

MÁRCIO RÔMULO DA SILVA REGIS

**Ferramenta de gestão de riscos aplicada na fase de pré-construção
de empreendimentos de construção civil**

São Paulo
2023

MÁRCIO RÔMULO DA SILVA REGIS

**Ferramenta de gestão de riscos aplicada na fase de pré-construção
de empreendimentos de construção civil**

Versão Original

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

Área de Concentração: Inovação na
Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira
Cardoso

São Paulo
2023

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

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Regis, Marcio Romulo da Silva

Ferramenta de gestão de riscos aplicada na fase de pré-construção de empreendimentos de construção civil / M. R. S. Regis -- versão corr. -- São Paulo, 2023.

241 p.

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

1.Risco 2.Gerenciamento da construção 3.Gestão de projetos 4.Construção civil I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Ao meu pai, Guilherme (*in memoriam*), que, desde cedo, despertou-me o interesse pelo saber e é minha maior referência de dedicação ao trabalho e de honestidade.

AGRADECIMENTOS

Ao meu mestre e orientador, Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso, por suas inestimáveis reflexões e pormenorizados apontamentos, que me guiaram de forma precisa na elaboração deste trabalho.

À nobre Força Aérea Brasileira, na figura dos Comandantes, Chefes e estimados colegas, especialmente os Engenheiros Steven Meier, Ronaldo Carvalho e Rodrigo Prado, que me deram a oportunidade, acompanharam e forneceram o apoio institucional necessário para que esta pesquisa fosse realizada.

Aos Engenheiros Beatriz Fernandes, Carlos Cattel, Diego Xavier, Eduardo Silva, Janine Duarte, Leonardo Jesus, Paulo Bianchi, Paulo Soares, Paulo Warschauer, Renato Resque, Ricardo Cordovil e Simone Shoji, por terem dedicado horas valiosas na análise da ferramenta e na transmissão de seus conhecimentos e experiências, contribuindo decisivamente para os resultados alcançados.

Aos meus pais, Guilherme (*in memoriam*) e Antônia, por me proporcionarem, com muito esforço, educação de elevada qualidade e por serem meus maiores exemplos.

À minha linda e carinhosa esposa, Ester, pelo amor, cumplicidade e compreensão que sempre dedicou a mim.

E, sobretudo, à Deus, pela saúde e perseverança que me proveu, durante essa jornada.

RESUMO

REGIS, M. R. S. **Ferramenta de gestão de riscos aplicada na fase de pré-construção de empreendimentos de construção civil**. 2023. 243 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Empreendimentos de construção civil (ECCs) são normalmente desenvolvidos em um ambiente de negócios complexo, resultando em incertezas, que, quando concretizadas, podem impactar o alcance dos objetivos. Dessa forma, é fundamental realizar a gestão de riscos (GR) de ECCs, de modo a apoiar o processo de tomada de decisão e contribuir para o sucesso do empreendimento. Apesar da importância de ferramentas para operacionalizar a GR, identificou-se a escassa abordagem sobre artefatos que consolidem e operacionalizem a GR de ECCs, que deve ser conduzida, idealmente, desde a fase de pré-construção. Assim, o objetivo desta pesquisa é preencher esta lacuna, por meio do desenvolvimento de uma ferramenta de GR de ECCs, com foco de aplicação na pré-construção. Como método de pesquisa, empregou-se a *Design Science Research (DSR)*, abordagem de pesquisa voltada para a solução de problemas práticos, mediante a construção e validação de artefatos. O artefato proposto foi desenvolvido sob a forma de uma planilha eletrônica, a partir da base de conhecimento obtida da literatura, das evidências extraídas de uma série de consultas a especialistas e da realização de um Estudo de Caso com Grupo Focal. As principais contribuições teóricas e práticas da pesquisa foram: a Estrutura Analítica de Riscos (EAR), aplicável a diversos tipos de empreendimentos; a lista ordenada dos fatores-chave para o sucesso de ECCs, como referência sobre as preocupações do setor; as listas de causas, consequências e controles para os fatores de risco, como auxílio à adequada condução de empreendimentos; e o fluxograma processual inserido na ferramenta, especialmente desenhado para a realidade de ECCs. Portanto, o emprego da ferramenta, idealmente desde a fase de pré-construção, pode auxiliar os agentes responsáveis pelos ECCs no entendimento do ambiente de negócios, na explicitação e compreensão dos riscos, na prevenção de ameaças e na adoção de processos de tomada de decisão fundamentados. Os benefícios podem alcançar não somente tais agentes, como os usuários finais dos ECCs e a sociedade em geral, ao longo da vida útil dos empreendimentos.

Palavras-chave: Risco. Gerenciamento da construção. Gestão de projetos.
Construção civil.

ABSTRACT

REGIS, M. R. S. **Risk management tool applied in the pre-construction phase of civil construction projects**. 2023. 243 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Civil construction projects (CCPs) are normally developed in a complex business environment, resulting in uncertainties, which, when implemented, can impact the achievement of objectives. Thus, it is essential to carry out risk management (RM) of CCPs, in order to support the decision-making process and contribute to the success of the enterprise. Despite the importance of tools to operationalize the RM, it was identified the scarce approach on artifacts that consolidate and operationalize the RM of CCPs, which should ideally be conducted from the pre-construction phase. Thus, the objective of this research is to fill this gap, through the development of an CCP RM tool, with a focus on application in pre-construction. As a research method, Design Science Research (DSR) was used, a research approach aimed at solving practical problems, through the construction and validation of artifacts. The proposed artifact was developed in the form of an electronic spreadsheet, based on the knowledge base obtained from the literature, evidence extracted from a series of consultations with specialists and the realization of a Case Study with Focus Group. The main theoretical and practical contributions of the research were: the Risk Breakdown Structure (RBS), applicable to different types of undertakings; the ranked list of key success factors for CCPs, as an benchmark for industry concerns; the lists of causes, consequences and controls for risk factors, as an aid to the proper conduction of projects; and the procedural flowchart inserted in the tool, specially designed for the reality of CCPs. Therefore, the use of the tool, ideally from the pre-construction phase, can help the agents responsible for the CCPs in understanding the business environment, making explicit and understanding the risks, preventing threats and adopting reasoned decision-making processes. The benefits can reach not only such agents, but also the end users of the CCPs and society in general throughout the useful life of the projects.

Keywords: Risk. Construction management. Project management. Civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos do risco.....	11
Figura 2 – Elementos do risco de sondagem geotécnica deficiente (exemplo).....	12
Figura 3 – Processo de gestão de riscos (sintético).....	17
Figura 4 – Processo de gestão de riscos (detalhado)	18
Figura 5 – Representação gráfica do nível de risco (matriz de riscos).....	28
Figura 6 – Exemplo de histograma para estimativa de custo de um ECC	30
Figura 7 – Exemplos de critérios implícitos na matriz de riscos qualitativa	32
Figura 8 – Processo de tratamento de risco.....	33
Figura 9 – Ambiente de negócios de empreendimentos de construção civil.	41
Figura 10 – Evolução do nível de risco e participação dos agentes na GR de ECCs.....	47
Figura 11 – Estrutura teórica da DSR	61
Figura 12 – Ciclo regulador inserido no processo da DSR.....	62
Figura 13 – Sistemática da DSR	63
Figura 14 – Delineamento da pesquisa.....	65
Figura 15 – Processo da revisão sistemática de literatura	70
Figura 16 – Processo de avaliação do artefato	80
Figura 17 – Fluxograma do processo de GR inserido na ferramenta (versão inicial).....	88
Figura 18 – Aba “Contexto” (versão inicial)	90
Figura 19 – Rol de partes interessadas na aba “Partes Interessadas”	92
Figura 20 – Aba “Critérios Análise” (ferramenta).....	95
Figura 21 – Aba “Critérios Controles Tratamento” (ferramenta).....	96
Figura 22 – Aba “Critérios Avaliação” (ferramenta).....	96
Figura 23 – Componentes de identificação de riscos (versão inicial).....	97
Figura 24 – Elementos de caracterização dos riscos (versão inicial)	99
Figura 25 – Componentes de análise e avaliação dos riscos (versão inicial)	100
Figura 26 – Aba “Matriz de Riscos” (ferramenta)	102
Figura 27 – Componentes do cálculo do nível de risco do empreendimento (versão inicial)	104
Figura 28 – Componentes de tratamento – análise de opções e definição (versão inicial)	105
Figura 29 - Componentes de tratamento – indicação de ações (versão inicial)	107
Figura 30 – Experiência prática com procedimentos de GR	108

Figura 31 – Análise dos fatores de risco da EAR original	112
Figura 32 – Análise das sugestões de alteração da EAR	123
Figura 33 – Evolução do INCC-DI	133
Figura 34 – Vista panorâmica da implantação do empreendimento	149
Figura 35 – Aba “Contexto” após melhorias	152
Figura 36 – Observações da aba “Contexto”	153
Figura 37 – Componentes de identificação e caracterização dos riscos	154
Figura 38 - Componentes de análise e avaliação dos riscos “inicial”	156
Figura 39 – Componentes de análise e avaliação dos riscos “considerando controles”	156
Figura 40 – Componentes de cálculo do nível de risco do empreendimento.....	157
Figura 41 – Aba “NRc e NRE”	158
Figura 42 – Componentes de análise de opções e escolha do tratamento	159
Figura 43 – Componentes de avaliação após o tratamento.....	160
Figura 44 – Componentes de tratamento – indicação e detalhamento de ações ...	161
Figura 45 – Componentes de tratamento – análise de riscos remanescentes	162
Figura 46 – Aba “Plano Tratam.”	163
Figura 47 – Cabeçalho da aba “Monitor. Rev.”	163
Figura 48 – Componentes do plano de monitoramento e revisão	164
Figura 49 – Componentes de registro de revisões	164
Figura 50 – Componentes de lições aprendidas.....	165
Figura 51 – Descrição, premissas e objetivos do empreendimento.....	167
Figura 52 – Análise do contexto interno.....	168
Figura 53 – Matriz de riscos “inicial”	172
Figura 54 – Matriz de riscos “com controles”	172

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo entre principais de guias de GR	15
Quadro 2 – Comparativo dos componentes do processo de GR conforme as principais referências empregadas na pesquisa	19
Quadro 3 – Opções de tratamento de riscos.....	33
Quadro 4 – Variedade de abordagens sobre GR na construção civil.....	50
Quadro 5 – Publicações de referência sobre fatores de risco	51
Quadro 6 – Categorização nas publicações de referência da EAR.....	53
Quadro 7 – Categorias de risco da EAR	56
Quadro 8 - Estrutura Analítica de Riscos (EAR) inicial.....	57
Quadro 9 – Caracterização da pesquisa	67
Quadro 10 – Protocolo da revisão sistemática de literatura	69
Quadro 11 – Perfil resumido dos participantes.....	72
Quadro 12 – Sequência de rodadas Delphi	73
Quadro 13 – Composição do Questionário 1	74
Quadro 14 – Composição do Questionário 2	75
Quadro 15 – Composição do Questionário 8 (avaliação individual do artefato)	81
Quadro 16 – Componentes da ferramenta (versão inicial).....	85
Quadro 17 – Correspondência entre componentes, subcomponentes e abas da ferramenta (versão inicial)	86
Quadro 18 – Índice de concordância relativa dos fatores	110
Quadro 19 – Propostas de alteração da EAR (continua)	121
Quadro 20 – Alterações realizadas na EAR (2ª Rodada Delphi).....	124
Quadro 21 – Alterações realizadas na EAR (6ª Rodada Delphi).....	146
Quadro 22 – Versão final da EAR (descrição completa)	146
Quadro 23 – Composição do Grupo Focal	150
Quadro 24 – Modelos de desenvolvimento de ECCs.....	152
Quadro 25 – Conexão entre ações e mecanismos de tratamento	161
Quadro 26 – Componentes da ferramenta antes e após o refinamento.....	166
Quadro 27 – Informações profissionais dos avaliadores da ferramenta.....	175

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesos normalizados das categorias	127
Tabela 2 – Pesos normalizados dos fatores de maior impacto relativo.....	127
Tabela 3 – Fatores de risco com maior impacto.....	129
Tabela 4 – Fatores de risco com maior probabilidade de ocorrência	130
Tabela 5 – Fatores com maior nível de risco.....	131
Tabela 7 – Resultados da análise e avaliação dos riscos	171
Tabela 8 – Quantidade de fatores de risco nos cenários “inicial” e “com controles”	171
Tabela 9 – Níveis de risco das categorias e do empreendimento	173
Tabela 10 – Avaliação dos componentes do artefato.....	175
Tabela 11 – Avaliação global do artefato	176

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	1
1.1.1	Empreendimentos de construção civil e riscos	1
1.1.2	Tema e relevância.....	5
1.2	QUESTÕES DE PESQUISA	6
1.3	OBJETIVOS	7
1.4	SÍNTESE DO MÉTODO DE PESQUISA.....	7
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	8
2	GESTÃO DE RISCOS.....	11
2.1	CONCEITOS BÁSICOS	11
2.1.1	Elementos do risco.....	11
2.1.2	Gestão de riscos	13
2.1.3	Guias de referência	15
2.2	PROCESSO DE GESTÃO DE RISCOS.....	16
2.2.1	Visão geral	16
2.2.2	Comunicação e consulta.....	20
2.2.3	Estabelecimento do contexto	21
2.2.4	Identificação de riscos.....	24
2.2.5	Análise de riscos	26
2.2.6	Avaliação de riscos	31
2.2.7	Tratamento de riscos.....	32
2.2.8	Monitoramento e revisão.....	36
2.2.9	Registro do processo	37
3	RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	39
3.1	EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	39
3.1.1	Desenvolvimento de ECCs	39
3.1.2	Ambiente de negócios.....	40
3.1.3	GR no desenvolvimento de ECCs.....	44
3.1.4	Partes interessadas e a GR	46
3.2	ESTRUTURA ANALÍTICA DE RISCOS	49
3.2.1	Publicações de referência.....	49
3.2.2	Categorização dos riscos	53
3.2.3	Fatores de Risco	56

4	MÉTODO DE PESQUISA.....	59
4.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA	59
4.1.1	<i>Design science (DS) e Design Science Research (DSR)</i>	59
4.1.2	Classes de problemas e artefatos	61
4.1.3	Processo da DSR	62
4.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	64
4.2.1	Plano de pesquisa	64
4.2.2	Caracterização da pesquisa	66
4.2.3	Compromisso ético	67
4.3	ETAPAS E LIMITAÇÕES DE PESQUISA.....	68
4.3.1	Investigação do problema.....	68
4.3.2	Desenvolvimento do artefato	70
4.3.3	Validação de componentes	71
4.3.4	Aplicação e avaliação do artefato	79
4.3.5	Conclusão.....	82
4.3.6	Limitações de pesquisa	82
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
5.1	DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA.....	85
5.1.1	Visão geral dos componentes.....	85
5.1.2	Processo da ferramenta	87
5.1.3	Contexto e partes interessadas	90
5.1.4	Critérios de risco.....	94
5.1.5	Identificação dos riscos	97
5.1.6	Caracterização dos riscos	98
5.1.7	Análise e avaliação dos riscos	100
5.1.8	Nível de risco do empreendimento	102
5.1.9	Tratamento dos riscos	105
5.2	VALIDAÇÃO DE COMPONENTES	107
5.2.1	Perfil dos especialistas	108
5.2.2	Análise da EAR.....	109
5.2.3	Contribuições dos comentários.....	112
5.2.4	Sugestões de alteração da EAR.....	121
5.2.5	Peso normalizado dos fatores de risco.....	125
5.2.6	Impacto e probabilidade dos fatores de risco	128
5.2.7	Nível de risco dos fatores	130

5.2.8	Caracterização e controle de riscos	135
5.2.9	Versão final da EAR	146
5.3	APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO	148
5.3.1	Estudo de Caso com Grupo Focal	148
5.3.2	Refinamento do artefato	151
5.3.3	Componentes e processo final	165
5.3.4	Aplicação da ferramenta	166
5.3.5	Avaliação final da ferramenta	173
6	CONCLUSÃO	181
6.1	CONCLUSÕES GERAIS	181
6.2	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES	182
6.3	RECOMENDAÇÕES	186
	REFERÊNCIAS.....	187
	APÊNDICES	201
	ANEXO.....	241

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

1.1.1 Empreendimentos de construção civil e riscos

Empreendimentos¹ de construção civil (ECCs) possuem peculiaridades que os tornam especialmente suscetíveis a incertezas, com potencial para afetar os resultados esperados (CAIADO *et al.*, 2016). ECCs são desenvolvidos em um ambiente de negócios complexo e altamente fragmentado, formado por uma grande diversidade de organizações, atuando nos vários elos da cadeia produtiva (MARINELLI; SALOPEK, 2020). Com isso, a produção de um ECC demanda a condução minimamente orientada do esforço de várias partes interessadas na execução de processos complexos e cujo resultado final é único (ODUOZA; ODIMABO; TAMPARAPOULOS, 2017).

Cada empreendimento possui características específicas de tal forma que, mesmo que ocorra a repetição de processos, um ECC iniciado pode ser considerado praticamente novo. Tais especificidades estão relacionadas com o local da implantação e as condições do terreno, a disponibilidade de insumos (recursos humanos, materiais, equipamentos etc.), a forma de organização e gestão dos processos produtivos, a interação das partes interessadas internas e externas e as restrições de ordem legal, econômica, política e social, dentre outros fatores (KUMAR; NARAYANAN, 2020).

Essas condições exigem dos profissionais do setor de construção civil atenção especial em relação a concepção, modelagem e execução dos empreendimentos. Contudo, nesse ambiente de negócios complexo, projetos² de construção civil, mesmo

¹ Obra ou produto que é resultado da atividade de construção civil (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017). Em inglês, o termo correspondente é *project*.

² Representação do conjunto de elementos conceituais necessária à materialização da obra ou produto da construção civil, realizada por meio de princípios técnicos ou científicos, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017). Em inglês, o termo correspondente é *design*.

que elaborados por escritórios especializados e concluídos com alto nível de detalhamento, guardam certa margem de incerteza quanto aos seus resultados, decorrente de suposições, simplificações, premissas e outras considerações de cunho técnico-legal (ALARCÓN *et al.*, 2011). Por exemplo, projetos de fundações profundas, mesmo que elaborados a partir da bateria de sondagens geotécnicas prevista por norma, carregam ainda a possibilidade de que variações ou desuniformidades no perfil do terreno resultem na necessidade revisão do plano original de execução dos elementos estruturais, em termos qualitativos ou quantitativos.

A margem de incerteza de ECCs, com probabilidade de ocorrência e geradora de impactos sobre os objetivos, resulta nos riscos com os quais as partes envolvidas no ciclo de vida do empreendimento devem lidar. Risco pode ser definido como “o efeito da incerteza nos objetivos”, assumindo, com isso, uma vertente tanto benéfica (oportunidade), quanto prejudicial (ameaça) ao empreendimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Neste trabalho, será abordada somente essa última acepção do risco. Os objetivos de ECCs são parâmetros mensuráveis relacionados, por exemplo, com custo, escopo, qualidade, prazo, segurança e sustentabilidade ambiental (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018; HWANG; ZHAO; TOH, 2014; ZOU; ZHANG; WANG, 2007), traçados pelas partes interessadas, desde as fases iniciais do ciclo de vida do empreendimento.

O ciclo de vida de ECCs normalmente é dividido em etapas, que incluem: (1) planejamento e concepção; (2) projetos técnicos; (3) preparação para execução ou planejamento executivo; (4) construção (ou implantação); (5) operação e manutenção; e (6) destinação final (demolição ou *retrofit*) (ZEYNALIAN; TRIGUNARSYAH; RONAGH, 2013; ZOU; ZHANG; WANG, 2007). O estágio inicial, anterior à execução efetiva do objeto, denominado pré-construção, constitui a fase em que as decisões tomadas possuem maior capacidade para impactar os objetivos do empreendimento (ZOU; REDMAN; WINDON, 2008). Mudanças inesperadas no plano de execução de um ECC, após o início da construção, resultantes da concretização de riscos não adequadamente mapeados, explicitados, tratados e monitorados, exigem um esforço bem maior das partes interessadas para que os resultados do empreendimento não sejam afetados gravemente (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018).

Logo, o risco associado às incertezas do projeto e respectivo plano de execução da obra constitui uma variável que deve ser ponderada em conjunto com outras, em decorrência das condições de contorno e especificidades de cada empreendimento, tais como, prazo, orçamento, limitações técnicas, complexidade, grau de urgência etc. Mesmo alcançando-se o nível de precisão exigido pela legislação e as normas técnicas, projeto e plano de obra de um ECC invariavelmente contêm uma abertura para incidentes futuros resultantes de ambiente interno ao empreendimento ou externo a ele, que tendem a modificar o cenário inicialmente considerado pelas partes.

Em geral, a margem de flutuação de ECCs decorre de eventos futuros (ou eventos atuais não detectáveis ou detectados no presente), algumas vezes só detectáveis durante a execução da obra (KHODEIR; NABAWY, 2019), levando à possibilidade de alterações contratuais com vantagens e desvantagens recíprocas entre os contratantes. Dessa forma, o quadro de riscos desenhado na fase de pré-construção é transferido para o contexto do contrato de execução do objeto, cabendo aos gestores o seu gerenciamento e mitigação, preferencialmente, de forma preventiva (ODUOZA; ODIMABO; TAMPARAPOULOS, 2017).

Assim, para que as incertezas de ECCs sejam administradas e perdas potenciais sejam evitadas ou minimizadas, é fundamental implementar a gestão de riscos (GR) desde as fases iniciais do empreendimento, a fim de prevenir a ocorrência de problemas nas demais fases (DARKO *et al.*, 2020), apoiar os processos de tomada de decisão e favorecer, em última instância, o sucesso do empreendimento de maneira satisfatória para as partes interessadas (ZOU; KIVINIEMI; JONES, 2017).

A fase de pré-construção constitui o estágio em que a aplicação do processo de identificação, avaliação e tratamento dos riscos permite às partes interessadas um controle mais efetivo de possíveis ameaças (SLOOT; HEUTINK; VOORDIJK, 2019). O mapeamento de incertezas e o planejamento de respostas preventivas às ameaças apresenta-se como uma estratégia com maior possibilidade de sucesso e de menor custo do que a adoção de respostas reativas aos efeitos dessas ameaças (ODUOZA; ODIMABO; TAMPARAPOULOS, 2017). Quanto mais cedo essa estratégia for adotada, maior a possibilidade de suportar os processos de tomada de decisão e contribuir para o sucesso do ECC.

Essa estratégia possibilita, também, a alocação equilibrada das medidas de tratamento entre os futuros contratantes. Ao explicitar no projeto e plano de execução da obra os fatores de riscos envolvidos no ECC, as medidas mitigadoras adotadas e a estratégia de tratamento e alocação dos riscos residuais entre os futuros contratantes, tem-se a possibilidade de reduzir as incertezas dos licitantes na montagem de suas propostas, o que acaba por contribuir para a definição de termos contratuais mais próximos da realidade do empreendimento (ALARCÓN *et al.*, 2011), inclusive quanto aos custos, resultando na redução das reservas de contingência (SLOOT; HEUTINK; VOORDIJK, 2019).

Com isso, as organizações atuantes na fase de pré-construção, normalmente, escritórios de projetos, consultorias e gerenciadoras de construção, podem contribuir de maneira crucial para a implementação da GR nessa fase. Ao estudar alternativas de execução do objeto, tais organizações têm a oportunidade de avaliar e comparar os riscos presentes, eliminando-os ou minimizando-os quando possível (ZOU; KIVINIEMI; JONES, 2017). Antes da licitação do objeto, são as organizações mais indicadas para: registrar as medidas de controle já adotadas e os riscos residuais; selecionar opções de tratamento adicionais; e elaborar o plano de tratamento, a ser confirmado pelo empreendedor, explicitado na minuta de contrato e aplicado na fase de construção. Nessa fase, além de implementar e monitorar o progresso do plano de tratamento, construtora, subcontratadas e gerenciadora assumem o papel de dar continuidade ao processo de GR, tendo em vista a possibilidade de surgimento de novos riscos (KHODEIR; NABAWY, 2019).

A GR baseia-se em princípios e em uma estrutura integrada com as atividades organizacionais, sendo aplicada mediante um processo sistemático e iterativo voltado para identificar, analisar, avaliar e tratar os riscos, com o apoio de mecanismos de contextualização, comunicação e consulta, revisão e análise crítica dos resultados e do processo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Para atingir seus objetivos, a sistemática de GR deve ser personalizada, isto é, compatível com os contextos interno e externo, os objetivos e a finalidade da organização, de modo que seja integrada aos processos e operações realizados, como parte de suas atividades e gestão em todos os níveis, alcançando, inclusive, entidades externas (SOUSA; ALMEIDA; DIAS, 2012).

Nesse sentido, para aplicar a GR aos empreendimentos de que participem, as organizações atuantes na fase de pré-construção, idealmente, devem contar com procedimentos, práticas e ferramentas compatíveis com seu ambiente de negócios e que considerem, no que for possível, o envolvimento, engajamento e conscientização das demais partes interessadas (empreendedor, construtora, subcontratados, fornecedores etc.) sobre os riscos do ECC (DU *et al.*, 2016; MARINELLI; SALOPEK, 2020).

1.1.2 Tema e relevância

Muitas organizações industriais já reconheceram a crescente importância da GR, e muitas companhias implantaram departamentos para controlar as ameaças e oportunidades a que poderão estar expostos (SANTOS NETO, 2007). Do ponto de vista das organizações, considerando a necessidade de priorizar as atividades mais relevantes, a fim de direcionar com mais eficiência os recursos disponíveis, a GR é um elemento central na gestão da sua estratégia (PIMENTA, 2017).

No caso de ECCs, o ideal é optar por considerar o estudo dos riscos logo numa fase embrionária, com o intuito de evitar consequências negativas como o não cumprimento do orçamento, prazo ou qualidade estipulados inicialmente (SILVA, 2012). Não obstante a importância de avaliar, mensurar e controlar os riscos na fase de pré-construção, tendo em vista seu impacto sobre a execução do objeto, muitas organizações do setor ainda adotam práticas reativas para lidar com as ameaças. Incorporadoras, por exemplo, têm concentrado seus esforços na análise de viabilidade econômica de empreendimentos, deixando em segundo plano a GR relacionada com a elaboração de projetos e planejamento executivo de ECCs, o que resulta na não incorporação de mecanismos para avaliação e tratamento de riscos de forma preventiva (ANDERY; BARRETO, 2015).

As empresas de construção civil desenvolvem práticas, sejam formais, sejam informais, de GR para monitorar e controlar os fatores que podem representar risco aos seus empreendimentos. Muitas organizações reconhecem que seus sistemas de GR são informais e inadequados para suas realidades de atuação. No caso de organizações projetistas, a aplicação da GR nos empreendimentos em que atuam tem

se mostrado ainda mais limitada, se comparado a outros agentes do setor (PÁDUA, 2018).

Apesar da relevância do tema aqui tratado, poucos estudos, principalmente no Brasil, têm como objetivo explorar o processo de GR no contexto de empreendimentos do setor de construção civil. Há trabalhos que concentram sua atenção em: alguns componentes do processo, como avaliação de risco (GUERRA, 2017; CAVALCANTE FILHO, 2019); determinado tipo de empreendimento, como público (CALDEIRA, 2015); ou um objetivo específico do empreendimento, como desempenho de edificações (OTERO, 2018). Poucos trabalhos abordam de maneira mais integrada os componentes do processo e o emprego de ferramentas específicas para a implementação da GR, com uma perspectiva de diversos tipos de empreendimento.

A partir da referida lacuna de pesquisa, o tema deste trabalho é o desenvolvimento de ferramenta voltada para a sistematização da GR de ECCs, com foco na fase de pré-construção, abordando de modo holístico os riscos inerentes ao ambiente de negócios desses empreendimentos. A abordagem deste trabalho agrega valor não somente para os escritórios de projeto e gerenciadoras da construção, como também para a cadeia produtiva da indústria da construção civil. A aplicação da GR na fase de pré-construção resulta na produção de informações de suma importância para que os agentes envolvidos deem continuidade ao processo de GR nas demais fases do ciclo de vida do ECC (ZOU; KIVINIEMI; JONES, 2017).

1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Apesar da importância de selecionar procedimentos e técnicas para operacionalizar a GR, identificou-se como lacuna de pesquisa a escassa abordagem sobre ferramentas personalizadas que consolidem os componentes e operacionalizem o processo de GR de ECCs, no Brasil, com foco na fase de pré-construção. Assim, o problema de pesquisa adotado foi: **Quais elementos e procedimentos, consolidados em uma ferramenta, podem suportar a realização da GR de ECCs na fase de pré-construção e apoiar a continuidade desse processo nas demais fases?**

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho consiste em **desenvolver uma ferramenta, a ser aplicada na fase de pré-construção, visando à gestão de riscos relacionados com o desenvolvimento de ECCs e que sirva de apoio para a continuidade do processo de GR nas demais fases**. Como visto, o sucesso de um empreendimento depende da aplicação de um processo de GR, que visa identificar, avaliar e tratar as fontes de incerteza que podem impactar negativamente os objetivos inicialmente traçados.

A ferramenta foi desenvolvida por meio da exploração dos componentes do processo de GR, com foco nas especificidades das atividades desenvolvidas na fase de pré-construção de ECCs. Dessa forma, para alcançar o objetivo geral, foram estabelecidos objetivos específicos a fim de demarcar as etapas de desenvolvimento do trabalho:

- a) Resgatar conceitos, estruturas e modelos de GR de ECCs;
- b) Identificar, categorizar e caracterizar fatores de risco de ECCs; e
- c) Sistematizar mecanismos de contextualização, apreciação, tratamento, monitoramento e revisão dos riscos de ECCs.

1.4 SÍNTESE DO MÉTODO DE PESQUISA

Para responder ao problema de pesquisa, a abordagem metodológica adotada foi a *Design Science Research* (DSR) ou “pesquisa em ciência do artificial”, método que compreende um processo rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas organizacionais, avaliar o projeto desenvolvido e comunicar os resultados para o público apropriado (HEVNER; MARCH; PARK, 2004). Artefatos são definidos como objetos projetados com uma solução personalizada para um problema prático conhecido, incluindo-se construtos, modelos, métodos e instanciações (PEFFERS, 2007).

Neste trabalho, o problema prático abordado é a forma de implementar o processo de GR de empreendimentos de construção civil, durante o estágio de pré-construção, considerando o ambiente de negócios e os objetivos das partes interessadas. O

processo de GR constitui um conjunto de atividades iterativas voltadas para proteção de valor das organizações, prevenção de ameaças e apoio à tomada de decisão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Com isto em mente, a proposta é desenvolver uma ferramenta com a finalidade de operacionalizar o processo de GR no estágio de pré-construção de ECCs, articulando os componentes desse processo (artefatos) e os agentes envolvidos em sua aplicação prática. Dessa forma, o artefato proposto é do tipo instanciação, por consistir em um “conjunto coerente de regras que orientam a utilização dos artefatos (constructos, modelos e métodos) em um determinado ambiente real” (LACERDA *et al.*, 2013).

A pesquisa em *design science*, por ser orientada para a concepção de soluções satisfatórias e úteis para o contexto em que irá operar, enfatiza a conexão entre conhecimento e prática (BAX, 2015), encontrando particular abrigo nas áreas de gestão e engenharia (LACERDA *et al.*, 2013). O método de pesquisa, etapas e respectivos resultados parciais são apresentados no Capítulo 4.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi estruturado em cinco capítulos. Como visto, neste primeiro capítulo, foram apresentadas a contextualização e justificativa da pesquisa desenvolvida, abordando-se, de forma sucinta, o cenário de exposição a riscos relacionado com o desenvolvimento de empreendimentos de construção civil (ECCs), para demonstrar a relevância do tema escolhido. Foram, então, apontadas as questões de pesquisa, os objetivos e a síntese do método escolhido para atingi-los.

Em seguida, no segundo capítulo, abordou-se conceitos básicos sobre riscos e gestão de riscos (GR), bem como, estruturas e modelos de GR e o emprego da GR sob a perspectiva das organizações. Descreveu-se, também, os procedimentos e tópicos importantes do processo de gestão de riscos, à luz de importantes referências sobre o assunto.

Por meio do terceiro capítulo, foram tratadas questões específicas sobre a GR de ECCs: contexto de desenvolvimento; ambiente de negócios; a GR no desenvolvimento de ECCs; e o envolvimento das partes interessadas nessa gestão.

Versou-se, além disso, sobre os fatores de risco de ECCs e apresentou-se uma proposta de categorização desses fatores, para compor a Estrutura Analítica de Riscos da ferramenta.

No quarto capítulo, foram abordados a metodologia de pesquisa adotada, a *Design Science Research* (DSR), o paradigma epistemológico em que essa abordagem se baseia (*design science*), o tipo de artefato proposto, as classes de problemas relacionadas a ele e o processo de desenvolvimento de pesquisas DSR. As etapas da pesquisa foram, então, delineadas, em conformidade com as atividades e resultados da condução da DSR e foram apresentadas as limitações da pesquisa.

Adiante, no quinto capítulo, esmiuçou-se os componentes do artefato desenvolvido e os procedimentos e resultados das etapas de validação desses componentes e de aplicação e avaliação da solução proposta, no ambiente operacional em que ela deve atingir seu objetivo.

Por fim, o capítulo final contempla a análise crítica dos resultados da pesquisa, as contribuições efetivas verificadas e as oportunidades de melhoria e de novas pesquisas relacionadas com o tema abordado.

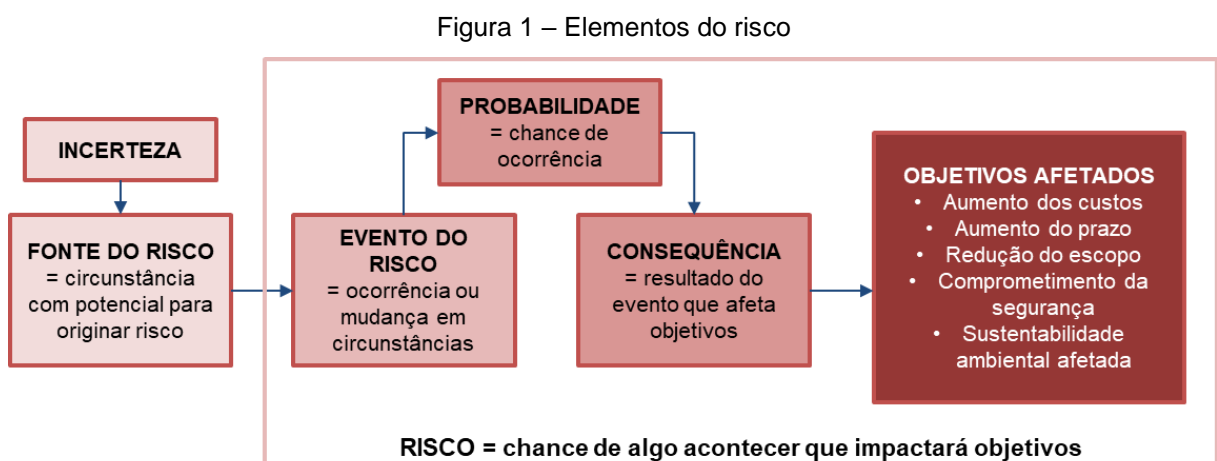
2 GESTÃO DE RISCOS

2.1 CONCEITOS BÁSICOS

2.1.1 Elementos do risco

O contexto de realização das atividades organizacionais compreende circunstâncias incertas (fonte do risco) quanto à ocorrência, com potencial para afetar o cenário planejado e os objetivos traçados, sejam eles estratégicos ou operacionais. Mudanças nas circunstâncias em que as atividades são realizadas (cenário planejado) resultam em eventos (evento do risco) com chance de ocorrência (probabilidade) e que têm impacto (consequência) sobre os objetivos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

Nesse sentido, risco é definido como a “chance de algo acontecer que terá impacto sobre objetivos”, sendo especificado em termos de eventos ou circunstâncias e as consequências resultantes (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a). Neste trabalho, considera-se risco como um desvio em relação ao esperado nos objetivos de um empreendimento, decorrente de um evento considerado incerto. Na Figura 1, os elementos do risco descritos acima foram organizados logicamente.

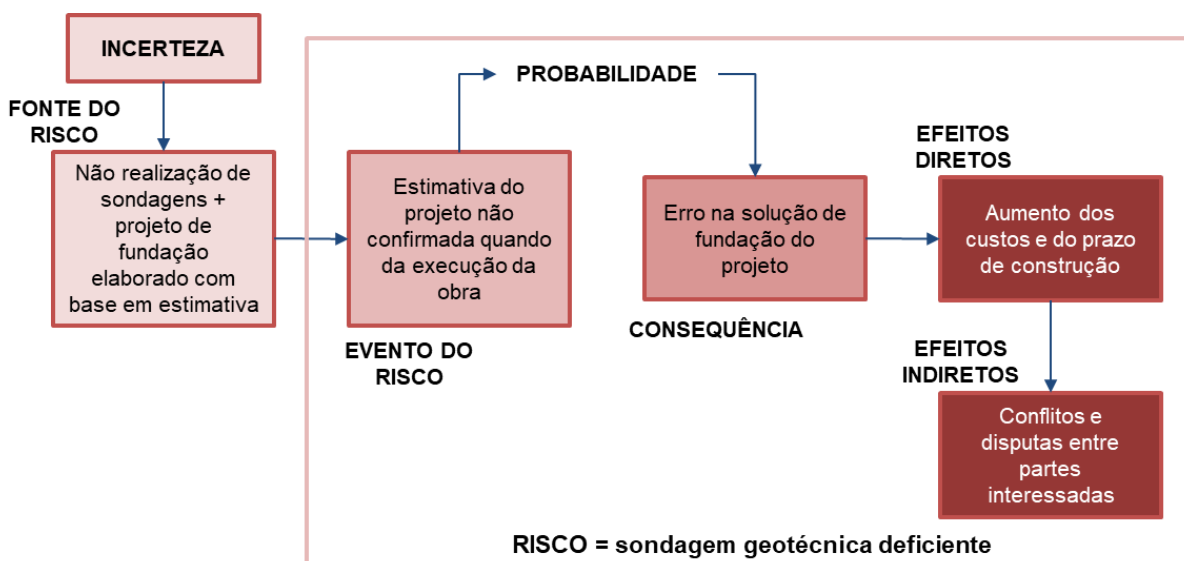


Fonte: Autor, baseado em Standards Australia/Standards New Zealand (2004a) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (2018).

Risco pode ser definido, ainda, como o “efeito da incerteza sobre os objetivos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Objetivos são parâmetros mensuráveis para os resultados que a organização persegue, como parte de sua estratégia de negócios (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). No caso de empreendimentos, dizem respeito ao orçamento (custos), cronograma (prazo), escopo, qualidade, segurança e saúde do trabalho, sustentabilidade ambiental, entre outros componentes acordados pelas partes interessadas. Como risco pode ter um efeito positivo (oportunidade) ou negativo (ameaça) sobre os objetivos, neste trabalho, será abordada a vertente negativa, referente aos fatores com potencial para dificultar a realização das atividades nas condições previstas.

No esquema abaixo, apresenta-se um exemplo de organização dos elementos do risco, para o caso de empreendimentos de construção civil (ECCs). Por meio do esquema, mostra-se a sequência lógica entre a incerteza inerente ao contexto de desenvolvimento de ECCs (imprevisibilidades geotécnicas), a fonte do risco (não realização de sondagens e adoção de estimativas no projeto de fundações) e o risco de deficiência na sondagem geotécnica de um empreendimento. As consequências desse risco podem resultar em efeitos diretos e indiretos (ou secundários) sobre os objetivos definidos pelas partes interessadas (Figura 2).

Figura 2 – Elementos do risco de sondagem geotécnica deficiente (exemplo)



Fonte: Autor.

A ocorrência de eventos incertos, imprevisíveis ou de consequências incalculáveis, resulta, na maior parte das vezes, em impactos sobre os objetivos da organização, no âmbito de suas atividades, processos e empreendimentos. As atividades econômicas possuem, em geral, algum risco associado, cujo grau normalmente é inversamente proporcional ao potencial de ganhos que o tomador do risco espera obter ao empreender. Não fosse assim, projetos de grande risco amargariam falta de interessados, o que inviabilizaria a execução de empreendimentos mais complexos. A gestão de riscos é aplicada, então, para permitir que a organização possa correr os riscos inerentes a suas atividades de forma intencional e controlada e, com isso, equilibrar riscos e recompensas obtidas (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

2.1.2 Gestão de riscos

Gestão de riscos compreende o conjunto de atividades coordenadas para gerenciar os riscos, a fim de apoiar o processo de tomada de decisão, o alcance dos objetivos, o sucesso das atividades e a melhoria de desempenho das organizações envolvidas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Trata-se, pois, da arte e ciência de antecipar e preparar-se para eventos futuros incertos, compreendendo a identificação e análise de uma série de possíveis resultados e, então, controlar e mitigar suas consequências negativas (ALARCÓN *et al.*, 2011).

Para que tenha eficácia, a GR deve ser integrada à estrutura de operações e atividades da organização, como parte da gestão e tomada de decisão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). A GR deve ser aplicada de forma contínua, não devendo ser percebida como uma atividade realizada somente no início do empreendimento, a fim de que os tomadores de decisão possam desenvolver estratégias proativas de tratamento dos riscos que possam emergir durante o desenvolvimento do empreendimento (OKUDAN; BUDAYAN; DIKMEN, 2021).

Nesse diapasão, destaca-se a estrutura de gestão de riscos proposta pela norma britânica de segurança e saúde do trabalho (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2015), que prevê a aplicação de um processo sistemático, que engloba as diversas fases do empreendimento: planejamento, projeto, construção, uso, manutenção e

destinação final. Em cada fase, os responsáveis pelo empreendimento (projetista, construtora, gerenciadora e empreendedor) devem prover informações para os participantes das fases seguintes, visando à implementação de planos de gestão de riscos integrados e colaborativos (ZOU; KIVINIEMI; JONES, 2017).

Em estudo que categorizou e relacionou fatores responsáveis por desvios de prazos e custos de ECCs (MUIANGA; GRANJA; RUIZ, 2015), “gerenciamento” foi indicada como a categoria de risco mais relevante, demonstrando como a gestão integrada, que inclui a GR, influencia sobremaneira o sucesso de empreendimentos. Outras categorias e fatores ligados à fase de pré-construção também foram considerados relevantes: “projeto e documentação”, com os fatores “erros e omissões” e “qualidade deficiente do projeto”; e “contratos”, com os fatores “riscos contratuais”, “modificações de contrato” e “contratos inadequados”. Ao fazer o recorte dos estudos nacionais, a categoria “contratos” ganhou ainda mais relevância, por conta dos riscos associados à celebração de contratos em fases ainda muito prematuras (com base em projetos pouco detalhados, por exemplo), com muitas incertezas, levando a constantes alterações de escopo e impactando os resultados planejados inicialmente.

No campo de obras públicas, o Tribunal de Conta da União (TCU) elaborou um estudo (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2019) sobre obras paralisadas, no Brasil, financiadas com recursos federais, a partir do levantamento de mais de 38 mil contratos. Concluiu-se que cerca de 37% dos contratos não tiveram avanço ou apresentaram baixíssima execução nos últimos três meses analisados pela auditoria em cada caso, totalizando um investimento não realizado de R\$ 132 bilhões, que poderia contribuir para gerar renda e emprego, além dos próprios benefícios diretos oriundos da conclusão das obras. O motivo mais citado foi “técnico”, por conta de projetos básicos deficientes, o que demonstra a importância de realizar a GR na fase de pré-construção. Por fim, o TCU apontou recomendações ao Ministério da Economia com o objetivo de aperfeiçoar os procedimentos relacionados à gestão de obras, enfocando o registro ágil e confiável de parâmetros relacionados à metodologia de contratação de projetos e à qualidade dos produtos entregues.

2.1.3 Guias de referência

Os principais guias de referência sobre GR, adotados neste trabalho, são apresentados abaixo (Quadro 1), com um comparativo sucinto de definições, campo de aplicação, escopo e abordagem.

Quadro 1 – Comparativo entre principais de guias de GR

REFERÊNCIA	AS/NZS 4360	PMBOK	NBR ISO 31000
DEFINIÇÃO DE RISCO	Chance de algo acontecer que terá impacto sobre objetivos	Não apresenta	Efeito da incerteza nos objetivos
CAMPO DE APLICAÇÃO	Organização, atividade, função, empreendimento, produto, ativo	Empreendimentos	Organização em todos os níveis (estratégico, operacional, de programas ou empreendimentos)
ESCOPO	- Escopo, objetivos e definições - Processo - Estabelecimento efetivo	- Apresentação - Planejamento - Processo	- Escopo, termos e definições - Princípios - Estrutura - Processo
ABORDAGEM	Guia de GR genérico, isto é, com aplicação abrangente a atividades, decisões e operações de qualquer organização, grupo ou indivíduo, independentemente da indústria ou setor econômico	Conjunto de conhecimentos sobre riscos como uma das áreas de conhecimento da gestão de empreendimentos, sendo, assim, definida por seus requisitos e descrita em termos de processo. Serve de base para as organizações realizarem a gestão de seus empreendimentos	Fornecer "diretrizes para gerenciar riscos enfrentados pelas organizações, cuja aplicação pode ser personalizada" e "uma abordagem comum para gerenciar qualquer tipo de risco e não é específico para qualquer indústria ou setor"

Fonte: Autor, baseado em Standards Australia/Standards New Zealand (2004a), Project Management Institute (2017) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (2018).

O PMBOK (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017) tem foco sobre a gestão de empreendimentos, definidos como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”³. Por outro lado, a AS/NZS 4360 (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a) e NBR ISO 31000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018) são guias voltados para direcionar organizações, com abordagem em diversos níveis, desde operacional até estratégico, de empreendimentos a programas. Vale, nesse ponto, destacar a

³ Para os fins deste trabalho, o termo “projeto” empregado no PMBOK corresponde a empreendimento (ver Capítulo 1).

diferença de abordagens entre a GR de empreendimentos e a gestão de riscos corporativos.

Riscos corporativos são considerados medidas da incerteza de eventos que podem afetar (positiva ou negativamente) o alcance dos objetivos organizacionais (OLIVA, 2016). A gestão de riscos corporativos é, assim, definida como um conjunto de atividades e processos que devem permear a estratégia e operações da organização, a fim de apoiar a criação e proteção de valor. Seu objetivo último é melhorar o desempenho da organização, constituindo-se em um meio para o desenvolvimento e execução de sua estratégia, a fim de que se cumpra a missão e se atinja a visão prevista em seu planejamento estratégico (COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMISSION, 2020).

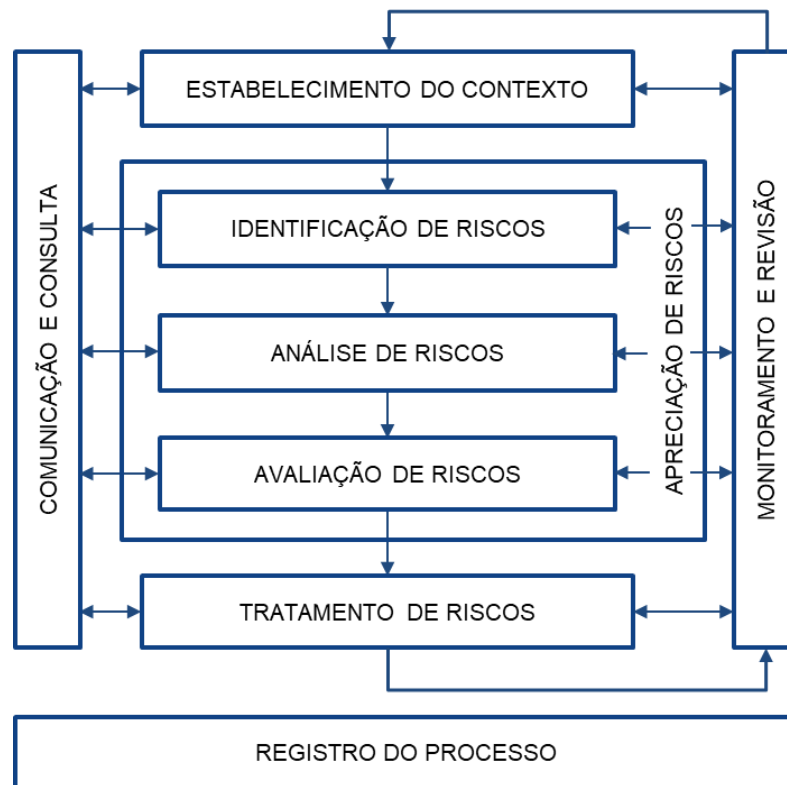
Nessa toada, a gestão de riscos, enquanto cultura, processos e estruturas direcionadas para o aproveitamento de oportunidades enquanto gerencia efeitos adversos, está relacionada com o desempenho da organização onde é aplicada. Dessa forma, a GR ganha aplicação no âmbito geral das organizações e da governança corporativa, ao prover garantia razoável para o grupo de direção e gestão de que os objetivos organizacionais serão atingidos dentro de um nível de riscos tolerável (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004).

