN et al., 2015; AMETEPEY, GYADU-ASIEDU E ASSAH-KISSIEDU, 2018)/Mau tempo (POURROSTAM, ISMAL E MANSOURNEJAD, 2011; POURROSTAM E ISMAIL, 2012)/Condições meteorológicas no local (MYDIN et al., 2014); LC6 - Desastre natural (SUBRAMANI, PRABHU E DEY, 2016)</p>
<p>Econômico e Governamental: EX3 - Inflação, seguros e taxas de juros elevadas (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013)/Inflação da moeda local (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013)/Inflação/ flutuação de preços (MOTALEB E KISHK, 2010); EX4 - Estado das condições de mercado (LARSEN et al., 2015)/Condições econômicas; local ou global (BEKR, 2015); EX8 - Ausência de banco local dedicado exclusivamente à construção (ASIEDU E ALFEN, 2016); EX17 - Critérios de investimento na situação atual (VIJAY E KUMAR, 2017); EX1 - Corrupção (GEBREHIWET E LUO, 2017); EX2 - Insegurança e instabilidade política (ALINAITWE, APOLOT E TINDIWENSI, 2013)/Medidas de segurança (BEKR, 2015); EX5 - Requisitos ou restrições de autoridade imprevisíveis (LARSEN et al., 2015); EX6 - Situação da lei e da ordem (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013); EX7 - Guerra e Terrorismo (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013); EX9 - Qualquer obstrução/obstáculo do governo (ROY et al., 2018)/Influências políticas/burocráticas (GARDEZI, MANARVI E GARDEZI, 2013)/Mudança governamental de regulamentos e burocracia (BEKR, 2015)/Burocracia em agências governamentais (SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014); EX13 - Sobre politização da indústria da construção (ASIEDU E ALFEN, 2016); EX15 - Feriados oficiais e não oficiais (BEKR, 2015); EX16 - Problemas com a comunidade local (BEKR, 2015); EX18 - Licenças lentas por autoridades locais (SHEHU, ENDUT E AKINTOYE, 2014)</p>

Fonte: a autora.

Figura 59 - Tabela de contingência dos fatores internos e externos e valor do qui-quadrado

	Fatores internos			Fatores externos			
	Financeiro e Contratual	Organizacional	Locacionais	Economia e Governo	Fornecedores	Meio ambiente	
1º	5	6	0	5	2	1	19
2º	4	10	2	1	1	1	19
3º	10	5	0	1	3	0	19
4º	5	7	1	3	3	0	19
5º	4	11	1	1	2	0	19
6º	5	6	0	2	5	1	19
7º	3	11	0	1	4	0	19
8º	1	9	3	3	2	1	19
9º	3	10	0	2	4	0	19
10º	0	13	0	2	1	3	19
	40	88	7	21	27	7	190
p	0,04084871166						
χ^2	62,78547379						

Fonte: a autora.