2.2 PROCESSO DE GESTÃO DE RISCOS

2.2.1 Visão geral

Mais do que um conjunto de técnicas, gestão de riscos são ações e decisões tomadas em um contexto social, formado por partes com interesses diversos e mutáveis no desenvolvimento do empreendimento (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a). Para acompanhar o dinamismo que cerca as atividades econômicas, a gestão de riscos é aplicada por meio de um processo iterativo (Figura 3), que busca controlar e monitorar os riscos planejados, bem como tratar possíveis riscos emergentes (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

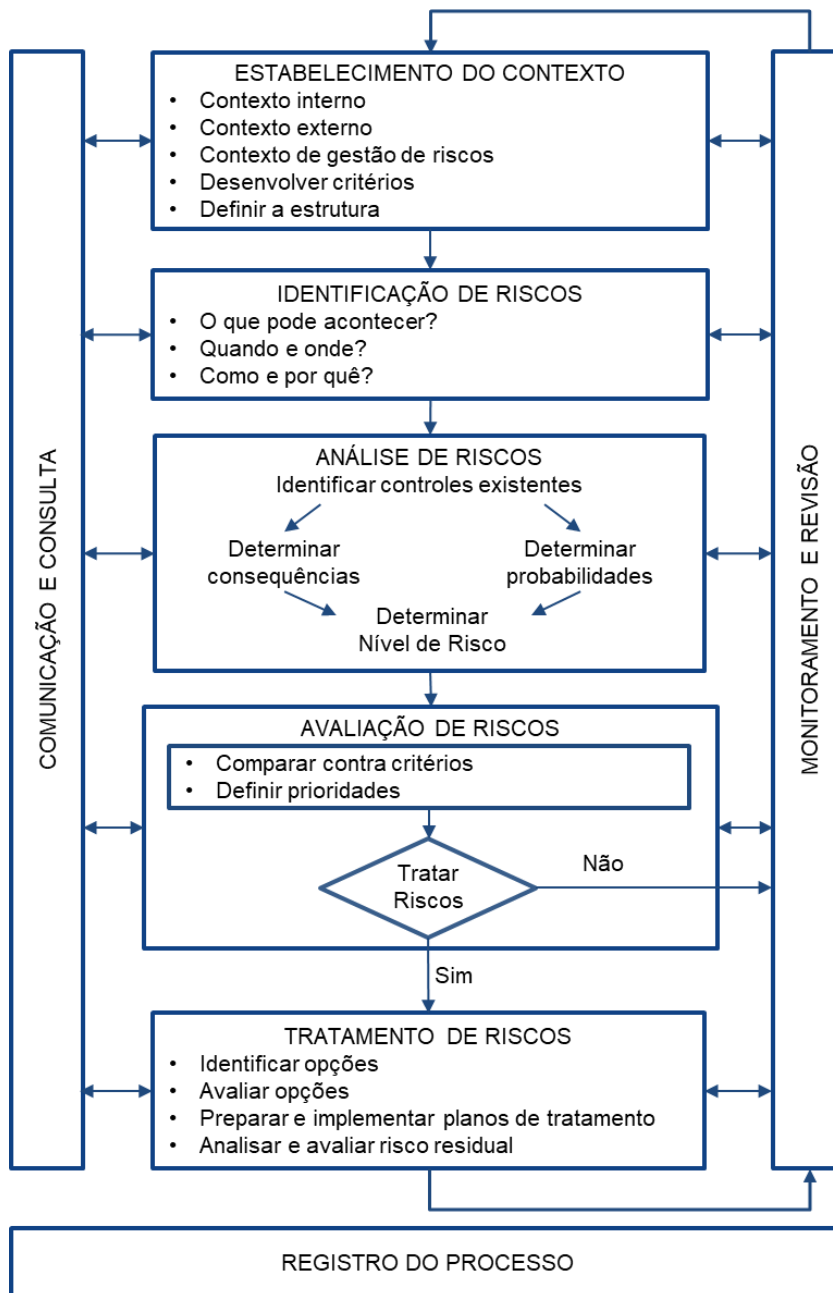
Figura 3 – Processo de gestão de riscos (sintético)



Fonte: Autor, baseado em Standards Australia/Standards New Zealand (2004a) e Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018.

Guardadas as diferenças terminológicas, o processo é composto por oito componentes interligados e aplicados de forma iterativa. Cada componente é constituído por um processo próprio, que compreende coleta de informações (entrada), processamento e geração de dados relevantes (saídas) para tomada de decisão. O componente “comunicação e consulta” fornece base para o fluxo de informações presente nos demais componentes. Já o processo de “estabelecimento do contexto” (ou contextualização) auxilia na personalização do processo de GR e fornece informações úteis para a “apreciação de riscos”, macroprocesso que envolve a “identificação de riscos”, “análise de riscos” e “avaliação de riscos”, cujo resultado final é a decisão sobre o “tratamento de riscos”. “Monitoramento e revisão” permite a verificação do desempenho dos demais componentes, estando interligado a todos, e o “registro do processo” atua na documentação e comunicação dos resultados de todos os componentes, para que o processo de tomada de decisão seja realizado. Os componentes do processo de GR e seus processos internos são apresentados de forma detalhada na Figura 4.

Figura 4 – Processo de gestão de riscos (detalhado)



Fonte: Autor, baseado em Standards Australia/Standards New Zealand (2004b) e Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018.

Como se verifica, esse processo envolve a realização de procedimentos integrados para: estabelecer mecanismos de comunicação e consulta entre partes interessadas; definir escopo, contextos de aplicação e critérios para avaliação dos riscos; mapear e apreciar possíveis flutuações nos resultados do empreendimento; selecionar e implementar medidas preventivas e de tratamento dos riscos remanescentes; monitorar os resultados e revisar as atividades desenvolvidas; e documentar e relatar

os resultados do processo (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Os componentes do processo de GR presentes nas principais referências adotadas neste trabalho são apresentados, de forma comparativa, no Quadro 2. Apesar de guardarem diferenças terminológicas e de explicitação dos componentes, essas referências abordam de forma similar o processo de GR e seus componentes. O PMBOK (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017) não trata separadamente os componentes “comunicação e consulta”, “estabelecimento do contexto”, “avaliação de risco” e “registro do processo”. Os componentes não explicitados são abordados em outros componentes do processo de GR: “comunicação e consulta”, “estabelecimento do contexto” e “registro do processo” fazem parte do processo “planejar o gerenciamento dos riscos”; enquanto “avaliação de risco” integra os processos de “análise dos riscos”.

Quadro 2 – Comparativo dos componentes do processo de GR conforme as principais referências empregadas na pesquisa

COMPONENTES DO PROCESSO	AS/NZS 4360	PMBOK	NBR ISO 31000
Comunicação e consulta	Comunicação e consulta	Não explicita. Inserido como parte do Planejamento	Comunicação e consulta
Estabelecimento do contexto	Estabelecimento do contexto	Não explicita. Inserido como parte do Planejamento	Escopo, contexto e critérios
Identificação de risco	Identificação de risco	Identificar os riscos	Identificação de risco
Análise de risco	Análise de risco (qualitativa, semi-quantitativa e quantitativa)	Análise qualitativa e Análise quantitativa	Análise de risco
Avaliação de risco	Avaliação de risco	Não explicita. Inserido como parte da Análise	Avaliação de risco
Tratamento de risco	Tratamento de risco	Planejar as respostas e Implementar as respostas	Tratamento de risco
Monitoramento e revisão	Monitoramento e revisão do processo	Monitorar os riscos	Monitoramento e análise crítica do processo
Registro do processo	Registro do processo	Não explicita. Inserido como parte do Planejamento	Registro e relato

Fonte: Autor, baseado em Standards Australia/Standards New Zealand (2004a), Project Management Institute (2017) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (2018).

Dada a importância crescente da gestão de riscos, a versão mais recente da ABNT NBR/ISO 9001 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), que trata dos requisitos de sistema de gestão da qualidade, incorporou a mentalidade de risco, visando à identificação de fatores causadores de desvios em relação aos resultados planejados e implementação de controles preventivos (respostas) no âmbito de organizações.

Conceitos e terminologias da ABNT NBR/ISO 9001 encontram alinhamento com os temas tratados pela GR, a exemplo do ciclo PDCA (do inglês *Plan-Do-Check-Act*), que, essencialmente, visa à identificação de oportunidades de melhoria de processos e produtos. No processo de GR, esse ciclo está inserido, principalmente nos processos de monitoramento e revisão, que objetivam à melhoria contínua das etapas de identificação, apreciação e tratamento de riscos. Além disso, o monitoramento da efetividade das ações de tratamento é importante para assegurar que possíveis mudanças nas circunstâncias estão sendo consideradas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

2.2.2 Comunicação e consulta

Comunicação é o processo interativo de troca de informações e opiniões sobre os riscos e a GR, aplicado tanto nos departamentos, organizações ou unidades de negócios internos quanto com as partes interessadas externas. Consulta é um processo de comunicação informada entre a organização e as partes interessadas sobre uma questão antes de tomar uma decisão ou determinar uma ação específica (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a). Enquanto a comunicação visa o entendimento das partes interessadas internas e externas sobre os riscos, a consulta envolve a obtenção de retorno para auxiliar a tomada de decisão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

O processo de comunicação e consulta possui papel fundamental no envolvimento e engajamento das partes interessadas na GR (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Comunicação e consulta são intrínsecas ao processo de GR e o engajamento das partes interessadas tem especial importância quando elas puderem: ser afetadas por eventos de risco; impactar a efetividade do plano de tratamento; adicionar valor para a avaliação dos riscos; ou ser restringidas por

medidas de controle de riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

Há situações em que o envolvimento de partes interessadas deve ser restringido por questões de sigilo comercial ou legal. Essas circunstâncias devem ser explicitadas no plano de comunicação e consulta e a perspectiva das referidas partes interessadas pode ser ainda considerada por outros meios (inteligência ou informações comerciais) (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

Comunicação e consulta permite a explicitação e formalização do processo de GR para as partes interessadas, contribuindo para que pontos de vista e lições aprendidas sejam considerados. No âmbito interno, o fluxo de informações entre os níveis organizacionais cria oportunidades de diálogo e coordenação, o que favorece o alinhamento e coerência da GR em toda a organização (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Comunicação com partes interessadas externas ajuda a criar certeza sobre áreas críticas de interesse mútuo, possibilitando o estabelecimento de uma GR colaborativa para obtenção de resultados comuns (“ganha-ganha”) e resultando em maior eficiência e eficácia no tratamento dos riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

2.2.3 Estabelecimento do contexto

Por meio do estabelecimento do contexto, é possível personalizar o processo de GR, propiciando uma avaliação de riscos eficaz e a definição de estratégias de tratamento apropriadas para a organização, atividade, processo ou empreendimento e as partes interessadas envolvidas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). O estabelecimento do contexto proporciona entendimento sobre os fatores que podem influenciar a habilidade das partes interessadas em atingir seus objetivos. Nessa etapa, estão incluídos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a):

- a) estabelecimento dos contextos:
 - a. externo: ambiente externo em que as atividades serão desenvolvidas, as partes interessadas externas e seus interesses, valores, política de comunicação, ameaças e oportunidades;

- b. interno: cultura organizacional, partes interessadas internas, capacidades (em termos de recursos), metas e objetivos;
 - c. de gestão de riscos: metas, objetivos, estratégias, escopo e parâmetros, incluindo considerações sobre custos, benefícios, oportunidades, recursos e registros.
- b) critério de risco: parâmetro contra o qual o risco é avaliado, cuja escolha é reflexo do contexto estabelecido; e
 - c) definição da estrutura: subdivisão da atividade, processo ou empreendimento em uma estrutura lógica para que os riscos significantes não sejam negligenciados.

Resultam dessa etapa, definições e esclarecimentos sobre (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b):

- a) objetivos da organização, empreendimento ou atividade e das partes interessadas;
- b) ambiente em que serão perseguidos os objetivos;
- c) escopo e objetivos principais da GR, condições de contorno e resultados esperados;
- d) critérios para avaliar a significância dos riscos; e
- e) elementos para estruturação da identificação e avaliação dos riscos.

Os objetivos de empreendimentos referem-se a parâmetros para resultados mensuráveis quanto a custo, cronograma, escopo, qualidade ou outro critério definido pelas partes interessadas (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Cada empreendimento, por estar inserido em um contexto de desenvolvimento específico, contém em si determinados objetivos e uma margem de desvio em relação aos quais o efeito dos riscos é avaliado, para que se possa tomar a decisão mais adequada sobre como proceder diante das ameaças e oportunidades.

É fundamental, nesse processo, entender o ambiente de negócios do empreendimento, formado pelo macroambiente de forças ambientais (fatores econômicos, sociais, políticos, tecnológicos, de meio ambiente etc.) e pelo microambiente de forças dos elos da indústria (cliente, parceiro, fornecedor,

competidor, agente regulador etc.), com poder de influência sobre a organização e suas atividades (OLIVA, 2016).

Dessa forma, inclui-se a identificação das partes interessadas e a análise de suas preocupações e necessidades, bem como entendimento sobre seu poder de influência para o alcance dos objetivos. O envolvimento das partes interessadas na GR favorece a identificação e caracterização dos riscos e a definição e operacionalização das estratégias de tratamento, proporcionando aceitação e a geração de soluções construtivas. Assim, falhas nesse processo podem prejudicar a aceitação das propostas de tratamento dos riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

O escopo da GR inclui definições sobre resultados esperados, planejamento, ferramentas e técnicas, recursos empregados, responsabilidades e relacionamento com outras atividades do empreendimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Com isso, no estabelecimento do contexto, define-se como a GR estará inserida nos processos de concepção, projeto e planejamento executivo do empreendimento, a fim de que cumpra seu papel de proteção e geração de valor e apoio à tomada de decisão. No âmbito de ECCs, por exemplo, o desenvolvimento do programa de necessidades, a definição do escopo, o desenvolvimento do anteprojeto e o detalhamento dos projetos executivos são consideradas atividades críticas do ponto de vista de risco, podendo ser priorizadas quando da definição do escopo da GR na fase de pré-construção (ANDERY; BARRETO, 2015).

Critérios para avaliar a significância dos riscos são parâmetros de referência para a estratégia de tratamento a ser adotada (evitar, aceitar, mitigar ou compartilhar) (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). No caso de empreendimentos, o critério de risco é definido como o indicador de apetite a riscos da organização e partes interessadas, traduzindo-se em um limite para os riscos mensuráveis de cada objetivo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Por fim, a estruturação da avaliação dos riscos se dá por meio do estabelecimento de critérios para as consequências e probabilidades de ocorrência dos riscos, empregados posteriormente na definição de escalas para a análise dos riscos. E a

identificação dos riscos é formatada mediante a escolha de elementos-chave ou critérios de categorização, que auxiliarão posteriormente o reconhecimento dos fatores de risco (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). A definição da estrutura pode derivar na elaboração de uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR), que organiza e categoriza os riscos por fonte, objetivo ou área afetada, fase, papéis e responsabilidades ou atividade desenvolvida (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

2.2.4 Identificação de riscos

A identificação de riscos, como primeira etapa do processo de apreciação de riscos⁴, tem grande relevância para a condução do processo de GR, influenciando diretamente os resultados alcançados nas demais etapas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). O envolvimento das partes interessadas nesse processo permite uma análise mais abrangente sobre as fontes, causas e eventos para os riscos do empreendimento, o que contribui, paralelamente, para a definição de responsáveis e construção de um senso de propriedade entre os afetados (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

O processo de identificação baseia-se na estrutura lógica de elementos-chave da organização, processo ou atividade avaliada, conforme definições do estabelecimento do contexto (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). Para empreendimentos, o uso de uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR) apoia e facilita a operacionalização desse processo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Além disso, a categorização dos riscos favorece o desenvolvimento de estratégias de tratamento mais eficazes, por meio da concentração da atenção nas categorias mais críticas ou implementação de respostas genéricas para os grupos de riscos que

⁴ De acordo com o processo prescrito pela NBR ISO 31000, após o estabelecimento do contexto, escopo e critérios, tem-se o “processo de avaliação de riscos”, definido como “processo global de identificação de riscos, análise de riscos e avaliação de riscos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018, p.12). Verifica-se, nesta definição, o duplo emprego da expressão “avaliação de riscos”, como processo e subprocesso. Visando diferenciar processo de subprocesso, neste trabalho, o processo global de avaliação de riscos será denominado como “apreciação de riscos”, seguindo terminologia empregada em Silva (2012, p. 23).

possam permitir maior proteção de valor para o empreendimento (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

As categorias de risco, estabelecidas na contextualização, servem de guia para que os envolvidos possam responder questões fundamentais, como (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b):

- a) O que (evento causador) pode acontecer, quando e onde?
- b) Quais seriam os efeitos do evento (consequências) sobre os objetivos?
- c) Por que (causas) e como (cenários possíveis) o evento ocorre?
- d) Quem pode estar envolvido na causa (fonte) e quem pode ser afetado (sente efeitos)?
- e) Que controles se fazem presentes para tratar o risco?
- f) Que circunstâncias podem atrapalhar a efetividade dos controles existentes?

O emprego de informações históricas pode ser o ponto de partida do processo, complementado pela participação e consulta a pessoas internas ou externas, preferencialmente com experiência no tipo de atividade, empreendimento ou processo avaliado, a fim de que se possa coletar lições aprendidas e estas possam auxiliar no detalhamento dos potenciais riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Quanto às técnicas, destaca-se o uso do brainstorming, listas de verificação, entrevistas, análise de causa-raiz, análise SWOT, ou outras mais estruturadas, a depender do nível de severidade dos riscos, contexto do empreendimento e da disponibilidade de recursos, conforme a definição do escopo da GR (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

O resultado do processo é o registro dos riscos, que, além dos elementos acima, pode incluir:

- a) uso de identificador exclusivo para cada risco;
- b) especificação de risco estruturada, a fim de diferenciar os riscos de suas causas e efeitos; e

- c) possíveis opções de tratamento, a ser confirmadas posteriormente (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

2.2.5 Análise de riscos

A análise de riscos tem como objetivo compreender a natureza e características dos riscos quanto a: probabilidade dos eventos causadores, natureza e magnitude das consequências e complexidade e conectividade entre os fatores de risco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). O resultado do processo de análise é a identificação de prioridades entre as fontes de risco e seus efeitos sobre os objetivos do empreendimento, formando um conjunto de informações técnicas direcionados para apoiar decisões sobre necessidade de tratamento, respectivas estratégias e métodos mais apropriados (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

O processo de análise compreende a construção de entendimento sobre as consequências e a probabilidade dos riscos, por meio de julgamento subjetivo (qualitativo) ou estimativas numéricas baseadas em dados históricos. Dependendo do propósito e escopo da GR e da disponibilidade de dados e recursos, a análise de riscos pode ser realizada de forma qualitativa, semi-quantitativa, quantitativa ou uma combinação dessas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

A análise qualitativa prescinde do emprego de escalas numéricas para analisar os riscos, valendo-se de conceitos para enquadrar a situação correspondente a probabilidade e consequência. Na semi-quantitativa, as escalas descritivas da análise qualitativa recebem valores numéricos representativos da magnitude da probabilidade e consequência. E a análise quantitativa emprega escalas numéricas baseadas em dados obtidos de registros históricos, julgamento especializado, literatura de referência, experimentos e prototipagem, modelos e simulações, pesquisa de mercado, entre outras fontes possíveis, acompanhados da explicitação dos níveis de confiança empregados (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

De forma geral, a análise qualitativa é realizada primeiramente, para obter um indicador dos níveis de riscos e revelar fatores de risco mais relevantes, os quais podem merecer análises posteriores mais específicas e numericamente robustas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a). A abordagem escolhida deve ser aquela mais adequada para o contexto e critérios de risco, não sendo o caso de afirmar que um método é superior ao outro, mas que eles se complementam (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

A abordagem qualitativa pode ser definida pelo emprego de métodos que privilegiam avaliações subjetivas e descritivas, no lugar de numéricas, para definir os níveis dos riscos e, com isso, estabelecer priorização para o processo de tratamento. Nesse formato, o objetivo é obter um retrato inicial sobre a natureza e características dos riscos, sendo aplicável a situações em que:

- a) a precisão de métodos quantitativos não é necessária;
- b) o nível de riscos não justifica o emprego de análise numérica; ou
- c) dados históricos não estão disponíveis ou são inadequados (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

Na abordagem qualitativa, a análise tem natureza proeminentemente subjetiva, uma vez que, em geral, são empregadas escalas descritivas para identificar os níveis de probabilidade e impacto dos riscos individuais. Com isso, evitar a parcialidade de julgamentos é uma das diretrizes para condução da etapa e o envolvimento das partes interessadas na aplicação dos métodos pode contribuir para isso (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

O emprego da abordagem semi-quantitativa requer cuidado na interpretação dos resultados provenientes dos valores usados para representar as escalas descritivas do método qualitativo. Assim, quando for possível estabelecer escalas numéricas baseadas em dados sobre os níveis de probabilidade e impacto, a abordagem quantitativa é indicada (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

Essencialmente, o nível de risco é uma combinação dos componentes probabilidade de ocorrência e impacto (consequências) e os fatores de risco podem ser analisados

pela expressão simples (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b):

$$NR_f = P_f \times I_f$$

Onde: NR_f é o nível de risco do fator f ; P_f a probabilidade de ocorrência do fator f ; e I_f o impacto do fator f .

O tipo de escala de probabilidade e impacto e suas subdivisões estão relacionados com o contexto, escopo, recursos e uso previsto dos resultados no processo de avaliação e tratamento. Tabelas de probabilidade e consequência são usadas para prover entendimento sobre as escalas de magnitude empregadas, podendo estar relacionadas a vários objetivos avaliados, empregando-se descritores (título dos níveis) e descrições. As tabelas de probabilidade podem ter, ainda, indicadores de frequência esperada para os eventos originadores dos riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

A representação gráfica dos resultados comumente empregada é a matriz de probabilidade e impacto ou matriz de riscos (Figura 5), em que os riscos são separados em grupos de acordo com a combinação de probabilidade e impacto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Os níveis resultantes do cruzamento entre probabilidade e impacto podem estar relacionados com o nível de atenção requerido nos processos de avaliação e tratamento. Assim, as combinações resultantes devem refletir a percepção da organização e partes interessadas sobre os riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

Figura 5 – Representação gráfica do nível de risco (matriz de riscos)

Probabilidade	Provável	Médio Risco	Alto Risco
	Improvável	Baixo Risco	Médio Risco
		Menor	Maior
		Impacto	

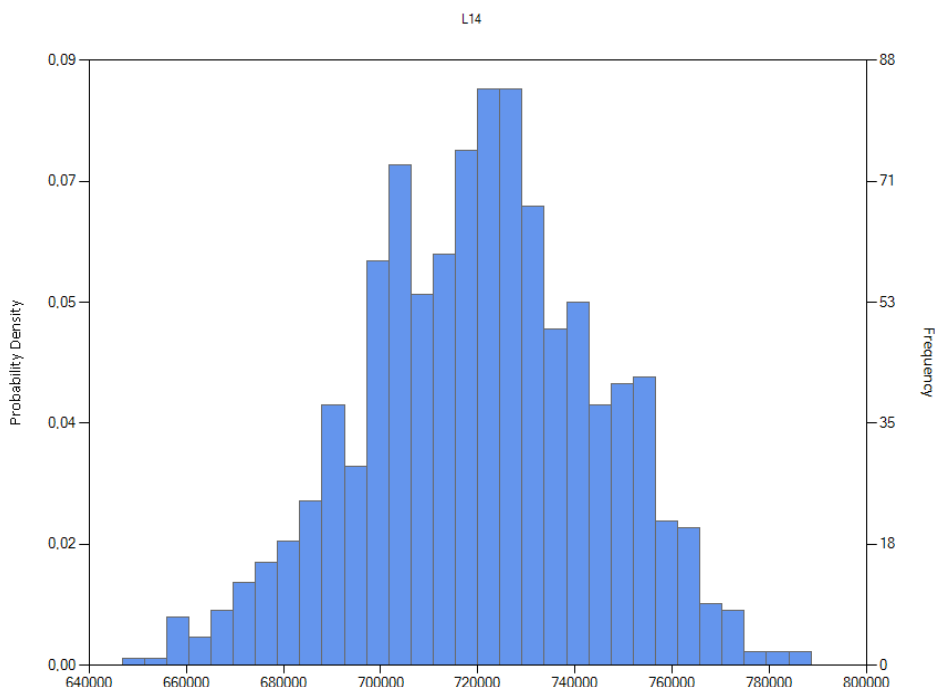
Fonte: Adaptado de Standards Australia/Standards New Zealand (2004b, p. 50).

A análise qualitativa compreende o emprego de métodos como reunião de grupos multidisciplinares, julgamento de especialistas, questionários e entrevistas estruturadas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). Por outro lado, a abordagem quantitativa envolve técnicas de análise de dados, como simulação de Monte Carlo, análise de sensibilidade, análise de árvore de decisão e diagrama de influência, que auxiliam o processo de tomada de decisão, por meio de representações da incerteza com emprego de distribuições de probabilidade ou ramos probabilísticos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

A simulação de Monte Carlo permite a geração de cenários possíveis para os resultados do empreendimento, para que os gestores, com base na probabilidade de ocorrência de cada cenário, definam aquele que melhor se adequa ao contexto e critérios de risco. O método combina a estimativa de referência de determinado objetivo do empreendimento, por exemplo, o orçamento ou o cronograma, com os fatores de risco identificados e priorizados. Realiza-se, então, múltiplas iterações com números aleatórios, seguindo determinadas distribuições de probabilidade, escolhidas para representar o efeito dos riscos sobre o objetivo em análise (CAVALCANTE FILHO, 2019; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

O resultado da simulação é uma amostra de valores finais possíveis do objetivo estudado, ou seja, o custo total do empreendimento ou o prazo de conclusão, que podem ser visualizados em um histograma (Figura 6). É possível, ainda, integrar objetivos do empreendimento, considerando, por exemplo, efeitos da variação da produtividade e quantidade sobre a duração de determinada atividade, para, então, combiná-los com as variáveis estocásticas representativas dos riscos, gerando um modelo integrado de riscos (ALARCÓN *et al.*, 2011).

Figura 6 – Exemplo de histograma para estimativa de custo de um ECC



Fonte: Autor.

O percentil de cada valor encontrado no histograma representa a margem de confiança desse valor. Por exemplo, o valor no percentil 50 (metade dos valores da simulação são menores que ele e a outra metade é maior) indica que esse valor pode ser superado por metade dos resultados possíveis. A diferença entre o valor da simulação e o valor da estimativa inicial (obtido do projeto) representa a margem de contingência para a variável analisada. Logo, quanto maior a margem de confiança adotada, maior será a contingência empregada e menor a exposição aos riscos. A fim de ilustrar, verifica-se casos de emprego de uma margem de confiança de 80% para obras de infraestrutura (ALARCÓN *et al.*, 2011; CAVALCANTE FILHO, 2019).

O Tribunal de Contas da União recomenda o emprego da análise quantitativa com emprego de ferramentas como a simulação de Monte Carlo para quantificar os riscos e calcular a reserva de contingência nas contratações integradas instituídas pelo Regime Diferenciado de Contratações, por meio da Lei 12.462/2011. O objetivo é remunerar o contratado pelos riscos assumidos por ele nessa modalidade de contratação, já que não cabem aditivos, exceto os decorrentes de caso fortuito ou força maior e por necessidade de alteração do projeto ou das especificações para

melhor adequação técnica aos objetivos da contratação, a pedido da administração pública, desde que não decorrentes de erros ou omissões por parte do contratado (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2014).

A análise de riscos pode ser decomposta em subetapas: (1) qualitativa, para estimar a probabilidade e impacto dos riscos; (2) priorização dos riscos considerados críticos, com base em resultados anteriores; e (3) análise quantitativa dos riscos críticos (ALARCÓN *et al.*, 2011). Em algumas circunstâncias, a análise dos controles existentes deve ser levada em conta, a fim de verificar sua influência sobre os níveis de risco, antes do planejamento das estratégias de tratamento (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

2.2.6 Avaliação de riscos

A avaliação corresponde, em linhas gerais, à comparação entre os resultados da análise e os critérios de risco, a fim de apoiar a decisão sobre a necessidade de ação adicional, incluindo tratamento, alteração de objetivos ou realização de novas análises (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). A tomada de decisão deve se apoiar no contexto de riscos e na tolerância (ou apetite) a riscos da organização e partes interessadas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Agora que mais informações são conhecidas sobre os riscos, convém, nesta altura, revisar os critérios de risco definidos na fase de estabelecimento do contexto. Os critérios podem ser quantitativos ou qualitativos. A matriz de riscos qualitativa, por exemplo, geralmente contém critérios implícitos, usados para definir prioridades e ações requeridas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

O critério de risco mais simples separa os riscos que exigem tratamento daqueles que prescindem de ações adicionais, procedimento que desconsidera o espectro de incertezas dos variados fatores inerentes à atividade, processo ou empreendimento avaliado. Assim, uma abordagem comum é dividir os riscos em três faixas (Figura 7):

- a) superior: de riscos intoleráveis, que exigem medidas de redução do nível de risco, a não ser que o custo incorrido no tratamento seja desproporcional;

- b) intermediária: de riscos que demandam análise de custo-benefício sobre as medidas de tratamento; e
- c) inferior: de riscos negligenciáveis, cuja redução não compensa o custo incorrido com tratamento.

Figura 7 – Exemplos de critérios implícitos na matriz de riscos qualitativa

FAIXA	DESCRIPTOR	NÍVEL DE ATENÇÃO	AÇÃO REQUERIDA	PRIORIDADE
Superior	Alto Risco	Atenção da alta diretoria, com plano de ação e responsabilidades definidas	Reduzir nível de risco, em regra	Ação imediata (curto prazo)
Intermediária	Médio Risco	Monitoramento específico, com procedimentos e responsabilidades definidas	Analisar custo-benefício das medidas de tratamento	Ação planejada (médio a longo prazo)
Inferior	Baixo Risco	Gestão por meio dos procedimentos rotineiros, sem recursos específicos	Aceitar e acompanhar risco, em regra	Ação rotineira

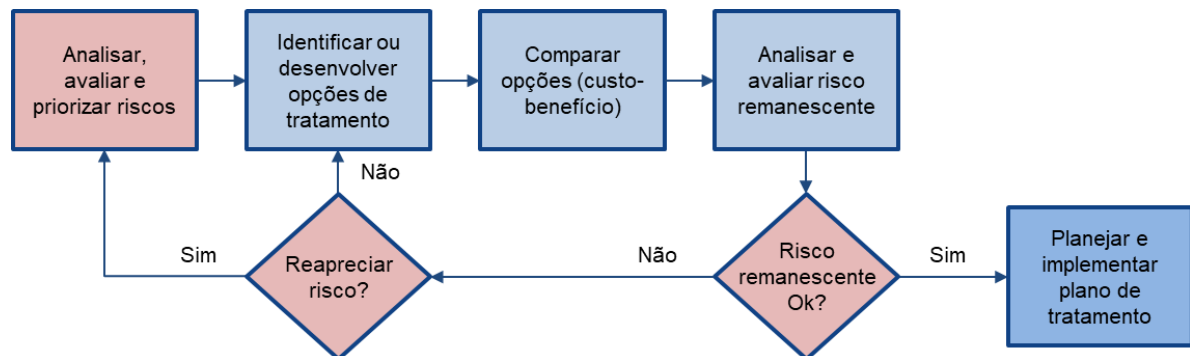
Fonte: Adaptado de Standards Australia/Standards New Zealand (2004b).

O estabelecimento dos limites entre essas faixas depende do julgamento de especialistas, levando em conta as necessidades e pontos de vista dos afetados. Outro procedimento pode ser o emprego de dados históricos sobre a experiência pregressa em atividades ou empreendimentos semelhantes e a necessidade de tratamento vivenciada, com as devidas adaptações para a situação em pauta e considerações sobre mudanças no nível de tolerância da organização e partes interessadas, conforme o contexto do ambiente de negócios atual (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

2.2.7 Tratamento de riscos

O processo de tratamento de riscos visa identificar e comparar alternativas de resposta, para definir estratégias e ações de manejo para os riscos considerados prioritários e respectivos responsáveis pela implementação (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Trata-se de processo iterativo de formulação e seleção de opções de tratamento, planejamento e implementação das ações, avaliação da eficácia do tratamento, verificação da aceitabilidade do risco remanescente e adoção de tratamento adicional, se for o caso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Na Figura 8, ilustra-se esse processo.

Figura 8 – Processo de tratamento de risco



Fonte: Autor, baseado em Standards Australia/Standards New Zealand (2004b), Project Management Institute (2017) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (2018).

As opções de tratamento dos riscos envolvem basicamente as ações de evitar, prevenir, mitigar, transferir (ou compartilhar) e assumir (ou aceitar), cuja denominação varia conforme a referência adotada (Quadro 3). Evitar o risco resulta na não realização de negócios e, com isso, impossibilita o usufruto de benefícios para a organização. Com isso, as alternativas mais usuais para lidar com o risco envolvem alteração da probabilidade ou da consequência ou, ainda, de ambas (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

Quadro 3 – Opções de tratamento de riscos.

REFERÊNCIA	AS/NZS 4360	PMBOK	NBR ISO 31000
OPÇÕES DE TRATAMENTO (AMEAÇAS)	Evitar (não iniciar ou continuar atividade)	Escalar (mudar gestão para nível de programa, portfólio ou outra parte relevante da organização)	Evitar (não iniciar ou continuar atividade)
	Remover ou reduzir causa	Prevenir (alterar objetivo, remover causa, reduzir escopo, prorrogar cronograma)	Remover fonte
	Mudar probabilidade	Mitigar (diminuir probabilidade e/ou impacto)	Mudar probabilidade
	Mudar consequências (medidas preventivas - ex. dispositivos de proteção - ou reativas - ex. planos de continuidade)		Mudar consequências
	Compartilhar (contratos, seguros, parcerias, empreendimentos conjuntos)	Transferir (mudar responsabilidade via pagamento de prêmio)	Compartilhar (contratos, seguros)
	Retar (para riscos residuais)	Aceitar ativamente (estabelecer reserva de contingência)	Retar (por decisão fundamentada)
		Aceitar passivamente (não envolve ação além de monitorar)	Assumir

Fonte: Autor, baseado em Standards Australia/Standards New Zealand (2004a), Project Management Institute (2017) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (2018).

Antes de definir as opções de tratamento, é importante analisar com profundidade adequada as causas do risco, a fim de tratá-las, e não somente as consequências. Desde que a organização tenha controle sobre sua ocorrência, as fontes de ameaças podem ser removidas ou reduzidas, por meio de mudanças organizacionais. (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

Quando os eventos de risco não estão sob controle da organização, como questões econômicas ou desastres naturais, a opção viável é reduzir a vulnerabilidade às consequências. Se pouco pode ser feito diante da ocorrência do risco, resta à organização adaptar-se a ele e monitorar seu surgimento e evolução (aceitação passiva). Quando algo puder ser feito, ações de mitigação dos efeitos são consideradas e inseridas por meio de planos de contingência (aceitação ativa). As consequências podem ser modificadas, também, por meio da alocação dos riscos via instrumentos contratuais ou seguros. A contratação de terceiros para atividades ou funções específicas é uma forma de transferir ou compartilhar o risco com organizações em melhores condições de lidar com ele (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Como os riscos estão normalmente conectados, o plano de tratamento deve ser parte de uma estratégia global que considera essas dependências críticas e o envolvimento das partes interessadas responsáveis pela sua implementação (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). A montagem do plano de tratamento deve considerar a adequação das alternativas escolhidas com a relevância do risco, para que haja proporcionalidade entre recursos despendidos e benefícios obtidos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

A seleção do tratamento depende de análise comparativa entre: benefícios potenciais para os objetivos da organização, atividade ou empreendimento; e os custos, esforço ou desvantagens decorrentes da implementação, levando-se em conta o contexto e valores e percepções das partes interessadas. É importante considerar a adoção de critérios de julgamento não exclusivamente financeiros, como obrigações, compromissos, responsabilidade social e legal. Riscos considerados raros mas com elevado potencial de danos, por exemplo, podem justificar ações de tratamento que não seriam justificáveis economicamente (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS

NEW ZEALAND, 2004a; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Benefícios podem surgir diretamente da redução das consequências ou da probabilidade de ocorrência do risco para a organização e partes interessadas; ou indiretamente, por exemplo, da economia na redução de prêmio de seguro ou por melhorias intangíveis, como da reputação da organização. Analogamente, custos podem envolver despesas diretas associadas com a implementação do tratamento; ou despesas indiretas, como custo de oportunidade de outras atividades do *core business* da organização (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

Custos e benefícios quantificáveis podem ser analisados e comparados de forma quantitativa, com a obtenção da razão de benefícios totais sobre custos incorridos e posterior comparação com determinado nível indicativo de viabilidade do tratamento. Quando intangíveis, a análise qualitativa pode ser realizada, empregando-se uma escala de equivalência como as utilizadas para análise do impacto dos riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Como as medidas de tratamento podem gerar riscos secundários, que surgem como resultado da implementação do tratamento, ou podem persistir riscos residuais após o tratamento, é importante ter consciência sobre os riscos remanescentes (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Por exemplo, quando uma organização transfere um risco, acaba adquirindo outro, o de que a organização para a qual o risco foi transferido não consiga administrá-lo adequadamente (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

Dentre as possíveis respostas a riscos de ECCs, pode-se citar as apólices de seguros com cobertura sobre eventos específicos da obra, as margens de contingência, as taxas remuneratórias para assumir as consequências das incertezas (ou taxas de riscos) e, ainda, as alterações contratuais, subsidiárias às demais alternativas, para os casos de elevados efeitos dos riscos.

O compartilhamento dos riscos é um componente essencial para o controle dos riscos, sendo realizado por meio da verificação das habilidades de controle dos riscos e da capacidade de suportar os riscos dos participantes do empreendimento e razoavelmente alocar os fatores de risco aos participantes com maior capacidade de gerenciá-los (CHEN; WANG; WANG, 2020).

2.2.8 Monitoramento e revisão

O processo de monitoramento possibilita a contínua verificação da efetividade das medidas de controle e de tratamento e de possíveis alterações no quadro de exposição a riscos, habilitando a tomada de decisão com base em informações atualizadas. Revisão envolve a análise periódica do registro de riscos, dos níveis de risco e dos resultados obtidos em seu tratamento, permitindo a aplicação de melhorias no processo de GR (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017; STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

No caso de empreendimentos, o comportamento dinâmico verificado nos contextos organizacional e de negócios indica como o processo de monitoramento e revisão deve ser realizado. Mudanças nos objetivos, na tolerância a riscos e no engajamento de partes interessadas, por exemplo, podem provocar o surgimento, alteração ou desaparecimento de riscos individuais ou, ainda, alterações no nível de risco global do empreendimento (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017; STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

A análise de sucessos e falhas experimentados fornece informações valiosas para o registro e divulgação de lições aprendidas aos envolvidos. O objetivo final é a melhoria do processo de GR, mediante procedimento sistemático de análise e revisão dos controles e das atividades de identificação, análise, avaliação e tratamento dos riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). Nesse sentido, a promoção de revisões regulares dos riscos, durante o andamento das fases do empreendimento, auxilia a atualização do quadro de riscos, o exame da eficácia do tratamento e a identificação de lições aprendidas (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Por conta da limitação de recursos, a organização deve priorizar o monitoramento e revisão: de riscos de nível mais alto ou relativos a atividades muito dinâmicas; do nível de confiança das estratégias de tratamento de riscos com alto impacto ou muito frequentes; e do critério de risco, especialmente quando se verifica um nível de risco remanescente elevado (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).

Nesse diapasão, o desempenho do processo de GR pode ser medido por meio de indicadores de desempenho (*performance indicators* – PIs) que reflitam os objetivos definidos no estabelecimento do contexto (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). A abordagem *balanced scorecards* (BSC), por exemplo, possibilita a tradução da estratégia organizacional em um conjunto de medidas com perspectivas financeiras e não financeiras voltados para orientar os colaboradores sobre o que deve ser feito para que objetivos do empreendimento sejam alcançados (GUNDUZ; AL-NAIMI, 2021).

2.2.9 Registro do processo

Os objetivos, fontes de informação, premissas, métodos e resultados de cada estágio do processo de GR devem ser registrados para permitir posterior consulta e auxiliar a interação entre as partes interessadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). São formatos de registro (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b):

- a) Registro de riscos, incluindo descrição, causas e impactos, a configuração dos controles existentes e sua influência sobre os riscos, a ordenação e a priorização geral dos riscos;
- b) Plano de ação e cronograma de tratamento, incluindo ações, respectivos responsáveis, recursos necessários, programação de implementação e mecanismo e frequência da avaliação de desempenho;
- c) Documentos de auditoria e monitoramento;
- d) Banco de dados de falhas, com detalhes sobre ocorrência e o contexto circundante, a fim de detectar padrões e relações de causalidade; e
- e) Plano de gestão de riscos da organização, documento de mais alto nível que sumariza: política, contexto interno e externo, escopo e objetivos,

responsabilidades e funções relacionados com a GR, lista de riscos e sua análise e o plano de tratamento dos principais riscos.

Os procedimentos de registro possibilitam, ainda, o desenvolvimento de um banco de dados de conhecimento sobre riscos para a organização. O desenvolvimento de um ECC é conduzido em fases, cada uma contando com agentes com autoridade para gerenciar os riscos, denominados proprietários dos riscos. Nesse sentido, o compartilhamento de informações sobre os riscos e a transmissão das atividades de GR implementadas é fundamental para que ocorra continuidade nesse processo.

3 RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1.1 Desenvolvimento de ECCs

A produção de um empreendimento de construção civil, desde sua concepção até a colocação em uso, depende de uma série de fatores, que carregam algum grau de incerteza: condições topográficas e geotécnicas; compatibilizações com edificações e infraestrutura no entorno; demandas, expectativas e engajamento das partes interessadas (*stakeholders*); recursos disponíveis; funcionamento da cadeia logística; legislação, normas aplicáveis e respectivos processos de aprovação e licenciamento; entre diversas outras variáveis.

Esse contexto de desenvolvimento complexo, dinâmico e, algumas vezes, turbulento, resulta no elevado grau de incertezas verificado nos ECCs, com potencial para afetar adversamente os objetivos planejados e o desempenho das organizações do setor, caso os efeitos dessas incertezas, os riscos, não sejam adequadamente gerenciados (OKUDAN; BUDAYAN; DIKMEN, 2021). Objetivos mensuráveis de ECCs envolvem custo, prazo, qualidade, escopo, sustentabilidade ambiental, saúde e segurança do trabalho, segurança jurídica, imagem da organização, ou quaisquer outros delineados pelas partes interessadas.

Diferentemente de outros ramos da indústria, em que os processos produtivos, em geral, ocorrem em unidades fabris, ambientes preparados e controlados para tal, na construção civil, a fabricação e montagem, em grande parcela, se dá no local de entrega do produto, o canteiro de obras, resultando na exposição a eventos incertos, como a própria ação da natureza, em nível bem superior ao verificado em ambientes fechados e controlados de fábricas (SENTHIL; MUTHUKANNAN, 2021).

Considerando que os riscos não podem ser eliminados por completo, em razão da incerteza que os cerca e da limitação de recursos, cabe aos gestores identificar e avaliar os riscos que podem resultar em ameaças aos objetivos de um empreendimento. Dessa forma, o processo de gestão de riscos (GR) contribui para a compreensão dos fatores que podem obstaculizar os objetivos do empreendimento e

o que deve ser feito para assegurar seu sucesso (ZOU; ZHANG; WANG, 2007). A aplicação da GR integrada aos processos de gestão de empreendimentos do setor resulta, por exemplo, na redução da ocorrência de atraso, custos adicionais e abandono de obras (KUMAR; NARAYANAN, 2020).

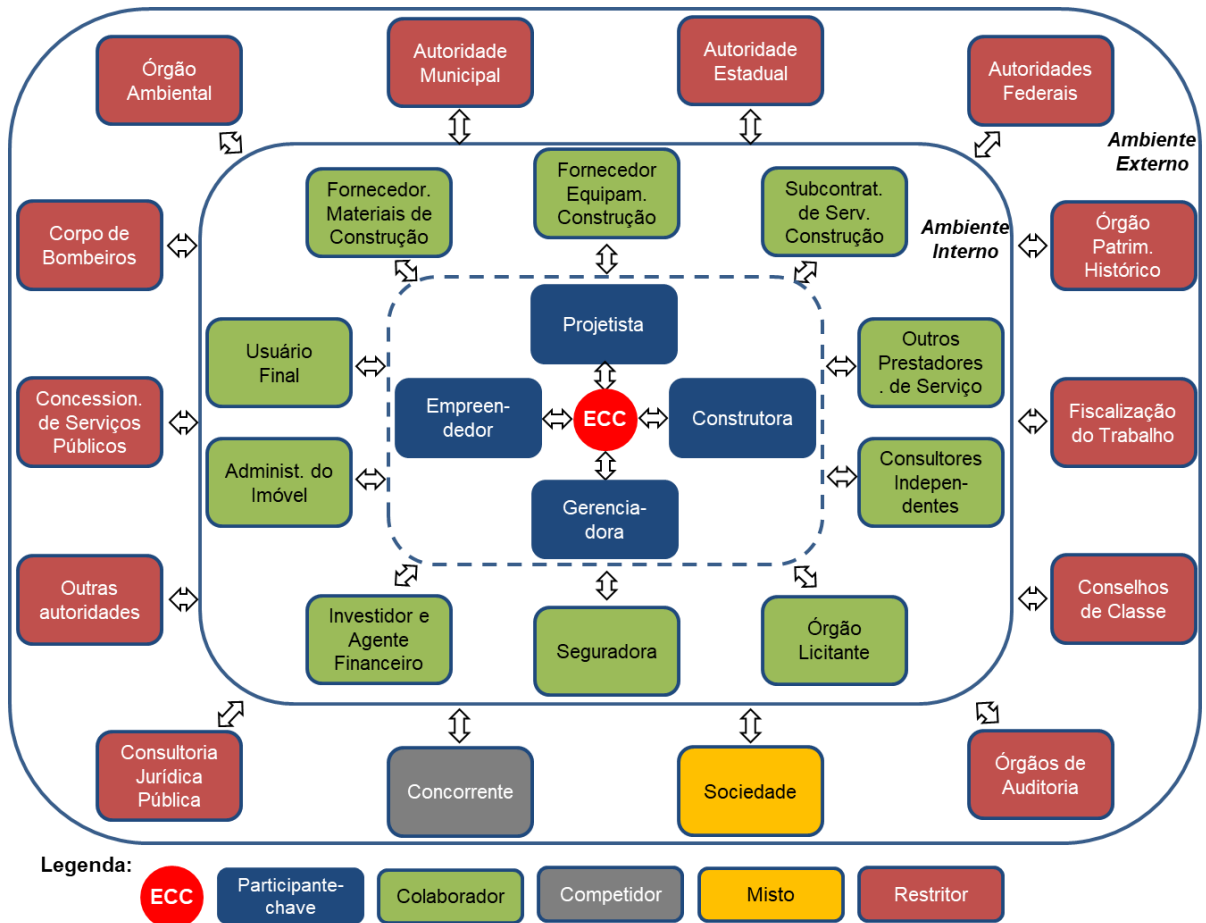
Mesmo alcançando-se o grau de precisão exigido pela legislação e as normas técnicas, um projeto de obra de engenharia invariavelmente contém uma abertura para incidentes futuros resultantes de ambiente interno ao empreendimento ou externo a ele, que tendem a modificar o cenário inicialmente considerado pelas partes. Por isso, é fundamental a gestão dessas incertezas ainda no estágio inicial de empreendimentos de construção civil (ECC).

3.1.2 Ambiente de negócios

O ambiente de negócios consiste nas várias organizações, suas relações e capacidades de influência mútua e nas forças ambientais que influenciam a forma como as organizações desenvolvem suas atividades, incluindo fatores econômicos, políticos, sociais, tecnológicos e de meio ambiente (OLIVA, 2016). O entendimento sobre o ambiente de negócios do ECC possibilita a identificação das ameaças e oportunidades e sua relação com os elos da indústria, contribuindo para o processo de estabelecimento do contexto da gestão de riscos (GR) (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

Nesse diapasão, destaca-se a importância da identificação e caracterização das partes interessadas para proteção de valor do empreendimento, diante da grande relevância dos riscos decorrentes das relações internas e externas da cadeia produtiva. Assim, com base na revisão bibliográfica, foi articulado o ambiente de negócios típico de empreendimentos de construção civil (ECCs), constituído pelas diversas organizações atuantes durante seu desenvolvimento, posicionadas de acordo com o poder de influência e de decisão que possuem (Figura 9). O ambiente de negócios foi dividido em ambiente interno e externo, conforme o tipo de interesse dos agentes.

Figura 9 – Ambiente de negócios de empreendimentos de construção civil.



Fonte: Autor.

No ambiente interno, encontram-se os agentes com interesses diretos nas atividades do ECC, sendo os principais afetados em caso de concretização dos riscos e pelos resultados alcançados. São identificados, por isso, como partes interessadas internas do empreendimento, incluindo-se gerenciadora, projetista, construtora (ou empreiteira de construção) e outros fornecedores (KARNA; JUNNONEN, 2016).

As partes interessadas internas foram segmentadas em participantes-chave e agentes colaboradores, de acordo com seu nível de envolvimento no delineamento e formatação do produto da construção. Nesse sentido, projetista, construtora, gerenciadora e empreendedor⁵ são considerados os agentes responsáveis pelas

⁵ Do ponto de vista dos agentes fornecedores da indústria, é comum referir-se ao empreendedor como cliente, conforme verificado em diversas fontes da literatura.

principais atividades de desenvolvimento do empreendimento, possuindo, por conseguinte, maior poder de decisão sobre seus objetivos.

Mantendo relações próximas com os participante-chave, estão os agentes colaboradores, envolvidos em atividades específicas da cadeia de suprimentos do empreendimento, tais como:

- a) fornecedores de materiais e equipamentos;
- b) prestadores de serviços de construção;
- c) consultores independentes;
- d) investidor e agente financeiro;
- e) seguradora;
- f) prestadores de serviços diversos: alimentação, contabilidade, jurídico, tecnologia da informação, transporte, publicidade, marketing;
- g) administrador do imóvel, mais atuante nas fases de operação e manutenção;
- h) usuário final: no caso de empreendimentos postos à venda, corresponde ao consumidor do produto construído;
- i) específicos de empreendimentos públicos: órgão licitante e os órgãos de consultoria jurídica pública dos entes da federação: Consultorias Jurídicas da União (CJUs), Procuradorias-Gerais dos Estados (PGEs) e Procuradorias-Gerais dos Municípios (PGMs). As CJUs, por exemplo, são órgãos da Advocacia-Geral da União, atuantes na fase de licitação, competentes para (BRASIL, 1993):

examinar, prévia e conclusivamente, no âmbito do Ministério, Secretaria e Estado-Maior das Forças Armadas: a) os textos de edital de licitação, como os dos respectivos contratos ou instrumentos congêneres, a serem publicados e celebrados; b) os atos pelos quais se vá reconhecer a inexigibilidade, ou decidir a dispensa, de licitação.

A importância dos colaboradores varia de acordo com o empreendimento e os objetivos e metas definidos pelos participantes-chave. São agentes que tanto exercem influência sobre o alcance dos objetivos quanto são influenciados pelos resultados do empreendimento. O usuário (ou consumidor) final representa as forças de demanda

do mercado, retroalimentando a indústria por meio de sua avaliação de satisfação e, dessa forma, influenciando a forma como os produtos postos à venda são formatados.

No ambiente externo, os agentes mais exercem influência sobre o ECC do que são influenciados pelos seus resultados. Logo, são agentes com interesses indiretos no seu desenvolvimento, separados em:

- a) Restritores: criam restrições de ordem técnica, legal ou administrativa;
- b) Concorrentes: competem por parcela do mercado consumidor; ou
- c) Misto: representada por cidadãos e organizações com posicionamento misto em relação ao ECC, de restrição e apoio.

Restritores são:

- a) agentes reguladores da indústria, legitimados para normalizar, fiscalizar ou autorizar o desenvolvimento das atividades, nas esferas federal, estadual e municipal, incluindo-se órgãos ambientais, de patrimônio histórico, de vigilância sanitária (ex. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa), e Corpos de Bombeiros;
- b) concessionárias de serviços públicos (água, esgoto, energia elétrica e gás), responsáveis pela normalização e verificação de compatibilidade entre os sistemas específicos do empreendimento e as redes urbanas, a fim de preservar a continuidade e qualidade do serviço prestado;
- c) conselhos de fiscalização das atividades profissionais, a exemplo do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo) e CFT (Conselho Federal dos Técnicos Industriais);
- d) órgãos atuantes na área trabalhista: Ministério do Trabalho e Previdência e Ministério Público do Trabalho, responsáveis pela observância das Normas Regulamentadoras (NRs) de segurança e saúde do trabalho; e
- e) órgãos de auditoria (ex. Tribunais de Contas e Controladorias-Gerais da União e dos Estados), com atuação exclusiva em empreendimentos públicos.

No âmbito municipal, destacam-se os órgãos responsáveis pela promoção do ordenamento territorial urbano⁶, mediante o planejamento (planos diretores), normatização do parcelamento, zoneamento e uso do solo e instituição dos códigos de obras, conjunto de regras a ser obedecidas no projeto, licenciamento, execução e manutenção das edificações.

Com posicionamento misto, figura a sociedade, representada por indivíduos e organizações que podem apresentar posicionamento restritor, por serem impactados pelo ECC, ao mesmo tempo em que usufruem dos benefícios sociais e econômicos diretos e indiretos decorrentes de sua realização: oferta de moradia e serviços, implantação e melhoria da infraestrutura urbana, geração de emprego e renda, movimentação da economia local etc. Tem-se, nesse grupo:

- a) agentes sociais: organizações não governamentais (ONGs), associações de moradores e lideranças locais, por exemplo;
- b) sindicatos: representam interesses individuais ou coletivos das classes de trabalhadores; e
- c) imprensa e mídias sociais: geram informações para a sociedade, influenciando sua compreensão da realidade.

3.1.3 GR no desenvolvimento de ECCs

O planejamento de um projeto ou obra toma por base parâmetros estimados que, ao longo da sua execução, sofrem influências dos seus ambientes interno e externo e tendem a alterar o cenário inicialmente imaginado (LIMMER, 1997). Daí ter crescido em importância, nos últimos tempos, a análise de riscos nos ECCs, atestando sua aplicabilidade na solução de problemas como o da probabilidade de ocorrência da duração planejada de um projeto e o risco embutido nas estimativas de custo e nas alternativas de uma proposta de execução de uma obra (ALARCÓN, 2011).

No caso de ECCs, qualquer desvio nos orçamentos ou nas previsões elaboradas por profissionais de planejamento e controle podem resultar em uma situação bastante

⁶ O ordenamento territorial urbano é competência municipal prevista no art. 30, inciso VIII, da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, [2022]).

crítica, sendo fundamental considerar os riscos nas estimativas orçamentárias (TOLEDO, 2018). Por conta disso, para a composição do orçamento final do projeto, devem ser adicionadas as reservas de contingência e gerencial, relacionadas com os riscos do empreendimento e das tomadas de decisão.

No caso de obras públicas, a legislação impõe limites para as alterações contratuais unilaterais por parte do poder público, que, no seu conjunto, não podem ultrapassar 25% do valor inicial atualizado do contrato, na hipótese de acréscimos ou supressões de obras ou serviços de engenharia, e 50%, nos acréscimos em obra de reforma⁷ (BRASIL, 1993, 2021). E para obras contratadas com recursos da União, as alterações contratuais decorrentes de erros ou omissões de projetos estão sujeitas ao limite de flutuação de 10% do valor total do contrato⁸. Os erros ou omissões de projeto que resultem na necessidade de alterações superiores ao supracitado limite não podem, a priori, ser ajustadas dentro do contrato original, forçando a Administração a buscar outras soluções para que o empreendimento seja concluído, não sem afetar os objetivos traçados no início, por conta de novo dispêndio de recursos e postergação do prazo de entrega.

Assim, é fundamental controlar e supervisionar os riscos de empreendimentos ainda na fase de pré-construção, de maneira que a execução da obra se dê dentro de um nível de risco esperado que respeite os máximos de flutuação contratual. No exemplo citado, os parâmetros estabelecidos nas referidas normas impõem aos gestores limitações em relação a um dos possíveis tratamentos dos riscos, concernente à alteração contratual. E, para que a norma possa ser atendida, é necessário implementar, desde a concepção das soluções de projeto e a formatação do plano de execução do empreendimento, uma sistemática de GR a fim de identificar, analisar, avaliar e propor formas de tratamento aos riscos inerentes ao ECC, incluindo a definição dos responsáveis por assumir as consequências de eventuais mudanças nos objetivos.

⁷ Lei nº 8.666/1993, art. 65, §§ 1º e 2º e Lei nº 14.133/2021, art. 125.

⁸ Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, art. 13, inciso II.

A divulgação das ferramentas da gestão de riscos em projetos compreende, de início, as recomendações técnicas que devem compor as condições do processo de escolha da construtora, por licitação ou outra modalidade, e que, mais tarde, se refletirão sobre a futura contratação e execução da obra, sob a forma de cláusulas contratuais atinentes ao compartilhamento dos riscos. Com isso, tais ferramentas devem ser expressas de modo adequado ao contexto em que serão empregadas, exigindo, para tanto, a avaliação da tipologia da obra, dos requisitos, premissas e condições necessárias e desejáveis, das restrições e interferências, do fato de ser ou não uma contratação pública e da eventual modalidade de licitação envolvida, enfim, de toda a gama de fatores que podem influenciar a existência de incertezas e, por conseguinte, dos riscos.

As incertezas de ECCs são destacadamente significativos na etapas iniciais da pré-construção, como concepção e projeto preliminar. À medida que o projeto avança em definições e detalhamentos, as incertezas vão diminuindo, assim como as reservas de contingência para fazer frente a elas. Da mesma forma, conforme a construção progride, incertezas inerentes ao objeto, antes obscuras, tornam-se conhecidas e são tratadas, e a contingência pode ser reduzida (ALARCÓN *et al.*, 2011).

Contingências são recursos valiosos, devendo ser controlados por meio de um sistema iterativo e ativo de GR para que as reservas não se transformem em um recurso estático do orçamento (ALARCÓN *et al.*, 2011). Há modelos de desenvolvimento de empreendimentos que incentivam a GR colaborativa, por meio de sistema de recompensas às partes interessadas, em função de seu empenho na mitigação de potenciais ameaças e contribuição para aumento de valor para o ECC. Um dos mecanismos que favorece essa estratégia é a distribuição das reservas de contingência não empregadas às partes interessadas, como prêmio por sua dedicação na gestão dos riscos do ECC (AHMED *et al.*, 2021).

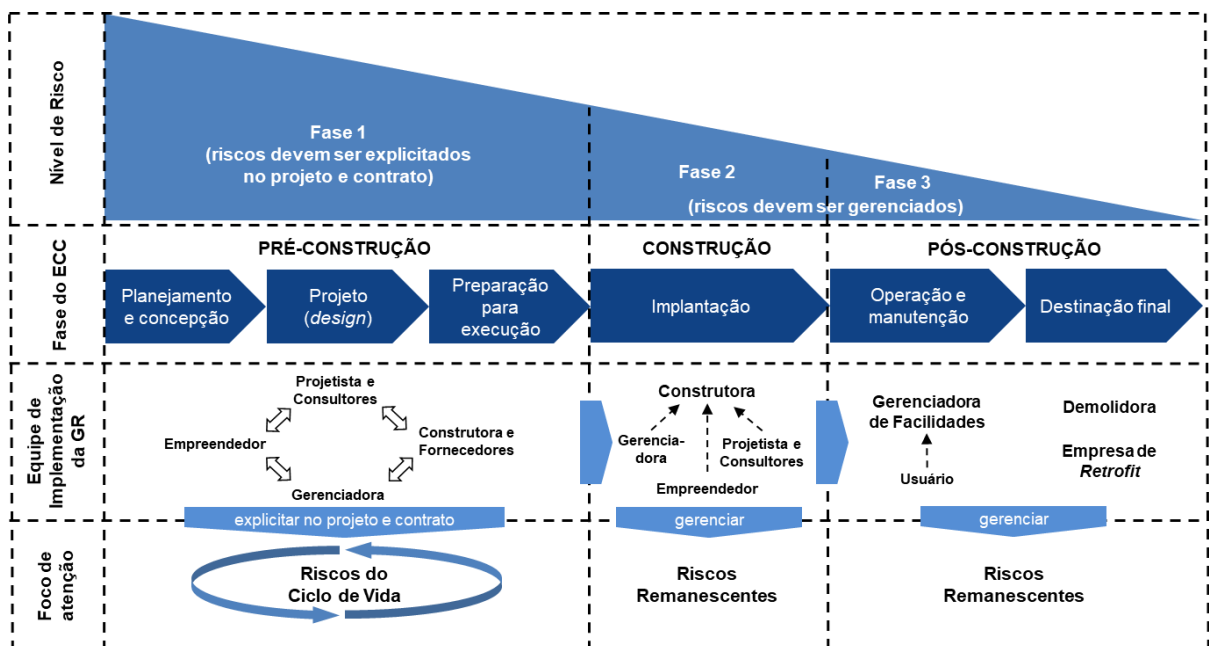
3.1.4 Partes interessadas e a GR

A margem de flutuação de projetos decorre de eventos futuros (ou eventos atuais não detectáveis ou detectados no presente), muitas vezes só detectados durante a execução da obra, levando à possibilidade de alterações contratuais com vantagens e desvantagens recíprocas entre os contratantes. Assim, pode-se concluir que o risco

de projeto é transferido para o contexto do contrato da obra ou serviço de engenharia, cabendo aos gestores o seu gerenciamento e mitigação.

Na Figura 10, apresenta-se uma estrutura genérica para o desenvolvimento de ECCs, que articula a evolução do nível de risco e a participação dos agentes na implementação da GR ao longo das fases do empreendimento, desde a pré-construção, quando são maiores as incertezas sobre o objeto e, conseqüentemente, maiores os riscos, passando pela construção até a pós-construção.

Figura 10 – Evolução do nível de risco e participação dos agentes na GR de ECCs



Fonte: Autor, baseado em Zou, Kiviniemi e Jones (2017, p. 90).

Nota: A participação dos agentes na implementação da GR em cada fase depende do modelo de desenvolvimento do ECC.

Nessa estrutura, o envolvimento dos agentes com a GR em cada fase varia conforme o modelo de desenvolvimento do empreendimento e relação entre as partes interessadas. No caso de ECCs desenvolvidos sob o modelo sequencial ou *design-bid-build* (DBB), por exemplo, o empreendedor contrata inicialmente projetistas e consultores para o desenvolvimento do projeto e o planejamento executivo da obra, de forma que a construtora, em geral, não participa da fase de pré-construção (TOLEDO, 2018). Por outro lado, modelos colaborativos caracterizam-se pela atuação conjunta dos participantes-chave, incluindo o envolvimento pré-maturo da construtora (MARINELLI; SALOPEK, 2020), conforme apresentado na figura supra.

Como mostrado, os agentes responsáveis pela condução do ECC na pré-construção devem implementar a GR, elaborando a estratégia de abordagem aos riscos o mais cedo possível, e explicitando, no projeto e respectivo contrato de construção, os riscos do ciclo de vida, que deverão ser gerenciados ao longo das próximas fases. Como o tratamento dos riscos exige o dispêndio de recursos e a sujeição a riscos de forma calculada é condição comum a qualquer atividade econômica, é inviável eliminar todos os riscos, de forma que os riscos remanescentes devem ser registrados e comunicados aos agentes responsáveis pela fase de construção, para seu contínuo monitoramento e revisão.

Dessa forma, o conhecimento adquirido na implementação da GR na fase de pré-construção deve ser transmitido para os agentes envolvidos na execução do ECC, especialmente a construtora, que se tornam responsáveis pelo gerenciamento dos riscos remanescentes da fase anterior. Analogamente, concluída a construção, quando o nível de risco mais uma vez se reduz, a gerenciadora de facilidades assume papel de liderança na gestão dos riscos remanescentes de operação e manutenção, com base nos resultados da fase anterior. E na destinação final, passam a ser envolvidos agentes responsáveis pela demolição ou *retrofit*. O sistema apresentado incorpora, portanto, um processo que preconiza o trabalho colaborativo das partes interessadas na gestão sistemática dos riscos do ECC (ZOU; KIVINIEMI; JONES, 2017).

Apesar da importância de adotar uma GR colaborativa, ECCs são conduzidos por diversos agentes, atuando geralmente de forma não coordenada e em prol dos próprios interesses, o que origina falhas de comunicação e conflitos, com reflexos negativos sobre a competitividade do setor. Problemas complexos relacionados com partes interessadas incluem conflitos internos, entre membros da equipe do empreendimento, como empreendedores e construtoras, bem como protestos de partes externas, como a comunidade afetada (XIA *et al.*, 2018).

Nesse sentido, o envolvimento das partes interessadas desde as etapas iniciais do desenvolvimento do empreendimento representa fator importante para maior precisão na definição das necessidades e requisitos, favorecendo a diminuição de incertezas quanto ao escopo do projeto. Modelos colaborativos de desenvolvimento de empreendimentos, com destaque para o *Integrated Project Delivery* (IPD), por

preverem a participação conjunta e antecipada das partes interessadas, favorecem processos de mapeamento e prevenção de riscos, incentivo à inovação e foco nos resultados do empreendimento, mais do que nos individuais (MARINELLI; SALOPEK, 2020; MESA; MOLENAAR; ALARCÓN, 2016).

O IPD tem como premissas básicas o alinhamento dos interesses comerciais, a tomada de decisões colaborativa e o envolvimento contínuo e antecipado, desde a etapa de concepção, das partes interessadas, permitindo-lhes atuar nas definições de projeto, mapeamento de incertezas e elaboração de planos para mitigação e controle dos riscos, em prol da melhoria de resultados do ECC (AHMED *et al.*, 2021; AIA, 2007; MEDINA, 2014). Para tanto, modelos contratuais do IPD contam com mecanismos para o compartilhamento de riscos e recompensas entre os participantes-chave, por meio da distribuição de reservas de contingências não utilizadas e incentivos pelo cumprimento de metas e objetivos. Nesse sentido, o envolvimento prematuro das partes interessadas favorece a prevenção dos riscos e, por consequência, proporcionam maior eficácia para a GR de empreendimentos (AMOA; BIKITSHA, 2021).

3.2 ESTRUTURA ANALÍTICA DE RISCOS

3.2.1 Publicações de referência

Como passo inicial para estruturação da ferramenta de gestão de riscos desenvolvida neste trabalho, foram pesquisadas publicações tratando sobre fatores de risco da indústria de construção civil. Considerando que a ferramenta visa à GR de empreendimentos na fase de pré-construção, sem um foco específico, foram considerados trabalhos diversos sobre a gestão de riscos, independentemente do setor, tipologia, agente ou modelo de desenvolvimento. A gestão de riscos na indústria da construção civil tem sido abordada com foco em diversos setores, tipologias construtivas, tipo de agente, natureza dos agentes atuantes e formas de relacionamento entre as partes interessadas (Quadro 4).

Quadro 4 – Variedade de abordagens sobre GR na construção civil

CRITÉRIO	FOCO DO ESTUDO	PUBLICAÇÕES
Tipo de empreendimento	Empreendimentos em geral	Caiado <i>et al.</i> (2016) Chileshe; Yirenkyi-Fianko (2012) Kumar; Narayanan (2020) Muianga; Granja; Ruiz (2015) Gunduz; Al-Naimi (2021) Naji; Gunduz; Salat (2021) Nguyen; Chileshe (2015) Oduoza; Odimabo; Tamparapoulos (2017) Okudan; Budayan; Dikmen (2021) Silva (2012) Senthil; Muthukannan (2021) Xia <i>et al.</i> (2018) Vaz-Serra; Edwards; Aranda-Mena (2021) Zou; Kiviniemi; Jones (2017) Zou; Zhang; Wang (2007)
	Edificações residenciais	Deep <i>et al.</i> (2021) Ayudhya; Kunishima (2019)
	Edificações comerciais	Nguyen <i>et al.</i> (2021)
	Infraestrutura	Adamtey; Onsarigo (2018) Arain (2011) Kassem; Khoiry; Hamzah (2020) Khodeir; Nabawy (2019) Okmen (2015) Vahdatmanesh; Firouzi (2020) Vu <i>et al.</i> (2017) Zhang <i>et al.</i> (2021)
	Obras públicas	Tribunal de Contas da União (2013)
	Pequeno porte	Hwang; Zhao (2014)
	Tipo de organização	Realizados por multinacionais	Abdul-Rahman; Loo; Wang (2012) Viswanathan; Jha (2020)
Desenvolvidos por empresas de pequeno porte		Amoah; Pretorius (2020) Forsythe (2014)
Incorporadoras		Andery; Barreto (2015) Velasquez; Carhuamaca; Farje (2021)
Modelo de contrato	Contrato colaborativo	Chen; Wang; Wang (2020)
Elementos e tecnologias construtivas	Construção modular	Abdul Nabi; El-adaway (2021) Darko <i>et al.</i> (2020) Wu <i>et al.</i> (2019)
	Estruturas de concreto	Hosny; Ibrahim; Fraig (2018)
	Energia renovável	Krechowicz (2017)

Fonte: Autor.

Analisou-se o nível de abrangência e generalidade das categorias e fatores de risco abordados nos trabalhos pesquisados. Foram desconsideradas publicações que tratassem de uma gama de riscos muito específica, de forma que impedisse uma generalização para a indústria. No caso de trabalhos com abordagens específicas, foi verificada a possibilidade de generalização e quando necessário, foram realizadas adaptações nos fatores elencados. Quando adaptações não foram possíveis, os fatores não aproveitados foram sinalizados.

Logo, o critério adotado na seleção das publicações de referência foi a intencionalidade, isto é, com base em características consideradas relevantes para a pesquisa. Trata-se de critério mais adequado para pesquisas de natureza qualitativa (GIL, 2002), como é o caso do presente trabalho. Nesse sentido, foram pesquisados e selecionados trabalhos de referência que abordam riscos na construção civil sob diversas perspectivas (Quadro 5).

Quadro 5 – Publicações de referência sobre fatores de risco

Nº	FONTE	ESCOPO E METODOLOGIA
[01]	Naji; Gunduz; Salat, 2021	Levantamento dos fatores de risco de pré-construção mais impactantes sobre o desempenho de empreendimentos. Questionário distribuído de forma on-line para profissionais do mundo todo, totalizando 195 respondentes.
[02]	Deep et al., 2021	Levantamento de 18 fatores de risco críticos para o sucesso de empreendimentos de <i>real estate</i> . Questionário distribuído para gerentes de projeto atuantes na Índia, com 185 respostas válidas.
[03]	Nguyen et al., 2021	Levantamento dos fatores de risco críticos na fase de construção para empreendimentos de escritórios corporativos executados na Vietnã. Questionário distribuídos a agentes da indústria (empreendedores, projetistas e construtoras), com 92 respostas.
[04]	Viswanathan; Jha, 2020	Levantamento sobre fatores de risco críticos para participar de empreendimentos internacionais do ponto de vista de construtoras da Índia. Aplicação de questionários, obtendo 95 respostas de profissionais atuantes em multinacionais. Identificação de 19 críticos dentre os 26 apresentados.
[05]	Amoah; Pretorius, 2020	Estudo de caso sobre impacto da gestão de riscos sobre o desempenho de empreendimentos executados por construtoras de pequeno porte da África do Sul, obtendo-se as principais causas de falhas (riscos). Análise qualitativa de dados obtidos por meio de documentos, observações de campo, aplicação de questionário e realização de entrevistas com participantes dos empreendimentos.
[06]	Kassem; Khoiry; Hamzah, 2020	Levantamento dos fatores de risco críticos de empreendimentos de construção do setor de óleo e gás no Iêmen. Questionário aplicado a 4 especialistas atuantes no gerenciamento de empreendimentos, com análise qualitativa dos dados resultando em 51 fatores críticos.
[07]	Chen; Wang; Wang, 2020	Levantamento dos fatores de risco de empreendimentos desenvolvidos sob a forma de contratos colaborativos (IPD) e BIM. Questionário aplicado a 15 especialistas atuantes na China.
[08]	Kumar; Narayanan, 2020	Levantamento e ordenamento junto a construtores e gerentes de projeto atuantes na China sobre os fatores de riscos de construção. Questionário aplicado a 100 profissionais, resultando em 34 fatores identificados em 7 categorias.
[09]	Ayudhya; Kunishima, 2019	Levantamento sobre os principais fatores de risco que impactam o desenvolvimento de empreendimentos habitacionais de pequeno porte na Tailândia. Realização de entrevistas com 3 especialistas e aplicação de questionários com obtenção de 120 respostas de representantes de empreendedores, empreiteiras e projetistas.
[10]	Khodeir; Nabawy, 2019	Levantamento dos principais riscos de empreendimentos de infraestrutura no Egito. Questionário respondido por 50 profissionais atuantes em um empreendimento de infraestrutura.

[11]	Hosny; Ibrahim; Fraig, 2018	Estudo teórico abordando causas, efeitos e estratégias de tratamento de riscos relacionados com a construção de elementos estruturais de concreto no Egito. Coleta de dados via revisão de literatura, entrevistas com especialistas e método Delphi para montagem da lista final de riscos.
[12]	Mahendra; Pitroda; Bhavsar, 2013 apud Caiado et al., 2016	Estudo bibliográfico sobre a GR em empreendimentos de construção civil, abordando a evolução dos estudos sobre o tema. Traz uma EAR obtida da literatura pesquisada.
[13]	Nguyen; Chileshe, 2015	Levantamento sobre os principais fatores de falha de empreendimentos no Vietnã. Fatores obtidos por revisão bibliográfica, confirmados por entrevistas com especialistas e ranqueados mediante aplicação de questionário, respondido por 45 profissionais e acadêmicos.
[14]	Muianga; Granja; Ruiz, 2015	Revisão bibliográfica sobre os fatores responsáveis por desvios de custos e prazos em empreendimentos. Revisão Sistemática de Literatura (RSL), identificando-se 9 categorias e 95 fatores de influência (riscos).
[15]	Tribunal de Contas da União, 2013	Estudo sobre a composição de BDI de contratos de obras públicas. Lista e categoriza os riscos relacionados com esses empreendimentos, aqueles abrangidos pela taxa de riscos.
[16]	Chileshe; Yirenkyi-Fianko, 2012	Levantamento sobre os fatores de risco mais relevantes para a indústria da construção civil de Gana. Questionário aplicado junto a empreendedores, consultorias e empreiteiras identificou 25 fatores em 10 categorias.
[17]	Abdul-Rahman; Loo; Wang, 2012	Levantamento sobre os riscos de atuação de empresas da Malásia no Golfo Pérsico. Questionário respondido por 143 profissionais atuantes na região, incluindo engenheiros consultores, arquitetos e engenheiros de obra.
[18]	Silva, 2012	Desenvolvimento de ferramentas para apoiar empresas construtoras na seleção de empreendimentos. O guia apresenta uma EAR desenvolvida a partir de revisão bibliográfica, listando 42 riscos em 9 categorias.
[19]	Zou; Zhang; Wang, 2007	Levantamento sobre os principais riscos afetando empreendimentos na China. Aborda estratégias para lidar com os fatores identificados. Questionário aplicado a profissionais do setor, com 87 respostas recebidas.

Fonte: Autor.

Os estudos selecionados apresentam levantamentos, revisões bibliográficas, estudos de caso e estudos teóricos para categorizar e listar os fatores de risco pertinentes aos seus respectivos campos de pesquisa. Alguns dos estudos apresentam o ordenamento dos riscos, identificando os fatores mais relevantes ou críticos para o contexto analisado. A maior parte dos trabalhos (13 dos 19) adotou a metodologia de levantamento por meio da aplicação de questionário junto a profissionais da indústria de construção civil. De qualquer forma, a base para a montagem das listas de fatores foram, em geral, revisões bibliográficas, o que reflete a extensão da generalidade dos estudos utilizados.

Como as abordagens das publicações de referência são diversas, foi necessário realizar a análise comparativa de terminologias, a fim consolidar listas generalizadas de categorias e fatores de risco, a ser adotadas na construção da EAR do artefato (ferramenta) proposto. Com isso, procurou-se dotar a EAR do artefato de elevado nível

de abrangência e generalização em relação aos campos de aplicação, de modo que riscos com diversas características e verificados em vários contextos fossem considerados.

Além de auxiliar na construção da Estrutura Analítica de Riscos (EAR) adotada na ferramenta proposta, conforme apresentado na Seção 5.1.5, a análise das publicações de referência apoiou a construção do método de desenvolvimento do artefato, validação de componentes, aplicação e avaliação final. Para construir a EAR, o passo inicial foi categorizar e classificar os riscos, de acordo com explanado nas próximas seções.

3.2.2 Categorização dos riscos

Verificou-se que as publicações de referência adotam formas de categorização variadas para os fatores de risco (Quadro 6). Apesar dessa diversidade de categorias, notou-se que elas estão basicamente separadas em dois grupos principais: riscos externos e os riscos internos (KASSEM; KHOIRY; HAMZAH, 2020; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Quadro 6 – Categorização nas publicações de referência da EAR

Nº	FONTE	CATEGORIAS DE RISCO	QUANTIDADE DE FATORES
[01]	Naji; Gunduz; Salat, 2021	Projeto, Parte interessada, Engenharia e Aquisições	31
[02]	Deep et al., 2021	Planejamento, Execução, Cliente, Empreendimento, Parceiros e Externo	18
[03]	Nguyen et al., 2021	Programação, Construção, Gestão, Financeiro e Ambiental	25
[04]	Viswanathan; Jha, 2020	Construção, Gestão, Mercado e economia e Político	26
[05]	Amoah; Pretorius, 2020	Projetista/consultores, Construtora, Cliente e Força maior	16
[06]	Kassem; Khoiry; Hamzah, 2020	Internos (Cliente, Construtora, Consultor, Projeto, Licitação e contrato, Recursos e Gestão) e Externos (Economia, Política, Sociedade, Meio ambiente e segurança do trabalho, Segurança pública e Força maior)	51
[07]	Chen; Wang; Wang, 2020	Concepção, Projeto, Construção, Econômico, Político e Natural	22
[08]	Kumar; Narayanan, 2020	Técnico, Gerenciamento, Mercado, Financeiro, Legal, Político e Ambiental	34
[09]	Ayudhya; Kunishima, 2019	Físico, Empresarial, Gestão, Econômico, Financeiro, Legal, Governo e Ambiental	31
[10]	Khodeir; Nabawy, 2019	Técnico, Gestão, Financeiro e Externo	30
[11]	Hosny; Ibrahim; Fraig, 2018	Projeto, Gestão, Construção, Subcontratadas, Equipamento, Político, Econômico, Empreendedor e Externo	42
[12]	Mahendra; Pitroda; Bhavsar, 2013 apud Caiado et al., 2016	Técnico, Construção, Organizacional, Financeiro, Socio-político, Ambiental e Físico	35

[13]	Nguyen; Chileshe, 2015	Projeto, Construção, Gestão, Financeiro, Político-legal e Econômico	20
[14]	Muianga; Granja; Ruiz, 2015	Projeto e documentação, Alterações de escopo, Organização, Atividades e equipamentos, Contratos, Gerenciamento, Financiamento, Relações governamentais e Aspectos ambientais e econômicos	96
[15]	Tribunal de Contas da União, 2013	Engenharia, Normas de projeto, Erros de projeto, Fatos da Administração e Álea extraordinária	25
[16]	Chileshe; Yirenkyi-Fianko, 2012	Técnico, Operacional, Segurança, Relacionamento, Recursos, Legal, Financeiro, Econômico, Governo e Meio ambiente	25
[17]	Abdul-Rahman; Loo; Wang, 2012	Projeto, Construção, Gestão, Saúde e segurança, Operacional e Financeiro	55
[18]	Silva, 2012	Projeto, Social, Mercado, Contratual, Financeiro, Econômico, Político, Legal e Natural	42
[19]	Zou; Zhang; Wang, 2007	Cliente, Projetista, Empreiteira, Subcontratada/fornecedor, Governo e Externo	25

Fonte: Autor.

Os riscos externos são derivados de fatores do macroambiente de forças externas ao empreendimento, incluindo questões econômicas, sociais, políticas, tecnológicos, do meio ambiente etc. (KHODEIR; NABAWY, 2019; OLIVA, 2016). Estão, assim, relacionados com circunstâncias alheias ao empreendimento e à vontade das partes, possuindo efeito geral sobre todos os agentes da indústria e empreendimentos com características semelhantes (DEEP *et al.*, 2021; KHODEIR; NABAWY, 2019).

Como as partes interessadas responsáveis pela condução do empreendimento não possuem controle sobre o surgimento dos riscos externos, em alguns estudos, categorias desse grupo são denominadas como “força maior” (AMOA; PRETORIUS, 2020; KASSEM; KHOIRY; HAMZAH, 2020) e riscos extraordinários (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2013). Em sendo os riscos externos inevitáveis, cabe aos responsáveis pelo ECC ajustar as características e processos produtivos do empreendimento ao cenário social, político e econômico existente e adotar ações preventivas ou corretivas, para o caso de mudanças nesse cenário (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018; ZOU; ZHANG; WANG, 2007).

No caso de obras públicas, a legislação reputa riscos externos como os decorrentes de eventos de força maior, caso fortuito, fato do príncipe ou de fatos imprevisíveis, ou previsíveis de consequências incalculáveis (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2013). Essas circunstâncias originadoras estão previstas na Lei de Licitações e Contratos (BRASIL, 2021) e dão azo para o restabelecimento do equilíbrio entre encargos impostos ao particular contratado e a remuneração correspondente, também

conhecida como equação econômico-financeira do contrato administrativo (JUSTEN FILHO, 2019).

Já os riscos internos decorrem de circunstâncias próprias das atividades técnicas de engenharia e arquitetura e de gestão, realizadas no âmbito do empreendimento e diretamente relacionadas com ele. Nessa medida, os agentes responsáveis pelo desenvolvimento do ECC possuem relação com as circunstâncias originadoras dos riscos internos (KHODEIR; NABAWY, 2019). Destarte, cabe aos participantes-chave (empreendedor, gerenciadora, projetista e construtora) realizar o controle, prevenção ou adoção de respostas aos riscos internos.

Foram analisadas e comparadas as categorizações constantes das publicações de referência, que apresentaram critérios de categorização diversos (Quadro 6). Para os riscos internos, são recorrentes as formas de categorização por:

- a) atividade desenvolvida: concepção, estudo de viabilidade, projeto, execução, planejamento ou programação, gestão, aquisições, financiamento, licitação, construção e operacional;
- b) partes interessadas: projetista, consultor, construtora, subcontratada, fornecedor, cliente, parceiros e empreendedor;
- c) recursos: recursos, materiais e equipamentos;
- d) área: técnico, físico, negócio, meio ambiente e segurança, contrato e social; e
- e) fonte: empresarial, empreendimento e contratual.

Para os riscos externos, a categorização adotada pelas publicações é a fonte ou causa: econômico, político, legal, mercado, governo, financeiro (externo), ambiental, natural, relações governamentais.

No estudo inicial sobre os fatores de risco, que repercutiu na formação da EAR da ferramenta proposta, optou-se por adotar a separação entre riscos externos e internos, com o emprego de categorias mais abrangentes, ou seja, menos fragmentadas. Então, foi realizada análise pormenorizada dos fatores de risco abordados por cada referência, visando encontrar semelhanças entre as listas de riscos. A análise envolveu algumas interações, em que foram testadas formas de categorizar e montar a EAR, a partir da análise da redação das categorias e fatores.

Assim, em que pese as variações nas categorizações realizadas, constatou-se a possibilidade de apartar os riscos internos em subagrupamentos por atividade desenvolvida: “Projeto (*design*)”, “Construção” e “Gestão”. E os riscos externos foram separados por fonte do risco: “Econômico”, “Político-social e legal” e “Natural”. Como resultado das análises, a EAR proposta contou com as categorias descritas no Quadro 7.

Quadro 7 – Categorias de risco da EAR

CÓD.	CATEGORIA	DESCRIÇÃO
D	Projeto (<i>design</i>)	Inclui fatores relacionados com a confiabilidade e qualidade do projeto, resultando em impactos sobre o atendimento dos requisitos do empreendimento (ex. experiência dos projetistas, programa de necessidades, levantamentos preliminares, mudanças de projeto, erros de projeto, planejamento executivo da obra, aprovações e atrasos no projeto).
C	Construção	Inclui fatores relacionados com a capacidade de execução do empreendimento de acordo com os requisitos e condições definidos inicialmente (ex. experiência do construtor, disponibilidade de recursos, gestão do canteiro, inovação tecnológica, gestão de fornecedores, segurança do trabalho e questões ambientais).
G	Gestão	Inclui fatores relacionados com a condução do plano de implantação do empreendimento (ex. estudos de viabilidade, planejamento da contratação, seleção dos contratados, coordenação dos stakeholders, gestão de mudanças, tomada de decisão, acompanhamento, financiamentos e licenças).
E	Econômico (externo)	Inclui fatores externos ao empreendimento relacionados com o cenário econômico do país (ex. inflação, juros, câmbio, tributos, demandas do mercado e competitividade).
P	Político-social e legal (externo)	Inclui fatores externos ao empreendimento relacionados com o cenário político, social e legal do país (ex. instabilidade política e social, corrupção, relações governamentais, greves gerais, legislação, disputas judiciais).
N	Natural (externo)	Inclui fatores externos ao empreendimento resultando em caso fortuito ou força maior (ex. clima adverso e desastres naturais).

Fonte: Autor.

Após definidas as categorias, a redação dos fatores de risco da EAR foi consolidada, por meio da verificação das circunstâncias abordadas nos fatores constantes das publicações de referência.

3.2.3 Fatores de Risco

Os fatores elencados nas publicações de referência foram analisados e selecionados para compor a Estrutura Analítica de Riscos (EAR) da ferramenta proposta. Procedeu-se a avaliação dos 649 fatores listados nas publicações, a fim de encontrar semelhanças nos significados que permitissem a aglutinação e redução do número de fatores da ferramenta. No Apêndice A, apresentam-se os fatores de risco empregados na proposta de EAR e respectivas fontes de referência, estas detalhadas

no Quadro 5. Trata-se, por enquanto, da versão inicial da EAR, isto é, antes da validação por parte dos especialistas e realização de refinamentos.

Foi feita, ainda, análise de consistência e generalidade dos fatores, conforme sua ocorrência em variados empreendimentos do setor, excluindo-se aqueles considerados muito específicos do campo de pesquisa abordado pelos autores da publicação. Nesse ponto, o foco foi ampliar o processo de identificação dos riscos, de modo a garantir que o máximo de tipos de riscos de ECCs fossem considerados, sem perder, contudo, a visão ampla da ferramenta. Como resultado desses procedimentos, montou-se uma EAR inicial com 48 fatores de risco, divididos nas seis categorias definidas anteriormente (Quadro 8).

Quadro 8 - Estrutura Analítica de Riscos (EAR) inicial

CÓD.	CATEGORIAS / FATORES
D	Projeto (<i>design</i>)
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto, incluindo deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.)
D2	Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo
D3	Prazo de projeto apertado
D4	Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental) deficientes
D5	Mudanças de projeto (ex. alterações de escopo, interesses e requisitos, revisões de projeto decorrentes de deficiências ou exigências do licenciamento)
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades nas condições geotécnicas (ex. matações), hidrológicas ou de instalações e infraestruturas existentes
D7	Projeto deficiente ou incompleto (ex. problemas de compatibilização entre disciplinas, detalhamento insuficiente, soluções inadequadas, especificações deficientes, omissão de serviços)
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes (ex. erros na quantificação ou precificação, cronograma impreciso ou inadequado)
D9	Dificuldades na aprovação do projeto para obtenção de licenças (ex. elevado impacto ambiental, inexperiência dos profissionais com o código de obras ou o tipo de empreendimento)
D10	Atraso na conclusão ou na revisão do projeto
C	Construção
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra, incluindo conflitos trabalhistas locais
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos
C5	Disfunções logísticas no canteiro, incluindo tráfego de pessoas e veículos e falhas de manutenção e operação no canteiro
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho ou utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada)
C7	Complexidade do empreendimento, incluindo padrão muito alto de qualidade e novas tecnologias
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos, incluindo falta de capacidade de inovação
C9	Falhas construtivas (ex. controle de qualidade deficiente)

C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores (ex. indisponibilidade, grande quantidade, falta de qualificação, mudanças)
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho, incluindo condições de segurança complicadas devido à natureza e local da obra (encostas, represas, trabalho noturno etc.) e planos deficientes
C12	Aspectos ambientais sem controle adequado, incluindo os causadores de poluição ambiental e não implementação de plano de gerenciamento de resíduos
G	Gestão
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento, incluindo estrutura organizacional inapropriada
G2	Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes
G3	Planejamento inadequado do empreendimento, incluindo modalidade da licitação (ex. EPG em reforma), falhas nas condições contratuais (ex. sistema de medição, compartilhamento de riscos) e subestimação de prazos e custos
G4	Problemas na seleção dos contratados (ex. lentidão, burocracia, impugnações), incluindo baixa atratividade de concorrentes ou participação de empresas menos qualificadas
G5	Comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, incluindo conflitos e disputas
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor, incluindo lentidão nas tomadas de decisão, aprovação de projetos, aceitação de serviços e aprovação de aditivos
G8	Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato e na fiscalização dos serviços
G9	Dificuldade na liberação do local da obra, incluindo atraso na aquisição de terrenos e propriedades ou nas desapropriações de imóveis ou servidão de passagem (obras públicas)
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados (fluxo de caixa)
G11	Dificuldades na obtenção de licenças: ambiental (ex. regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serv. públ., corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico)
E	Econômico (externo)
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)
E2	Flutuação da taxa de juros
E3	Flutuação da taxa de câmbio
E4	Majoração da carga tributária
E5	Mudanças nas demandas do mercado
E6	Cenário de mercado aquecido (elevada competitividade).
P	Político-social e legal (externo)
P1	Instabilidade política, incluindo mudanças nas políticas governamentais
P2	Corrupção/suborno
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais
P4	Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável ou desordem civil
P5	Greves gerais (da categoria)
P6	Alterações na legislação e regulamentos
P7	Disputas e ações judiciais externas (ex. litígios com movimentos sociais e grupos de proteção ambiental)
N	Natural (externo)
N1	Clima adverso imprevisível
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis (desastres, terremotos, inundações, incêndios, geada etc.)

Fonte: Autor.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Apresenta-se neste Capítulo os procedimentos metodológicos adotados para a realização do trabalho, expondo-se a estratégia norteadora da pesquisa, os componentes dessa estratégia e os métodos e instrumentos de coleta e análise de dados.

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

4.1.1 *Design science (DS) e Design Science Research (DSR)*

A presente pesquisa visa propor a solução para um problema prático vivenciado pelas organizações atuantes no desenvolvimento de empreendimentos de construção civil (ECCs): a dificuldade de realizar sistematicamente e antecipadamente (nas fases de concepção, projeto e planejamento da obra) o processo de gestão de riscos e, como resultado, disponibilizar instrumentos necessários para a continuidade desse processo ao longo das demais fases (contratação, construção, comissionamento, operação e destinação final).

Considerando o contexto prático em que a pesquisa está inserida, o procedimento conceitual e operativo adotado foi a *Design Science Research* (DSR) ou pesquisa em ciência do projeto ou do artificial (LACERDA *et al.*, 2013), método que envolve a construção, investigação, validação e avaliação de um objeto artificial (artefato), a fim de propor soluções apropriadas para problemas do mundo real e, com isso, avançar o conhecimento teórico da área (BAX, 2015).

O método DSR baseia-se no conceito de *design science* (DS), a “ciência do artificial” ou “ciência de projeto”, a qual se dedica a propor como conceber e desenvolver objetos que tenham propriedades desejadas e realizem objetivos definidos. Enquanto a DS consiste no corpo de conhecimento rigoroso e validado, a DSR é o método que torna operacional a produção do conhecimento no contexto de estudo (LACERDA *et al.*, 2013).

Do ponto de vista epistemológico, a DS distingue-se de outras perspectivas, como as ciências naturais e sociais, que têm o intuito de estudar e entender as características

de objetos ou fenômenos, a fim de explicar seu funcionamento. Nestas ciências, o pesquisador, em geral, assume uma posição externa ao fenômeno estudado, tendo como foco a descoberta de relação causal entre variáveis ou confirmação de hipóteses, com o propósito de desvendar padrões gerais e válidos que ajudem a explicar “como as coisas são e como elas funcionam” (LACERDA *et al.*, 2013).

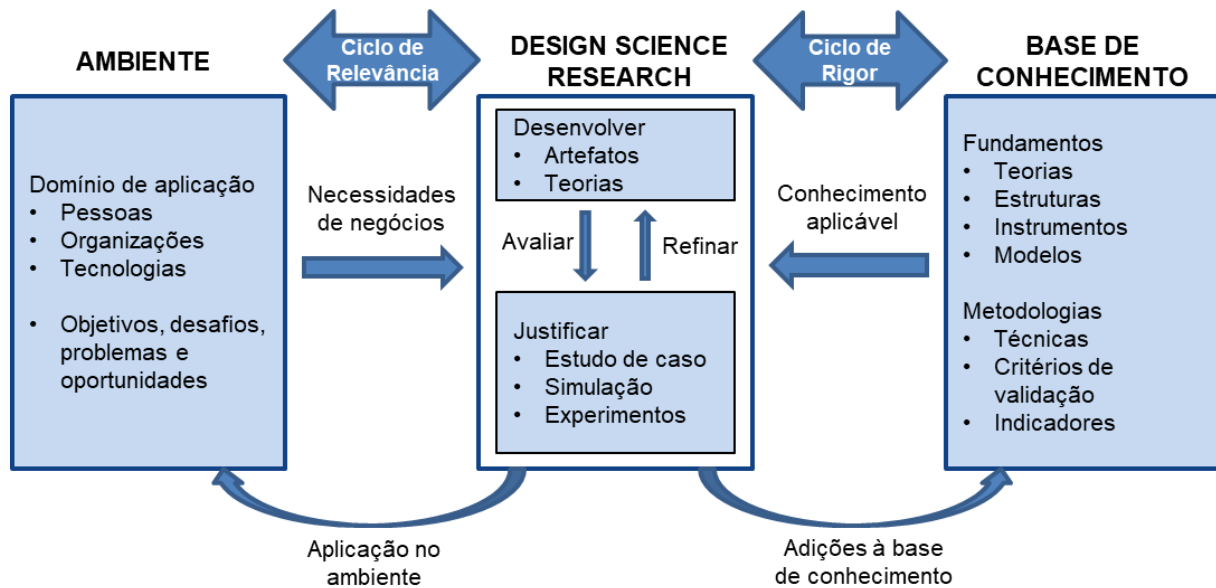
A DS, por outro lado, apresenta abordagem predominantemente prescritiva, voltada para melhoria de resultados e definição de “como as coisas devem ser para funcionar e atingir determinados objetivos” (LACERDA *et al.*, 2013). O responsável pela pesquisa em DS precisa intervir em questões organizacionais e sistêmicas, para que possa conscientizar-se da situação existente (problema), aplicar a solução proposta (artefato) e avaliar os resultados obtidos. Contudo, apesar da aparente oposição, essas abordagens apenas possuem sentidos distintos no que se refere à produção de conhecimento, uma vez que os próprios artefatos fazem parte da natureza do mundo (LACERDA *et al.*, 2013).

Com uma abordagem pragmática, a DSR não se propõe a revelar verdades últimas, grandes teorias ou leis gerais, mas visa compreender problemas práticos e desenvolver soluções satisfatórias para eles (HEVNER; MARCH; PARK, 2004). Nota-se, ainda, que não se buscam soluções ótimas, o que poderia ser inviável do ponto de vista prático, mas soluções suficientemente boas para ser aplicadas ao mundo real (LACERDA *et al.*, 2013).

A DSR, como paradigma epistemológico voltado para solução de problemas, é conduzida por meio de um processo iterativo de desenvolvimento, avaliação e refinamento de artefatos (ciclo central ou regulador) e da aplicação combinada de dois outros ciclos de atividades (Figura 11):

- ciclo de relevância, que fornece à pesquisa, a partir do ambiente do problema de pesquisa, as necessidades de negócios e os critérios de aceitação da solução proposta e, como resposta, possibilita a aplicação do artefato; e
- ciclo de rigor, que provê para a pesquisa o conhecimento científico aplicável, formado por fundamentos empregados na construção da solução e metodologias para sua avaliação, e devolve adições à base de conhecimento (HEVNER; MARCH; PARK, 2004).

Figura 11 – Estrutura teórica da DSR



Fonte: Adaptado de Hevner, March e Park (2004, p. 80).

O emprego conjunto desses ciclos visa garantir que o artefato possa ser utilizado para resolver o problema real estudado e que sua construção e avaliação baseou-se em procedimentos dotados do rigor científico necessário à geração de conhecimento novo (BAX, 2015).

4.1.2 Classes de problemas e artefatos

O conhecimento utilizado para desenvolver a solução em uma DSR pode ser considerado generalizável quando for válido para uma classe de casos (problemas). As classes de problemas são, então, “a organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos avaliados, ou não, úteis para ação nas organizações” (LACERDA *et al.*, 2013). A definição das classes de problemas deve favorecer a pesquisa, de modo que o artefato possa ser aplicado a um conjunto de casos, não somente a um problema específico em certo contexto, promovendo, por conseguinte, adições à base de conhecimento.

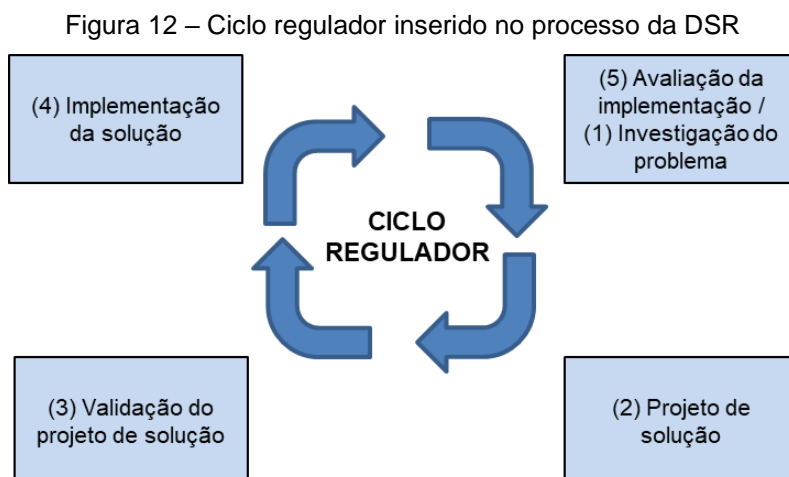
A definição do artefato apropriado para o contexto abordado depende das classes de problemas a que estão relacionados e sua concepção envolve considerações sobre seu propósito, seus componentes e como estes estão organizados (ambiente interno) e o ambiente externo em que ele irá operar. Nesse sentido, “artefato é a organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado

ambiente externo”, o ambiente real, que pode ser a própria organização, indústria ou realidade econômica (LACERDA *et al.*, 2013). São tipos de artefato: construtos (entidades e relações), modelos (abstrações e representações), métodos (algoritmos e práticas) e instanciações (implementação de sistemas e protótipos) (BAX, 2015).

A condução da pesquisa em *design science* (DSR) tem variadas formas, podendo-se aplicar vários procedimentos para construção e avaliação do artefato, acordo com o tipo de solução proposta e o comportamento esperado no ambiente de operação planejado. Neste trabalho, são apresentados os passos mais comuns da DSR.

4.1.3 Processo da DSR

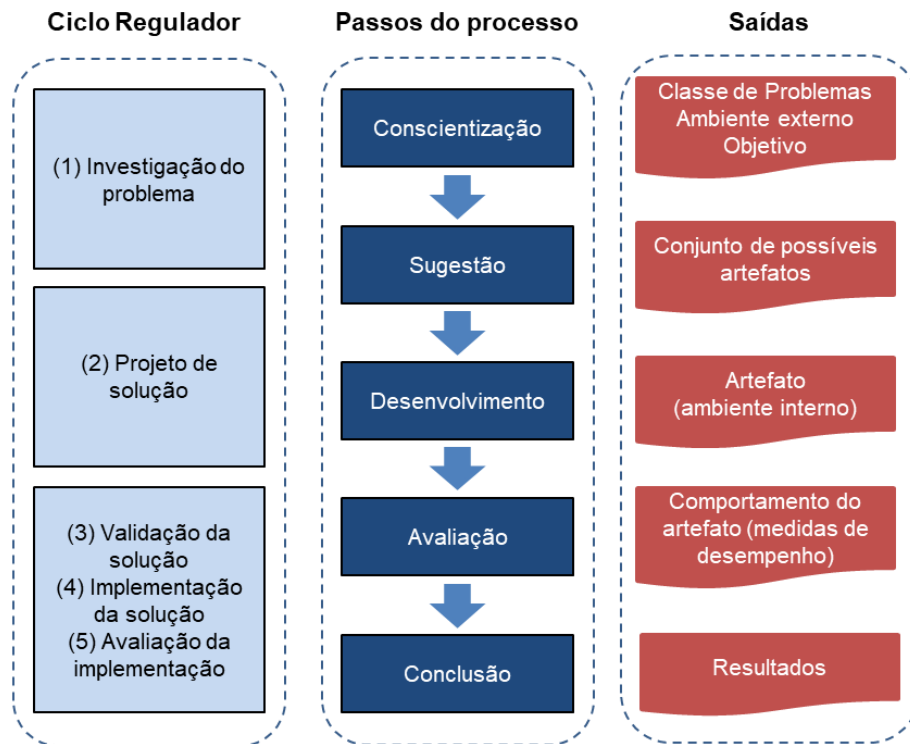
A execução da DSR envolve a realização de procedimentos que visam garantir o reconhecimento da pesquisa como potencialmente relevante, por solucionar o problema estudado, e sólida do ponto de vista do rigor científico aplicado e produção de conhecimento. Sua estrutura lógica consiste na aplicação do ciclo regulador para resolução de problemas (Figura 12): (1) investigação do problema; (2) projeto de solução (artefato); (3) validação da solução; (4) implementação da solução; e (5) avaliação da implementação.



Fonte: Adaptado de Wieringa (2009, p. 4).

Apesar de não ser possível estabelecer um padrão para a condução de pesquisas em *design science* (LACERDA *et al.*, 2013), é possível identificar passos-chave e saídas e sua correspondência com o ciclo regulador, formando a sistemática desse método de pesquisa, conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Sistemática da DSR



Fonte: Autor, baseado em Bax (2015) e Lacerda *et al.* (2013).

O passo inicial da DSR é a conscientização, consistindo na definição das classes de problemas, identificação dos respectivos impactos para a organização e delimitação de objetivos e metas transitórias que, ao serem atingidos, possam indicar que o problema foi solucionado. O resultado desse processo é a formalização do problema, a indicação de soluções satisfatórias necessárias e a delimitação do ambiente externo, de operação do artefato (LACERDA *et al.*, 2013).

A sugestão envolve o desenvolvimento de alternativas de artefato por meio de um processo criativo e subjetivo, sendo necessário desenvolver um protocolo para fundamentar escolhas e garantir a validade da pesquisa (HEVNER, 2007). A solução proposta e seus resultados são considerados satisfatórios quando é alcançado consenso entre as partes envolvidas ou se comprova progresso em relação às soluções existentes, a partir de critérios de aceitação previamente estabelecidos e justificados (LACERDA *et al.*, 2013).

Por meio do desenvolvimento, é construído o ambiente interno do artefato e o resultado é o artefato em estado funcional, na forma de protótipos, representações

gráficas, maquetes, algoritmos etc. Além do artefato como produto, nesse processo ocorre a geração do conhecimento aplicável e útil para a solução de problemas inseridos na mesma classe, ou seja, o conhecimento generalizável (MANSON, 2006; LACERDA *et al.*, 2013).

Com a avaliação, ocorre a verificação do comportamento do artefato no ambiente para o qual foi projetado, a fim de demonstrar sua robustez e evidenciar sua utilidade na resolução de problemas reais. Logo, faz-se necessário definir procedimentos rigorosos e medidas de desempenho do artefato. O método de avaliação deve estar, assim, alinhado com o artefato, podendo-se incluir avaliações parciais dos resultados. A avaliação possui duas perspectivas complementares, perseguidas pelo condutor da DSR:

- a) validade científica: rigor na concepção e condução da pesquisa; e
- b) validade pragmática: eficácia e efetividade da solução nas organizações (LACERDA *et al.*, 2013).

Por fim, na conclusão procede-se a formalização do processo da pesquisa e a comunicação dos resultados (LACERDA *et al.*, 2013).

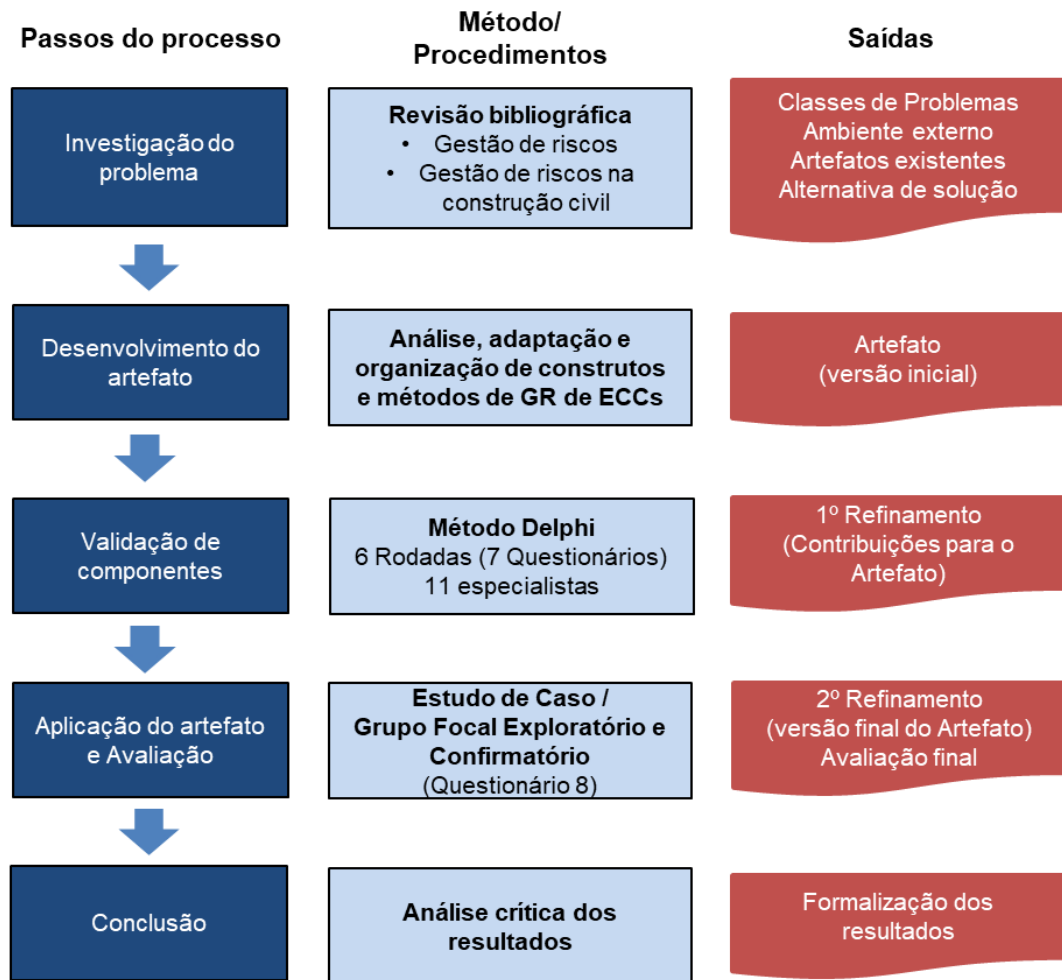
4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

4.2.1 Plano de pesquisa

O delineamento da pesquisa refere-se ao planejamento geral da pesquisa, quanto aos procedimentos metodológicos de coleta, análise e interpretação dos dados empregados como fontes de evidências, para o atendimento aos objetivos do trabalho (GIL, 2002). O resultado é o plano de condução da pesquisa e de obtenção e análise dos resultados parciais e finais.

Conforme já apontado, esta pesquisa foi desenvolvida seguindo a sistemática de condução da DSR, iterando-se o ciclo regulador com o apoio de procedimentos técnicos complementares de coleta e análise de dados (Figura 14), de modo que se pudesse garantir com segurança que os resultados produzidos atendem aos requisitos de rigor e relevância, presentes nesse método conceitual e operativo.

Figura 14 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autor.

A pesquisa foi iniciada com a investigação do problema, processo que envolveu a conscientização do problema prático relevante identificado. Foi, então, conduzida revisão bibliográfica sobre gestão de riscos, tanto da literatura em geral, quanto de fontes voltadas para o setor de construção civil, obtendo-se as classes de problemas, o ambiente operativo do artefato e artefatos existentes, elementos importantes para definir uma solução satisfatória.

Com base nos pressupostos anteriormente obtidos, o artefato foi desenvolvido, a partir da análise, adaptação e organização de outros artefatos existentes, como métodos, procedimentos e ferramentas de gestão de riscos, investigados na etapa anterior. O resultado foi uma versão inicial do artefato, ainda com componentes básicos do processo de GR.

Dada sua importância para a construção do artefato, determinados componentes básicos foram submetidos à apreciação de especialistas na etapa de validação, para que fossem obtidas contribuições úteis no refinamento e melhoria da ferramenta. Empregou-se o método Delphi, nesse processo.

Em seguida, o artefato foi aplicado em seu ambiente operacional e foram realizados procedimentos para avaliação de sua usabilidade no contexto de estudo. A saída desse processo foi um novo refinamento do artefato, resultando em sua versão final, e a avaliação final de sua relevância.

Por fim, os resultados parciais e global da pesquisa foram analisados e formalizados, na etapa de conclusão, abordando-se, ainda, limitações da pesquisa e sugestões de trabalhos futuros.

Como se pode perceber, o delineamento ou *design* da pesquisa envolveu a adoção de múltiplos métodos, relacionados com etapas da DSR realizada: pesquisa bibliográfica, método Delphi e Estudo de Caso com Grupo Focal. Esses métodos foram selecionados para permitir a consecução dos objetivos específicos da pesquisa e atendimento aos requisitos da DSR, conforme justificado nas próximas Seções.

A integração da *design science* (DS) com paradigmas científicos tradicionais (ciências naturais e sociais) pode resultar na produção de conhecimentos explicativos e prescritivos mutuamente válidos. Nesse sentido, o emprego de abordagens metodológicas das ciências tradicionais, como estudo de caso, pode atender objetivos específicos no âmbito da DSR desenvolvida (LACERDA *et al.*, 2013).

4.2.2 Caracterização da pesquisa

Considerando os métodos descritos acima e tendo em vista a perspectiva do trabalho, de desenvolver uma ferramenta de gestão de risco, a ser aplicada na fase de pré-construção de empreendimentos de construção civil (ECCs), a presente pesquisa pode ser classificada quanto aos seus objetivos como prescritiva (VAN AKEN, 2004). Os principais elementos da DSR foram sintetizados no Quadro 9.

Quadro 9 – Caracterização da pesquisa

ELEMENTO DA PESQUISA	CARACTERÍSTICA
Problema relevante	Dificuldade das organizações da indústria de construção civil em realizar antecipadamente, na fase de pré-construção, o processo de gestão de riscos de seus empreendimentos e disponibilizar instrumentos necessários para a continuidade desse processo ao longo das demais fases (contratação, implantação, comissionamento, operação e destinação final)
Classe de problemas	Gestão de riscos; Processo de gestão de riscos; Ambiente de negócios; Gestão de partes interessadas; Desenvolvimento de empreendimentos
Artefato desenvolvido	Planilha eletrônica que integra componentes e sistematiza procedimentos de gestão de riscos de empreendimentos de construção civil
Tipo de artefato desenvolvido	Instanciação
Fontes de evidências para desenvolvimento do artefato (rigor)	Revisão bibliográfica; Método Delphi; Estudo de Caso com Grupo Focal
Testes de aplicabilidade (relevância)	Avaliações descritivas (qualitativas) nas etapas de refinamento; Grupo Focal Exploratório e Confirmatório

Fonte: Autor.

Para resolver o problema prático abordado na pesquisa, adotou-se como premissa: o emprego, idealmente na fase de pré-construção, de uma ferramenta de gestão de riscos, sob a forma de planilha eletrônica, apoia os agentes envolvidos no desenvolvimento de ECCs, por: prover maior clareza sobre o contexto interno da organização, a influência das partes interessadas e as incertezas existentes; auxiliar na compreensão dos riscos; possibilitar a aplicação de medidas de tratamento preventivas e corretivas; e apoiar o processo de tomada de decisão.

O artefato foi desenvolvido a partir da montagem de componentes que sistematizam a aplicação da GR, principalmente, por organizações responsáveis pela fase de pré-construção (concepção, projeto e planejamento executivo) de ECCs. Posteriormente, componentes da ferramenta foram validados, por meio da análise crítica de especialistas. Em seguida, o artefato foi aplicado e avaliado em um Estudo de Caso de um empreendimento em desenvolvimento, ainda na fase de pré-construção. Ao final, os resultados foram analisados e formalizados pelo pesquisador, explicitando-se limitações da pesquisa e recomendações de estudos futuros. Essas, em suma, foram as etapas da pesquisa.

4.2.3 Compromisso ético

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de São Paulo (USP) (Anexo A), nos termos do Parecer Consubstanciado

nº 5.639.028. Em atendimento ao compromisso ético firmado junto ao referido CEP, foram preservadas as identidades das organizações e profissionais participantes da pesquisa, atribuindo-se denominações específicas ao longo do trabalho.

4.3 ETAPAS E LIMITAÇÕES DE PESQUISA

4.3.1 Investigação do problema

A primeira etapa de condução da DSR iniciou-se com a identificação do problema prático relevante: dificuldade das organizações da indústria de construção civil em realizar antecipadamente, na fase de pré-construção, o processo de gestão de riscos e disponibilizar instrumentos necessários para a continuidade desse processo ao longo das demais fases (contratação, implantação, comissionamento, operação e destinação final). O problema foi identificado a partir de revisão narrativa da literatura e experiência do autor com o desenvolvimento de ECCs.

Formalizado o problema, foi formulada a questão de pesquisa: Quais elementos e procedimentos, consolidados em uma ferramenta, podem suportar a realização da GR de ECCs na fase de pré-construção e apoiar a continuidade desse processo nas demais fases? Para compreender o problema de pesquisa e possibilitar o desenvolvimento de alternativas de artefato para solucioná-lo, foi realizada a revisão de literatura apresentada nos Capítulos 2 e 3.

A coleta de dados se deu por meio de pesquisa bibliográfica (GIL, 2002), tanto de forma narrativa, quanto sistemática (revisão sistemática da literatura - RSL). As fontes de evidências foram livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos, normas e referências sobre os temas abordados: conceitos, terminologias e procedimentos relacionados com o processo de gestão de riscos em geral e de ECCs.

Os resultados desse processo foram:

- a) configuração das Classes de Problemas: gestão de riscos; processo de gestão de riscos; ambiente de negócios; gestão de partes interessadas; e desenvolvimento de empreendimentos;
- b) delimitação do ambiente externo (espaço operativo do artefato): organizações atuantes na fase de pré-construção de ECCs; e

- c) identificação de artefatos existentes: Estruturas Analíticas de Riscos; modelos e estruturas conceituais de GR em geral e na construção civil; aplicações tecnológicas relacionadas com a GR na construção civil; e modelos de desenvolvimento de empreendimentos.

A pesquisa bibliográfica narrativa foi realizada por meio da análise de documentos já conhecidos pelo autor, como normas e padrões internacionais sobre GR ou publicações científicas exploradas anteriormente nas disciplinas realizadas no âmbito do mestrado. Esse procedimento auxiliou na identificação de componentes do artefato: contextualização; fatores, causas e fontes de risco; consequências e efeitos nos objetivos; análise e tratamento inicial (controles); medidas de tratamento (plano de tratamento) e risco remanescente; e monitoramento e revisão do processo. Após a consolidação de conceitos básicos, a pesquisa bibliográfica ateve-se à GR de ECCs.

A revisão sistemática de literatura (RSL) foi realizada por meio de busca em plataformas de bancos de dados de publicações científicas internacionais e nacionais, seguida de triagem da bibliografia resultante e posterior leitura das publicações, a fim de selecionar aquelas que apresentaram maior potencial de contribuição para a pesquisa em tela. O protocolo da RSL é mostrado no Quadro 10.

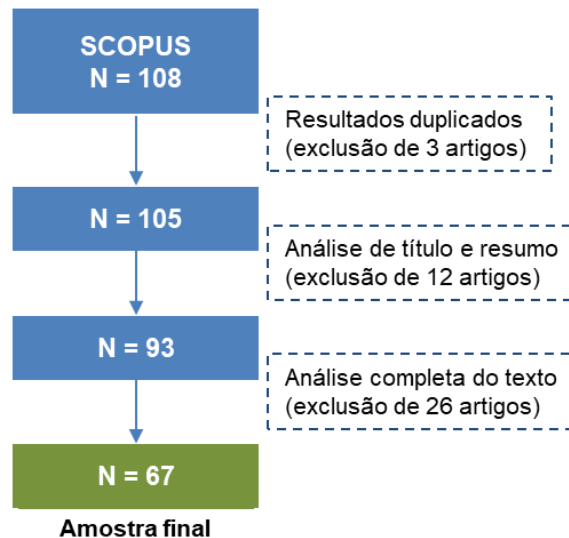
Quadro 10 – Protocolo da revisão sistemática de literatura

CRITÉRIO		VALOR
Bases de dados		Scopus
Termos de busca		risk management, design, construction industry, project management
String de busca		"risk management" AND "design" AND "construction industry" AND "project management"
Filtros de busca	Opções de busca	título, resumo, palavras-chave
	Tipos de documento	artigos
	Horizonte temporal	2010 - 2022
Estratégia de revisão		Configurativa (ampla)
Sequência de análise		Título + Resumo -> Texto completo
Critérios de exclusão		artigos duplicados; artigos analisados na revisão narrativa; artigos irrelevantes para o contexto da pesquisa
Critérios de inclusão		artigos abordando de forma central ou tangencial a gestão de riscos na fase de pré-construção

Fonte: Autor.

A busca da RSL retornou, inicialmente, 108 publicações, número que foi reduzido para 67 artigos, após a aplicação dos critérios de exclusão (Figura 15).

Figura 15 – Processo da revisão sistemática de literatura



Fonte: Autor.

Ao final do processo, desenvolveu-se uma sugestão de solução satisfatória, uma ferramenta que consolida elementos e procedimentos (artefatos) de GR, a fim de dar suporte para o desenvolvimento de ECCs, com foco na fase de pré-construção e possibilidade de emprego nas demais fases. O processo de investigação do problema como um todo permitiu a identificação de elementos do ambiente interno do artefato e seu modo de operacionalização no ambiente (real) de atuação das organizações da indústria.

4.3.2 Desenvolvimento do artefato

Nesta etapa, foi desenvolvida a sugestão de solução, uma ferramenta, sob a forma de planilha eletrônica, que organiza e sistematiza a aplicação do processo de GR na fase de pré-construção de ECCs. O processo de GR consiste na aplicação iterativa de procedimentos e práticas para: comunicação e consulta, estabelecimento do contexto, identificação, apreciação e tratamento de riscos, monitoramento e revisão e registro do processo (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).

Nesse sentido, o processo de GR é formado por constructos (conceitos), modelos (conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos) e método definido (conjunto de passos para executar uma tarefa). O artefato proposto promove a articulação completa desses elementos no contexto de

aplicação escolhido (fase de pré-construção de ECCs), importando em sua classificação como uma instanciação:

Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam (LACERDA *et al.*, 2013).

O desenvolvimento envolveu o processo criativo de construção do artefato proposto, por meio da análise, adaptação e organização dos artefatos identificados e selecionados na etapa de investigação do problema. O critério para escolha dos artefatos existentes foi a adequação à classe de problemas e o cumprimento do requisito de generalização do conhecimento gerado. Para exemplificar esse protocolo, foram investigadas Estruturas Analíticas de Riscos (EARs) da literatura, cujos fatores foram avaliados e cruzados entre si, a fim de gerar uma EAR para a ferramenta que englobasse uma gama ampla de fatores de risco, sem ser específica de um setor da indústria específico ou da realidade de determinado país.

O resultado do processo de desenvolvimento foi a versão inicial do artefato, ainda com componentes básicos de contextualização, identificação, análise e avaliação de riscos. Como os componentes de caracterização e tratamento dos riscos demandavam outras fontes de evidências para que fossem consolidados na ferramenta, foi realizada a etapa de validação de componentes, com emprego do Método Delphi.

4.3.3 Validação de componentes

O método escolhido para validar componentes da ferramenta foi o Delphi, desenvolvido por meio da realização de rodadas em que o pesquisador coleta opiniões de especialistas selecionados no assunto tratado e submete à nova apreciação um extrato das respostas anteriores, a fim de consolidar o conhecimento gerado sobre as indagações da pesquisa. O método tem, dessa forma, uma abordagem qualitativa, com as vantagens de se evitar o confronto direto e a interação entre os participantes ser controlada pelo pesquisador, o que auxilia na formação

gradual de opiniões sólidas, mitigando a influência de ideias preconcebidas cristalizadas, a tendência de defender uma posição tomada e a persuasão exagerada de outros participantes (OKOLI; PAWLOWSKI, 2004).

Essa etapa da pesquisa foi aplicada a profissionais de organizações com envolvimento diversos na cadeia produtiva de empreendimentos de construção civil: gerenciamento, projeto (*design*), construção e indústria de materiais. Além disso, foram selecionadas organizações tanto públicas quanto privadas e atuantes em diversos segmentos do setor (edificações e infraestrutura). Procurou-se, assim, capturar múltiplas visões sobre os riscos envolvidos no desenvolvimento de empreendimentos do setor, de forma a construir uma ferramenta abrangente o suficiente por considerar as diversas nuances e incertezas inerentes à fase de pré-construção e possibilitar a continuidade do processo nas demais etapas.

O resultado do Método Delphi depende da qualidade dos especialistas selecionados, conforme sua experiência e atuação no desenvolvimento de ECCs. A seleção dos participantes foi feita com base no critério da intencionalidade, mais adequado para a obtenção de dados de natureza qualitativa (GIL, 2002). Assim, um grupo de 11 (onze) especialistas atuantes na indústria de construção civil foi convidado para participar do Método Delphi (Quadro 11).

Quadro 11 – Perfil resumido dos participantes

#	SETOR	ORGANIZAÇÃO	FUNÇÃO
1	Público	Gerenciadora 1	Coordenador(a) de Planejamento
2	Público	Gerenciadora 1	Coordenador(a) de Planejamento
3	Público	Gerenciadora 1	Coordenador(a) de Planejamento
4	Público	Projetista 1	Coordenador(a) de Projetos (<i>design</i>)
5	Público	Projetista 1	Projetista
6	Privado	Gerenciadora 2	Coordenador(a) de Projetos (<i>design</i>)
7	Privado	Gerenciadora 3	Coordenador(a) de Planejamento
8	Privado	Gerenciadora 4	Diretor(a)
9	Privado	Gerenciadora 5	Gestor(a)
10	Privado	Construtora 1	Gerente de Obra
11	Privado	Indústria 1	Gestor(a)

Fonte: Autor.

Considerando o envolvimento de organizações gerenciadoras na aplicação da GR durante a fase de pré-construção de empreendimentos, atuando no planejamento e coordenação de estudos preliminares e projetos, dos 11 especialistas, 7 atuam nesse tipo de organização, sendo 3 no setor público e 4 no privado. Os participantes do setor público atuam em um órgão federal responsável pela coordenação geral das

atividades de projeto, construção e manutenção de patrimônio imobiliário espalhado por diversos Estados do Brasil. Já os representantes do setor privado atuam em 4 gerenciadoras diferentes com sede no Estado de São Paulo. Foram selecionados, ainda, especialistas de organização projetista (2), construtora (1) e indústria de materiais (1).

Quanto às funções exercidas, foi feita uma distribuição em várias áreas: 4 coordenadores de planejamento, 3 atuantes em atividades de projeto (design), 3 em funções de gestão em níveis variados, incluindo 1 diretor, e 1 como gerente de obra. A diversidade de conhecimentos e experiência dos especialistas tende a contribuir para a maior abrangência da ferramenta e validade da pesquisa.

Os especialistas analisaram individualmente a Estrutura Analítica de Riscos da ferramenta (categorias e fatores de risco) e apontaram sugestões de alteração, as quais foram, posteriormente, submetidas à apreciação de todos os participantes, em rodadas sucessivas, a fim de viabilizar o consenso em relação às questões abordadas. Ademais, outros componentes da ferramenta, de análise e tratamento dos riscos, foram apreciados pelos participantes, conforme a sequência de rodadas aplicadas. O método Delphi foi constituído, dessa forma, por 6 (seis) rodadas e a coleta de dados se deu a partir da resposta sequencial de questionários *online* (Quadro 12).

Quadro 12 – Sequência de rodadas Delphi

ATIVIDADE	ESCOPO	DESCRIÇÃO
Delphi 1a. Rodada (Questionários 1 e 2)	Perfil profissional dos participantes e análise da EAR (categorias e fatores de risco)	Perfil do participante e de sua organização; Conhecimento e experiência na aplicação de componentes do processo de GR, por meio de escala Likert de 1 (nenhuma experiência) a 4 (muita experiência); Indicação do grau de concordância com os fatores de risco elencados, por meio escala Likert de 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente) e espaço para comentários e sugestões
Delphi 2a. Rodada (Questionário 3)	Confirmação da EAR (análise das sugestões)	Análise das sugestões de alteração da EAR: (1) Redação original, quando aplicável; (2) Índice de Concordância do fator, conforme redação original; (3) Comentário do participante que sugeriu a alteração; e (4) Proposta de solução, para atender a sugestão do participante
Delphi 3a. Rodada (Questionário 4)	Ordenamento das categorias e fatores de risco	Ordenação das categorias e fatores de risco conforme sua severidade
Delphi 4a. Rodada (Questionário 5)	Impacto dos fatores de risco	Avaliação do grau de impacto dos fatores de risco por meio de escala Likert: 1 (negligenciável), 2 (pouco significativa), 3 (significativa), 4 (crítico) e 5 (extremo).
Delphi 5a. Rodada (Questionário 6)	Probabilidade dos fatores de risco	Avaliação do grau de probabilidade dos fatores de risco por meio de escala Likert: 1 (raro), 2 (improvável), 3 (possível), 4 (provável) e 5 (quase certo).

Delphi 6a. Rodada (Questionário 7)	Causas, Consequências e Controles	Apreciação dos componentes "Causas", "Consequências" e "Controles" (tratamento inicial) dos fatores de risco, com espaço para sugestões e complementações
------------------------------------	-----------------------------------	---

Fonte: Autor.

Previamente à aplicação de cada questionário, foram aplicados pré-testes para validação dos instrumentos de coleta de dados (GIL, 2002). Foram averiguados aspectos dos questionários, como clareza e precisão dos termos utilizados, quantidade e estrutura de apresentação das questões.

A 1ª Rodada do Método Delphi teve como primeiro objetivo coletar as informações profissionais detalhadas sobre os especialistas convidados e a empresa ou organização em que eles atuam. O segundo objetivo foi verificar o grau de concordância dos respondentes com os fatores de risco apresentados, utilizando-se de uma escala Likert para graduar as respostas, desde 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente).

Foi disponibilizado, após a análise de cada fator de risco, espaço para comentários e sugestões, visando à obtenção da análise sobre a pertinência do fator. Por fim, ao final de cada categoria, os respondentes poderiam apontar ajustes na Estrutura Analítica de Riscos (EAR). A composição dos Questionários 1 e 2, referentes à 1ª Rodada, está detalhada nos Quadros 13 e 14, respectivamente.

Quadro 13 – Composição do Questionário 1

PARTE	ESCOPO	QUESTÃO	OBJETO
1	Perfil do participante	1	1) Formação profissional: engenheiro civil, eletricitista ou de produção ou arquiteto
		2	2) Nível de formação mais elevado: graduação, especialização, mestrado, doutorado ou pós-doutorado
		3	3) Tempo de experiência na construção civil
		4	4) Principal atividade na construção civil: gestão, projeto, obra ou operação e manutenção
2	Perfil da empresa/ organização do participante	5	Tipo de empresa/organização da construção civil: gerenciadora, escritório de projetos, construtora ou indústria
		6	Setor da economia: público ou privado
		7	Segmento(s) de atuação: edificações residenciais, comerciais, industriais ou de uso específico, infraestrutura de transportes, de redes ou outras
3	Aplicação da GR	8	Nível de conhecimento em GR de empreendimentos: desde "Pouco conhecimento teórico e prático" até "Conhecimento e experiência prática avançados"
		9	Experiência na aplicação de processos estruturados de GR, por meio de escala Likert de 1 (nenhuma experiência) a 4 (muita experiência), para cada componente do processo de GR: contextualização, identificação, análises qualitativa, semiquantitativa e quantitativa, avaliação, tratamento e monitoramento e análise crítica

4	Análise dos Fatores de Risco de Projeto	10 a 30	Indicação do grau de concordância com os fatores elencados, por meio escala Likert de 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente), seguida de questões abertas para exposição de comentários sobre cada fator e sobre a categoria
5	Análise dos Fatores de Risco de Construção	31 a 55	Indicação do grau de concordância com os fatores elencados, por meio escala Likert de 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente), seguida de questões abertas para exposição de comentários sobre cada fator e sobre a categoria

Fonte: Autor.

Quadro 14 – Composição do Questionário 2

PARTE	ESCOPO	QUESTÃO	OBJETO
1	Análise dos Fatores de Risco de Gestão	1 a 23	Indicação do grau de concordância com os fatores elencados, por meio escala Likert de 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente), seguida de questões abertas para exposição de comentários sobre cada fator e sobre a categoria
2	Análise dos Fatores de Risco Econômico	24 a 36	Indicação do grau de concordância com os fatores elencados, por meio escala Likert de 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente), seguida de questões abertas para exposição de comentários sobre cada fator e sobre a categoria
3	Análise dos Fatores de Risco Político-social e legal	37 a 51	Indicação do grau de concordância com os fatores elencados, por meio escala Likert de 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente), seguida de questões abertas para exposição de comentários sobre cada fator e sobre a categoria
4	Análise dos Fatores de Risco Natural	52 a 56	Indicação do grau de concordância com os fatores elencados, por meio escala Likert de 1 (discordo completamente) até 4 (concordo completamente), seguida de questões abertas para exposição de comentários sobre cada fator e sobre a categoria
5	Análise Geral da Estrutura Analítica de Riscos (EAR)	57	Comentários gerais sobre a EAR

Fonte: Autor.

Para cada fator de risco da EAR inicial, foram empregados dois critérios para confirmação do fator de risco:

- a) Numérico: cálculo do índice de concordância relativa (*ICR*) dos fatores e comparativo com um parâmetro de aceitação. Dessa forma, fatores com aceitação superior ao parâmetro seriam considerados aprovados; e
- b) Qualitativo: apreciação dos comentários sobre o fator, visando identificar justificativas de alteração da EAR e preservar o caráter qualitativo da análise.

O índice de concordância relativa (*ICR*) é um indicador do consenso do grupo sobre a validade do elemento analisado, calculado por meio da fórmula (YIRENKYI-FIANKO; CHILESHE, 2015):

$$ICR = \frac{\sum a_i}{A \times N} \quad (1)$$

Onde: a_i é o valor atribuído pelo respondente i , variando conforme a escala Likert empregada (de 1 a A , por exemplo); A é o peso mais alto da escala Likert adotada; e N é o número total de respondentes.

O parâmetro de aceitação adotado foi o empregado para o coeficiente de concordância de ordenamento de fatores em processos Delphi, denominado W de Kendall (OKOLI; PAWLOWSKI, 2004). Para esse coeficiente, que varia de 0 a 100%, valores maiores ou iguais a 70% indicam que há consenso sobre a posição do fator analisado. Para adotar esse parâmetro, cuidados foram tomados quanto à necessidade de ajuste para a escala de valores.

Os comentários dos especialistas em suas respostas aos Questionários 1 e 2 incluíram sugestões de alteração dos fatores de risco, bem como, indicações para caracterização (causas e consequências) e controle (tratamento inicial) dos riscos. As sugestões de alteração foram reunidas, tabuladas e consolidadas por fator de risco, a fim de que fossem apreciadas pelos respondentes na 2ª Rodada do Método Delphi. As indicações de causas, consequências e controles foram também apresentadas por fator de risco na realização da 6ª Rodada.

Assim, na 2ª Rodada (Questionário 3), para cada sugestão de alteração da EAR, foram apresentados:

- a) Redação original do(s) fator(es) envolvido(s) na alteração, quando aplicável;
- b) ICR do fator em sua redação original, isto é, o valor do índice obtido nas respostas aos Questionários 1 ou 2;
- c) Transcrição do comentário do participante que sugeriu a alteração; e
- d) Proposta de solução elaborada pelo pesquisador, para atender à sugestão do participante.

Os especialistas tinham como opções de resposta concordar ou não com as sugestões apresentadas. Foram empregados, de forma análoga ao procedimento da 1ª Rodada, dois critérios de análise das sugestões:

- a) Cálculo do índice de concordância relativa com as sugestões (ICR_s), conforme a Fórmula 1, com as adaptações para os valores da escala usada neste caso, seguido de comparativo com o parâmetro de aceitação (70% na escala de W de Kendall);
- b) Análise qualitativa, por meio da apreciação dos comentários. Para que as sugestões fossem implementadas na EAR, deveriam superar os dois critérios de análise.

Na 3ª Rodada do Método Delphi, foi solicitado, por meio do Questionário 4, que os especialistas ordenassem as categorias e fatores de risco conforme a severidade com que podem impactar os objetivos de um empreendimento, atribuindo a posição de cada item analisado de forma decrescente, isto é, a categoria/risco mais severa(o) ou de maior impacto deveria ser qualificada(o) como "1" e assim por diante, até a categoria/risco menos impactante.

Os resultados obtidos foram empregados para determinação de pesos normalizados de impacto das categorias e fatores e do nível de risco geral do empreendimento, conforme procedimentos verificados na literatura (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018; SILVA, 2012).

Na 4ª Rodada do Método Delphi (Questionário 5), os especialistas indicaram a gravidade com que os fatores de risco podem impactar os objetivos de um empreendimento. Foi empregada uma escala Likert com 5 níveis de impacto para servir de parâmetro para a análise, desde "1" (negligenciável) até "5" (extremo). Com as respostas, foi possível determinar o nível de impacto dos fatores de risco, de acordo com cálculo similar ao do nível de concordância relativa dos fatores de risco (NGUYEN; CHILESHE, 2015).

A 5ª Rodada do Método Delphi foi conduzida por meio da aplicação do Questionário 6, em que se solicitou que os especialistas apontassem, com base em sua experiência no desenvolvimento de empreendimentos, a probabilidade de ocorrência dos fatores de risco elencados. Os fatores foram apresentados no questionário e foi empregada uma escala Likert com 5 níveis para gradação das respostas, desde "raro" (probabilidade de ocorrência menor que 10%) até "quase certo" (probabilidade maior que 90%), conforme o parâmetro de análise da probabilidade inserido na ferramenta.

A partir dos resultados, calculou-se o índice de probabilidade dos fatores de risco, seguindo formulação semelhante à da Fórmula 1.

Na 6ª Rodada do Método Delphi, os especialistas apreciaram os componentes da ferramenta "Causas", "Consequências" e "Controles" (tratamento inicial) para os fatores de risco. Os itens apresentados aos especialistas para avaliação foram obtidos tanto da revisão bibliográfica, quanto dos comentários dos próprios especialistas quando analisaram as categorias e fatores de risco nas respostas aos Questionários 1 e 2.

Outrossim, além de analisar os componentes em questão, os respondentes puderam sugerir complementações ou ajustes, a fim de tornar a aplicação da ferramenta relevante para o contexto e ambiente operacional previstos. As sugestões dos especialistas foram, então, analisadas pelo pesquisador, de modo a inserir na ferramenta componentes ainda não contemplados.

Após a realização de cada rodada e análise das respostas dos especialistas, foram realizados ajustes na ferramenta, tanto nos componentes diretamente relacionados com os questionários, quanto em outros componentes indiretamente relacionados. Dessa forma, os procedimentos de validação adotados visaram cumprir diretriz fundamental do método de pesquisa DSR, a iteração entre concepção e validação (WIERINGA, 2009), visando à geração de solução satisfatória para o problema estudado, sem abdicar do rigor científico necessário para produção de conhecimento (LACERDA *et al.*, 2013).

Apesar de se ter denominado os procedimentos anteriores como rodadas do Método Delphi, mister esclarecer que as rodadas 3 a 6 foram caracterizadas pela consulta direta aos especialistas sem o cumprimento completo do protocolo do referido método, caracterizado pela busca de construção de consenso. Diante da necessidade de validar muitos componentes do processo de GR, o que demandaria a realização de muitas iterações e poderia resultar no descumprimento do prazo de pesquisa, optou-se por adotar um procedimento simplificado do Delphi, mediante a análise do próprio pesquisador sobre os resultados obtidos em cada rodada. Tal simplificação não comprometeu a validade dos resultados obtidos.

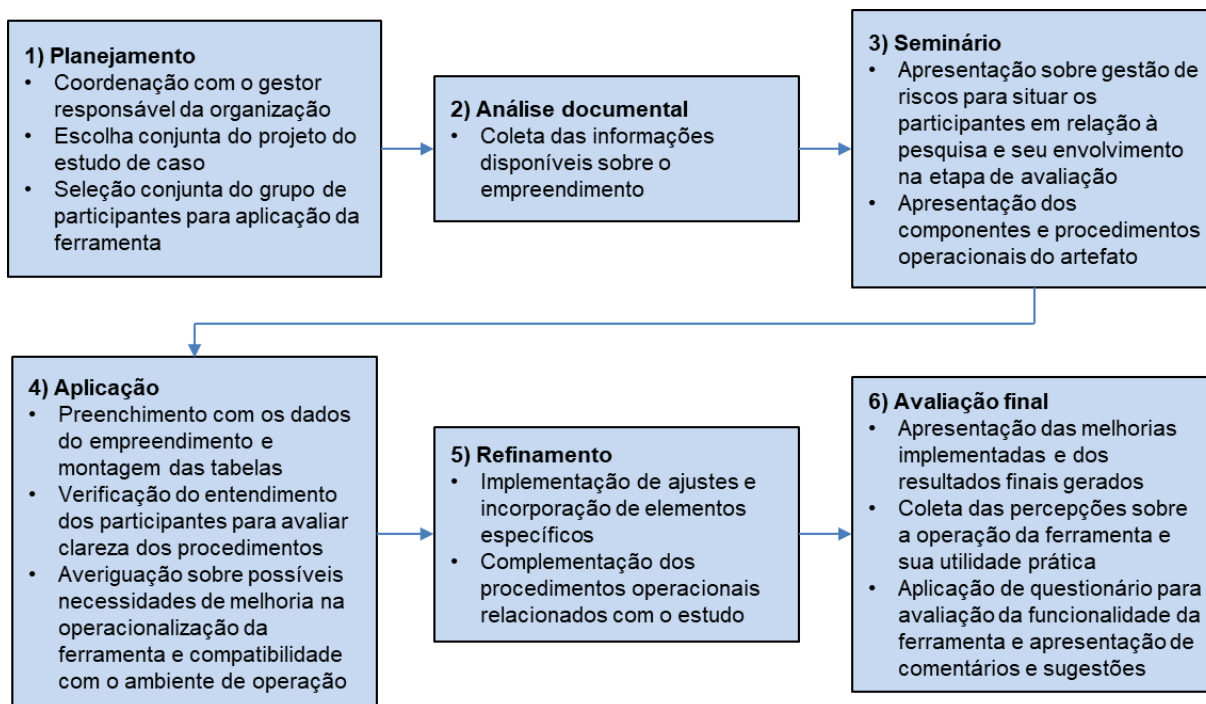
4.3.4 Aplicação e avaliação do artefato

Seguindo a sistemática da DSR, o artefato foi submetido à avaliação a fim de testar sua capacidade de atender às necessidades verificadas quando da investigação do problema e definição de objetivos. Como a ferramenta proposta tem o propósito de auxiliar as organizações da indústria na aplicação contínua do processo de GR de empreendimentos, optou-se por formas de avaliação que permitissem o estudo do artefato no ambiente de negócios e confirmar sua usabilidade pelos operadores.

Nesse sentido, o Estudo de Caso foi considerado um método adequado, dada sua capacidade de fornecer uma avaliação mais ampla do funcionamento do artefato (HEVNER; MARCH; PARK, 2004). O caso em estudo é um empreendimento de construção civil na fase de pré-construção, sendo desenvolvido por uma organização da indústria. Em sendo constituída por uma planilha eletrônica, com abas encadeadas e relacionadas, a ferramenta demanda uma discussão prévia com os usuários do ambiente de negócios sobre seu funcionamento e geração dos resultados. Além disso, a interação com profissionais responsáveis pelas atividades de gestão de riscos favorece o surgimento de novas ideias sobre o problema investigado e possíveis melhorias no artefato.

Assim, para conduzir o Estudo de Caso, foi adotado o Grupo Focal como método auxiliar para averiguar a clareza de entendimento da interface do artefato e obter evidências de sua capacidade de resolver problemas reais, ao ser empregado por grupos interessados. Grupos Focais, além de auxiliarem na análise crítica dos resultados da pesquisa, dão oportunidade ao pesquisador para melhorar as soluções propostas (LACERDA *et al.*, 2013). Os procedimentos de avaliação foram detalhados e consolidados (Figura 16), resultando em um método misto de condução dessa etapa da DSR.

Figura 16 – Processo de avaliação do artefato



Fonte: Autor.

Dado o processo de avaliação, o Grupo Focal empregado configurou-se tanto como exploratório, por possibilitar o refinamento do artefato, quando confirmatório, por suportar a validação de sua utilidade no campo de aplicação previsto, por meio da avaliação final (TREMBLAY; HEVNER; BERNDT, 2010⁹ apud LACERDA *et al.*, 2013).

Primeiramente, as atividades desenvolvidas foram: (1) Planejamento, com apoio do coordenador do projeto, para escolha do caso e seleção dos profissionais participantes; e (2) Análise documental, para coleta inicial de informações do empreendimento. Realizados esses procedimentos preliminares, foram realizadas duas reuniões, com duração de 4h cada.

Na primeira reunião, em 19/09/2022, foram procedidos: (3) Seminário, para situar participantes sobre o tema da pesquisa e o funcionamento do artefato; e (4) Aplicação do artefato, mediante preenchimento dos campos e montagem das tabelas da ferramenta. Por fim, os resultados da aplicação serviram para balizar as atividades de

⁹ TREMBLAY, M. C.; HERVNER, A. R.; BERNDT, D. J, Focus Groups for Artifact Refinement and Evaluation in Design Research. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 26, n. 27, p. 599-618, 2010.

(5) Refinamento, com realização de ajustes e incorporação de componentes específicos.

Na segunda reunião, em 04/10/2022, foi realizada a (6) Avaliação final, com apresentação do refinamento realizado, coleta das impressões e aplicação do Questionário 8, pertinente à avaliação individual do artefato (Quadro 15). Na avaliação individual, foram definidas medidas de desempenho sobre os componentes e sobre a ferramenta como um todo, baseando-se em definições extraídas da literatura.

Quadro 15 – Composição do Questionário 8 (avaliação individual do artefato)

PARTE	ESCOPO	QUESTÕES	OBJETIVO
1	Informações profissionais	1	Síntese biográfica profissional do participante
2	Avaliação de componentes da ferramenta	2 a 8	Confirmação dos participantes sobre se os componentes da ferramenta cumprem sua função, por meio de escala Likert de 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente), sendo uma questão por elemento do processo de GR: contextualização, identificação, análise, avaliação, tratamento, monitoramento e revisão e registro.
3	Avaliação global da ferramenta	9 a 13	Confirmação dos participantes sobre o emprego da ferramenta: abrangência, visão sobre relevância da GR, fomento à GR e envolvimento das partes interessadas no processo de GR; e recomendação de uso da ferramenta. Emprego de escala Likert de 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente) e escala de 0 (Não recomendaria) a 10 (Recomendaria fortemente)
4	Comentários finais	14	Comentário adicionais e sugestões

Fonte: Autor.

A organização selecionada para avaliação do artefato foi o escritório de projetos onde o pesquisador exerce suas atividades profissionais, um órgão público federal especializado na elaboração de estudos e projetos complexos e multidisciplinares. Essa escolha ocorreu em virtude de a organização atuar em várias fases de ECCs, com maior destaque para a pré-construção (concepção, projeto e planejamento executivo) e enfrentar o problema da ausência de um processo estruturado de gestão de riscos dos empreendimentos de que participa. Ademais, a atuação do pesquisador na organização foi fator facilitador da comunicação e interação com o grupo interessado, resultando em maior eficácia na condução dos procedimentos da etapa de aplicação e avaliação.

Como caso para estudo, foi selecionado um projeto em elaboração na organização participante, pertinente a um empreendimento com nível de complexidade elevado o suficiente para possibilitar a abordagem de uma grande diversidade de fatores de risco da Estrutura Analítica de Riscos (EAR) integrante do artefato. Considerou-se de complexidade elevada um empreendimento com muitas interfaces técnicas e forte influência do cliente (empreendedor), desenvolvido em um ambiente sujeito a mudanças não planejadas, grande quantidade e diversidade de partes interessadas e alta influência de autoridades e regulações (RUDOLF; SPINLER, 2018).

Para aplicar a ferramenta, foi concebida a participação do pesquisador e de representantes da organização envolvidos com a elaboração do projeto, dentre os quais um especialista participante da etapa de validação de componentes da ferramenta (Método Delphi). Esse procedimento está coadunado com o tipo de artefato desenvolvido, uma instanciação, na medida em que o envolvimento de pessoas da organização auxilia na obtenção de dados sobre a aplicação da ferramenta na realidade (LACERTA *et al.*, 2013). A atuação do pesquisador visou facilitar o emprego do artefato e a obtenção dos resultados por ele propostos, com a geração das informações e relatórios sobre os riscos. A aplicação da ferramenta pelos representantes do escritório de projetos de forma autônoma seria de grande dificuldade, tendo em vista seu domínio insuficiente sobre técnicas de GR e o desconhecimento sobre como o processo de gestão de riscos está integrado na ferramenta.

4.3.5 Conclusão

Finalizando o processo da DSR, os resultados da pesquisa foram sintetizados e as principais aprendizagens obtidas foram destacadas. As contribuições do trabalho para a classe de problemas foram justificadas, de modo a demonstrar a generalização do conhecimento obtido.

4.3.6 Limitações de pesquisa

O presente trabalho possui limitações características dos métodos de pesquisa aplicados. A começar pelo nível de conhecimento sobre a gestão de riscos dos partícipes do Método Delphi e do Grupo Focal. A operação da ferramenta,

naturalmente, exige do usuário uma compreensão adequada e integral sobre os componentes do processo de GR, com entendimento da iteratividade e de como os resultados intermediários são aproveitados em etapas seguintes. A limitação de conhecimento dos profissionais convidados reflete uma carência da própria indústria de construção civil, marcada pela aplicação de procedimentos básicos de GR de ECCs (PÁDUA, 2018).

Outra limitação da pesquisa refere-se à etapa de aplicação e avaliação da solução, em que o Estudo de Caso foi conduzido por um Grupo Focal formado somente por representantes do escritório responsável pela elaboração do projeto. Como se trata de um empreendimento público, desenvolvido de forma sequencial (projeto-licitação-construção), a etapa de projeto deve ser finalizada para que seja realizada a licitação e posterior definição da construtora. Além disso, é vedada a participação de possíveis concorrentes na etapa de projeto, sob o risco de prejudicar a concorrência e a lisura do procedimento licitatório. Essas circunstâncias, específicas do ambiente operativo escolhido para testar o artefato, acabaram por limitar a participação de outros agentes na realização do Estudo de Caso. Os resultados dessa etapa ficaram, então, restritos ao ponto de vista dos projetistas, não se aproveitando das percepções de outras partes interessadas quando da execução dos procedimentos de contextualização, identificação, apreciação e tratamento dos riscos do ECC.

Ademais, apesar de o caso em estudo referir-se a um projeto (*design*) de obra pública, os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta podem ser generalizados para a indústria devido ao carácter abrangente dos constructos adaptados e inseridos no artefato. Outrossim, a ferramenta permite a realização de ajustes no conteúdo de componentes, para melhor adequação ao contexto da organização e empreendimento em análise. Dessa forma, eventuais limitações de viés do processo de avaliação puderam ser consideradas pouco significantes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

5.1.1 Visão geral dos componentes

A ferramenta foi desenvolvida especificamente para atender às necessidades do ambiente de aplicação, organizações atuantes na fase de pré-construção de empreendimentos de construção civil. Nesta Seção, apresenta-se uma visão geral dos componentes do artefato, desenvolvidos e inseridos na ferramenta a fim de cumprir as funções dos componentes do processo de GR (Quadro 16). Cabe esclarecer que trata-se, neste momento, dos componentes da ferramenta em sua versão inicial, pois, após a aplicação em um estudo de caso, foi realizado o refinamento do artefato, com modificação e inclusão de componentes, conforme abordado na Seção 5.3.

Quadro 16 – Componentes da ferramenta (versão inicial)

COMPONENTE DO PROCESSO DE GR	COMPONENTE DA FERRAMENTA	FUNÇÃO
1) Contextualização	1.1) Contexto do Empreendimento 1.2) Análise das Partes Interessadas 1.3) Critérios de análise dos riscos 1.4) Critérios de análise dos controles e opções de tratamento 1.5) Critérios de avaliação dos riscos	Auxiliar na personalização do processo de GR, tornando-o mais eficaz
2) Identificação de riscos	2.1) Estrutura Analítica de Riscos (EAR) 2.2) Caracterização dos riscos	Auxiliar no reconhecimento e descrição dos riscos de ECCs
3) Análise de riscos	3.1) Análise inicial 3.2) Análise dos controles existentes 3.3) Cálculo do nível de risco dos fatores (NRf) e do nível de risco do empreendimento (NRE)	Auxiliar na compreensão dos riscos de ECCs
4) Avaliação de riscos	4.1) Faixa do NRf 4.2) Matriz de Riscos	Apoiar a tomada de decisão sobre o tratamento dos riscos de ECCs
5) Tratamento de riscos	5.1) Tratamento dos riscos 5.2) Ações requeridas	Auxiliar na seleção e implementação de abordagens aos riscos e conscientização sobre riscos remanescentes
6) Monitoramento e revisão	Não inserido componente específico	Auxiliar a verificação do desempenho do processo e de mudanças no quadro de exposição a riscos
7) Registro do processo	Tabelas e Matrizes	Permitir a adequada documentação e posterior comunicação dos resultados do processo de GR e fornecer informações relevantes para tomada de decisão

Fonte: Autor.

Como apresentado, os elementos do processo de GR foram inseridos na ferramenta por meio de componentes específicos que formam os processos de contextualização (1), identificação (2), análise (3), avaliação (4) e tratamento de riscos (5). O processo de monitoramento e revisão (5) não foi inserido em componente específico. Já o registro do processo compreende o conjunto de tabelas e matrizes desenvolvidas nos demais componentes.

A ferramenta tem a forma de uma planilha eletrônica, constituída por abas, que contemplam um ou mais componentes da ferramenta. Cada componente da ferramenta contém subcomponentes para organização e sistematização dos processos de contextualização, identificação, apreciação e tratamento dos riscos (Quadro 17).

Quadro 17 – Correspondência entre componentes, subcomponentes e abas da ferramenta (versão inicial)

COMPONENTE DO PROCESSO DE GR	COMPONENTES E SUBCOMPONENTES DA FERRAMENTA	ABA DA PLANILHA
1) Contextualização	1.1) Contexto do Empreendimento - Descrição do Empreendimento - Premissas e Objetivos do Empreendimento - Contexto Interno - Outras informações	"Contexto"
	1.2) Análise das Partes Interessadas - Identificação - Necessidades, interesses e expectativas - Capacidade de afetar objetivos (Quais, Como, Quanto, Quando) - Participação e engajamento na gestão de riscos (Sim/Não, Como, Quando)	"Partes Interessadas"
	1.3) Critérios de análise dos riscos - Escala de Impacto - Escala de Probabilidade	"Critérios Análise"
	1.4) Critérios de análise dos controles e opções de tratamento - Escala de Nível de Confiança de Controles Existentes e Opções de Tratamento	"Critérios Controles Tratamento"
	1.5) Critérios de avaliação dos riscos - Matriz de Probabilidade e Impacto - Tabela de Critérios de Avaliação	"Critérios Avaliação"
2) Identificação de riscos	2.1) Estrutura Analítica de Riscos - Códigos - Categorias - Fatores	"Ident., Análise, Tratamento"
	2.2) Caracterização dos riscos - Causas - Fontes - Consequências - Efeitos nos objetivos (Prazo / Custo / Qualidade / Segurança / Sustentabilidade Ambiental)	

3) Análise de riscos	3.1) Análise inicial - Peso Normalizado (Wf) - Impacto dos fatores (If) - Probabilidade dos fatores (Pf)	"Ident., Análise, Tratamento"
	3.2) Análise dos controles existentes - Controles existentes - Responsável - Nível de Confiança dos Controles (NCC)	
	3.3) Cálculo do nível de risco dos fatores (NRf) e do nível de risco do empreendimento (NRE): - $NRf = Pf \times If \times (1 - NCC)$ - $NRE = \sum Wf \times Pf \times (1 - NCC)$	
4) Avaliação de riscos	4.1) Faixa do NRf	"Ident., Análise, Tratamento"
	4.2) Matriz de Riscos	"Matriz de Riscos"
5) Tratamento de riscos	5.1) Tratamento dos riscos - Medidas de Tratamento (opções) - Nível de Confiança do Tratamento (NCT) - Custo do Tratamento (CT) - Índice de Eficiência do Tratamento ($IET = NCT/CT$) - Medida de Tratamento Adotada - Responsável	"Ident., Análise, Tratamento"
	5.2) Ações requeridas: Evitar Transferir (Seguro, Garantia, Fiança) Mitigar (Causa, Probabilidade ou Impacto) Assumir (Reservas / Taxa de Risco) Assumir (Aditivo)	
6) Monitoramento e revisão	-	Não incluído em aba específica
7) Registro do processo	Tabelas e Matriz de Riscos	Todas as abas

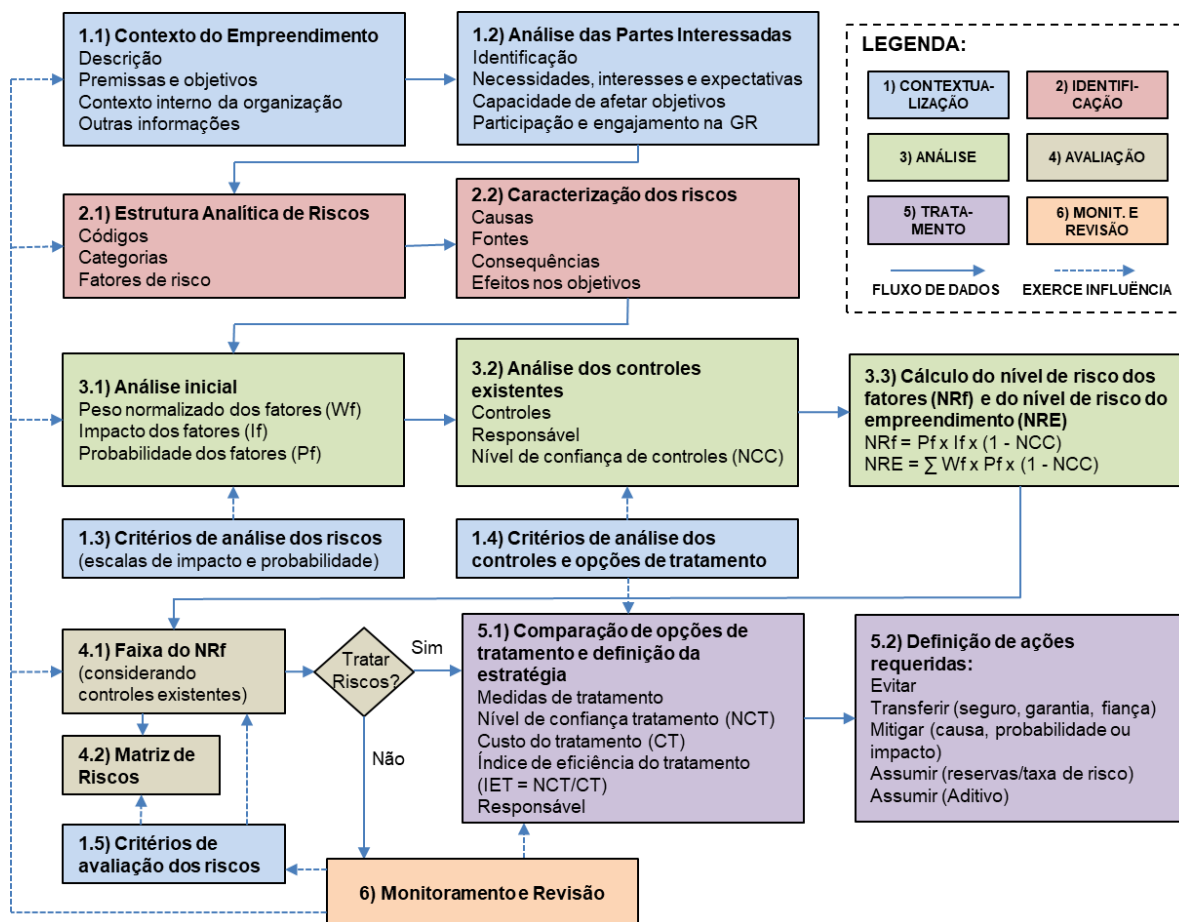
Fonte: Autor.

A integração entre os componentes da ferramenta, formando o processo de GR, encontra-se detalhada na próxima Subseção (5.1.2). E maiores detalhes sobre cada componente e subcomponente pode ser verificados nas Subseções seguintes (5.1.3 a 5.1.9).

5.1.2 Processo da ferramenta

A ferramenta, sob a forma de uma planilha eletrônica, incorpora o processo de GR por meio da abordagem sequencial e integrada de seus componentes. À medida que o usuário avança entre as abas da planilha, devem ser preenchidos dados do empreendimento, confirmados critérios adotados e aplicados os procedimentos para identificação, apreciação e tratamento dos riscos. Na Figura 17, apresenta-se como os componentes e subcomponentes (detalhados nas Subseções seguintes) estão interligados na ferramenta.

Figura 17 – Fluxograma do processo de GR inserido na ferramenta (versão inicial)



Fonte: Autor.

O processo tem início com a contextualização do empreendimento e da organização responsável por seu desenvolvimento (etapa 1.1) e a análise das partes interessadas (etapa 1.2) com poder de influência direto ou indireto sobre os resultados. Compõem, ainda, a contextualização, os critérios de risco: de análise dos riscos (elemento 1.3), de análise dos controles e opções de tratamento (elemento 1.4) e de avaliação dos riscos (elemento 1.5). O emprego desses critérios está relacionado com a condução de etapas específicas do processo, conforme demarcado pela seta de influência (tracejada).

No passo seguinte, o processo de identificação dos riscos é composto pela Estrutura Analítica de Riscos (EAR) (etapa 2.1) e pela etapa de caracterização dos riscos (etapa 2.2), fundamentais para o reconhecimento e melhor entendimento sobre os riscos, evitando-se a omissão de eventuais fatores importantes que possam originar incertezas no futuro.

Na sequência, previu-se a análise inicial dos riscos (etapa 3.1), por meio da estimativa, com base nos critérios de análise dos riscos (elemento 1.3), dos valores de impacto (I_f) e probabilidade (P_f) dos fatores de risco. Já o peso normalizado (W_f) de cada fator é um valor padronizado, configurado pela organização a partir de sua avaliação sobre a importância relativa dos riscos mapeados, conforme detalhado posteriormente. Adiante no processo, tem-se a análise dos controles existentes (etapa 3.2), à luz dos respectivos critérios (elemento 1.4), resultando na definição do nível de confiança dos controles (NCC). Esse valor é empregado nos cálculos do nível de risco dos fatores (NR_f) e do nível de risco do empreendimento (NRE) (etapa 3.3).

Posteriormente, os resultados da análise são comparados com os critérios de avaliação dos riscos (elemento 1.5), a fim de identificar a faixa do nível de risco dos fatores (etapa 4.1). A depender da faixa do NR_f , o critério indicará a faixa de enquadramento do risco, entre aceitável, a avaliar e inaceitável, para que possa ser tomada a decisão sobre a necessidade de tratamento. Os resultados da avaliação resultam também na montagem da matriz de riscos (etapa 4.2), em que os riscos são alocados nas posições da matriz de acordo com suas combinações de probabilidade e impacto.

Havendo necessidade de tratamento, o processo continua com a comparação de opções de tratamento, visando avaliação do custo-benefício de cada opção e definição da estratégia de tratamento (que pode comportar uma ou mais das opções elencadas) e dos respectivos responsáveis (etapa 5.1). Nesse processo, são calculados os níveis de confiança das opções de tratamento (NCT), o custo das opções de tratamento (CT) e o índice de eficiência das opções de tratamento (IET). As estratégias de tratamento escolhidas derivam em ações requeridas, a ser indicadas para controle (etapa 5.2).

Conectado a todos os processos anteriores e, principalmente, para os riscos avaliados como aceitáveis, deve ser realizado o procedimento de monitoramento e revisão (etapa 6). Apesar de não inserido como componente da ferramenta, esse processo é fundamental para que a GR seja efetiva e acompanhe eventuais mudanças no contexto do empreendimento, nas características dos riscos e na eficácia da estratégia de tratamento (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). A inserção de procedimentos de monitoramento e revisão se deu quando do refinamento da

ferramenta, após sua aplicação ao ECC do estudo de caso, conforme será visto à frente.

5.1.3 Contexto e partes interessadas

A etapa de estabelecimento do contexto da GR é fundamental para a conscientização inicial das partes interessadas sobre o empreendimento, seus objetivos e o ambiente interno e externo em que os objetivos serão perseguidos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). Com base em modelos desenvolvidos em outros trabalhos (SILVA, 2012), foi desenvolvida a aba “Contexto” da ferramenta proposta (Figura 18).

Figura 18 – Aba “Contexto” (versão inicial)

DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	
Nome	
Principais atividades	
Localização	
Finalidade (para o empreendedor)	
Tipo de contrato (1)	
Critério de fixação do preço (2)	
PREMISSAS E OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO	
Escopo essencial	
Escopo desejável	
Preço-base	
Prazos de referência das etapas (ex. anteprojeto, projeto legal, projeto executivo, implantação)	
Tecnologias construtivas pré-definidas	
Ligação com outros empreendimentos/projetos	
Elementos do escopo complexos, inovadores ou preocupantes	
CONTEXTO INTERNO	
Experiência anterior com o tipo de empreendimento	
Experiência anterior no local do empreendimento	
Análise de capacidades e recursos existentes e necessários para as atividades (considerar pessoal, material, tecnologia, processos etc.)	
Expectativas e interesses das partes interessadas internas (3)	
Meta organizacional relacionada com o empreendimento	
OUTRAS INFORMAÇÕES	
Outros elementos de contextualização julgados oportunos	
(1) Refere-se ao modelo de desenvolvimento: tradicional, gerenciamento da construção ou integrado (ex. <i>Design-Build</i>).	
(2) Preço global, preço unitário ou preço de custo	
(3) Partes interessadas externas são avaliadas na aba "Partes Interessadas"	

Fonte: Autor.

A aba “Contexto” inclui os seguintes componentes, a ser preenchidos pelo usuário no processo de análise da conjuntura interna do ECC:

- a) descrição do empreendimento: principais atividades, localização, finalidade (normalmente ditada pelo empreendedor), tipo de contrato (se houver definição prévia);
- b) premissas e objetivos do empreendimento: escopos essencial e desejável, preço-base, prazos das etapas (anteprojeto, projeto legal, projeto executivo, implantação etc.), tecnologias construtivas pré-definidas, ligação com outros empreendimentos ou projetos, elementos do escopo complexos, inovadores ou preocupantes;
- c) contexto interno: experiência anterior com o tipo de empreendimento, experiência anterior no local do empreendimento, análise sobre capacidades e recursos existentes e necessários para o desenvolvimento das atividades do empreendimento, expectativas e interesses das partes interessadas internas, meta organizacional relacionada com o empreendimento; e
- d) outras informações: outros elementos de contextualização julgados oportunos.

Para o estabelecimento do contexto externo do ECC, deve-se levar em conta o poder de influência das partes interessadas sobre o alcance dos objetivos e seu envolvimento no processo de GR (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). Assim, conforme pode ser visualizado no Apêndice B, a aba “Partes Interessadas” foi integrada à ferramenta, objetivando o mapeamento de:

- a) necessidades, interesses e expectativas;
- b) capacidade de afetar o alcance dos objetivos: o usuário da ferramenta detalhará quais objetivos podem ser afetados, de que forma, com qual extensão e em que momento ou fase do empreendimento; e
- c) participação e engajamento na GR: o usuário indicará, caso a parte interessada atue no processo de GR, como e quando isto se dará.

Nessa aba, foi inserida uma listagem de partes interessadas atuantes em ECCs, considerando tanto o contexto de obras privadas, quanto públicas (Figura 19). Assim como outros componentes da ferramenta, o rol apresentado não supre todas as possibilidades de agentes atuantes em empreendimentos da indústria, cabendo

ajustes para melhor mapeamento dos riscos caso a caso. Por exemplo, determinados órgãos públicos, atuantes nos processos de licitação, consultoria jurídica e fiscalização orçamentária e financeira, são exclusivos de empreendimentos em que recursos públicos são empregados.

Figura 19 – Rol de partes interessadas na aba “Partes Interessadas”

ÂMBITO	POSICIONAMENTO	AGENTE	CÓD.
INTERNO	PARTICIPANTE-CHAVE	Empreendedor (cliente)	EMP
		Projetistas	PRO
		Gerenciadora / fiscalizadora	GER
		Construtora	CTT
	COLABORADOR	Consultores independentes	COI
		Fornecedores de materiais de construção	FMC
		Fornecedores de equipamentos de construção	FEC
		Subcontratadas de serviços de construção	SSC
		Outros prestadores de serviço (alimentação, contabilidade, jurídico, TI, transporte, publicidade, marketing)	OPS
		Administrador do imóvel (gestor de facilities)	ADI
		Investidor e agente financeiro	IAF
		Seguradora	SEG
		Órgão licitante	OLI
		Consultoria jurídica pública (ex. CJUs, PGEs, PGMs)	CJP
		Usuários finais	USU
EXTERNO	RESTRITOR	Órgãos ambientais	AMB
		Autoridade municipal (relacionada a questões como urbanismo, trânsito, gabarito construtivo, saúde etc.)	MUN
		Autoridade estadual	EST
		Autoridades federais (ANVISA, ANAC, outras agências reguladoras)	OAT
		Corpo de Bombeiros	CBM
		Órgãos de patrimônio histórico	OPH
		Concessionária de água e esgoto	CAE
		Concessionária de energia	CEN
		Concessionária de gás	CGA
		Ministério Público do Trabalho	MPT
		Conselhos de classe (ex. CREA, CAU)	CCL
	Órgãos de controle e auditoria (ex. TCU, TCE)	OCT	
	COMPETIDOR	Concorrente	CCR
	MISTO	Agentes sociais (ex. sindicatos, lideranças locais, ONGs)	SOC
		Sindicatos	SIN
		Imprensa e mídias sociais	IMP

Fonte: Autor.

Ademais, a depender do modelo de organização das partes envolvidas, tipo de contrato e extensão de responsabilidades, as organizações participantes podem assumir mais de um papel dentre os elencados na tabela da ferramenta. Em contratos tradicionais ou *Design-Bid-Build*, por exemplo, o empreendedor atua no gerenciamento e contrata projetista e construtora. Já em contratos do tipo gerenciados *Pure or Agency Construction Management (PCM)*, o empreendedor contrata gerenciadora e projetista, sendo a contratação da obra e fornecedores responsabilidade da gerenciadora. E em contratos integrados, como *Design-Build (D/B)*, *Engineering Procurement Construction (EPC)* e *Design-Build-Operate (DBO)*,

projeto e construção ficam a cargo do mesmo agente, o qual poderá, ainda, assumir outras atividades como comissionamento, *start-up* e operação (TOLEDO, 2018).

Os agentes arrolados foram classificados de acordo com o âmbito e posicionamento que adotam ao participar do empreendimento:

- a) âmbito interno: para aqueles que compartilham interesses diretos e normalmente alinhados com o alcance dos objetivos, sendo também classificados quanto ao posicionamento como:
 - participante-chave: agentes com maior poder de decisão, a depender do modelo de desenvolvimento e tipo de contrato (tradicional, gerenciado ou integral), figuram na realização das principais atividades de projeto, construção e gestão;
 - colaborador: atuam em outras atividades, sem exercer poder de decisão, são agentes responsáveis pelo desenvolvimento de partes do empreendimento, prestação de serviços específicos ou condução de processos;
- b) âmbito externo: para as partes interessadas que possuem interesses indiretos e não obrigatoriamente alinhados com o alcance dos objetivos, sendo classificados quanto ao posicionamento como:
 - restritor: agentes que impõem regramentos e possuem poder para criar restrições ao desenvolvimento das atividades, representados por órgãos de licenciamento, aprovação de projetos, empresas de serviços públicos e órgãos de controle e fiscalização;
 - competidor: concorrentes atuantes no mesmo nicho de mercado; e
 - misto: cidadãos, organizações da sociedade, imprensa e mídias sociais, que usufruirão dos benefícios e poderão sofrer efeitos negativos do desenvolvimento das atividades, comportando-se ora como colaboradora, ora como restritora para o empreendimento.

Como ECCs são desenvolvidos por agentes com interesses e poderes de influência e de decisão diversos, a integração entre a GR e a gestão de partes interessadas se mostra benéfico para a gestão do empreendimento (XIA *et al.*, 2018). Primeiramente, porque grande parte das ameaças advêm de ações ou omissões dos agentes envolvidos direta ou indiretamente no ECC. Logo, o mapeamento das partes

interessadas auxilia na identificação dos riscos. Em segundo lugar, o envolvimento das partes interessadas internas no processo de GR gera cultura de pertencimento e a colaboração necessários para a implementação de ferramentas e procedimentos mais eficazes. Por fim, a atenção adequada às necessidades e demandas das partes interessadas, principalmente nos estágios iniciais do ECC, contribuem para a prevenção de ameaças e proteção de valor para o empreendimento em estágios posteriores.

5.1.4 Critérios de risco

Os critérios de risco fornecem elementos para avaliar a significância dos riscos, com vistas a auxiliar o processo de tomada de decisão quanto à manutenção ou alteração de objetivos, escolha de tratamentos necessários e definição de medidas adicionais de monitoramento e revisão dos riscos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Com base na revisão de literatura realizada, foram montadas as tabelas de critérios nas abas:

- a) “Critérios Análise”, com as escalas de impacto e de probabilidade dos fatores de risco;
- b) “Critérios Controles Tratamento”, para avaliação do nível de confiança dos controles existentes e de medidas de tratamento; e
- c) “Critérios Avaliação”, para avaliar a significância do risco e a prioridade para realização de tratamento.

Na aba “Critérios Análise” (Figura 20), foram inseridas as tabelas com as escalas de gradação do impacto e da probabilidade de ocorrência dos fatores de risco. Para análise do impacto, foi utilizada uma escala com 5 níveis, cada um contendo um descritor qualitativo e uma descrição com impactos gerais sobre custo, prazo, saúde, segurança do trabalho e questões legais, conforme procedimento adotado em outros trabalhos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017; WU, 2019).

Para a análise da probabilidade de ocorrência dos fatores de risco, foi definida uma escala com 5 níveis de probabilidade. A montagem dessa escala incluiu os respectivos

descritores, descrições e intervalos de probabilidade, conforme verificado em outros trabalhos (AZEVEDO, 2013; RUDOLF; SPINLER, 2018; WANG *et al.*, 2018; WU *et al.*, 2019; VELASQUEZ; CARHUAMACA; FARJE, 2021). Com esse procedimento, buscou-se evitar a ambiguidade ou duplicidade de interpretações para os descritores empregados (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017; RUDOLF; SPINLER, 2018).

Figura 20 – Aba “Critérios Análise” (ferramenta)

ESCALA DE IMPACTO			
NÍVEL	DESCRIPTOR	DESCRIÇÃO	VALOR
5	Extremo	Não conclusão do empreendimento Processos, litígios e multas Acidentes com vítimas fatais	0,9
4	Crítico	Extrapolação do orçamento acima das reservas Atrasos afetando entregas Acidentes exigindo internações	0,7
3	Significante	Aumento nos custos Atrasos exigindo replanejamento Acidentes exigindo tratamento ambulatorial	0,5
2	Pouco significativa	Custos para cobrir perdas Atrasos recuperáveis Acidentes com lesões leves	0,3
1	Negligenciável	Perdas e atrasos menores Incidentes sem lesões	0,1
ESCALA DE PROBABILIDADE			
NÍVEL	DESCRIPTOR	DESCRIÇÃO	VALOR
5	Quase certo	Espera-se que ocorra na maioria das vezes (Probabilidade > 90%)	0,9
4	Provável	Provavelmente ocorrerá na maioria das vezes (Probabilidade entre 65 e 90%)	0,7
3	Possível	Pode ocorrer com alguma frequência (Probabilidade entre 35 e 65%)	0,5
2	Improvável	Ocorre ocasionalmente (Probabilidade entre 10 e 35%)	0,3
1	Raro	Ocorre somente em circunstâncias excepcionais (Probabilidade < 10%)	0,1

Fonte: Autor.

Os controles existentes podem ser avaliados quanto ao nível de confiança com que são capazes de mitigar a ocorrência dos riscos, a partir de uma escala com 5 níveis, aos quais foram atribuídos valores para emprego no cálculo do nível de risco e descrições para identificação do enquadramento adequado (Figura 21). Esta mesma escala foi adotada para a avaliação das medidas de tratamento, a ser empregada quando da análise de custo-benefício das opções disponíveis.

Figura 21 – Aba “Critérios Controles Tratamento” (ferramenta)

NÍVEL DE CONFIANÇA DOS CONTROLES EXISTENTES E OPÇÕES DE TRATAMENTO		
Forma de avaliar a eficácia das medidas de controle na mitigação dos riscos, mediante análise do desenho e aplicação		
NÍVEL	VALOR (%)	DESCRIÇÃO
Forte	80%	Controles implementados podem ser considerados a “melhor prática”, mitigando todos os aspectos relevantes do risco
Satisfatório	60%	Controles implementados e sustentados por ferramentas adequadas e, embora passíveis de aperfeiçoamento, mitigam o risco satisfatoriamente
Mediano	40%	Controles implementados mitigam alguns aspectos do risco, mas não contemplam todos os aspectos relevantes do risco devido a deficiências na configuração dos controles ou nas ferramentas utilizadas
Fraco	20%	Controles têm abordagens ad hoc, tendem a ser aplicados caso a caso, a responsabilidade é individual, havendo elevado grau de confiança no conhecimento das pessoas
Inexistente	0%	Controles inexistentes, mal desenhados ou mal implementados, isto é, não funcionais

Fonte: Autor.

Para avaliar os riscos, foi estabelecida uma matriz de probabilidade e impacto ou matriz de riscos, em que as combinações dos valores atribuídos de probabilidade e impacto resultam em um valor de nível de risco (Figura 22). A matriz de probabilidade e impacto contempla critérios implícitos de avaliação, identificados por cores, que separam os riscos em três faixas de nível de risco dos fatores (NR_i), de acordo com a necessidade de tratamento.

Figura 22 – Aba “Critérios Avaliação” (ferramenta)

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO							
Critério para avaliar a significância do risco e a prioridade para realização de tratamento.							
Probabilidade	Quase certo	0,9	0,090	0,270	0,450	0,630	0,810
	Provável	0,7	0,070	0,210	0,350	0,490	0,630
	Possível	0,5	0,050	0,150	0,250	0,350	0,450
	Improvável	0,3	0,030	0,090	0,150	0,210	0,270
	Raro	0,1	0,010	0,030	0,050	0,070	0,090
			0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
			Negligenciável	Pouco significativa	Significante	Crítico	Extremo
			Impacto				
	NR _f	DESCRIPTOR	DESCRIÇÃO				
	≥ 0,250	Inaceitável	Exigem medidas de redução do nível de risco, a não ser que o custo incorrido no tratamento seja desproporcional				
	0,090 - 0,250	A avaliar	Demandam análise de custo-benefício sobre as medidas de tratamento				
	< 0,090	Aceitável	Riscos negligenciáveis, cuja redução não compensa o custo incorrido com tratamento				

Fonte: Autor.

5.1.5 Identificação dos riscos

A identificação dos riscos se baseia no emprego da Estrutura Analítica de Riscos (EAR) elaborada com base na revisão bibliográfica realizada sobre fatores de risco na construção civil, conforme apresentado no Capítulo 3. A EAR, um dos componentes-chave da ferramenta, possibilita aos operadores do artefato o reconhecimento e identificação dos riscos do ECC de maneira ágil e integrada. Procurou-se desenvolver uma EAR abrangente o suficiente para contemplar uma vasta gama de riscos que são observados em ECCs de diversos tipos. Não se pretendeu esgotar os riscos possíveis, mas, ao menos, permitir aos usuários da ferramenta verificar toda a diversidade e complexidade de fatores de risco que cercam o ECC.

A EAR desenvolvida foi inserida na aba “Ident., Análise, Tratam.”, contando com duas colunas, conforme mostrado na Figura 23. Os códigos facilitam a identificação dos riscos. As categorias e fatores de risco seguem a lista contante do Quadro 8.

Figura 23 – Componentes de identificação de riscos (versão inicial)

Risco	
Cód.	Categorias/Fatores
D	Projeto (<i>design</i>)
D1	<i>FATORES DE RISCO DE PROJETO</i>
...	
D10	
C	Construção
C1	<i>FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO</i>
...	
C12	
G	Gestão
G1	<i>FATORES DE RISCO DE GESTÃO</i>
...	
G11	
E	Econômico (externo)
E1	<i>FATORES DE RISCO ECONÔMICO</i>
...	
E6	
P	Político-social e legal (externo)
P1	<i>FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL</i>
...	
P7	
N	Natural (externo)
N1	<i>FATORES DE RISCO NATURAL</i>
N2	

Fonte: Autor.

Seguindo o processo de GR incorporado à ferramenta, a partir dos riscos identificados, o usuário deve realizar sua caracterização, para melhor entendimento sobre as circunstâncias de sua ocorrência, o que contribuirá, posteriormente, para a definição de estratégias de abordagem a eles.

5.1.6 Caracterização dos riscos

A caracterização dos riscos visa aumentar a compreensão sobre sua ocorrência, dentro do contexto do empreendimento avaliado, resultando em uma estrutura lógica, que auxilia a identificação de riscos secundários (riscos gerados por riscos), a influência dos agentes envolvidos, o inter-relacionamento entre fatores e como estes podem afetar os objetivos.

Na aba “Ident., Análise, Tratam.” da ferramenta, para cada fator de risco, foram inseridas as colunas mostradas na Figura 24:

- a) “Causas”, com listagem de eventos ou fatores de risco que podem originar o fator de risco considerado;
- b) “Fonte de risco”, em que o usuário poderá marcar os agentes do ambiente de negócios (mapeados no componente “Contexto”) responsáveis pelo surgimento da circunstância com potencial para originar o risco;
- c) “Consequências”, composta por uma lista de efeitos do fator de risco, tanto em termo de outros riscos quanto de impacto sobre objetivos (p. ex. custo imprevistos, atrasos na obra); e
- d) “Efeito nos objetivos”, em que se pode marcar quais objetivos serão afetados pela concretização do risco: prazo, custo, qualidade, segurança e sustentabilidade ambiental.

Figura 24 – Elementos de caracterização dos riscos (versão inicial)

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS												
Risco		Causas	Fonte do Risco					Consequências	Efeitos nos Objetivos					
Cód.	Categorias/Fatores		EMP	PRO / COI	GER	CTT	SSC / FMC / FEC	EXT		Prazo	Custo	Quali- dade	Segu- rança	Sustent. Amb.
D		Projeto (design)												
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO					
...														
D10														
C		Construção												
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO					
...														
C12														
G		Gestão												
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO					
...														
G11														
E		Econômico (externo)												
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO					
...														
E6														
P		Político-social e legal (externo)												
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO					
...														
P7														
N		Natural (externo)												
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO					
N2														

Fonte: Autor.

As listas iniciais de causas e consequências para os riscos foram elaboradas a partir da revisão bibliográfica, não se esgotando completamente todas as possibilidades para os ECCs. São listas de referência, servindo de guia para o usuário na compreensão da natureza dos riscos do empreendimento que está sendo desenvolvido. Caso seja conveniente, o usuário pode inserir novos caracterizadores de causas e consequências, não constantes da ferramenta, a fim de que o processo de GR possa ser adaptado ao empreendimento considerado.

Como fontes de risco, foram listados os seguintes agentes e opções, em colunas que devem ser marcadas pelo usuário:

- a) Empreendedor (EMP);
- b) Projetista (PRO) e Consultor Independente (COI);
- c) Gerenciadora (GER);
- d) Construtora (CTT);
- e) Subcontratadas de serviços de construção (SSC), Fornecedores de materiais de construção (FMC) e Fornecedores de equipamentos de construção (FEC);
- e
- f) Externo.

Nas cinco primeiras opções, foram selecionados e especificados os agentes com papel central no desenvolvimento do empreendimento, os “participantes-chave” da aba “Partes Interessadas” (conforme discutido na Seção 5.1.3) ou aqueles mais diretamente ligados às atividades produtivas de consultoria e fornecimento de insumos. Outros agentes podem ser especificados neste mapeamento, conforme as características do ECC. Na categoria “externo”, normalmente serão enquadrados os agentes com posicionamento “restritor”, “competidor” ou “misto” da aba “Partes Interessadas”, ou as fontes de risco de fatores naturais (ações da natureza).

Com a marcação das colunas de fontes de risco, é possível fazer o cruzamento entre os agentes mapeados na aba “Partes Interessadas” com os riscos a que estão relacionados, integrando a GR com a gestão das partes interessadas. Ao elencar as ameaças que determinadas partes interessadas podem representar, o cruzamento realizado na ferramenta pode auxiliar na gestão das partes interessadas, contribuindo para a gestão do empreendimento como um todo.

5.1.7 Análise e avaliação dos riscos

Conforme a ferramenta proposta, após a identificação e caracterização, para cada risco, foram inseridas, na tabela da aba “Ident., Análise, Tratam.”, colunas pertinentes ao processo de análise e avaliação dos riscos (Figura 25).

Figura 25 – Componentes de análise e avaliação dos riscos (versão inicial)

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO						
Cód.	Risco	...	Impacto	Probabilidade	Controles Existentes		Nível de Risco dos Fatores	Avaliação dos Riscos	
					Medidas de Controle Existentes	Responsável (is)	NCC = Nível de Confiança dos Controles (%)		NRf = Pf x If x (1 - NCC)
	Categorias/Fatores	...	If (Valor na Escala)	Pf (Valor na Escala)	Medidas de Controle Existentes	Responsável (is)	NCC = Nível de Confiança dos Controles (%)	NRf = Pf x If x (1 - NCC)	Faixa do NRf
D	Projeto (design)								
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	CONFORME ESCALAS	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...									
D10									
C	Construção								
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	CONFORME ESCALAS	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...									
C12									
G	Gestão								
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	CONFORME ESCALAS	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...									
G11									
E	Econômico (externo)								
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	CONFORME ESCALAS	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...									
E6									
P	Político-social e legal (externo)								
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	CONFORME ESCALAS	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...									
P7									
N	Natural (externo)								
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	CONFORME ESCALAS	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
N2									

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

O processo de apreciação dos riscos conta, assim, com as seguintes etapas:

- a) Análise inicial dos riscos: determinação dos níveis de impacto (I_f) e de probabilidade de ocorrência (P_f), seguindo as escalas de impacto e probabilidade constantes da aba “Critérios Análise”;
- b) Identificação e avaliação dos controles: verificação das medidas de controle já inseridas nos processos organizacionais ou consideradas pelas partes interessadas no planejamento do empreendimento, seguida de identificação dos agentes responsáveis por essas medidas e determinação do nível de confiança dos controles (NCC), de acordo com os critérios constantes da aba “Critérios Controles Tratamento”;
- c) Cálculo do nível de risco dos fatores (NR_f), por meio de expressão que considera os níveis de probabilidade, impacto e confiança dos controles existentes; e
- d) Verificação da faixa de nível de risco, conforme os critérios constantes da aba “Critérios Avaliação”.

O nível de risco dos fatores (NR_f) é determinado pela seguinte expressão:

$$NR_f = P_f \times I_f \times (1 - NCC)$$

Onde: I_f é o nível de impacto e P_f , a probabilidade de ocorrência do fator de risco f , e NCC representa o nível de confiança dos controles atuantes na mitigação do risco.

Finalizando esse processo, a ferramenta possibilita ao usuário a representação dos fatores de risco na aba “Matriz de Riscos”, em que estão incluídos os critérios de avaliação, aplicáveis na priorização dos riscos em relação à adoção de estratégias de tratamento (Figura 26). Para construir a matriz de riscos, os fatores analisados e avaliados devem ser inseridos nas células da tabela, conforme o enquadramento do NR_f .

Figura 26 – Aba “Matriz de Riscos” (ferramenta)

MATRIZ DE RISCOS FINAL		Preencher com os riscos avaliados nas etapas anteriores					
Probabilidade	Quase certo	0,9	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	Provável	0,7	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	Possível	0,5	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Vermelho
	Improvável	0,3	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho
	Raro	0,1	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo
			0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
			Negligenciável	Pouco significante	Significante	Crítico	Extremo
Impacto							
	NRf	DESCRIPTOR	DESCRIÇÃO				
	≥ 0,250	Inaceitável	Exigem medidas de redução do nível de risco, a não ser que o custo incorrido no tratamento seja desproporcional				
	0,090 - 0,250	A avaliar	Demandam análise de custo-benefício sobre as medidas de tratamento				
	< 0,090	Aceitável	Riscos negligenciáveis, cuja redução não compensa o custo incorrido com tratamento				

Fonte: Autor.

De acordo com o processo apresentado, calculados os índices de impacto e probabilidade dos fatores, é possível realizar a análise semi-qualitativa dos riscos, por meio do cálculo do nível de risco de cada fator e sua representação na matriz de probabilidade e impacto.

Conforme o processo e fórmula acima, no cálculo do nível de risco dos fatores já está considerado o efeito benéfico que possíveis controles existentes têm na redução da exposição a riscos do empreendimento. Contudo, nesse processo, os riscos são avaliados de forma isolada, não se considerando o efeito combinado de seus efeitos sobre o nível geral de riscos do empreendimento. Esta avaliação é realizada no passo apresentado a seguir.

5.1.8 Nível de risco do empreendimento

A análise do efeito combinado dos riscos possibilita a quantificação do nível de exposição geral do empreendimento às incertezas (PROJECT MANAGEMENT

INSTITUTE, 2017). Dessa forma, o nível de risco do empreendimento (NRE) pode ser definido pela expressão (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018):

$$NRE = \sum NR_f = \sum P_f \times I_f$$

Se forem empregados valores de impacto normalizados, tem-se:

$$I_f = W_f$$

$$\sum W_f = 1$$

Com a probabilidade de ocorrência variando entre os valores 0 e 1, pode-se ter os casos hipotéticos: (1) todos os riscos certos de ocorrer, ou seja, todas as probabilidades (P) iguais a 1; e (2) todos os riscos considerados certos de não ocorrer, ou seja, todas as probabilidades (P) iguais a 0. Assim, pela expressão acima:

$$NRE = \sum NR = \sum 1 \times W_f = 1 \text{ (caso hipotético 1)}$$

$$NRE = \sum NR = \sum 0 \times W_f = 0 \text{ (caso hipotético 2)}$$

Assim, quando se emprega valores de impacto normalizados, o nível de risco (NRE) estará compreendido no intervalo de 0 a 1. Dessa forma, a normalização dos pesos tem como vantagem a possibilidade de parametrizar a escala comparativa de nível de riscos total, que fica dentro da faixa fixa de valores 0 a 1. Isso possibilita comparar diversos empreendimentos e seus níveis de risco por meio de uma escala de percentual de risco (OKUDAN; BUDAYAN; DIKMEN, 2021).

Seguindo as definições acima, a fim de complementar o processo de análise de riscos, foi incluído na ferramenta o cálculo no nível de risco do empreendimento (NRE), por meio da seguinte formulação:

$$NRE = \sum NR_f = \sum P_f \times W_f \times (1 - NCC)$$

Onde: P_f é a probabilidade de ocorrência e W_f , o nível de impacto normalizado do fator de risco f ; e NCC representa o nível de confiança dos controles atuantes na mitigação do risco.

Esse cálculo foi operacionalizado na aba “Ident.; Análise; Tratam.”, com a inclusão das colunas mostradas na Figura 27. Como apresentado, os valores de W_f são fixados pela organização responsável pelo desenvolvimento do empreendimento. Para tanto, podem ser empregados métodos matemáticos para definição da importância relativa dos fatores de risco e cálculo dos pesos normalizados. Entre esses métodos, verifica-se o uso do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para ECCs (ABDELALIM, 2019; ALBOGAMY; DAWOOD, 2015; NAMINI, 2014; SILVA, 2012; OKUDAN; BUDAYAN; DIKMEN, 2012).

Figura 27 – Componentes do cálculo do nível de risco do empreendimento (versão inicial)

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO	CÁLCULO DO NRE	
	Risco	...	...	Peso Normalizado	Nível de Risco do Empreendim.
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	W_f (Definição prévia da organização)	$NRE = \sum W_f \times P_f \times (1 - NCC)$
D Projeto (design)					
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...					
D10					
C Construção					
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...					
C12					
G Gestão					
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...					
G11					
E Econômico (externo)					
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...					
E6					
P Político-social e legal (externo)					
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...					
P7					
N Natural (externo)					
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
N2					

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Conforme abordado na Seção 5.2.5, foram incorporados na ferramenta pesos normalizados, obtidos por meio de processo de ordenamento das categorias e fatores

de risco, um procedimento mais simplificado que o AHP e, dessa forma, mais adequado ao plano da pesquisa e ao método adotado (Delphi).

Os demais componentes da fórmula (P_f e NCC) constam de outras colunas da mesma tabela da ferramenta, cujos valores são definidos no processo de análise e avaliação dos riscos, de acordo com o discutido na Seção 5.1.7. Logo, definidos todos os parâmetros, a ferramenta calcula a contribuição de cada fator de risco para o NRE e o valor final é obtido pela soma dessas contribuições.

5.1.9 Tratamento dos riscos

O processo de tratamento dos riscos foi inserido na ferramenta, por meio de colunas específicas na aba “Ident., Análise, Tratam.” (Figura 28), posicionadas após os processos de análise e avaliação dos riscos.

Figura 28 – Componentes de tratamento – análise de opções e definição (versão inicial)

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO	TRATAMENTO (ANÁLISE DE OPÇÕES E DEFINIÇÃO DO TRATAMENTO)					
Risco		...	...	Tratamento dos Riscos					
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	Medidas de Tratamento (Opções)	NCT = Nível de Confiança do Tratamento (%)	CT = Custo do Tratamento	IET (Índice de Eficiência do Tratamento) = NCT / CT	Medida de Tratamento Adotada	Responsável
D Projeto (design)									
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
D10									
C Construção									
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
C12									
G Gestão									
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
G11									
E Econômico (externo)									
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
E6									
P Político-social e legal									
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
P7									
N Natural (externo)									
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
N2									

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Como apresentado, incluiu-se uma lista de opções de respostas aos riscos para cada fator, produzida a partir da revisão da literatura e de sugestões do autor. Essa opções passaram posteriormente pelo processo de validação e complementação pelos especialistas participantes do Método Delphi.

Por consumirem recursos valiosos, as alternativas de tratamento devem ser analisadas para verificar se os benefícios advindos da sua implementação compensam o custo incorrido (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Foi inserido, então, na versão inicial da ferramenta, o Índice de Eficiência do Tratamento (*IET*), adaptado de proposta semelhante da literatura (ALBOGAMY; DAWOOD, 2015):

$$IET = NCT/CT$$

Onde: *NCT* é o nível de confiança da opção de tratamento, estimado com base nos critérios constantes da aba “Critérios Controles Tratamento” e *CT* representa o custo incorrido com a implementação da alternativa de tratamento.

O comparativo entre *IET* das opções de tratamento de cada fator e entre fatores auxilia os tomadores de decisão sobre quais alternativas podem gerar maiores ganhos para o empreendimento, em termos de prevenção de ameaças e planejamento de contingências.

Em complemento à análise de opções de tratamento, a ferramenta inclui campo para indicação da estratégia de abordagem aos riscos (Figura 29), conforme o enquadramento das medidas escolhidas:

- a) Evitar;
- b) Transferir (seguro, garantia, fiança);
- c) Mitigar (causa, probabilidade ou impacto);
- d) Assumir (reservas/taxa de risco);
- e) Assumir (aditivo).

A depender da definição das respostas escolhidas, a estratégia de tratamento pode enquadrar-se em um ou mais das abordagens indicadas acima. A indicação dos possíveis enquadramentos auxilia as partes interessadas no entendimento sobre como os riscos estão sendo administrados e quais medidas de controle e de aceitação foram previstas. Além disso, o registro de ações requeridas servem para:

- a) controle e integração com processos de contratação relacionados com o empreendimento, como seguros, garantia e fiança;

- b) destaque sobre a previsão de reservas de contingência, a ser calculadas conforme métodos como simulação de Monte Carlo (CAVALCANTE FILHO, 2019; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017); e
- c) explicitação sobre riscos assumidos para as partes interessadas, proporcionando maior clareza sobre o contexto do ECC.

Figura 29 - Componentes de tratamento – indicação de ações (versão inicial)

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO	TRATAMENTO (ANÁLISE DE OPÇÕES E DEFINIÇÃO)	TRATAMENTO (INDICAÇÃO DE AÇÕES)				
Risco		...	...	...	Ações Requeridas				
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	...	Evitar	Transferir (Seguro, Garantia, Fiança)	Mitigar (Causa, Probabilidade ou Impacto)	Assumir (Reservas / Taxa de Risco)	Assumir (Aditivo)
D Projeto (design)									
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	...		
...									
D10									MARCAR AÇÃO(ÕES)
C Construção									
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	...		
...									
C12									MARCAR AÇÃO(ÕES)
G Gestão									
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	...		
...									
G11									MARCAR AÇÃO(ÕES)
E Econômico (externo)									
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	...		
...									
E6									MARCAR AÇÃO(ÕES)
P Político-social e legal									
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	...		
...									
P7									MARCAR AÇÃO(ÕES)
N Natural (externo)									
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	...		
N2									MARCAR AÇÃO(ÕES)

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Os componentes, então inseridos na ferramenta, e a dinâmica de aplicação do processo exposto acima, passaram por procedimentos para avaliação da relevância e aplicabilidade às classes de problemas abordadas, conforme apresentado na próxima Seção.

5.2 VALIDAÇÃO DE COMPONENTES

A validação de componentes foi executada por meio do Método Delphi, conforme procedimentos detalhados na Seção 4.3.3. A seguir, apresenta-se os resultados obtidos com a aplicação dos Questionários nas seis rodadas realizadas junto aos especialistas.

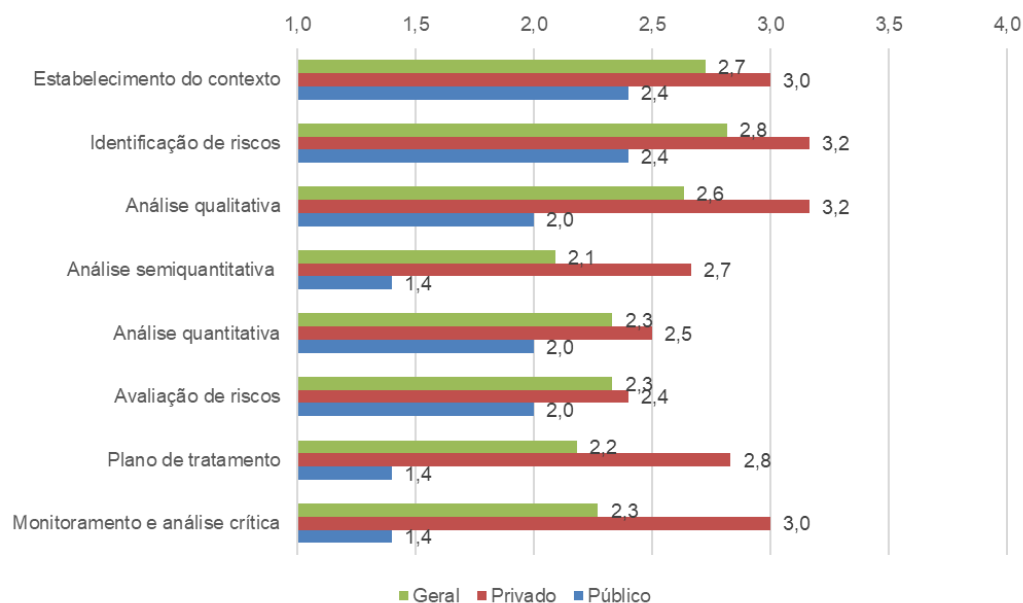
5.2.1 Perfil dos especialistas

Primeiramente, obteve-se detalhes sobre o perfil profissional dos especialistas participantes (Apêndice C). Verificou-se que 10 dos 11 participantes possuem pelo menos 10 anos de experiência na construção civil, resultando em uma média total de 18 anos de experiência.

No geral, os especialistas atuantes em órgãos públicos apontaram possuir menos conhecimento sobre gestão de riscos (GR), com “conhecimento limitado à teoria” ou “pouco conhecimento teórico e prático”. Um participante, atuante em gerenciadora privada, apontou ter conhecimentos e experiência prática avançados em GR.

Quanto à experiência na aplicação de processos estruturados de GR, os atuantes em organizações do setor privado indicaram possuir mais experiência prática com procedimentos de GR do que os especialistas de órgão público (Figura 30). Em uma escala de 1 (nenhuma experiência) a 4 (muita experiência), a média geral dos especialistas ficou em 2,4; enquanto a média dos atuantes do setor privado ficou em 2,8; e do setor público, em 1,9.

Figura 30 – Experiência prática com procedimentos de GR



Fonte: Autor.

5.2.2 Análise da EAR

As categorias e fatores de risco foram analisados pelo grupo de especialistas, os quais indicaram sua concordância com os fatores elencados e puderam comentar e sugerir alterações na EAR apresentada, na 1ª Rodada do Método Delphi, por meio de suas respostas aos Questionários 1 e 2.

Conforme apresentado na Seção 4.3.3, as respostas dos especialistas passaram por dois critérios de avaliação: numérico, com o cálculo do índice de concordância relativa dos fatores (ICR_f), seguido de comparação com o parâmetro indicador de consenso; e qualitativo, para os fatores que ficassem abaixo do critério de consenso, mediante apreciação de comentários que justificassem a eliminação do fator.

O ICR_f foi calculado por meio da fórmula:

$$ICR_f = \frac{\sum c_f}{A \times N} \quad (0,25 \leq ICR_f \leq 1,00)$$

Onde: c_f é o nível de concordância de cada respondente em relação ao fator f , variando conforme a escala Likert empregada (de 1 a 4); A é o peso mais alto da escala Likert, ou seja, 4; e N é o número de respondentes (11). O valor mínimo do ICR_f (0,25) é obtido quando todos os respondentes discordarem completamente ($c_f = 1$) do fator analisado; e o valor máximo (1,00), quando todos concordarem completamente ($c_f = 4$) com o fator.

Como o coeficiente W de Kendall, usado como referência para indicação de consenso, apresenta variação de 0% a 100% e o parâmetro de consenso é 70% para esse coeficiente, foi realizada transformação para a escala do ICR_f , obtendo-se o indicador numérico para a aceitação do fator de risco:

$$ICR_f \geq 0,775 \rightarrow \text{fator de risco aceito (critério numérico)}$$

Calculou-se, então, o índice de concordância relativa dos fatores de risco (Quadro 18).

Quadro 18 – Índice de concordância relativa dos fatores

CÓD	CATEGORIAS / FATORES DE RISCO	ICR _f (%)
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto, incluindo deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.)	93,2%
D2	Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo	95,5%
D3	Prazo de projeto apertado	93,2%
D4	Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental) deficientes	97,7%
D5	Mudanças de projeto (ex. alterações de escopo, interesses e requisitos, revisões de projeto decorrentes de deficiências ou exigências do licenciamento)	93,2%
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades nas condições geotécnicas (ex. matações), hidrológicas ou de instalações e infraestruturas existentes.	81,8%
D7	Projeto deficiente ou incompleto (ex. problemas de compatibilização entre disciplinas, detalhamento insuficiente, soluções inadequadas, especificações deficientes, omissão de serviços)	95,5%
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes (ex. erros na quantificação ou precificação, cronograma impreciso ou inadequado)	86,4%
D9	Dificuldades na aprovação do projeto para obtenção de licenças (ex. elevado impacto ambiental, inexperiência dos profissionais com o código de obras ou o tipo de empreendimento)	84,1%
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	88,6%
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	97,7%
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra, incluindo conflitos trabalhistas locais	95,5%
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios	90,9%
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	88,6%
C5	Disfunções logísticas no canteiro, incluindo tráfego de pessoas e veículos e falhas de manutenção e operação no canteiro	84,1%
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho ou utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada)	88,6%
C7	Complexidade do empreendimento, incluindo padrão muito alto de qualidade e novas tecnologias	95,5%
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos, incluindo falta de capacidade de inovação	86,4%
C9	Falhas construtivas (ex. controle de qualidade deficiente)	95,5%
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores (ex. indisponibilidade, grande quantidade, falta de qualificação, mudanças)	88,6%
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho, incluindo condições de segurança complicadas devido à natureza e local da obra (encostas, represas, trabalho noturno etc.) e planos deficientes	95,5%
C12	Aspectos ambientais sem controle adequado, incluindo os causadores de poluição ambiental e não implementação de plano de gerenciamento de resíduos	86,4%
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento, incluindo estrutura organizacional inapropriada	95,5%
G2	Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes	95,5%
G3	Planejamento inadequado do empreendimento, incluindo modalidade da licitação (ex. EPG em reforma), falhas nas condições contratuais (ex. sistema de medição, compartilhamento de riscos) e subestimação de prazos e custos	93,2%
G4	Problemas na seleção dos contratados (ex. lentidão, burocracia, impugnações), incluindo baixa atratividade de concorrentes ou participação de empresas menos qualificadas	81,8%
G5	Comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, incluindo conflitos e disputas	97,7%

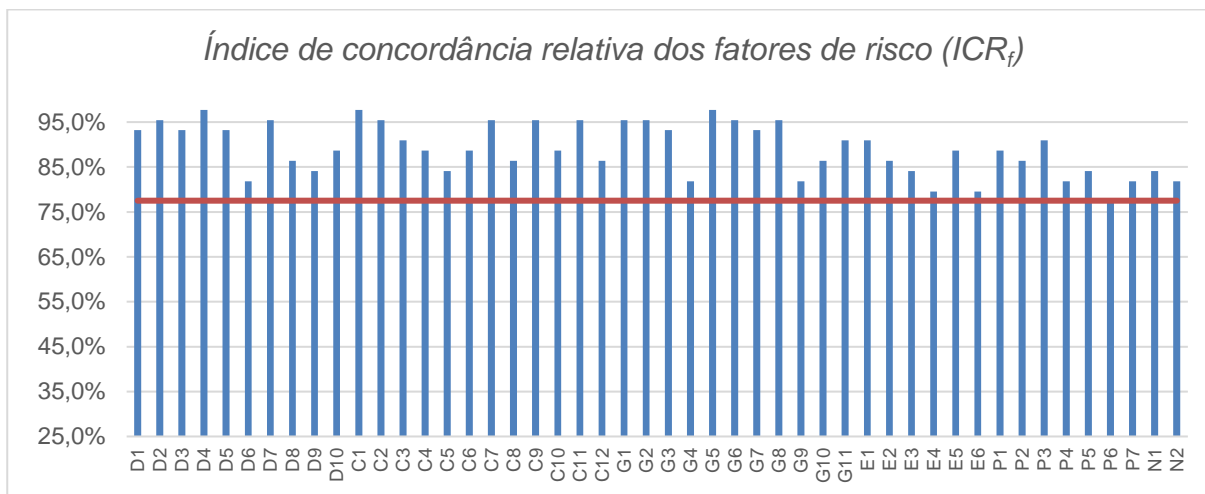
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	95,5%
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor, incluindo lentidão nas tomadas de decisão, aprovação de projetos, aceitação de serviços e aprovação de aditivos	93,2%
G8	Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato e na fiscalização dos serviços	95,5%
G9	Dificuldade na liberação do local da obra, incluindo atraso na aquisição de terrenos e propriedades ou nas desapropriações de imóveis ou servidão de passagem (obras públicas)	81,8%
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados (fluxo de caixa)	86,4%
G11	Dificuldades na obtenção de licenças: ambiental (ex. regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serv. públ., corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico)	90,9%
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	90,9%
E2	Flutuação da taxa de juros	86,4%
E3	Flutuação da taxa de câmbio	84,1%
E4	Majoração da carga tributária	79,5%
E5	Mudanças nas demandas do mercado	88,6%
E6	Cenário de mercado aquecido (elevada competitividade)	79,5%
P1	Instabilidade política, incluindo mudanças nas políticas governamentais	88,6%
P2	Corrupção/suborno	86,4%
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	90,9%
P4	Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável ou desordem civil	81,8%
P5	Greves gerais (da categoria)	84,1%
P6	Alterações na legislação e regulamentos	77,3%
P7	Disputas e ações judiciais externas (ex. litígios com movimentos sociais e grupos de proteção ambiental)	81,8%
N1	Clima adverso imprevisível	84,1%
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis (desastres, terremotos, inundações, incêndios, geada etc.)	81,8%

Fonte: Autor.

Os resultados são mostrados na Figura 31, em que a linha horizontal corresponde a 77,5%, o critério numérico a partir do qual o fator de risco foi considerado aceito pelo grupo de especialistas. Aliado a esse critério, considerou-se os julgamentos subjetivos dos respondentes, para decidir pela aprovação ou alteração da EAR.

Verificou-se que, dos 48 fatores de risco, somente um teve índice de concordância relativa (ICR_f) inferior ao valor de corte (77,5%): P6 “Alterações na legislação e regulamentos”, com $ICR_f = 77,3\%$. Foi aplicado critério analítico de apreciação do fator, para confirmar sua exclusão.

Figura 31 – Análise dos fatores de risco da EAR original



Fonte: Autor.

Analisando-se os comentários dos respondentes para esse item, constata-se que um dos especialistas discordou do fator por considerar que eventual alteração na legislação “não retroage para prejudicar” o empreendimento. Por outro lado, outro respondente afirmou que esse risco “aumenta em projetos que ficam ‘engavetados’ por muito tempo antes de serem aprovados e/ou construídos”. Exatamente esse último raciocínio fez com que o fator fosse incluído na EAR inicial, já que o ECC pode ser afetado por alterações na legislação, especialmente, se ainda estiver na fase de pré-construção. Por esse motivo, o fator P6 foi mantido na EAR e pelos critérios de análise empregados, todos os fatores de risco foram considerados aceitos na 1ª Rodada.

5.2.3 Contribuições dos comentários

Nas respostas subjetivas da 1ª Rodada do método Delphi, os especialistas apresentaram seus pontos de vista sobre cada fator, avaliaram de forma geral as listas de riscos de cada categoria e apontaram sugestões de alteração da EAR. As sugestões de alteração foram analisadas, primeiramente, pelo pesquisador, a fim de filtrar eventuais sugestões já contempladas na EAR.

As sugestões de alteração da EAR não solucionadas pelo pesquisador de início, incluindo a revisão da redação, aglutinação ou exclusão de fatores, foram, então, submetidas à apreciação dos respondentes na 2ª Rodada do método Delphi (vide Seção 5.2.4). Ademais, alguns comentários geraram contribuições para a construção

dos componentes da ferramenta “Causas”, “Consequências” e “Controles”, conforme explanado nesta Seção. As contribuições foram reunidas com as opções derivadas da pesquisa bibliográfica, gerando listas consolidadas, que foram avaliadas pelos especialistas na 6ª Rodada do Método Delphi.

Os comentários dos especialistas na 1ª Rodada e respectivas contribuições para os componentes “Causas”, “Consequências” e “Controles” foram reunidos no Apêndice D. Houve, ainda, contribuições gerais para a construção da ferramenta e para entendimento do quadro de exposição a riscos de empreendimentos de construção civil, conforme apresentado adiante.

Quanto ao risco D2 “Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo”, um dos especialistas ressaltou a importância da definição do programa de necessidades para estabelecer base de referência para alterações futuras, sendo trabalho do projetista assessorar empreendedores quanto às definições do escopo:

Sem o programa de necessidades fechado e validado para o cliente, não é possível estabelecer uma linha de base de custo, escopo e prazo para seguir com os procedimentos de controle de alterações. Em casos que o cliente (que contrata o projeto) não tenha clareza do programa de necessidades ou muda constantemente de ideia, o projetista precisa ter mais sensibilidade para auxiliá-lo nas decisões e definições que pode evitar discussões em fases avançadas do desenvolvimento do projeto, gerando inclusive discussões contratuais. [Especialista nº 6]

De fato, para lidar com incertezas por parte do empreendedor quando da definição do escopo do empreendimento, o estabelecimento nas fases iniciais de uma equipe formada pelo cliente (empreendedor), projetista e, se possível, construtora, é fundamental para definição precisa do escopo (ROSTAMI; ODUOZA, 2017).

Para o risco D3 “Prazo de projeto apertado”, foi ressaltado que, apesar dos avanços potenciais com a aplicação da metodologia *Building Information Modelling* (BIM) no projeto, permanece a necessidade de confirmação das soluções técnicas adotadas por todos os participantes e integração entre os sistemas do projeto:

Mesmo com uso do BIM, considerar todas os projetos em paralelo e não prever *buffers* para validações de soluções técnicas e etapas, a fim de encurtar o cronograma de projetos, pode ser um risco à qualidade do empreendimento. [Especialista nº 6]

Destacou-se que o risco D4 “Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental) deficientes” pode gerar sérias dificuldades para o financiamento do empreendimento, tanto devido às incertezas na quantificação dos serviços, quanto por conta do descumprimento de requisitos associados às práticas ambientais, sociais e de governança (ESG¹⁰):

Os custos de serviços de terraplanagem são elevados e podem ser um risco para a viabilidade financeira do empreendimento. Bem como os riscos ambientais, que podem também ser entraves para financiamentos bancários (questões de ESG). [Especialista nº 6]

Quanto ao risco D6 “Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades nas condições geotécnicas (ex. matações), hidrológicas ou de instalações e infraestruturas existentes”, respondentes destacaram a importância do mapeamento prévio de riscos e divulgação às partes interessadas, a fim de possibilitar a elaboração de planos de mitigação:

As incertezas devido à imprevisibilidade devem ser elencadas e apresentadas a todas as partes interessadas no início do projeto. [Especialista nº 6]

Incertezas e surpresas podem ocorrer e podem impactar no projeto, porém os erros podem ser mitigados de alguma forma, ou então já ter um mapeamento dos possíveis problemas e imprevisibilidades com planos de ação caso ocorra algum a fim de evitar problemas maiores. [Especialista nº 9]

¹⁰ O termo *Environmental Social and Governance* (ESG) é produto do relatório final do *The Global Compact Leaders Summit 2004*, evento promovido pela Organização das Nações Unidas, em 2004, por meio do qual as 20 maiores instituições financiadoras da época firmaram entendimento sobre a iniciativa de considerar questões sociais, ambientais e de governança na análise de investimentos e tomada de decisão, impulsionando os investimentos socialmente responsáveis (THE GLOBAL COMPACT LEADERS SUMMIT, 2004).

A identificação dos riscos nas etapas iniciais do empreendimento facilita a apreciação e elaboração do plano de resposta de riscos futuros (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018), além de possibilitar a eliminação de riscos inteiramente, antes que as ameaças possam surgir (ODUOZA; ODIMABO; TAMPARAPOULOS, 2017). A identificação e explicitação dos riscos, mesmo aqueles decorrentes de imprevisibilidades técnicas, gera melhor entendimento às partes interessadas sobre as incertezas inerentes ao empreendimento, resultando em expectativas mais realistas sobre o alcance dos objetivos de custo e prazo (ALARCÓN, 2011).

Com relação ao risco D7 “Projeto deficiente ou incompleto (ex. problemas de compatibilização entre disciplinas, detalhamento insuficiente, soluções inadequadas, especificações deficientes, omissão de serviços)”, foram destacadas as mudanças na estrutura setorial de atuação das empresas projetistas:

Também aqui podemos ter a questão de equipes ineficientes ou despreparadas, ou de empresas com deficiência na gestão de processos. Nos anos 1990 as grandes projetistas nacionais, em sua grande maioria, passaram por mudanças organizacionais com o objetivo de "enxugar" suas sedes e, obviamente, minimizar custos. Os trabalhos foram descentralizados e os profissionais passaram a trabalhar remotamente. Num primeiro momento se percebeu uma certa queda na qualidade dos projetos principalmente no que se referia à compatibilidade entre áreas, tais como, terraplenagem com drenagem, terraplenagem com obras de arte, etc.. Ou seja, a descentralização provocou a quebra da sinergia anteriormente existente entre as equipes. [Especialista nº 10]

Como reflexo das relações de poder, principalmente de barganha, entre agentes da cadeia produtiva, as empresas projetistas apresentam elevada pulverização e desarticulação, acompanhado pela especialização, resultando na fragmentação do processo de projeto entre vários projetistas autônomos ou pequenas empresas especializadas (REGIS; CARDOSO, 2021). Esse padrão estrutural do setor de construção civil resulta, em alguma medida, em prejuízo para a integração entre os projetos técnicos, com impactos diretos sobre a compatibilidade e qualidade final do projeto e indiretamente afetando a produtividade na execução do empreendimento.

Com relação à categoria de Riscos de Projeto, um dos especialistas ressaltou a falta de padronização da indústria como um dos componentes estruturais que auxiliam a compreender o panorama de riscos apresentado:

Concordo com todos os fatores apresentados. Entretanto, acho interessante notar que o fator D6 são riscos que dificilmente poderão ser mitigados na fase de projeto. Além disso, alguns dos fatores D7, muitas vezes podem ser difíceis de serem mitigados na fase de projeto, pois certos detalhes construtivos estão diretamente relacionados ao fornecedor do material. A falta de padronização na indústria da construção civil acaba por aumentar esse tipo de risco. [Especialista nº 4]

A padronização de processos produtivos, a partir da construção fora do canteiro (*off-site construction* - OSC) e especificamente da construção integrada modular (*modular integrated construction* - MiC), poderia transformar a indústria de construção civil de um setor intensivo em mão de obra para uma indústria moderna e ambientalmente sustentável (DARKO *et al.*, 2020; WU *et al.*, 2019). A priori, os ganhos para os empreendimentos incluem redução de prazo e de resíduos gerados, melhoria dos índices de segurança do trabalho, aprimoramento da qualidade e produtividade e incentivo à inovação.

Apesar das vantagens obtidas com a implementação de tais modelos construtivos, podem surgir riscos específicos, como erros de instalação, aumento da complexidade dos projetos, dificuldade de realizar adaptações, erros nos projetos de conexão entre peças e problemas logísticos de transporte e armazenamento (DARKO *et al.*, 2020; WU *et al.*, 2019). Logo, em que pese uma melhor definição dos materiais e componentes empregados e maior controle de qualidade dos processos de produção, permanece a exposição a riscos de projeto, com natureza diferente dos encontrados em modelos construtivos tradicionais.

Foi destacado, ainda, por um dos especialistas, que a atenção adequada à fase de projeto pode resultar na mitigação de riscos gerais do empreendimento:

(...) riscos da implantação do empreendimento que podem ser considerados e até com mitigação planejada ou implementada na fase de elaboração de projetos. Por exemplo, prazo do projeto apertado é um risco do empreendimento que pode eventualmente ser mitigado pela adoção na fase

de projeto de metodologia que permita execução mais rápida da implantação.
[Especialista nº 7]

Nesse sentido, o risco de deficiências no planejamento do empreendimento, incluindo a subestimação de prazos, correspondente ao fator G3, pode ser mitigado por meio do estudo e análise comparativa de alternativas construtivas na fase de projeto. A integração da análise de riscos no estudo de alternativas de projeto para tomada de decisão possibilita a escolha da melhor alternativa à luz dos objetivos prioritários definidos para o empreendimento, tais como redução de prazo ou de custo (OKMEN, 2015).

No que tange à análise da categoria de Riscos de Construção, um dos especialistas apresentou como sugestão de complementação de lista de fatores:

Como sugestão para análise (caso não seja contemplado em outra fase posterior):

1. Desconhecimento das regras/normas internas ou rotinas específicas (ex: empresas atuando para Órgãos Governamentais, dentro de quartéis, sujeitos a horários e controle de acesso diferenciados);
2. Baixa qualidade ou falta de conhecimento técnico de equipes de fiscalização / acompanhamento;
3. Problemas com variações de custo de materiais/equipamentos/mão de obra. Além da disponibilidade e qualidade citados nos itens C2, C3 e C4.

[Especialista nº 3]

A sugestão 1 foi considerada no Questionário 3, para análise das sugestões de alteração da EAR (Seção 5.2.4), referente ao fator C6 “Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho ou utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada)”. As outras sugestões já integram a redação de outros fatores da EAR: a sugestão 2 consta do fator G8; e a sugestão 3 está presente no fator E1 (vide Quadro 18).

Ademais, um dos respondentes sugeriu que os fatores C1 “Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora” e C9 “Falhas construtivas” teriam forte correlação e, por isso, um deles poderia ser suprimido. Os comentários de outros respondentes sobre o fator C9 ajudou a compreender melhor a questão:

(...) acredito que deveria ser considerada a componente de risco causada pela falta de fiscalização por parte do contratante. [Especialista nº 1]

As falhas construtivas ocorrem, porém é importante ter um controle e fiscalização para que isso não gere um problema maior no futuro, gerando retrabalhos ou acidentes. [Especialista nº 9]

Logo, apesar de terem alguma relação, uma vez que C1 realmente pode conduzir a C9, há circunstâncias específicas que podem resultar em falhas construtivas, independentes da falta de experiência ou qualificação da construtora, citando-se o acompanhamento deficiente por parte do empreendedor ou da equipe de gerenciamento (GUNDUZ; AL-NAIMI, 2021).

Sobre o fator G2 “Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes”, comentários de um dos especialistas indicaram a necessidade de melhor explicitar o âmbito de aplicação da ferramenta:

Concordo plenamente se for considerado que a "etapa de projetos" objetivada pela pesquisa em andamento é dita em sentido amplo e contempla, além do projeto executivo estritamente considerado, as etapas que o antecedem, a saber: projetos conceituais, modelagem, estudos de viabilidade, comparação de alternativas, delimitação do escopo, projetos básicos, estimativa dos custos e planejamento da implantação. [Especialista nº 7]

Poderia ser feita melhor caracterização da abrangência da ‘fase de projeto (*design*)’ explicitando todas as etapas além do ‘desenvolvimento de projetos executivos’, contribuindo para maior homogeneidade de entendimento. [Especialista nº 7]

Com base nessa sugestão, o termo "fase de projeto (*design*)", antes adotado para designar o contexto de emprego do artefato, foi alterado para "fase de pré-construção". Dessa forma, procurou-se denotar que a ferramenta tem o propósito de apoiar a GR nas fases de concepção, projeto e planejamento executivo, a fim de registrar antecipadamente os riscos do empreendimento e servir de base para a continuidade do processo de GR nas demais etapas (construção, operação e manutenção).

Ainda sobre o risco G2, destacou-se a possibilidade de inviabilizar o empreendimento e gerar danos graves à imagem das empresas responsáveis por tais falhas:

Estudos de viabilidade deficientes poderão impactar no nível de gestão porém principalmente no nível de projeto (*design*) e de execução da obra, tornando inviável a execução do projeto ou sendo necessário retrabalhos e custos adicionais. [Especialista nº 9]

A deficiência em tais estudos pode impactar em prejuízos que vão além do custo e prazo. No caso de ocorrer um desrespeito às leis, não obtenção de licenças ou sinistro ambiental, o empreendimento pode não ser comercializado e o prejuízo à imagem das empresas envolvidas pode afetar outros negócios. [Especialista nº 6]

Estudos de viabilidade elaborados sem os devidos cuidados resultam em mudanças de projeto e nos planos de execução do empreendimento, ocasionando discrepâncias sérias entre o orçamento estipulado inicialmente e os custos reais de construção (ADAFIN *et al.*, 2019). Por isso, cuidados com relação aos estudos iniciais, incluindo a análise do risco de variação das premissas adotadas, têm potencial para apoiar os tomadores de decisão sobre o orçamento necessário para cobrir os custos da maioria dos cenários.

Na análise geral dos Riscos de Gestão, foi apontado que a equipe de gestão do empreendimento precisa monitorar questões externas que podem afetar aquisições de materiais, haja vista cenários como o recente aumento na inflação setorial e de dificuldades na aquisição de determinados insumos, devido à crise sanitária da COVID-19:

Penso que talvez a Gestão também tenha que olhar questões externas que podem impactar aquisições de materiais. Exemplo: recentemente os prazos de entrega de aço estavam tão demorados que o detalhamento de armação teve que ser antecipado para não atrasar etapas da obra. Ou foram adotadas estratégias de comprar antecipadamente determinado volume de aço e negociar o prazo para envio dos projetos de armação e entrega do aço em obra. Neste cenário, as grandes empresas têm uma estratégia de mitigação que muitas empresas pequenas não conseguem aplicar. [Especialista nº 6]

As indicações desse comentário revelaram uma opção de estratégia de tratamento para os riscos C3 e G8: “Implementar estratégias para mitigar problemas no fornecimento de insumos”.

Com relação à categoria de Riscos Econômicos, um dos especialistas ressaltou que o impacto dos fatores depende da situação econômico-financeira de cada agente do setor, o que confirma comentário anterior sobre a capacidade que grandes empresas têm para lidar com grandes variações nos custos e indisponibilidade de insumos:

Não obstante seu carácter global creio que essa categoria de riscos varie bastante de Empresa para Empresa, em função de sua situação econômico-financeira. [Especialista nº 10]

Os comentários finais dos respondentes trataram da revisão geral da EAR, destacando-se a seguinte proposta:

A matriz apresentada é abrangente e pertinente. Penso que poderia acrescentar os seguintes fatores de risco:

- Coleta de requisitos do cliente deficiente por parte do fornecedor com possibilidade de interpretação equivocada (1);
- Tratamento de não conformidades sem o devido registro e/ou sem performar o ciclo de melhoria contínua dos processos (PDCA) (2);
- Processos de gestão de *stakeholders* deficiente, em suas diferentes etapas, seja na identificação das partes interessadas, engajamento e monitoramento e controle do engajamento (3);
- Falha na definição da matriz de riscos que defina inequivocamente as responsabilidades das partes interessadas, contemplando os riscos das diferentes categorias apresentadas (4);
- Falta de especificação nos contratos dos mecanismos de monitoramento e controle e de relatórios gerenciais, que contemplassem inclusive a necessidade de descrição dos processos, identificação dos pontos de controle, monitoramento, análises e implementação de ações de controle tempestivas (5). [Especialista nº 7]

Analisando as sugestões, concluiu-se que: (1) é proposta de alteração da EAR, a ser avaliada e confirmada na 2ª Rodada; (2) trata da gestão de riscos corporativos de empresas atuantes no setor, que não é o foco deste trabalho, apesar de abordar uma questão relevante; (3) constitui proposta de alteração da EAR, a ser avaliada; (4) corresponde a um risco de aplicação da gestão de riscos, não abordado neste trabalho; e (5) já está contemplado no fator G8 “Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato e na fiscalização dos serviços”.

Sendo essas as principais contribuições para o entendimento do quadro de riscos inerente a empreendimentos de construção civil, passou-se para a análise das sugestões de alteração da EAR não solucionadas de pronto pelo pesquisador e, por isso, submetidas à apreciação dos especialistas na próxima rodada do Método Delphi.

5.2.4 Sugestões de alteração da EAR

A 2ª Rodada do Método Delphi foi realizada com o intuito de levar à apreciação de cada especialista as sugestões de alteração da EAR expostas pelos demais participantes. No Questionário 3, para cada sugestão, os especialistas apreciaram: redação original; índice de concordância relativa dos fatores de risco (ICR_f), obtido na 1ª Rodada; comentário do participante; e proposta de solução elaborada pelo pesquisador.

No Apêndice E, apresenta-se em detalhes os comentários dos participantes que motivaram cada sugestão de alteração e respectivas propostas de alteração da EAR. As sugestões envolveram a alteração da redação, subdivisão e exclusão de fatores de risco. No caso das sugestões de nº 3 (Consolidar D9 e G11 na redação do Fator D9 e excluir G11), nº 11 (Excluir o Fator E6 e alterar a redação do Fator E5) e nº 12 (Excluir o Fator P5 e alterar a redação do Fator P4), dois fatores foram considerados na alteração.

A partir da análise das sugestões, calculou-se o índice de concordância relativa das sugestões (ICR_s) (Quadro 19), conforme a fórmula:

$$ICR_s = \frac{\sum c_s}{N} \quad (0,00 \leq ICR_s \leq 1,00)$$

Onde: c_s é o nível de concordância de cada respondente em relação à sugestão s , podendo assumir os valores 0 (não concorda) ou 1 (concorda); e N é o número de respondentes (11).

Quadro 19 – Propostas de alteração da EAR (continua)

Nº SUG.	FATOR	PROPOSTA DE SOLUÇÃO	ICR_s
1	D1 e D2	Subdividir D1 em dois fatores: "D1 - Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto" e "D2 - Deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.); e renumerar os demais fatores.	64%

2	D2	Alterar a nomenclatura do fator D2: "D2 - Problemas na definição do escopo, incluindo informações incompletas e coleta de requisitos deficiente"	45%
3	D9 e G11	Consolidar D9 e G11 na redação do Fator D9 e excluir G11: "D9 - Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental (ex. elevado impacto ambiental, regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serv. públ., corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico, imóvel tombado)"	82%
4	C3	Incluir a questão indicada na redação do fator C3: "C3 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios e dificuldades logísticas de transporte"	82%
5	C4	Incluir a questão indicada na redação do fator C4: "C4 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários (equipamentos importados)"	82%
6	C6	Incluir a questão indicada na redação do fator C6: "C6 - Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho, utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada) ou desconhecimento das normas e rotinas internas (ex: empresas atuando para órgãos públicos sujeitos a horários e controle de acesso diferenciados)"	73%
7	G2	Incluir a questão indicada na redação do fator G2: "G2 - Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes, incluindo falta de atenção quanto aos custos de operação do empreendimento"	64%
8	G4	Incluir a questão indicada na redação do fator G4: "G4 - Problemas na seleção dos contratados (ex. lentidão, burocracia, impugnações), incluindo baixa atratividade de concorrentes, participação de empresas menos qualificadas e participação de empresas estrangeiras (problemas culturais, idiomas, tropicalização de projetos, falta de conhecimento das normas brasileiras, processos, etc)"	36%
9	G5	Alterar a redação do fator G5: "G5 - Problemas na gestão de partes interessadas (identificação, engajamento e monitoramento e controle do engajamento), incluindo comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, conflitos e disputas"	73%
10	G8	Incluir a questão indicada na redação do Fator G8: "G8 - Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato, no cumprimento das condições de entrega e na fiscalização dos serviços"; e inserir como tratamento "Implementar estratégias para mitigar problemas no fornecimento de insumos"	55%
11	E5 e E6	Excluir o Fator E6 e alterar a redação do Fator E5: "E5 - Mudanças nas demandas do mercado, incluindo cenário de mercado aquecido (elevada competitividade)".	82%
12	P4 e P5	Excluir o Fator P5 e alterar a redação do Fator P4: "P4 - Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável, desordem civil ou greves gerais da categoria".	64%

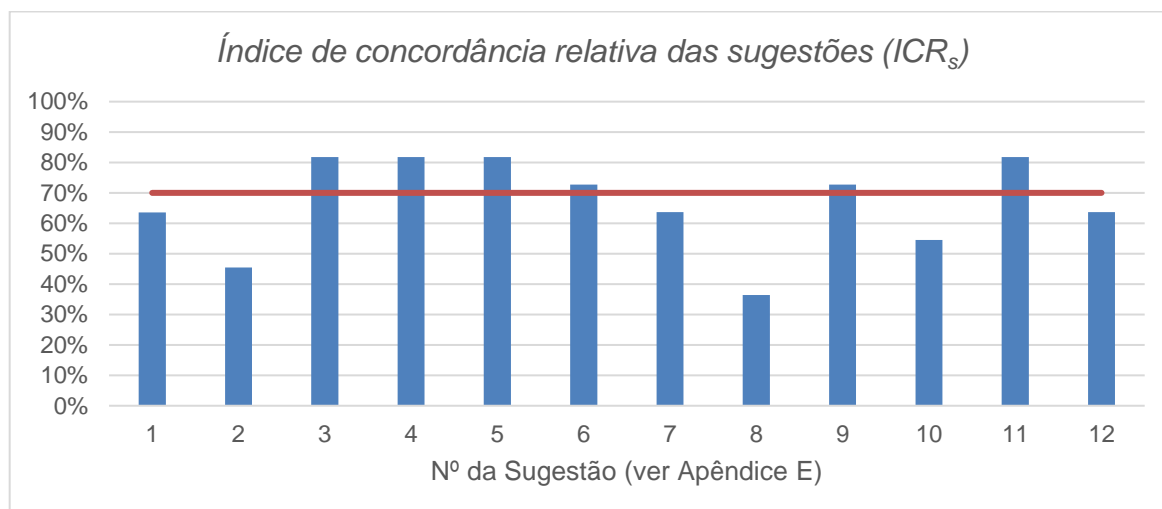
Fonte: Autor.

A seguir, os valores de ICR_s foram comparados com o indicador de consenso do coeficiente W de Kendall (70%). Como o ICR_s apresenta a mesma escala de variação do referido coeficiente (0,00 a 1,00), não foi necessário realizar a transformação do parâmetro:

$$ICR_s \geq 0,70 \rightarrow \text{sugestão aceita (critério numérico)}$$

Na Figura 32, apresenta-se os resultados de ICR_s e o critério de aceitação numérico mínimo (70%), representado pela linha horizontal no gráfico.

Figura 32 – Análise das sugestões de alteração da EAR



Fonte: Autor.

Como se verifica do gráfico da Figura 32, 6 sugestões foram rejeitadas com base no critério de aceitação (< 70%) e após análise dos comentários: nº 1 (subdividir D1); nº 2 (alterar D2); nº 7 (alterar G2); nº 8 (alterar G4); nº 10 (alterar G8); e nº 12 (alterar P4 e excluir P5). Passaram no critério numérico e na análise subjetiva, tendo sido aceitas, as sugestões: nº 3 (alterar D9 e excluir G11); nº 4 (alterar C3); nº 5 (alterar C4); nº 6 (alterar C6); e nº 9 (alterar G5).

A sugestão nº 11 (alterar E5 e excluir E6) passou no critério numérico de aceitação, porém foi reprovada na análise subjetiva. As redações dos fatores E5 “Mudanças nas demandas do mercado” e E6 “Cenário de mercado aquecido (elevada competitividade)” podem ter causado confusão aos participantes, de modo que um deles indicou que “O fator E6 me parece estar dentro do E5, portanto, E6 poderia ser suprimido.” [Especialista nº 1].

Contudo, esses fatores possuem perspectivas diferentes sobre o quadro econômico que pode afetar o desenvolvimento do ECC. O fator E5 refere-se a incertezas no lado da demanda, isto é, do consumidor de produtos imobiliários, ensejando falta de clareza do empreendedor sobre a viabilidade de lançamento ou formato de novos empreendimentos. O fator E6, por outro lado, diz respeito à incerteza no lado da oferta sobre a qualidade de fornecedores, prestadores de serviço e dos próprios empreendimentos, decorrente de elevada demanda do mercado. Em cenários de aquecimento do mercado, verifica-se a dificuldade de contratação de profissionais

experientes e fornecedores qualificados. O resultado é a entrada de agentes inexperientes, que pressionam os preços para baixo em busca de oportunidades, muitas vezes colocando qualidade e inovação em segundo plano.

Coadunado com esse raciocínio, comentários de outros especialistas auxiliaram na elucidação da questão:

Não sei se concordo com o comentário. Acho que a sugestão está induzindo à análise pelo ponto de vista de E6. E a E5 original me faz pensar em questões temporais e culturais que mudam a demanda do mercado e podem refletir em riscos à economia. Ex: na pandemia, muitos escritórios / corporativos foram devolvidos. Se eu fosse incorporador, analisaria esta demanda de mercado para decidir o tipo e momento de lançamento no fator E5 original, mas não sei se pensaria o mesmo no E5 alterado. [Especialista nº 6]

[E6] pode representar escassez de materiais, mão de obra e equipamentos, bem como dificuldades para subcontratação de serviços. [Especialista nº 10]

Dessa forma, a fim de deixar clara a diferença entre os fatores, E6 foi mantido e sua descrição alterada para “Elevada competição entre agentes do setor, colocando qualidade e inovação em segundo plano” para a realização das próximas rodadas do Método Delphi.

O resultado dessa etapa foi a aglutinação de 2 fatores e a alteração da redação de outros 5 fatores (Quadro 20), de forma que a EAR da ferramenta passou a contar com 47 fatores.

Quadro 20 – Alterações realizadas na EAR (2ª Rodada Delphi)

FATOR	REDAÇÃO ORIGINAL	NOVA REDAÇÃO
D9 e G11	D9 - Dificuldades na aprovação do projeto para obtenção de licenças (ex. elevado impacto ambiental, inexperiência dos profissionais com o código de obras ou o tipo de empreendimento) G11 - Dificuldades na obtenção de licenças: ambiental (ex. regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serv. públ., corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico)	D9 - Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental (ex. elevado impacto ambiental, regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serviços públicos, corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico, imóvel tombado)
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios e dificuldades logísticas de transporte

C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários (equipamentos importados)
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho ou utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada)	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho, utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada) e desconhecimento das normas e rotinas internas
G5	Comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, incluindo conflitos e disputas	Problemas na gestão de partes interessadas (identificação, engajamento e monitoramento e controle do engajamento), incluindo comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, conflitos e disputas
E6	Cenário de mercado aquecido (elevada competitividade)	Elevada competição entre agentes do setor, colocando qualidade e inovação em segundo plano

Fonte: Autor.

5.2.5 Peso normalizado dos fatores de risco

A análise do impacto dos fatores de risco foi realizada por meio de dois procedimentos: (1) ordenamento dos fatores e obtenção dos pesos normalizados globais (3ª Rodada); e (2) obtenção do índice de impacto a partir de uma escala de severidade (4ª Rodada).

O primeiro procedimento (ordenamento) permite a obtenção de pesos normalizados para as categorias e fatores de risco, para servir de referência do impacto dos riscos. Os pesos das categorias indicam o efeito combinado dos fatores de risco da respectiva categoria, viabilizando a análise de fatores correlacionados e o comparativo entre categorias. Cada especialista atribuiu a cada elemento (e) da EAR (categoria ou fator) uma posição (R_e) no ordenamento. Os ordenamentos foram feitos separadamente entre categorias (c) e entre fatores (f) de uma mesma categoria.

Para calcular o peso normalizado, primeiramente calculou-se a posição média ($R_{eméd}$) de cada elemento e (categoria ou fator) avaliado:

$$R_{eméd} = \frac{\sum R_e}{N} \quad (1 \leq R_e \leq k)$$

Onde: R_e é a posição atribuída por cada especialista para o elemento e da EAR (categoria ou fator); N é o número de respondentes; k é o número de elementos avaliados, isto é, o número de categorias ou o número de fatores enquadrados em determinada categoria.

Após calcular a posição média, calculou-se o peso de cada elemento da EAR (w_e):

$$w_e = 1 - \frac{R_{e\text{méd}}}{k} \quad (0,00 \leq w_e \leq 1,00)$$

De acordo com a fórmula, quanto maior for a posição média do elemento avaliado, menor será seu peso, e vice-versa, o que está coerente com o ordenamento decrescente realizado inicialmente.

Em seguida, foi feita a normalização dos pesos encontrados, por meio da formulação (GUNDUZ; AL-NAIMI, 2021):

$$W_e = \frac{w_e}{\sum w_e} \quad (0,00 \leq W_e \leq 1,00)$$

Onde: W_e indica o peso normalizado do elemento e (categoria ou fator) avaliado da EAR.

Com a normalização:

$$\sum W_e = 1$$

Como os fatores foram comparados somente dentro de suas categorias, para permitir a comparação entre fatores de diferentes categorias, calculou-se o peso normalizado global (ABDELALIM, 2018) dos fatores:

$$W_f = W_c \times W_{f/c}$$

Onde: W_f é o peso normalizado global do fator f avaliado; W_c é o peso normalizado da categoria c a que pertence o fator avaliado; e $W_{f/c}$ é o peso normalizado do fator dentro de sua categoria.

Com a normalização global dos fatores:

$$\sum W_f = 1$$

Obteve-se dos especialistas as ordenações das categorias de risco e dos fatores de risco dentro das respectivas categorias. Os ordenamentos das categorias foram então

transformados em pesos (w_c), para então calcular pesos normalizados das categorias (W_c) (Tabela 1).

Tabela 1 – Pesos normalizados das categorias

CÓDIGO	CATEGORIA	W_c	POSIÇÃO
D	Projeto (<i>design</i>)	0,296	1
C	Construção	0,237	2
G	Gestão	0,200	3
E	Econômico	0,156	4
P	Político-social e legal	0,096	5
N	Natural	0,015	6

Fonte: Autor.

Com base nos resultados dos pesos normalizados das categorias, os fatores de risco de projeto possuem o maior peso (29,6%) sobre o nível de riscos de ECCs, seguidos por riscos de construção (23,7%), de gestão (20,0%), econômicos (15,6%), político-sociais e legais (9,6%) e naturais (1,5%).

Posteriormente, foram calculados os pesos normalizados dos fatores em suas categorias ($W_{f/c}$) e os pesos normalizados globais dos fatores (W_f) (Apêndice F). Na Tabela 2, apresenta-se os 20 fatores com maior peso global (W_f) sobre o alcance dos objetivos de empreendimentos.

Tabela 2 – Pesos normalizados dos fatores de maior impacto relativo

CÓD	FATOR DE RISCO	W_f	POS
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,044	1
D2	Programa de necessidades deficiente	0,041	2
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,041	3
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,039	4
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	0,036	5
E5	Mudanças nas demandas do mercado	0,036	6
D3	Prazo de projeto apertado	0,035	7
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,034	8
E2	Flutuação da taxa de juros	0,033	9
D7	Projeto deficiente ou incompleto	0,033	10
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,029	11
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,029	12
D5	Mudanças de projeto	0,029	13
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,029	14
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,028	15
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,026	16
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais	0,024	17
C9	Falhas construtivas	0,024	18
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores	0,022	19
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	0,021	20

Fonte: Autor.

O procedimento de ordenamento dos fatores de risco e obtenção dos pesos normalizados globais (W_f) permitiu considerar o efeito combinado de fatores relacionados por pertencerem à mesma categoria de riscos. E os pesos normalizados globais obtidos podem ser empregados como parâmetros de análise de impacto dos riscos. Assim, para obtenção do nível de risco do empreendimento (NRE), foi empregada a equação exposta na Seção 5.1.8.

O NRE , além de indicar o nível de exposição a riscos do empreendimento (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017), permite que se realize comparações entre empreendimentos, gerando um indicador organizacional. Por outro lado, para a análise dos riscos de forma isolada, útil para comparação entre riscos e priorização daqueles que devem receber medidas de tratamento, propõe-se o emprego de índices de impacto não normalizados, obtidos a partir da escala de impacto da ferramenta. Os dois procedimentos são complementares no fornecimento de informações para tomada de decisão das partes interessadas sobre o prosseguimento do empreendimento e a necessidade de efetuar mudanças para que a organização, como parte de sua função social, corra riscos de forma controlada e consciente (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

5.2.6 Impacto e probabilidade dos fatores de risco

No segundo procedimento de análise do impacto dos riscos (4ª Rodada do Método Delphi), obteve-se dos especialistas o nível de impacto (i) de cada fator (f), com base na escala de avaliação proposta na ferramenta e apresentada na Seção 5.1.4.

A partir das respostas dos participantes, foi calculado o índice de impacto dos fatores de risco (I_f), por meio de fórmula obtida da literatura (WANG *et al.*, 2018; AYUDHYA; KUNISHIMA, 2019; NAJI; GUNDUZ; SALAT, 2021):

$$I_f = \frac{\sum i_f}{A \times N} \quad (0 \leq I_f \leq 1)$$

Onde: i_f é o nível de impacto apontado por cada respondente em relação ao fator f , variando conforme a escala Likert empregada (de 1 a 5); A é o peso mais alto da escala Likert, ou seja, 5; e N é o número de respondentes (11).

Calculou-se, então, os respectivos índices de impacto dos fatores de risco (I_f) (Apêndice G). Abaixo, apresenta-se os 20 fatores com maior impacto (Tabela 3).

Tabela 3 – Fatores de risco com maior impacto

CÓD	FATOR DE RISCO	I_f	POS
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis	0,891	1
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	0,855	2
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,855	3
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,836	4
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,818	6
C9	Falhas construtivas	0,818	5
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,800	7
D2	Programa de necessidades deficiente	0,800	8
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,800	9
D7	Projeto deficiente ou incompleto	0,782	10
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,782	11
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,782	12
D5	Mudanças de projeto	0,764	13
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	0,745	14
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,727	16
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais	0,727	17
P7	Disputas e ações judiciais externas	0,727	15
G8	Acompanhamento e controle deficientes	0,727	18
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,709	20

Fonte: Autor.

A probabilidade dos fatores de risco foi investigada na 5ª Rodada do Método Delphi (Questionário 6). As respostas dos especialistas serviram de teste para o emprego da essa escala de probabilidade inserida na ferramenta. Obteve-se, então, o índice de probabilidade dos fatores de risco (P_f) com o emprego de fórmula da literatura (WANG *et al.*, 2018):

$$P_f = \frac{\sum p_f}{A \times N} \quad (0 \leq P_f \leq 1)$$

Onde: p_f é o nível de probabilidade apontado por cada respondente em relação ao fator f , variando conforme a escala Likert empregada (de 1 a 5); A é o peso mais alto da escala Likert, ou seja, 5; e N é o número de respondentes (11).

Os fatores foram, então, ordenados de forma decrescente (Apêndice H). Apresenta-se, abaixo, os 20 riscos mais frequentes apontados pelos especialistas (Tabela 4).

Tabela 4 – Fatores de risco com maior probabilidade de ocorrência

CÓD	FATOR DE RISCO	P_f	POS.
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,840	1
D5	Mudanças de projeto	0,840	2
D3	Prazo de projeto apertado	0,840	3
D2	Programa de necessidades deficiente	0,800	4
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	0,780	5
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,760	6
G5	Problemas na gestão de partes interessadas	0,760	7
E3	Flutuação da taxa de câmbio	0,760	8
E2	Flutuação da taxa de juros	0,740	9
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,720	10
C9	Falhas construtivas	0,720	11
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,720	12
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,720	13
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	0,720	14
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,700	15
G8	Acompanhamento e controle deficientes	0,700	16
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores	0,700	17
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,680	18
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,680	19
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,680	20

Fonte: Autor.

5.2.7 Nível de risco dos fatores

Obtidos os valores de impacto (I_f) e probabilidade (P_f), é possível calcular e analisar o nível de risco dos fatores de risco (NR_f), por meio da seguinte equação:

$$NR_f = P_f \times I_f$$

O nível de risco dos 47 fatores da EAR está apresentado no Apêndice I. Com base nos valores calculados de NR_f , foram selecionados os 20 fatores de risco mais relevantes, considerados, assim, os fatores-chave para garantia do sucesso de ECCs (Tabela 5). Essa lista de fatores-chave, obtida a partir das respostas dos especialistas sobre empreendimentos em geral, serve de referência para as organizações responsáveis por ECCs, principalmente, em relação à identificação e priorização de riscos para tratamento. A lista de fatores-chave fornece, ainda, um retrato do contexto atual da construção civil, sob o ponto de vista de especialistas atuantes em atividades variadas da indústria.

Tabela 5 – Fatores com maior nível de risco

CÓD	FATOR DE RISCO	I_f	P_f	$I_f \times P_f$	POS
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,818	0,840	0,687	1
D5	Mudanças de projeto	0,764	0,840	0,641	2
D2	Programa de necessidades deficiente	0,800	0,800	0,640	3
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,836	0,720	0,602	4
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,855	0,700	0,598	5
C9	Falhas construtivas	0,818	0,720	0,589	6
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,800	0,720	0,576	7
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	0,855	0,660	0,564	8
D3	Prazo de projeto apertado	0,655	0,840	0,550	9
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,800	0,680	0,544	10
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,709	0,760	0,539	11
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,782	0,680	0,532	12
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,782	0,680	0,532	13
G5	Problemas na gestão de partes interessadas	0,691	0,760	0,525	14
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,727	0,720	0,524	15
D7	Projeto deficiente ou incompleto	0,782	0,660	0,516	16
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	0,655	0,780	0,511	17
G8	Acompanhamento e controle deficientes	0,727	0,700	0,509	18
E3	Flutuação da taxa de câmbio	0,655	0,760	0,497	19
E2	Flutuação da taxa de juros	0,655	0,740	0,484	20
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	0,673	0,720	0,484	21

Fonte: Autor.

As mudanças ocorridas durante o desenvolvimento do empreendimento foram elencadas nas duas primeiras posições da lista: G6 “Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção” (1º lugar, $NR_f = 0,687$); e D5 “Mudanças de projeto” (2º lugar, $NR_f = 0,641$). A gestão de mudanças representa um grande desafio para os empreendimentos do setor, por conta da elevada probabilidade com que alterações nos planos iniciais podem ocorrer e do elevado impacto sobre os resultados que podem representar (NGUYEN; CHILESHE, 2015). Mudanças no empreendimento, sejam provocadas pelo empreendedor, sejam decorrentes de ajustes no projeto técnico (*design*), demandam atenção e esforço conjunto das partes interessadas na sua prevenção, mitigação e aplicação de respostas efetivas (ARAIN, 2011).

Na sequência, foram elencados uma série de riscos relacionados com atividades de coleta de requisitos e dados e planejamento de empreendimentos: D2 “Programa de necessidades deficiente” (3º lugar, $NR_f = 0,640$); D4 “Levantamentos preliminares deficientes” (4º lugar, $NR_f = 0,602$); G2 “Estudos de viabilidade deficientes” (5º lugar, $NR_f = 0,598$); G3 “Planejamento inadequado” (7º lugar, $NR_f = 0,576$); e D3 “Prazo de projeto apertado” (9º lugar, $NR_f = 0,550$). Falhas nessas atividades podem representar riscos elevados quando da execução do empreendimento, de maneira que estratégias

de mitigação de riscos mais efetivas envolvem ajustes de planejamento e projeto, com simulação de diferentes cenários executivos, para maximizar resultados positivos, antes que os trabalhos de campo sejam iniciados (SLOOT; HEUTINK; VOORDIJK, 2019).

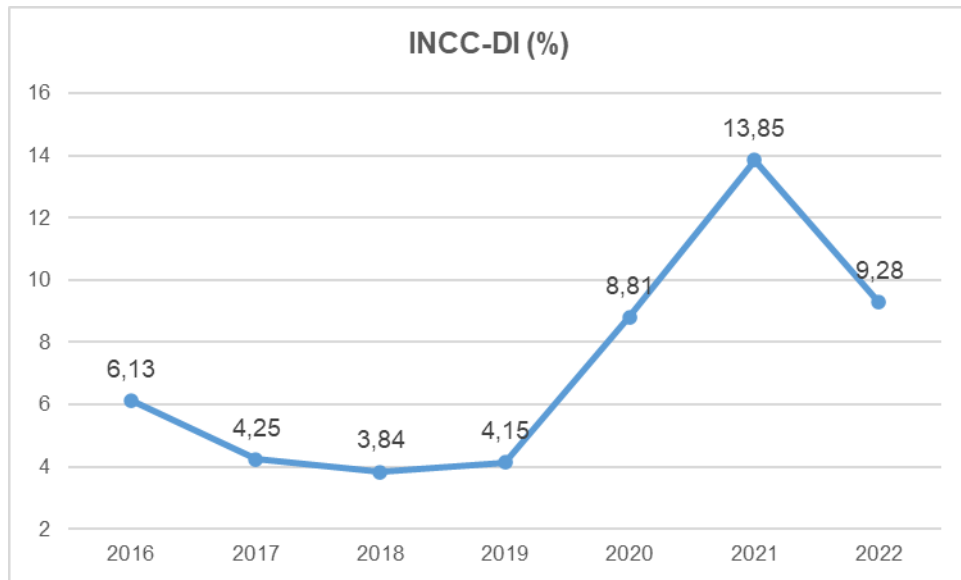
O risco C9 “Falhas construtivas” (6º lugar, $NR_f = 0,589$) aparece em posição de destaque, como resultado de deficiências na gestão da qualidade da construção e respectivos processos de planejamento, garantia e controle (HOSNY; IBRAHIM, 2018). A consequência imediata são retrabalhos, que marcam negativamente a imagem da indústria (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018). O elevado impacto nos resultados do empreendimento em termos de custo, tempo e satisfação do cliente (VISWANATHAN; JHA, 2020) pode explicar a posição de destaque que esse fator recebeu na avaliação dos especialistas.

Destacaram-se, também, fatores relacionados com a experiência ou capacidade técnica de agentes do setor: C1 “Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora” (8º lugar, $NR_f = 0,564$); D1 “Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto” (10º lugar, $NR_f = 0,544$); e G1 “Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento” (13º lugar, $NR_f = 0,532$). A falta de experiência ou competência das partes interessadas figura entre as principais causas de falhas nos negócios da indústria de construção civil (VISWANATHAN; JHA, 2020). A limitação na experiência da equipe de gestão resulta, ainda, em dificuldades na identificação de riscos de ECCs (CHILESHE; YIRENKYI-FIANKO, 2012; NGUYEN; CHILESHE, 2015), com efeitos negativos sobre a implementação da GR.

A inflação do setor de construção civil recebeu grande atenção dos respondentes, haja vista a posição do risco E1 “Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)” (11º lugar, $NR_f = 0,539$). O Índice Nacional de Custo da Construção – Disponibilidade Interna (INCC-DI), desenvolvido e divulgado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), é uma importante referência sobre a evolução dos preços de materiais, serviços e mão de obra destinados à construção civil (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, 2023). A partir de 2020, o INCC-DI vem registrando grande elevação (Figura 33), com destaque para o ano de 2021, como reflexo do desabastecimento de insumos verificado no período da crise sanitária causada pela pandemia da COVID-19. Esse movimento de

alta nos preços afetou fortemente negócios do setor, que foram impactados, ainda, nos prazos de entrega, o que acabou por traduzir-se no elevado nível de risco considerado pelos respondentes.

Figura 33 – Evolução do INCC-DI



Fonte: Autor, baseado em Fundação Getulio Vargas, 2023; SECOVISP, 2023.

Receberam destaque, ainda, três fatores de projeto: D8 “Orçamentação e planejamento da obra deficientes” (12º lugar, $NR_f = 0,532$); D7 “Projeto deficiente ou incompleto” (16º lugar, $NR_f = 0,516$); e D10 “Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto” (17º lugar, $NR_f = 0,511$). A grande variação de custos ou prazo de empreendimentos, devido a incertezas inerentes ao objeto ou erros de projeto, resultam em inviabilidade de entrega ou necessidade de alocação de recursos extras, provocando desgaste entre as partes interessadas (DEEP *et al.*, 2021). Deficiências no projeto, por erros ou omissões, provocam atrasos e aumento de despesas, demandando atenção constante das partes envolvidas para que correções sejam efetuadas oportunamente, a fim de minimizar consequências negativas (AYUDHYA; KUNISHIMA, 2019). Seguindo esse contexto, o risco de atrasos na revisão ou conclusão do projeto foi considerado um fator relevante, por impactar os processos produtivos, desde as aquisições de insumos até a execução da obra (KHODEIR; NABAWY, 2019). Reveste-se, pois, de extrema importância o estabelecimento de comunicação efetiva entre projetistas, consultores e executores dos serviços, a fim de mitigar esse risco (HOSNY; IBRAHIM, 2018).

Outros fatores de gestão destacados foram G5 “Problemas na gestão de partes interessadas” (14º lugar, $NR_f = 0,525$) e G8 “Acompanhamento e controle deficientes” (18º lugar, $NR_f = 0,509$). Como o desenvolvimento de ECCs envolve a atuação de diversos agentes, a gestão das partes interessadas tem papel fundamental na efetiva comunicação e coordenação entre os envolvidos (KASSEM; KHOIRY; HAMZAH, 2020). Já deficiências no acompanhamento e controle dos serviços pode dar oportunidade para a diminuição da qualidade dos materiais empregados (CHILESHE; YIRENKYI-FIANKO, 2012) e falhas construtivas, com efeitos danosos sobre prazo, custo e imagem do empreendimento (HOSNY; IBRAHIM; FRAIG, 2018).

A relevância do risco de construção C2 “Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra” (15º lugar, $NR_f = 0,524$) pode ser explicada pelo fato de a indústria da construção civil ser, no Brasil, ainda muito intensiva de mão de obra (DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS, 2020), demandando grande quantidade de força de trabalho humano para a produção de seus bens e serviços. Contextos de desenvolvimento de ECCs em que o trabalho-intensivo é característico resultam em maior dependência de mão de obra qualificada para a execução dos serviços (AMOA; BIKITSHA, 2021), tornando esse fator extremamente relevante. Conflitos trabalhistas locais gerados por atrasos no pagamento ou não atendimento a reivindicações por aumentos salariais são também questões de preocupação para a disponibilidade de mão de obra em países emergentes (AMOA; PRETORIUS, 2020; DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS, 2020), com potencial para afetar a conclusão de empreendimentos.

Os riscos econômicos E3 “Flutuação da taxa de câmbio” (19º lugar, $NR_f = 0,497$) e E2 “Flutuação da taxa de juros” (20º lugar, $NR_f = 0,484$) também foram considerados significativos. A importação de materiais e equipamentos de construção civil, como efeito da globalização (FABRÍCIO, 2000), tem se mostrado uma alternativa diante da elevação de custos ou da incapacidade de produção da indústria nacional. A redução da alíquota de importação do aço, aprovada pela Câmara do Comércio Exterior em 2022, por exemplo, foi considerada uma medida importante por entidades do setor para reduzir o impacto do aumento expressivo do custo da construção (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2022; SINDUSCON, 2022). A

elevação da taxa de juros constitui outra questão de preocupação para o setor, devido ao seu impacto sobre a atratividade de investimentos e o aumento do custo de capital (ABDUL-RAHMAN; LOO; WANG, 2012; SCHUH *et al.*, 2017).

Único risco político entre os 20 mais relevantes, o fator P3 “Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais” (21º lugar, $NR_f = 0,484$) destacou-se devido à elevada dependência das atividades desenvolvidas em um ECC com as aprovações e licenças expedidas por autoridades governamentais (NGUYEN; CHILESHE, 2015; VISWANATHAN; JHA, 2020; ZOU; ZHANG; WANG, 2007). A designação de pessoal específico para lidar com órgãos públicos e outras autoridades pode resultar em melhoria da comunicação e das relações com esses entes, agilizando processos de aprovação (ZHANG; WANG, 2007).

5.2.8 Caracterização e controle de riscos

Na 6ª Rodada do Método Delphi, os especialistas avaliaram os componentes “Causas”, “Consequências” e “Controles” de cada fator de risco da EAR. As opções de causas, consequências e controles listadas e analisadas originaram-se tanto da pesquisa bibliográfica quanto das contribuições realizadas na 1ª Rodada do Método Delphi.

Assim, por meio das respostas ao Questionário 7, os especialistas puderam apresentar comentários ou sugestões de complementação para as supracitadas listas, os quais foram analisados pelo pesquisador, a fim de inserir na ferramenta componentes ainda não contemplados. Nesta Seção, são apresentados e analisados alguns dos principais comentários dos respondentes e são expostas as listas finais dos componentes “Causas”, “Consequências” e “Controles”, destacando-se os itens que foram sugeridos pelos participantes nesta etapa.

Como controle para o risco D1 “Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto, incluindo deficiências na gestão do processo de projeto”, os especialistas destacaram a importância de capacitar profissionais, fomentar processos de lições aprendidas, desenvolver banco de projetos e designar tutor para acompanhar o trabalho de profissionais menos experientes:

Equipes deveriam fomentar mais a troca de lições aprendidas e *feedbacks* para ajustar a rota e tomar a decisão de trocar os membros que estejam prejudicando o processo com a agilidade que o empreendimento necessitar, depende da urgência e gravidade. O treinamento de novos membros teve maior eficácia quando trabalhando no mesmo ambiente (trabalho remoto funcionou bem para quem já estava familiarizado com os processos). [Especialista nº 6]

Uma forma de prevenir o problema seria fazer treinamentos rápidos com o projetista (...), colocar um projetista experiente para tutorear o novato na elaboração de um novo projeto e colocar à disposição do novato um banco de projetos para consulta e verificação do que já deu certo. [Especialista nº 1]

O treinamento e capacitação são práticas fundamentais para que agentes do setor alcancem níveis adequados de eficiência, qualidade e produtividade (AMOA; BIKITSHA, 2021), sobretudo no que se refere aos profissionais projetistas, cuja aprendizagem e aplicação de lições aprendidas demandam a aquisição contínua de experiência e processos de *feedback* de outras partes interessadas sobre a execução e desempenho da construção.

Quanto ao risco D2 “Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo”, foi destacada a importância de o empreendedor e/ou investidor ser transparente quanto ao fator-chave (*key driver*) para determinação do sucesso do empreendimento:

O investidor também deveria ser provocado a responder qual é o *driver* mais importante do projeto "custo, prazo ou qualidade". Óbvio que sempre querem a melhor qualidade, no menor custo e menor prazo, mas em alguns casos, o investidor já calcula o teto da viabilidade ou o produto tem que ficar pronto em um prazo determinado, e é muito desgastante quando o desenvolvimento do projeto não nasce com o direcionamento correto, o projeto executivo é orçado e não passa no orçamento de viabilidade, precisa-se fazer reengenharia e perde-se mais tempo e dinheiro. [Especialista nº 6]

Uma limitação cultural na indústria de construção civil reside na preponderância do controle do empreendedor (ou proprietário) sobre os fatores-chave de sucesso, muitas vezes concentrando atenção sobre custo e qualidade, e deixando de lado outros aspectos como qualidade e desempenho (MEDINA, 2014).

Para o fator de risco D3 “Prazo de projeto apertado”, além do planejamento inadequado do empreendimento (fator G3), um especialista ressaltou outros motivos, relacionados com o contexto de negócios do empreendimento:

Em relação às causas concordo, contudo há outras causas além do domínio do planejamento, por exemplo, datas políticas ou inserção em um contexto de um projeto maior. [Especialista nº 7]

Com relação ao fator D4 “Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental) deficientes”, indicou-se outras circunstâncias com potencial para originar o risco, como omissão em relação aos acessos públicos e redes de serviços públicos:

Sugiro acrescentar nos levantamentos preliminares: acesso à via pública e acesso às concessionárias (água, esgoto, energia, gás, internet), área de inundação, necessidade de faixa de servidão com vizinhos, necessidade de licença de manejo ambiental para início dos trabalhos. Também poderia abordar itens de "infraestrutura": se há vias de acesso pavimentada, necessidade de benfeitorias ou contrapartidas, ponto de ônibus, serviço de coleta de lixo, correio etc. Não deixar de lado questões legais locais (COE, IT's de Bombeiro) e questões mercadológicas/ cultural local. [Especialista nº 6]

Essa sugestão levou à alteração da redação do fator D4, incluindo-se as circunstâncias novas apontadas: “Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental, incluindo acesso viário e redes de serviços públicos) deficientes”. No comentário, foram sugeridas circunstâncias específicas pertinentes ao levantamento ambiental (área de inundação), legislação (faixa de servidão), licenciamento (manejo ambiental e contrapartidas), de viabilidade técnica (oferta de transporte e coleta de lixo) e mercadológica (cultura local). Como essas particularidades já foram considerados em outros fatores, não foram inseridas na nova descrição. De todo modo, é notória a importância do alinhamento do projeto com as condições locais, o qual depende da qualidade e abrangência dos levantamentos preliminares (ADAMTEY; ONSARIGO, 2018; AGYEKUM-MENSAH; KNIGHT, 2017; ALARCÓN, 2011; KHAN; GUL, 2017; VU *et al.*, 2017).

Foi indicado, como controle do fator D5 “Mudanças de projeto (ex. alterações de escopo, interesses e requisitos, revisões de projeto decorrentes de deficiências ou exigências do licenciamento)”, a designação de projetistas para prestar assessoramento técnico durante a fase de execução, a fim de agilizar o esclarecimento de dúvidas, realizar alterações de menor monta, estudar e propor soluções para questões imprevistas:

Controles: Importante manter nas obras a figura do ATO (Assistente Técnico de Obra), cuja finalidade é agilizar as soluções para a necessidades de adequações ou alterações de projeto. [Especialista nº 10]

O fator D7 “Projeto deficiente ou incompleto (ex. problemas de compatibilização entre disciplinas, detalhamento insuficiente, soluções inadequadas, especificações deficientes, omissão de serviços)”, para os especialistas, pode ser controlado por meio de processos de seleção dos projetistas que leve em conta outros critérios, que não somente o menor custo:

No controle, antes de contratar a equipe qualificada, seria fazer um filtro dos fornecedores adequados para o tipo de empreendimento para uma concorrência que possa ser equalizada, analisando as experiências anteriores e não ser uma contratação só pelo critério 'mais barato'. [Especialista nº 6]

O gerente de projeto deverá montar uma equipe multidisciplinar experiente e altamente qualificada para que todas as partes do projeto sejam compatibilizadas de modo harmônico e com mínimo de atrasos/ajustes. [Especialista nº 2]

A qualificação da equipe de projetistas figura entre as principais preocupações relacionadas com o desenvolvimento de ECCs, afetando a decisão de continuidade do investimento (GUNDUZ; AL-AJJI, 2021), a segurança da construção (ZHANG *et al.*, 2021), a construtibilidade (WU *et al.*, 2019) e o alcance dos objetivos traçados pelas partes interessadas (NGUYEN; CHILESHE, 2015).

Por outro lado, em que pese a importância da capacidade técnica dos projetistas, o envolvimento de outros participantes-chave, com diferentes pontos de vista e experiências, na fase de projeto, lhes dá a oportunidade de identificar possíveis falhas no modelo desenvolvido e de garantir que seus requisitos estão considerados no

projeto, minimizando a ameaça de mudanças futuras (OTHMAN; ABDELWAHAB, 2018; ZOU; KIVINIEMI; JONES, 2017). Tal colaboração da construtora, subcontratadas, empreendedor e fornecedores, além de aumentar a confiança entre as partes, pode contribuir para o aumento da produtividade nas fases posteriores (LOOSEMORE, 2014). A atuação precoce da construtora, por exemplo, tem destacado potencial para contribuir para a gestão de incertezas quanto aos custos e exequibilidade do projeto (REGIS *et al.*, 2021).

Com relação ao fator D10 “Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto”, os respondentes destacam as falhas no planejamento e controle de prazos como fontes para esse risco:

Acrescentaria nas Causas "Falta de Gestão dos Cronograma de Projetos.
[Especialista nº 6]

Causa: processo de gestão e controle de projetos deficiente. [Especialista nº 9]

Em relação às causas concordo, contudo poderia acrescentar falha no planejamento e falha no monitoramento e controle de prazos no processo de elaboração de projetos. [Especialista nº 7]

Os comentários reforçam a importância de desenvolver adequadamente o cronograma geral do empreendimento, estipulando prazo adequado para a concepção e amadurecimento do projeto, conforme se tenha acesso às informações e subsídios para sua elaboração (ZHANG *et al.*, 2021). Além disso, é fundamental gerenciar o processo de projeto, com ênfase no acompanhamento do cronograma e coordenação de projetos (ANDERY; BARRETO, 2015; DU *et al.*, 2016; OTHMAN; ABDELWAHAB, 2018; ZURLO; SILVA; MELHADO, 2020).

Para controlar o fator C2 “Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra, incluindo conflitos trabalhistas locais”, foi destacada a estratégia de mapear a disponibilidade de mão de obra local compatível com a complexidade da construção ou revisar o método construtivo para que essa compatibilidade seja alcançada:

Controle: mapeamento prévio de disponibilidade de mão de obra, deslocar mão de obra de outras regiões. [Especialista nº 9]

Em relação aos Controles, concordo, mas poderia implementar procedimento de verificação da possibilidade de revisão de método construtivo em vista da qualificação da mão de obra necessária. [Especialista nº 7]

O mapeamento prévio da capacidade técnica da mão de obra local pode apoiar a decisão sobre alteração do projeto ou contratação de profissionais de outras regiões, a fim de evitar deficiências durante o processo construtivo. O treinamento da mão de obra é outra alternativa, caso as estratégias anteriores não possam ser implementadas (ABDELALIM, 2018).

Uma questão de preocupação apontada em relação ao fator C4 “Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários” foi a do transporte de materiais fabricados fora do canteiro:

Em obras com construção "off site" é fundamental validar todo o trajeto do transporte, pois pode alterar as dimensões de peças do projeto. [Especialista nº 6]

O emprego da construção fora do canteiro (*off-site construction* – OSC) origina riscos únicos, como os de fabricação, logística de transporte e montagem de peças e módulos. A verificação e validação do trajeto de transporte é fundamental para evitar atrasos, descumprimento de normas ou necessidade de mudanças tardias nas dimensões das peças. O uso integrado do BIM com tecnologias de detecção e rastreamento, como sistemas de informação geográficas (*geographic information system* - GIS), pode ajudar a lidar com essas ameaças, identificando cenários logísticos ótimos de rota dos centros de distribuição até o canteiro (DARKO *et al.*, 2020).

Com relação ao controle do fator C7 “Complexidade do empreendimento, incluindo padrão muito alto de qualidade e novas tecnologias”, mais uma vez destacou-se o papel da assessoria técnica de obras (ATO):

Em relação aos Controles concordo, mas incluiria atenção especial para atuação de equipe de ATO, treinamentos e monitoramento de eficácia e eficiência. [Especialista nº 7]

Além de apoiar as mudanças de projeto, a presença de equipe de ATO auxilia os responsáveis pela construção na resolução de dúvidas e compreensão do projeto. Quanto mais complexo o empreendimento em termos tecnológicos, maior a importância de alocar equipes técnicas dedicadas ao projeto no canteiro. Nesse sentido, a comunicação e colaboração entre as partes interessadas, durante as fases de desenvolvimento, tem papel fundamental para lidar com a complexidade de empreendimentos (VAZ-SERRA; EDWARDS; ARANDA-MENA, 2021).

Quanto ao risco G2 “Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes”, especialistas destacaram como estratégia de controle a atuação de uma equipe qualificada e multidisciplinar na elaboração dos estudos iniciais:

Os Estudos de viabilidade devem ser feitos por profissionais qualificados e deve fazer parte da fase preliminar de planejamento da obra. [Especialista nº 2]

Envolvimento de especialistas em diferentes áreas nas fases iniciais. [Especialista nº 6]

Em relação aos Controles concordo acrescentando aprimorar a sistemática de prospecção de profissionais e de seleção. Por outro lado, garantir qualidade da comunicação e eficaz relacionamento com os *stakeholders*. [Especialista nº 7]

O estudo de viabilidade do empreendimento deve ser realizado nos estágios iniciais e incluir, além de questões técnicas e de exequibilidade, os riscos jurídicos (legais), econômicos, do ambiente de negócios e de concorrência com outros empreendimentos (VISWANATHAN; JHA, 2020).

O fator G5 “Problemas na gestão de partes interessadas (identificação, engajamento e monitoramento e controle do engajamento), incluindo comunicação e coordenação deficientes, conflitos e disputas”, de acordo com os respondentes, pode ser controlado por meio de implementação de ferramentas e sistemas de gestão:

(...) estabelecer plano de comunicação do projeto, definições claras de responsabilidades (uso de matriz RACI), realizar reuniões de alinhamento

com pontos focais para apresentar riscos e ações com nomeação dos responsáveis. [Especialista nº 6]

Deve-se investir em um eficiente Sistema de Gestão do Empreendimento, gerando transparência e fluxo rápido e objetivo de informações entre os *stakeholders*. [Especialista nº 2]

Em relação aos Controles concordo, mas não é apenas sistemática de comunicação e controle, é estabelecer o sistema de gestão de *stakeholders* com suas etapas estabelecidas nas boas práticas (PMBOK por exemplo). [Especialista nº 7]

Assim, foram citados: plano de comunicação, matriz RACI (*Responsible, Accountable, Consulted, Informed* ou Responsável, Aprovador, Consultado e Informado) e sistemas de gestão do empreendimento e das partes interessadas (*stakeholders*). Há estudos que defendem a integração entre GR e a gestão de partes interessadas, por conta da inter-relação entre esses sistemas de gestão e a capacidade de promover a efetividade de ambos (XIA *et al.*, 2018).

A realização de simulação construtiva foi citada como controle para o fator G6 “Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção”:

Sugestão de controle: Realizar simulação construtiva para confirmar o cronograma da obra. [Especialista nº 4]

Para tanto, destaca-se o emprego de ferramentas do BIM 4D, sistemática que incorpora informações temporais ao modelo digital da construção para simular graficamente a sequência de operações construtivas. Por meio do exame de conflitos nos fluxos de serviços e de dependências entre etapas do cronograma, as ferramentas BIM 4D podem apoiar eficientemente a avaliação de viabilidade de cenários construtivos (SLOOT; HEUTINK; VOORDIJK, 2019) e, dessa forma, proporcionar maior grau de certeza quanto à programação proposta para a obra.

Quanto ao fator G9 “Dificuldade na liberação do local da obra, incluindo atraso na aquisição de terrenos e propriedades ou nas desapropriações de imóveis ou servidão de passagem (obras públicas)”, foi ressaltada a estratégia de prevenção por meio de estudos patrimoniais iniciais:

A fase de estudos preliminares/viabilidade do empreendimento deve conter a análise da questão patrimonial para que se evite óbices à implantação do empreendimento. [Especialista nº 2]

O comentário descreve a relação desse fator com o risco G2 “Estudos de viabilidade deficientes”, sendo este uma de suas causas. Assim, foi inserido como controle de G9 a abordagem de questões patrimoniais nos estudos de viabilidade. Outro resultado vislumbrado foi a alteração da redação do fator G2 para “Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico, patrimonial e ambiental) deficientes”, ou seja, incluindo o estudo patrimonial.

Os fatores econômicos E1 “Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)”, E2 “Flutuação da taxa de juros” e E3 “Flutuação da taxa de câmbio” chamaram atenção pela diversidade de alternativas de tratamento propostas:

Essa é uma variável aleatória externa incontrolável. Caso se identifique materiais, equipamentos (importados, por exemplo) e serviços em que seja comum a flutuação, aumentar a garantia do contrato (seguro da empresa) previsto em recomendações para elaboração do edital. [Especialista nº 1]

Controle: prever valor de contingência no projeto. [Especialista nº 9]

Controles: antecipação de compras. [Especialista nº 8]

Sugestão de controle: Contratar empresa financeira para fazer operações de *hedge*. [Especialista nº 4]

Sugestão de controle: Fazer contrato antecipado com os fornecedores, principalmente dos itens mais relevantes na curva ABC. [Especialista nº 4]

Foram indicadas as estratégias: contratação de seguro, reserva de contingência, antecipação de compras e operações de *hedge*. A diversidade de opções propostas reflete a grande preocupação de agentes da indústria com as dificuldades econômicas enfrentadas recentemente por conta dos efeitos da pandemia da COVID-19:

O recente cenário de pandemia acarretou a elevação dos custos de insumos/equipamentos que afeta sobremaneira a execução dos empreendimentos (crise econômica mundial). [Especialista nº 2]

Entre as alternativas sugeridas, operações de *hedge* em contratos de opção são instrumentos financeiros com prazo estabelecido entre duas partes, em que o comprador adquire o direito, mas não a obrigação, de comprar ou vender um bem a um preço previamente acordado, o preço de exercício (COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS, 1980). Esses contratos visam preservar o adquirente (ou tomador) de flutuações no preço de um bem ou ativo subjacente, funcionando como uma espécie de seguro. Nas opções de compra, por exemplo, caso o valor do bem suba durante o período do contrato, o comprador pode exercer o direito de compra pelo preço previamente avençado, protegendo-se desse aumento. Já nas opções de venda, o raciocínio é inverso: o vendedor quer proteger-se da depreciação do bem. O contrato de opção, assim como contratos futuros, enquadra-se como um tipo de operação de *hedge*, isto é, de proteção contra a variação no valor de um bem ou investimento, em que os contratantes realizam alocação do risco entre si (SZTAJN, 1997).

No caso da construção civil, as opções de compra garantem um limite superior para o preço de compra do insumo por ele protegido. Dessa forma, a contratação de opções de compra são ferramentas empregadas na indústria para proteção contra flutuações nos preços dos insumos. O resultado verificado, em estudos de caso de empreendimentos, foi uma maior precisão na estimação de preços, o que, por sua vez, reduziu o risco de superelevação dos custos (VAHDATMANESH; FIROUZI, 2020).

Sobre os riscos políticos, destacaram-se as sugestões de controle do fator P2 “Corrupção/suborno”, por meio de políticas de governança corporativa e *compliance*:

Focar no eficiente processo de seleção de contratadas/subcontratadas, recrutando as empresas que comprovem efetiva Governança Corporativa. [Especialista nº 2]

Exigir que a empresa tenha área de governança pode não ser possível, pois restringe a competitividade [da licitação]. Mas a contratante pode implementar internamente políticas de *compliance*, código de ética e transparência, a fim de evitar essas mazelas. [Especialista nº 1]

Controle: implementar programa de *compliance*, solicitar que os fornecedores participem e tenham seu próprio programa de *compliance*, atribuir penalidades em contratos. [Especialista nº 9]

No Apêndice J, foram destacados alguns dos comentários dos respondentes, que resultaram em contribuições para a construção dos elementos “Causas”, “Consequências” e “Controles” da ferramenta. Esses elementos representam sugestões para facilitar a identificação e caracterização dos riscos e o planejamento de estratégias de tratamento, não se constituindo em listas fixas ou taxativas. Cada empreendimento irá demandar, primeiramente, a análise de contexto interno e externo, para que os riscos sejam reconhecidos e detalhados em termos de fontes e efeitos.

A elaboração do plano de tratamento, por outro lado, depende de avaliação sobre a pertinência e aplicabilidade das estratégias ao contexto intraorganizacional e inter-organizacional, considerando obrigações, compromissos e pontos de vista das partes interessadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Outrossim, a seleção das medidas de tratamento demanda análise de viabilidade econômica, por meio do comparativo entre custos de implementação e benefícios esperados, sendo pertinente o emprego de simulação de cenários (ALBOGAMY; DAWOOD, 2015). Logo, o rol de medidas de tratamento demanda análises complementares para que sejam planejadas as ações e respectivos responsáveis.

Alguns itens das listas de causas e consequências sugeridos enquadram-se como riscos da própria EAR e foram identificados pelo código correspondente. Como exemplo, cita-se que, para o risco D1 “Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto”, um dos especialistas indicou como causa a “Elevada demanda do mercado”. Essa sugestão corresponde a um cenário de falta de profissionais experientes devido ao aquecimento do mercado e elevada competição entre agentes, circunstância presente no risco E6 “Elevada competição entre agentes do setor, colocando qualidade e inovação em segundo plano”.

Por outro lado, algumas sugestões auxiliaram no detalhamento ou melhoria da redação de elementos já presentes na ferramenta. No caso do risco D2 “Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo”, por exemplo, o tratamento anteriormente descrito como “Elaborar *check-list* com os requisitos e necessidades a ser atendidos no projeto e submeter à apreciação do empreendedor”, foi substituído por “Implementar processo de coleta,

confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, ECP, TAP, TMP, TEP) com envolvimento das partes interessadas”.

O resultado da análise dos comentários e sugestões foi a consolidação das listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” da ferramenta, conforme trazido pelo Apêndice K.

5.2.9 Versão final da EAR

Em decorrência das contribuições da 6ª Rodada Delphi, foram realizadas duas alterações de redação de fatores de risco (Quadro 21).

Quadro 21 – Alterações realizadas na EAR (6ª Rodada Delphi)

FATOR	REDAÇÃO ORIGINAL	NOVA REDAÇÃO
D4	Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental) deficientes	Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental, incluindo acesso viário e redes de serviços públicos) deficientes
G2	Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes	Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico, patrimonial e ambiental) deficientes

Fonte: Autor.

A versão final da EAR inserida na ferramenta proposta está apresentada no Quadro 22. Essa versão foi resultado dos refinamentos anteriores, realizados após as análises dos especialistas, que apresentaram sugestões de alteração da redação, caracterização e controle dos fatores de risco.

Quadro 22 – Versão final da EAR (descrição completa)

CÓD.	CATEGORIAS / FATORES
D	Projeto (design)
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto, incluindo deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.)
D2	Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo
D3	Prazo de projeto apertado
D4	Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental, incluindo acesso viário e redes de serviços públicos) deficientes
D5	Mudanças de projeto (ex. alterações de escopo, interesses e requisitos, revisões de projeto decorrentes de deficiências ou exigências do licenciamento)
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades nas condições geotécnicas (ex. matações), hidrológicas ou de instalações e infraestruturas existentes.
D7	Projeto deficiente ou incompleto (ex. problemas de compatibilização entre disciplinas, detalhamento insuficiente, soluções inadequadas, especificações deficientes, omissão de serviços)
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes (ex. erros na quantificação ou precificação, cronograma impreciso ou inadequado)

D9	Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental (ex. elevado impacto ambiental, regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serv. públ., corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico, imóvel tombado)
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto
C	Construção
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra, incluindo conflitos trabalhistas locais
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários (materiais importados)
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários (equipamentos importados)
C5	Disfunções logísticas no canteiro, incluindo tráfego de pessoas e veículos e falhas de manutenção e operação no canteiro
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho, utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada) e desconhecimento das normas e rotinas internas
C7	Complexidade do empreendimento, incluindo padrão muito alto de qualidade e novas tecnologias
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos, incluindo falta de capacidade de inovação
C9	Falhas construtivas (ex. controle de qualidade deficiente)
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores (ex. indisponibilidade, grande quantidade, falta de qualificação, mudanças)
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho, incluindo condições de segurança complicadas devido à natureza e local da obra (encostas, represas, trabalho noturno etc.) e planos deficientes
C12	Impactos ambientais sem controle adequado, incluindo poluição ambiental e não implementação de plano de gerenciamento de resíduos
G	Gestão
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento, incluindo estrutura organizacional inapropriada
G2	Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico, patrimonial e ambiental) deficientes
G3	Planejamento inadequado do empreendimento, incluindo modalidade da licitação (ex. EPG em reforma), falhas nas condições contratuais (ex. sistema de medição, compartilhamento de riscos) e subestimação de prazos e custos
G4	Problemas na seleção dos contratados (ex. lentidão, burocracia, impugnações), incluindo baixa atratividade de concorrentes ou participação de empresas menos qualificadas
G5	Problemas na gestão de partes interessadas (identificação, engajamento e monitoramento e controle do engajamento), incluindo comunicação e coordenação deficientes, conflitos e disputas
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor, incluindo lentidão nas tomadas de decisão, aprovação de projetos, aceitação de serviços e aprovação de aditivos
G8	Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato e na fiscalização dos serviços
G9	Dificuldade na liberação do local da obra, incluindo atraso na aquisição de terrenos e propriedades ou nas desapropriações de imóveis ou servidão de passagem (obras públicas)
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados (fluxo de caixa)
E	Econômico (externo)
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)
E2	Flutuação da taxa de juros
E3	Flutuação da taxa de câmbio
E4	Majoração da carga tributária
E5	Mudanças nas demandas do mercado, incluindo previsões inadequadas
E6	Elevada competição entre agentes do setor, colocando qualidade e inovação em segundo plano
P	Político-social e legal (externo)
P1	Instabilidade política, incluindo mudanças nas políticas governamentais
P2	Corrupção/suborno

P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais
P4	Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável ou desordem civil
P5	Greves gerais (da categoria)
P6	Alterações na legislação e regulamentos
P7	Disputas e ações judiciais externas (ex. litígios com movimentos sociais e grupos de proteção ambiental)
N	Natural (externo)
N1	Clima adverso imprevisível
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis (desastres, terremotos, inundações, incêndios, geada etc.)

Fonte: Autor.

No Apêndice L, apresenta-se esquematicamente a EAR, com redação resumida dos fatores de risco. O entendimento completo das circunstâncias envolvidas em cada fator pode ser obtido no Quadro 22. Concluída a validação de componentes da ferramenta (artefato), propôs-se a sua aplicação no ambiente de operação previsto, a fim de se realizar a avaliação e refinamento final, conforme apresentado na próxima Seção.

5.3 APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

5.3.1 Estudo de Caso com Grupo Focal

Definido o ambiente real para teste do artefato, o escritório de projetos onde o pesquisador atua, aqui denominado Escritório de Projetos de Engenharia (EPE), foi realizada coordenação com o gestor responsável pela coordenação geral dos projetos. Foi feita breve explanação sobre os requisitos de escolha do caso para aplicação e avaliação da ferramenta e foram relacionados os projetos complexos de grande porte em andamento ou cujos estudos preliminares foram iniciados.

Optou-se, então, por um projeto de implantação de empreendimento residencial, formado por 5 blocos de apartamentos com 7 pavimentos, sendo térreo em pilotis, 6 pavimentos-tipo de apartamentos e um pavimento de subsolo para estacionamento (Figura 34). Inclui-se no escopo a infraestrutura de acesso à via urbana e circulação interna de veículos. A implantação preliminar foi desenvolvida por um órgão público ligado sistemicamente ao EPE e com atribuições específicas no local do empreendimento, denominando-se, neste trabalho, como Escritório Regional de Engenharia (ERE).

Figura 34 – Vista panorâmica da implantação do empreendimento



Fonte: ERE, 2022.

Os blocos de apartamentos possuem duas tipologias:

- 1) Blocos “A” e “B”: 6 pavimentos-tipo com 8 apartamentos por andar, cada um com 4 quartos e 160m², totalizando 12.209,08m² de área construída em cada bloco; e
- 2) Blocos “D”, “E” e “F”: 6 pavimentos-tipo com 8 apartamentos por andar , cada um com 3 quartos e 135m², totalizando 10.456,80 m² de área construída em cada bloco.

Além dos 5 blocos do empreendimento, a quadra possui outros 4 blocos construídos. Conforme histórico do empreendimento, o leiaute da quadra foi aprovado junto à autoridade municipal e registrado em cartório. Contudo, o anteprojeto/projeto legal arquitetônico de todos os novos blocos deverá ser aprovado junto às autoridades locais (Prefeitura Municipal, Corpo de Bombeiros, Concessionárias etc.). Para tanto, os projetos serão adequados pelo EPE, a fim de atender às legislações e normas vigentes (ESCRITÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA, 2022).

Conforme informações do coordenador geral de projetos do EPE, o empreendimento encontrava-se, em setembro de 2022, na fase de planejamento e concepção, pois

ainda carece da confirmação de necessidades do cliente, verificação de conformidade com as normas, realização de levantamentos e estudos de viabilidade técnica, jurídica e financeira. Vencidas essas questões, será possível partir para a elaboração do projeto legal, visando à aprovação junto às autoridades competentes, e posterior detalhamento dos projetos de engenharia e arquitetura.

Confirmado o empreendimento do Estudo de Caso, foram definidos os participantes do Grupo Focal, formado por profissionais do EPE envolvidos na condução das atividades de projeto (*design*) do empreendimento, cada um responsável por uma área específica (Quadro 23).

Quadro 23 – Composição do Grupo Focal

#	FUNÇÃO	ESPECIALIDADE	ENVOLVIMENTO
1	Coordenador	Engenheiro Civil (estruturas)	Coordenação do estudo preliminar e projeto Supervisor do projeto de estruturas
2	Projetista	Arquiteta	Estudo técnico preliminar Projeto legal para aprovação na Prefeitura e Corpo de Bombeiros Projeto de arquitetura
3	Projetista	Engenheira Civil (instalações hidrossanitárias)	Estudo técnico preliminar Projeto legal para aprovação na Concessionária Projeto detalhado de instalações hidrossanitárias
4	Projetista	Engenheiro Eletricista	Estudo técnico preliminar Projeto legal para aprovação na Concessionária Projeto detalhado de instalações elétricas
5	Projetista	Engenheira Civil (infraestrutura)	Estudo técnico preliminar Projeto detalhado de pavimentação e drenagem da área externa

Fonte: Autor.

Antes da aplicação efetiva da ferramenta ao empreendimento do estudo de caso, foi realizado um seminário com o Grupo Focal em que foram apresentados tópicos relevantes para entendimento do trabalho a ser desenvolvido:

- a) objetivo e andamento da pesquisa;
- b) atividades do estudo de caso e o envolvimento do Grupo Focal;
- c) explanação básica sobre gestão de riscos e o papel das organizações projetistas no processo de GR de empreendimentos do setor de construção civil; e
- d) funcionalidades da ferramenta desenvolvida e como o processo de GR foi nela inserido.

A operacionalização da ferramenta foi dividida em duas sessões separadas. No intervalo entre elas, foi possível incrementar o artefato com as observações até então coletadas. Assim, os resultados do estudo de caso são apresentados na versão final da ferramenta.

5.3.2 Refinamento do artefato

Durante a operação do artefato, foram verificadas oportunidades de melhoria, a partir de observações sobre o comportamento da ferramenta, quando empregada no domínio de aplicação (HEVNER; MARCH; PARK, 2004): escritório de projetos de engenharia, formado por profissionais de construção civil e considerando seus desafios e oportunidades. Assim, a participação do Grupo Focal contribuiu para a implementação de melhorias, conforme apresentado nesta Seção. Na Seção 5.3.3, são abordadas as principais melhorias realizadas, a lista final de componentes e o fluxograma final integrado à ferramenta. E na Seção 5.3.4, traz-se os resultados da aplicação da ferramenta ao estudo de caso, já considerando a versão final, após as melhorias.

Foi aplicada alteração visual nas tabelas da ferramenta, destacando com preenchimento as células que devem ser preenchidas pelo usuário. Essa alteração foi estendida a toda a planilha eletrônica. Ainda para facilitar o preenchimento, foram inseridas caixas de listagem, nas células de preenchimento que dispunham de opções definidas. As modificações na aba “Contexto” podem auxiliar na visualização dessas modificações (Figura 35).

Figura 35 – Aba “Contexto” após melhorias

DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	
Nome	
Principais atividades	
Localização	
Finalidade (para o empreendedor)	
Modelo de desenvolvimento (Obs. 1)	Sequencial ou Design-Bid-Build (DBB) ▾
Tipo de contrato e critério de fixação do preço (Obs. 2)	Empreitada por preço global (EPG) ▾
PREMISSAS E OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO	
Escopo essencial	
Escopo desejável	
Preço-base	
Prazos de referência das etapas (ex. anteprojeto, projeto legal, projeto executivo, implantação)	
Tecnologias construtivas pré-definidas	
Ligação com outros empreendimentos/projetos	
Elementos do escopo complexos, inovadores ou preocupantes	
CONTEXTO INTERNO	
Experiência anterior com o tipo de empreendimento	
Experiência anterior no local do empreendimento	
Análise de capacidades e recursos existentes e necessários para as atividades (considerar pessoal, material, tecnologia, processos etc.)	
Expectativas e interesses das partes interessadas internas (Obs. 3)	
Meta organizacional relacionada com o empreendimento	
OUTRAS INFORMAÇÕES	
Outros elementos de contextualização julgados oportunos	

Fonte: Autor.

Nota: A versão inicial foi apresentada na Figura 18.

O item "Tipo de Contrato" foi substituído por "Modelo de desenvolvimento", com as opções de escolha por caixa de listagem. No Quadro 24, apresenta-se as distinções entre os modelos inseridos na ferramenta.

Quadro 24 – Modelos de desenvolvimento de ECCs

MODELO	DESCRIÇÃO
Sequencial ou <i>Design-Bid-Build</i> (DBB)	Empreendedor gerencia o empreendimento; contrata separadamente projeto e obra
Gerenciamento da Construção (GC)	Empreendedor contrata Gerenciadora e Projetista, sendo a contratação da obra e fornecimento responsabilidade da Gerenciadora. Pode ser dos tipos: - <i>Pure or Agency Construction Management</i> (PCM); ou - <i>Construction Management at Risk</i> (CMR)
Integrado	Uma só empresa responsável por projeto e construção. Pode ser dos tipos: - <i>Design-Build</i> (D/B) ou Projeto-Construção; - <i>Engineering Procurement Construction</i> (EPC) ou “chave na mão”; - <i>Design-Build-Operate</i> (DBO) ou Projeto/Construção/Operação; e - <i>Build-Operate-Transfer</i> (BOT) ou Construção/Operação/Transf. propriedade

Fonte: Autor, baseado em Toledo (2018, p. 61).

E o item "Critério de fixação do preço" foi substituído por "Tipo de contrato e critério de fixação do preço". Foram indicadas como alternativas as modalidades de contratação previstas na Lei nº 14.133/2021, Nova Lei de Licitações e Contratos (BRASIL, 2021), conforme o art. 6º, incisos XXVIII a XXXIV. Na aba "Contexto", foram inseridas observações explicando as opções de preenchimento para esses itens (Figura 36).

Figura 36 – Observações da aba "Contexto"

Obs.:	
1) Refere-se ao modelo de desenvolvimento do empreendimento quanto ao arranjo funcional dos participantes:	
Sequencial ou <i>Design-Bid-Build</i> (DBB)	Empreendedor gerencia o empreendimento; contrata separadamente projeto e obra
Gerenciamento da Construção (GC)	Empreendedor contrata Gerenciadora e Projetista, sendo a contratação da obra e fornecimento responsabilidade da Gerenciadora. Pode ser dos tipos: <i>Pure or Agency Construction Management</i> (PCM) ou <i>Construction Management at Risk</i> (CMR)
Integrado	Uma só empresa responsável por projeto e construção. Pode ser dos tipos: <i>Design-Build</i> (D/B) ou Projeto-Construção; <i>Engineering Procurement Construction</i> (EPC) ou "chave na mão"; <i>Design-Build-Operate</i> (DBO) ou Projeto/Construção/Operação; e <i>Build-Operate-Transfer</i> (BOT) ou Construção/Operação/Transf. propriedade
2) Regimes da Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações):	
Empreitada por preço unitário (EPU)	Contratação da execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas (art. 6º, XXVIII)
Empreitada por preço global (EPG)	Contratação da execução da obra ou do serviço por preço certo e total (art. 6º, XXIX)
Empreitada integral (EI)	Contratação de empreendimento em sua integralidade, compreendida a totalidade das etapas de obras, serviços e instalações necessárias, sob inteira responsabilidade do contratado até sua entrega ao contratante em condições de entrada em operação, com características adequadas às finalidades para as quais foi contratado e atendidos os requisitos técnicos e legais para sua utilização com segurança estrutural e operacional (art. 6º, XXX)
Contratação por tarefa (CT)	Regime de contratação de mão de obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais (art. 6º, XXXI)
Contratação integrada (CI)	Regime de contratação de obras e serviços de engenharia em que o contratado é responsável por elaborar e desenvolver os projetos básico e executivo, executar obras e serviços de engenharia, fornecer bens ou prestar serviços especiais e realizar montagem, teste, pré-operação e as demais operações necessárias e suficientes para a entrega final do objeto (art. 6º, XXXII)
Contratação semi-integrada (CSI)	Regime de contratação de obras e serviços de engenharia em que o contratado é responsável por elaborar e desenvolver o projeto executivo, executar obras e serviços de engenharia, fornecer bens ou prestar serviços especiais e realizar montagem, teste, pré-operação e as demais operações necessárias e suficientes para a entrega final do objeto (art. 6º, XXXIII)
Fornecimento e prestação de serviço associado (FPSA)	Regime de contratação em que, além do fornecimento do objeto, o contratado responsabiliza-se por sua operação, manutenção ou ambas, por tempo determinado (art. 6º, XXXIV)
3) Partes interessadas externas são avaliadas na aba "Partes Interessadas"	

Fonte: Autor.

Complementando os componentes do processo de contextualização, as abas com os critérios de risco (análise, controles e tratamento e avaliação de riscos) não foram alteradas.

A aba "Ident., Análise, Tratamento" foi renomeada para "Apreciação e Tratam.", ressaltando que o processo de apreciação inclui a identificação, análise e avaliação dos riscos (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a). No processo de identificação dos riscos do ECC, verificou-se, a partir das reuniões com o Grupo Focal, a necessidade de explicitar as considerações realizadas na análise das circunstâncias e características específicas de cada risco, com base no contexto do empreendimento.

A fim de preencher essa lacuna, foi inserida a coluna “Contextualização do risco”. A explicitação de detalhes sobre o risco identificado contribui para melhor entendimento de suas características e das premissas empregadas na análise e avaliação, principalmente para aqueles que não participaram dessas atividades, criando um registro importante para a organização e empreendimentos futuros (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Os demais componentes de caracterização dos riscos (causas, fontes, consequências e efeitos nos objetivos) foram mantidos sem alteração (Figura 37).

Figura 37 – Componentes de identificação e caracterização dos riscos

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS			CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS											
Risco		Contextualização do Risco	Causas	Fonte do Risco					Consequências	Efeitos nos Objetivos				
Cód.	Categorias/Fatores			EMP	PRO / COI	GER	CTT	SSC / FMC / FEC		EXT	Prazo	Custo	Qualidade	Segurança	Sustent. Amb.
D Projeto (design)														
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO				
...														
D10														
C Construção														
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO				
...														
C12														
G Gestão														
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO				
...														
G11														
E Econômico (externo)														
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO				
...														
E6														
P Político-social e legal (externo)														
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO				
...														
P7														
N Natural (externo)														
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	LISTA INICIAL DE CAUSAS	MARCADA(S) PELO USUÁRIO					LISTA INICIAL DE CONSEQUÊNCIAS	MARCADO(S) PELO USUÁRIO				
N2														

Fonte: Autor.

Para o processo de análise dos riscos, o cálculo do nível de risco dos fatores, que anteriormente estava previsto em etapa única, foi segmentado em três estágios:

- 1) Nível de Risco Inicial (NRI), isto é, sem considerar controles existentes:

$$NRI = P_f \times I_f$$

Onde: I_f é o nível de impacto e P_f , a probabilidade de ocorrência do fator de risco f , definidos conforme os critérios de análise dos riscos.

- 2) Nível de Risco com Controles (NRC), considerando os controles existentes:

$$NRC = P_f \times I_f \times (1 - NCC)$$

Onde: *NCC* representa o nível de confiança dos controles atuantes na mitigação do risco, estimado com base nos critérios de análise dos controles e opções de tratamento, constantes da aba “Crit. Controles Tratamento”.

- 3) Nível de Risco com Tratamento (NRT), considerando a estratégia de tratamento planejada:

$$NRT = NRC \times (1 - NCT)$$

Onde: *NCT* representa o nível de confiança da opção de tratamento, estimado com base nos critérios de análise dos controles e opções de tratamento.

Tal modificação visou ressaltar o papel das medidas de controle e das estratégias de tratamento na redução do nível de risco do empreendimento. Seguindo essa diretriz, foi inserida a coluna "Contextualização do Controle (existência, funcionamento, possibilidade de melhoria)". Nesse sentido, melhorias nos controles existentes podem ser incluídos como opção de tratamento.

Em conjunto com o desmembramento da análise de riscos, a avaliação também foi prevista para ser realizada em cada estágio, por meio da indicação das faixas de NRI, NRC e NRT. Quanto ao funcionamento da planilha, foi inserida formulação para realização do enquadramento automático da faixa correspondente aos valores do nível de riscos.

Abaixo, apresenta-se os componentes da ferramenta (colunas) pertinentes às análises e avaliações (1) inicial (Figura 38) e (2) considerando controles (Figura 39). A análise e avaliação (3) considerando o tratamento dos riscos será apresentada adiante quando da discussão sobre as melhorias realizadas no processo de tratamento.

Completando o processo de análise, manteve-se o cálculo do nível de risco do empreendimento (NRE), a partir do peso normalizado e formulações já expostas anteriormente (Figura 40). Vale lembrar que o cálculo do NRE considera o efeito dos controles existentes atuantes.

Figura 38 - Componentes de análise e avaliação dos riscos “inicial”

IDENTIFICAÇÃO		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO INICIAL			
Risco	Impacto	Probabilidade	Nível de Risco Inicial dos Fatores (NRI)	Avaliação dos Riscos
Cód.	Categorias/Fatores	...	If (Valor na Escala)	Pf (Valor na Escala)	NRI = Pf x If	Faixa do NRI
D	Projeto (design)					
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	CONFORME ESCALAS	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...						
D10						
C	Construção					
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	CONFORME ESCALAS	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...						
C12						
G	Gestão					
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	CONFORME ESCALAS	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...						
G11						
E	Econômico (externo)					
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	CONFORME ESCALAS	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...						
E6						
P	Político-social e legal (externo)					
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	CONFORME ESCALAS	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
...						
P7						
N	Natural (externo)					
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	CONFORME ESCALAS	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS	
N2						

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Figura 39 – Componentes de análise e avaliação dos riscos “considerando controles”

IDENTIFICAÇÃO		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO INICIAL	ANÁLISE E AVALIAÇÃO CONSIDERANDO CONTROLES					
Risco	...	...	...	Controles Existentes				Nível de Risco com Controles (NRC)	Avaliação dos Riscos
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	Medidas de Controle Existentes	Responsável (is)	Contextualização do Controle (existência, funcionamento, possibilidade de melhoria)	NCC = Nível de Confiança dos Controles (%)	NRC = NRI x (1 - NCC)	Faixa do NRC
D	Projeto (design)								
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...									
D10									
C	Construção								
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...									
C12									
G	Gestão								
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...									
G11									
E	Econômico (externo)								
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...									
E6									
P	Político-social e legal (externo)								
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...									
P7									
N	Natural (externo)								
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFIRMAR DA LISTA	PREENCHIDO PELO USUÁRIO	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
N2									

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Figura 40 – Componentes de cálculo do nível de risco do empreendimento

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO INICIAL	ANÁLISE E AVALIAÇÃO CONSID. CONTROLES	CÁLCULO DO NRE	
	Risco	...	...	...	Peso Normalizado	Nível de Risco do Empreendim.
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	...	Wf (Definição prévia da organização)	$NRE = \sum Wf \times Pf \times (1 - NCC)$
D Projeto (design)						
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...						
D10						
C Construção						
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...						
C12						
G Gestão						
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...						
G11						
E Econômico (externo)						
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...						
E6						
P Político-social e legal (externo)						
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
...						
P7						
N Natural (externo)						
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	...	VALOR FIXADO	CALCULADO
N2						

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Como melhoria, foi incluída a aba específica “NRc e NRE”, explicitando o cálculo do nível de risco das categorias (*NRc*) e do *NRE*, bem como a participação das categorias nesse nível geral (Figura 41). Esses cálculos permitem identificar as categorias de risco mais críticas, de forma que abordagens mais globais sejam adotadas na fase de tratamento, em vez de somente medidas pontuais sobre os fatores importantes, proporcionando maior eficácia nesse processo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). A fórmula de cálculo do *NRc* é a seguinte:

$$NR_c = \sum P_{fc} \times W_{fc} \times (1 - NCC_{fc})$$

Onde: P_{fc} é a probabilidade de ocorrência; W_{fc} , o nível de impacto normalizado; e NCC_{fc} , o nível de confiança dos controles atuantes na mitigação do risco; todos pertinentes ao fator de risco f da categoria c .

Figura 41 – Aba “NRc e NRE”

NÍVEL DE RISCO - CATEGORIAS E EMPREENDIMENTO			
A categorização dos riscos favorece o desenvolvimento de estratégias de tratamento mais eficazes, por meio da concentração da atenção nas categorias mais críticas ou implementação de respostas genéricas para os grupos de riscos que possam permitir maior proteção de valor para o empreendimento (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).			
CÓD.	CATEGORIA	NÍVEL DE RISCO DA CATEGORIA (NRc)	PARTICIPAÇÃO (%)
D	Projeto (<i>design</i>)	CALCULADO	CALCULADO
C	Construção	CALCULADO	CALCULADO
G	Gestão	CALCULADO	CALCULADO
E	Econômico (externo)	CALCULADO	CALCULADO
P	Político-social e legal (externo)	CALCULADO	CALCULADO
N	Natural	CALCULADO	CALCULADO
	Empreendimento (NRE)	CALCULADO	CALCULADO
Obs.:	$NRc = \sum Wfc \times Pfc \times (1 - NCCfc)$ $NRE = \sum Wf \times Pf \times (1 - NCCf) = \sum NRc$ $Participação = NRc / NRE$		

Fonte: Autor.

Assim como foi segmentada a análise e avaliação de riscos, foi prevista a elaboração das Matrizes de Risco Inicial, com Controles e com Tratamento, seguindo o modelo inicial (Figura 26). Dessa forma, foram incluídas as abas "Matriz Riscos Cont." e "Matriz Riscos Tratam.", além da aba "Matriz Riscos Inicial".

Quanto ao processo de tratamento, o método de comparação entre as opções foi alterado, empregando-se o índice "Benefício da Opção de Tratamento" (*BOT*) em vez do nível de confiança do tratamento (*NCT*) para avaliar o benefício gerado pela opção. Para avaliar o custo, foi mantida a variável "Custo da Opção de Tratamento" (*COT*). Assim, o índice de eficiência da opção de tratamento (*IET*) passou a ser calculado pela fórmula:

$$IET = BOT/COT$$

Onde: *BOT* representa a variação do nível de risco considerando controles (*NRC*), isto é, o ganho obtido em termos de diminuição da exposição ao risco. Logo:

$$BOT = \Delta NRC$$

Para encontrar o valor de ΔNRC , deve-se recorrer ao critério de avaliação da opções de tratamento (aba "Crit. Controles e Tratam."). A alteração realizada na análise das

opções de tratamento decorreu da necessidade de estabelecer um método para avaliar individualmente as opções (Figura 42).

Figura 42 – Componentes de análise de opções e escolha do tratamento

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO INICIAL E COM CONTROLES	TRATAMENTO (ANÁLISE E DEFINIÇÃO DE OPÇÕES DE TRATAMENTO)					
Risco		...	...	Tratamento dos Riscos					
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	Medidas de Tratamento (Opções)	BOT = Benefício da Opção de Tratamento (ANRC)	COT = Custo da Opção de Tratamento	IET (Índice de Eficiência do Tratamento) = BOT / COT	Medida(s) de Tratamento Escolhida	Respon-sável
D Projeto (design)									
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
D10									
C Construção									
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
C12									
G Gestão									
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
G11									
E Económico (externo)									
E1	FATORES DE RISCO ECONÓMICO	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
E6									
P Político-social e legal									
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
...									
P7									
N Natural (externo)									
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	CONFIRMAR DA LISTA	CONFORME ESCALA	AVALIAR E INSERIR	CALCULADO	INDICAR	INDICAR
N2									

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Para avaliar a estratégia de tratamento adotada, que pode ser formada por mais de uma opção, foi mantida a variável nível de confiança do tratamento (*NCT*). A diferença é que essa avaliação deve ser feita após definição da estratégia, para que seja computado o nível de risco após o tratamento (*NRT*), seguida da verificação da faixa do *NRT*, de acordo com os critérios de avaliação (aba “Crit. Avaliação”). Na ferramenta, foram incorporadas colunas com esses componentes (Figura 43).

Figura 43 – Componentes de avaliação após o tratamento

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS	CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO INICIAL E COM CONTROLES	TRATAMENTO (ANÁLISE E DEFINIÇÃO DE OPÇÕES)	AVALIAÇÃO APÓS TRATAMENTO			
				Nível de Risco Após Tratamento	Avaliação dos Riscos		
Risco	...	...	...	NCT = Nível de Confiança da Estratégia de Tratamento (%)	NRT = NRC x (1 - NCT)	Faixa do NRT (NRT ok?)	
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	...	...	...
D Projeto (design)							
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	...	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...	
D10		...	...	...	...	...	...
C Construção							
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	...	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...	
C12		...	...	...	...	...	...
G Gestão							
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	...	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...	
G11		...	...	...	...	...	...
E Econômico (externo)							
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	...	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...	
E6		...	...	...	...	...	...
P Político-social e legal							
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	...	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
...	
P7		...	...	...	...	...	...
N Natural (externo)							
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	...	CONFORME ESCALA	CALCULADO	CONF. CRITÉRIOS
N2		...	...	...	...	...	...

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Na coluna de avaliação da faixa de risco, foi inserida a questão “NRT ok?”, a fim de demarcar a tomada de decisão sobre a necessidade e viabilidade de estabelecer medidas adicionais de tratamento. Por se tratar de processo iterativo, o usuário, se achar necessário, deve retornar aos componentes anteriores de análise de opções e escolha do tratamento, a fim verificar se os benefícios advindos com novos tratamentos compensam o custo incorrido. Como já apontado, após as melhorias realizada, a ferramenta dispõe de automatizações por meio de fórmulas, para facilitar essas análises e evitar o cometimento de erros pelo usuário.

Ainda quanto ao tratamento, a lista de ações requeridas foi alterada, desmembrando-se nas colunas “Ação(ões)” e “Mecanismo(s)”, sendo esta preenchida automaticamente após a escolha da ação. No Quadro 25, indica-se a conexão entre esses componentes. Foi feita, ainda, inclusão da coluna “Detalhamento das ações”,

para que o usuário possa explicitar como os mecanismos previstos foram incorporados no desenvolvimento do ECC, podendo indicar objetivo alterado, cláusulas contratuais, apólices de seguro etc. (Figura 44).

Quadro 25 – Conexão entre ações e mecanismos de tratamento

Ações de tratamento requeridas	Mecanismo(s)
Evitar	Alterar objetivo, reduzir escopo, alterar cronograma
Transferir	Contratar seguro, garantia, fiança
Mitigar	Remover ou reduzir causa, probabilidade ou impacto
Aceitar ativamente	Estabelecer contingências ou taxa de risco no contrato
Aceitar passivamente	Aditivar contrato

Fonte: Autor.

Figura 44 – Componentes de tratamento – indicação e detalhamento de ações

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO	TRATAMENTO (ANÁLISE E DEFINIÇÃO DE OPÇÕES / AVALIAÇÃO)	TRATAMENTO (INDICAÇÃO DE AÇÕES)		
Risco	...	...	...	...	Ações Requeridas		
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	...	Ação(es)	Mecanismo(s)	Detalhamento das ações
D Projeto (design)							
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	...	ESCOLHER	CONF. AÇÃO INDICADA	DETALHAR
...							
D10							
C Construção							
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	...	ESCOLHER	CONF. AÇÃO INDICADA	DETALHAR
...							
C12							
G Gestão							
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	...	ESCOLHER	CONF. AÇÃO INDICADA	DETALHAR
...							
G11							
E Econômico (externo)							
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	...	ESCOLHER	CONF. AÇÃO INDICADA	DETALHAR
...							
E6							
P Político-social e legal							
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	...	ESCOLHER	CONF. AÇÃO INDICADA	DETALHAR
...							
P7							
N Natural (externo)							
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	...	ESCOLHER	CONF. AÇÃO INDICADA	DETALHAR
N2							

Fonte: Autor.

Nota: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente.

Complementando o planejamento de respostas aos riscos, foram inseridas colunas para explicitação de eventuais riscos residuais (que permanecem após o tratamento) e secundários (originados a partir do tratamento) (Figura 45). A análise de riscos remanescentes pode indicar a necessidade de tratamentos adicionais ou

monitoramentos específicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Figura 45 – Componentes de tratamento – análise de riscos remanescentes

IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS		CARACT.	ANÁLISE E AVALIAÇÃO	TRATAMENTO (ANÁLISE E DEFINIÇÃO DE OPÇÕES / AVALIAÇÃO / AÇÕES)	TRATAMENTO (RISCOS REMANESCENTES)	
Risco	...	...	...	...	Riscos Remanescentes	
Cód.	Categorias/Fatores	...	...	...	Secundários (*)	Residuais (**)
D Projeto (design)						
D1	FATORES DE RISCO DE PROJETO	...	...	...	APONTAR	APONTAR
D10		...	...	...	APONTAR	APONTAR
C Construção						
C1	FATORES DE RISCO DE CONSTRUÇÃO	...	...	...	APONTAR	APONTAR
C12		...	...	...	APONTAR	APONTAR
G Gestão						
G1	FATORES DE RISCO DE GESTÃO	...	...	...	APONTAR	APONTAR
G11		...	...	...	APONTAR	APONTAR
E Econômico (externo)						
E1	FATORES DE RISCO ECONÔMICO	...	...	...	APONTAR	APONTAR
E6		...	...	...	APONTAR	APONTAR
P Político-social e legal						
P1	FATORES DE RISCO POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL	...	...	...	APONTAR	APONTAR
P7		...	...	...	APONTAR	APONTAR
N Natural (externo)						
N1	FATORES DE RISCO NATURAL	...	...	...	APONTAR	APONTAR
N2		...	...	...	APONTAR	APONTAR

Fonte: Autor.

Notas: A indicação “...” refere-se a dados preenchidos anteriormente. (*) Riscos secundários: decorrentes do tratamento. (**) Riscos Residuais: permanecem após tratamento ou foram aceitos.

Para melhor entendimento por parte dos envolvidos e monitoramento do progresso da estratégia de tratamento adotada, verificou-se a necessidade de explicitar na ferramenta o plano de tratamento, por meio de aba específica (“Plano Tratam.”). À luz da literatura pesquisada, foram incluídos componentes para indicação de ações propostas, recursos necessários, responsabilidades, cronograma, medidas de desempenho e requisitos de registro e monitoramento (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a). Esses componentes foram desmembrados nas tabelas “Estratégia de Tratamento” e “Monitoramento do Progresso” (Figura 46).

Figura 46 – Aba “Plano Tratam.”

PLANO DE TRATAMENTO							
O Plano de Tratamento deve incluir ações propostas, recursos necessários, responsabilidades, cronograma, medidas de desempenho e requisitos de registro e monitoramento (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004a).							
Estratégia de Tratamento							
PRIORID.	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RISCO RELACIONADO	RESPONSÁVEL (PRO, EMP, CTT etc.)	RESPONS. INDIVIDUAL (Encarregado)	CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	RECURSOS NECESSÁRIOS (Financeiro, Pessoal, Material, Tecnologia etc.)	RESULTADO ESPERADO (ex. melhorar o controle, reduzir o NRT para "x", reduzir o NRE para "y", reserva de contingência suficiente)
1			PRO				
2			PRO				
3			PRO				
4			EMP				
5			EMP				
6			CTT				
7			CTT				
Monitoramento do Progresso							
PRIORID.	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESULTADO OBTIDO	AÇÕES RECOMENDADAS (ex. implementar/excluir ações, acompanhar risco, complementar contingência)	PROGRESSO DO PLANO x CRONOGRAMA PLANEJADO (ex. há defasagem, quanto tempo, recuperável ou não)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Fonte: Autor.

Complementando o processo de gestão de riscos, foi incluída aba específica para sistematizar o monitoramento e revisão dos componentes da ferramenta e do processo como um todo (Figura 47). Considerando que novos riscos podem surgir ao longo do ciclo de vida do ECC, o monitoramento dos riscos deve ser continuamente realizado (DEEP *et al.*, 2021; KHODEIR; NABAWY, 2019), a fim de mapear mudanças no contexto, surgimento de vulnerabilidades e indicativos de novas circunstâncias ameaçadoras.

Figura 47 – Cabeçalho da aba “Monitor. Rev.”

MONITORAMENTO E REVISÃO	
O processo de monitoramento possibilita a contínua verificação da efetividade das medidas de controle e de tratamento e de possíveis alterações no quadro de exposição a riscos, habilitando a tomada de decisão com base em informações atualizadas. Revisão envolve a análise periódica do registro de riscos, dos níveis de risco e dos resultados obtidos em seu tratamento, permitindo a aplicação de melhorias no processo de GR (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017; STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b).	
A promoção de revisões regulares dos riscos, durante o andamento das fases do empreendimento, auxilia na atualização do quadro de riscos, no exame da eficácia do tratamento e na identificação de lições aprendidas (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).	
Lições aprendidas são importantes "para implementação nas fases em curso do empreendimento atual ou de empreendimentos semelhantes no futuro" (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).	

Fonte: Autor.

Foram inseridas, na aba “Monitor. Rev.”, três tabelas:

- 1) Plano de monitoramento e revisão, para análise periódica do funcionamento dos processos de GR. Foram considerados como componentes mínimos: “Objeto”, referente ao componente analisado (contexto, riscos, critérios e

tratamento); e respectivas prioridades de monitoramento e revisão, de acordo como definições da literatura (STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND, 2004b). O usuário deve então apontar a periodicidade da revisão e os mecanismos (Figura 48).

Figura 48 – Componentes do plano de monitoramento e revisão

PLANO DE MONITORAMENTO E REVISÃO			
Objeto	Prioridade de Monitoramento e Revisão (o que analisar)	Periodicidade (quando será feito, em que fases do empreendimento)	Mecanismos (como será feito - ex. reunião, quem participará, quem será informado dos resultados)
Contexto	Mudanças nos objetivos, na tolerância a riscos e no engajamento de partes interessadas		
Riscos	Riscos de nível mais alto ou relativos a atividades muito dinâmicas		
Crítérios	Crítério de risco, especialmente quando se verifica um nível de risco remanescente elevado		
Tratamento	Nível de confiança das estratégias de tratamento de riscos com alto impacto ou muito frequentes		

Fonte: Autor.

- 2) Registro de revisões: para apontamento do escopo revisado (ex. alteração de critério, exclusão de risco defasado, inclusão de risco) e documentos de referência (ex. ata de reunião) (Figura 49).

Figura 49 – Componentes de registro de revisões

REGISTRO DE REVISÕES		
Nº	Escopo (ex. alteração de critério, exclusão de risco defasado, inclusão de risco)	Documento de Referência (ex. ata de reunião)

Fonte: Autor.

- 3) Lições aprendidas: o registro de sucessos e falhas na execução dos processos da ferramenta são úteis, tanto para as fases do empreendimento em curso, quanto para próximos empreendimentos que guardem semelhanças com o que está sendo gerenciado (OKUDAN; BUDAYAN; DIKMEN, 2021). Ao analisar os fatos geradores, o usuário pode apontar ações recomendadas para explorar sucessos e evitar falhas (Figura 50).

Figura 50 – Componentes de lições aprendidas

LIÇÕES APRENDIDAS		
Sucessos		
Nº	Descrição	Ações Recomendadas (para próximas fases ou outros empreendimentos)
Falhas		
Nº	Descrição	Ações Recomendadas (para próximas fases ou outros empreendimentos)

Fonte: Autor.

Quanto ao processo de registro, compõe-se das tabelas e matrizes geradas a partir do preenchimento das abas da ferramenta. Esses componentes permitem a consolidação e comunicação de informações sobre os riscos para as partes interessadas, contribuindo para um processo de tomada de decisão fundamentado referente ao progresso do empreendimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

5.3.3 Componentes e processo final

Os ajustes decorrentes da aplicação prática da ferramenta resultaram em alterações dos componentes e do processo integrado ao artefato, em relação à versão desenvolvida inicialmente (vide Seção 5.1). Quanto aos componentes, as principais mudanças referem-se a:

- a) análise e avaliação dos riscos: desmembramento em três cenários, inicial, considerando controles existentes e considerando a implementação das medidas de tratamento;
- b) tratamento dos riscos: alteração do método de avaliação dos benefícios do tratamento, análise dos riscos remanescentes e detalhamento do plano de tratamento; e
- c) monitoramento e revisão: inclusão de plano de monitoramento e revisão do processo, controle de revisões e registro de lições aprendidas.

No Quadro 26, mostra-se um comparativo entre os componentes da ferramenta antes e após melhorias e refinamentos realizados.

Quadro 26 – Componentes da ferramenta antes e após o refinamento

COMPONENTE DO PROCESSO DE GR	COMPONENTE DA FERRAMENTA	
	INICIAL	FINAL
1) Contextualização	1.1) Contexto do Empreendimento 1.2) Análise das Partes Interessadas 1.3) Critérios de análise dos riscos 1.4) Critérios de análise dos controles e opções de tratamento 1.5) Critérios de avaliação dos riscos	1.1) Contexto do Empreendimento 1.2) Análise das Partes Interessadas 1.3) Critérios de análise dos riscos 1.4) Critérios de análise dos controles e opções de tratamento 1.5) Critérios de avaliação dos riscos
2) Identificação de riscos	2.1) Estrutura Analítica de Riscos (EAR) 2.2) Caracterização dos riscos	2.1) Estrutura Analítica de Riscos (EAR) 2.2) Caracterização dos riscos
3) Análise de riscos	3.1) Análise inicial 3.2) Análise dos controles existentes 3.3) Cálculo do nível de risco dos fatores (NRf) e do nível de risco do empreendimento (NRE)	3.1) Análise inicial e cálculo do nível de risco inicial (NRI) 3.2) Análise dos controles existentes e cálculo do nível de risco com controles (NRC) 3.3) Cálculo do nível de risco do empreendimento (NRE) 3.4) Nível de Risco das Categorias (NRC) e do Empreendimento 3.5) Análise das opções de tratamento e cálculo do nível de risco com tratamento (NRT)
4) Avaliação de riscos	4.1) Faixa do NRf 4.2) Matriz de Riscos	4.1) Faixa do NRI 4.2) Faixa do NRC 4.3) Faixa do NRT 4.4) Matriz de Riscos Inicial 4.5) Matriz de Riscos com Controles 4.6) Matriz de Riscos com Tratamento
5) Tratamento de riscos	5.1) Tratamento dos riscos 5.2) Ações requeridas	5.1) Avaliação de opções de tratamento 5.2) Ações requeridas 5.3) Riscos Remanescentes 5.4) Plano de Tratamento
6) Monitoramento e revisão	Não inserido componente específico	6.1) Plano de Monitoramento e Revisão 6.2) Registro de Revisões 6.3) Lições Aprendidas (sucessos e falhas)
7) Registro do processo	Tabelas e Matrizes	Tabelas e Matrizes

Fonte: Autor.

A inclusão de componentes resultou na alteração do fluxo processual inserido na ferramenta (Apêndice M). A indicação, análise e processamento dos dados inseridos pelo usuário se dá por meio do caminho “fluxo de dados” apresentado no fluxograma em questão. Além do fluxo de dados, tem-se os componentes que fornecem subsídios para os processamentos (análise e avaliações) e tomada de decisão, indicados por setas marcadas com “exerce influência” no fluxograma.

5.3.4 Aplicação da ferramenta

A aplicação do artefato foi realizada, primeiramente, preenchendo-se as abas “Contexto” e “Partes Interessadas”, com base em dados extraídos de estudos iniciais do empreendimento e informações detidas pelo coordenador sobre o envolvimento do Escritório de Projetos de Engenharia (EPE) e de outras organizações.

Figura 51 – Descrição, premissas e objetivos do empreendimento

DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	
Nome	Implantação de cinco blocos de prédios residenciais
Principais atividades	Construção de 5 blocos com 7 pavimentos, sendo térreo em pilotis, 6 pavimentos-tipo de apartamentos e um pavimento de subsolo (estacionamento). Infraestrutura de circulação interna e estacionamento de veículos.
Localização	Omitido
Finalidade (para o empreendedor)	Omitido
Modelo de desenvolvimento (Obs. 1)	Sequencial ou Design-Bid-Build (DBB)
Tipo de contrato e critério de fixação do preço (Obs. 2)	Empreitada por preço global (EPG)
PREMISSAS E OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO	
Escopo essencial	1) Construção de 5 blocos com 7 pavimentos, sendo térreo em pilotis, 6 pavimentos-tipo de apartamentos e um pavimento de subsolo, sendo: 1.1) 2 blocos com 4 dormitórios, 8 apartamentos por andar, totalizando 96 unidades residenciais; 1.2) 3 blocos com 3 dormitórios, 8 apartamentos por andar, totalizando 144 unidades residenciais. 2) Infraestrutura de circulação interna e estacionamento de veículos no sub-solo - 2 vagas por unidade residencial. 3) Vagas para visitante na área externa dos blocos (térreo). 4) Poço de retardo de águas pluviais. 5) Central de gás (não há fornecimento de gás encanado). 6) Atendimento a normas de desempenho.
Escopo desejável	1) Acesso por biometria. 2) Salão multi-uso no pilotis. 3) Alocação de todas as vagas para moradores nos sub-solos. 4) Sistema de reuso de água. 5) Sistema de energia solar.
Preço-base	R\$ 32.024.873,16 (com base no VUB)
Prazos de referência das etapas (ex. anteprojeto, projeto legal, projeto executivo, implantação)	Foi considerado cronograma dependente de confirmação do empreendedor: 1) Confirmação das necessidades - setembro/2022. 2) Estudo Técnico Preliminar de Engenharia (ETPE) e Termo de Abertura do Projeto (TAP) - outubro/2022. 3) Apresentação do projeto legal (análise prévia) - dezembro/2022. 4) Projetos para aprovação nas concessionárias e Corpo de Bombeiros - julho/2023 5) Aprovação final do projeto - dezembro/2023. 6) Conclusão do projeto e planejamento executivo da obra - abril/2024.
Tecnologias construtivas pré-definidas	Estrutura em concreto armado com lajes nervuradas. Pavimentação asfáltica. Iluminação LED. Preparação para instalação de aparelhos de ar condicionado.
Ligação com outros empreendimentos / projetos	O empreendimento está inserido em processo de cessão de uso de imóveis por obra a construir. O empreendedor almeja, com isso, dar aproveitamento econômico a imóvel sem destinação específica, cedendo-o a particular que, em troca, assume a obrigação de construir o empreendimento em questão, de acordo com o projeto definido pelo empreendedor. O prazo de conclusão do projeto foi definido com base no planejamento do empreendedor sobre o referido processo de permuta.
Elementos do escopo complexos, inovadores ou preocupantes	Primeiro projeto elaborado por meio da metodologia BIM, como parte do processo de consolidação pelo escritório de projetos. Houve experiência anterior com BIM, durante sua implantação no escritório, em um projeto escolhido como piloto.

Fonte: Autor.

Nota: Ver Obs. 1 e 2 na Figura 36.

Sobre o contexto do empreendimento (Figura 51), destacou-se que estava sendo conduzida a fase de planejamento e concepção, com definição dos escopos essencial

e desejável e confirmação das necessidades pelo empreendedor e administrador do imóvel. O coordenador do empreendimento relatou, ainda, o cronograma das atividades a cargo do EPE, bem como, as premissas e os objetivos traçados pelas partes interessadas já envolvidas.

Os projetistas participantes indicaram as tecnologias construtivas pré-definidas e o contexto interno da organização quanto à experiência com o tipo de empreendimento e o local da construção, bem como análise sobre capacidades e recursos existentes e necessários para as atividades, considerando pessoal, material, tecnologia, processos etc. (Figura 52). A discussão sobre recursos resultou em entendimento sobre dificuldades organizacionais que poderiam representar riscos corporativos para a capacidade de execução das atividades de acordo com o cronograma explicitado acima, proporcionando, assim, consciência situacional para a equipe e sinalizando que ações devem ser tomadas para garantir a existência dos insumos materiais e tecnológicos para os projetistas.

Figura 52 – Análise do contexto interno

CONTEXTO INTERNO	
Experiência anterior com o tipo de empreendimento	Existe experiência anterior com o tipo de empreendimento, em Natal-RN, Rio de Janeiro-RJ e Anápolis-GO, com <i>layout</i> bem próximo do definido para o projeto.
Experiência anterior no local do empreendimento	Não houve.
Análise de capacidades e recursos existentes e necessários para as atividades (considerar pessoal, material, tecnologia, processos etc.)	1) Renovação de licenças de <i>software</i> . 2) Cofirmação da priorização do projeto para engajamento de mais profissionais na equipe.
Expectativas e interesses das partes interessadas internas (Obs. 3)	1) Conclusão do projeto no prazo definido pela organização superior. 2) Aproveitamento do projeto no contrato de cessão de uso.
Meta organizacional relacionada com o empreendimento	Desenvolvimento contínuo da metodologia BIM.
OUTRAS INFORMAÇÕES	
Outros elementos de contextualização julgados oportunos	-

Fonte: Autor.

Nota: Ver Obs. 3 na Figura 36.

O Grupo Focal destacou que o EPE passava pelo processo de consolidação da metodologia *Building Information Modelling* (BIM), já tendo realizado um projeto anterior como piloto. O empreendimento em questão está inserido no contexto interno

de efetivação de novos processos de trabalho e acompanhamento dos resultados para o projeto, a fim de que o processo BIM atinja os objetivos traçados pelo EPE. Dessa forma, foi sublinhada como meta organizacional relacionada com o empreendimento o “desenvolvimento contínuo da metodologia BIM”.

No mapeamento das partes interessadas (aba “Partes Interessadas”), verificou-se a necessidade de adequação da lista de participantes-chave, incluindo nesse rol o “Investidor e agente financeiro” (IAF), devido ao seu papel relevante no contrato a ser celebrado pelo empreendedor, de cessão de uso de outros imóveis por obras a construir no imóvel onde será implantado o empreendimento projetado. Outros agentes considerados participantes-chave foram: Empreendedor (EMP); Projetista (PRO); Gerenciadora/fiscalizadora (GER); e Construtora (CTT). A adaptabilidade da ferramenta ao contexto do empreendimento foi, dessa forma, aplicada na prática pelo Grupo Focal, o que contribuiu para maior efetividade do processo de GR.

Cada parte interessada foi, a seguir, avaliada sob os aspectos: (a) necessidades, interesses e expectativas; (b) capacidade de afetar objetivos (quais, como, quando, quanto); e (c) participação e engajamento na gestão de riscos (sim/não, como, quando). Esse procedimento possibilitou entender a influência dos agentes envolvidos na consecução dos objetivos e seus papéis na promoção da GR, conforme apresentado no Apêndice N.

Identificou-se, assim, agentes com papel central na condução do processo de GR, conforme a fase do empreendimento, com destaque para: EMP - “Será comunicada durante a evolução do projeto e tomará decisões sobre o andamento e continuidade”; PRO – “Responsável pelo processo de GR na fase de projeto, incluindo registro dos resultados, em relatórios parciais e no próprio projeto concluído”; GER – “Responsável pelo processo de GR na fase de implantação”; CTT – “Responsável pelos riscos de construção e pelo monitoramento dos demais riscos, durante a implantação”; e IAF – “Na licitação, ao aceitar as condições contratuais, avaliza a matriz de riscos, estando submetida aos critérios previstos”.

A seguir, foram apresentados na ferramenta os critérios de risco, nas abas “Critérios Análise”, “Critérios Controles e Tratamento” e “Critérios Avaliação”, completando o processo de contextualização do empreendimento. Na sequência, procedeu-se o

preenchimento da aba “Apreciação e Tratamento”, percorrendo-se, para cada fator de risco da Estrutura Analítica de Riscos (EAR), as colunas “Causas”, “Fonte do Risco”, “Consequências”, “Efeitos nos objetivos”, “Impacto dos fatores” (I_f), “Probabilidade dos fatores” (P_f), “Controles existentes”, “Responsável” e “Nível de Confiança dos Controles” (NCC).

Com isso, foram calculados o nível de risco inicial (NRI) e o nível de risco com controles (NRC), bem como foram definidas as respectivas faixas de nível de risco (Tabela 6). Para o NRI , 20 fatores ficaram na faixa “intolerável”, 15 na “considerável” e 12 na “aceitável”. Entre os intoleráveis, destacaram-se, por apresentar $NRI \geq 0,45$, os riscos: C1 “Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora”; C9 “Falhas construtivas (ex. controle de qualidade deficiente)”; G2 “Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico, patrimonial e ambiental) deficientes”; G3 “Planejamento inadequado do empreendimento, incluindo modalidade da licitação (ex. EPG em reforma), falhas nas condições contratuais (ex. sistema de medição, compartilhamento de riscos) e subestimação de prazos e custos”; e E1 “Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)”.

Após análise e consideração sobre os controles existentes, constatou-se redução da criticidade dos riscos, entre os cenários de análise “inicial” e “com controles” (Tabela 7). No cenário “com controles”, 8 fatores continuaram enquadrados na faixa “intolerável”, dos quais somente o risco G2 “Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico, patrimonial e ambiental) deficientes” figurou com $NRC \geq 0,45$. Os participantes do Grupo Focal indicaram que os controles desse fator são praticamente inexistentes, pois os estudos de viabilidade são de responsabilidade do cliente (empreendedor), não havendo como o EPE influenciar essas análises iniciais. Por conta disso, os controles organizacionais foram avaliados com nível de confiança 0,00. De toda forma, a constatação do Grupo Focal serve como alerta para outras partes interessadas que detenham controle sobre o risco.

Tabela 6 – Resultados da análise e avaliação dos riscos

Cód.	If (Valor na Escala)	Pf (Valor na Escala)	NRI = Pf x If	Faixa do NRI	NCC = Nível de Confiança dos Controles (%)	NRC = NRI x (1 - NCC)	Faixa do NRC	Wf (Definição prévia da organização)	NRE = Wf x Pf x (1 - NCC)
D									
D1	0,50	0,50	0,25	INTOLERÁVEL	40%	0,15	CONSIDERÁVEL	4,39%	1,32%
D2	0,50	0,50	0,25	INTOLERÁVEL	40%	0,15	CONSIDERÁVEL	4,10%	1,23%
D3	0,70	0,50	0,35	INTOLERÁVEL	20%	0,28	INTOLERÁVEL	3,51%	1,40%
D4	0,70	0,30	0,21	CONSIDERÁVEL	60%	0,08	ACEITÁVEL	4,10%	0,49%
D5	0,70	0,30	0,21	CONSIDERÁVEL	20%	0,17	CONSIDERÁVEL	2,85%	0,68%
D6	0,70	0,10	0,07	ACEITÁVEL	80%	0,01	ACEITÁVEL	2,05%	0,04%
D7	0,50	0,50	0,25	INTOLERÁVEL	40%	0,15	CONSIDERÁVEL	3,29%	0,99%
D8	0,30	0,50	0,15	CONSIDERÁVEL	60%	0,06	ACEITÁVEL	2,85%	0,57%
D9	0,50	0,30	0,15	CONSIDERÁVEL	40%	0,09	CONSIDERÁVEL	1,10%	0,20%
D10	0,50	0,30	0,15	CONSIDERÁVEL	20%	0,12	CONSIDERÁVEL	1,39%	0,33%
C									
C1	0,90	0,50	0,45	INTOLERÁVEL	20%	0,36	INTOLERÁVEL	3,63%	1,45%
C2	0,70	0,30	0,21	CONSIDERÁVEL	0%	0,21	CONSIDERÁVEL	2,55%	0,77%
C3	0,70	0,30	0,21	CONSIDERÁVEL	20%	0,17	CONSIDERÁVEL	2,43%	0,58%
C4	0,70	0,10	0,07	ACEITÁVEL	20%	0,06	ACEITÁVEL	2,08%	0,17%
C5	0,50	0,50	0,25	INTOLERÁVEL	40%	0,15	CONSIDERÁVEL	1,40%	0,42%
C6	0,50	0,10	0,05	ACEITÁVEL	0%	0,05	ACEITÁVEL	1,80%	0,18%
C7	0,50	0,10	0,05	ACEITÁVEL	60%	0,02	ACEITÁVEL	1,48%	0,06%
C8	0,30	0,30	0,09	CONSIDERÁVEL	0%	0,09	CONSIDERÁVEL	1,56%	0,47%
C9	0,90	0,50	0,45	INTOLERÁVEL	20%	0,36	INTOLERÁVEL	2,43%	0,97%
C10	0,50	0,50	0,25	INTOLERÁVEL	40%	0,15	CONSIDERÁVEL	2,15%	0,65%
C11	0,90	0,10	0,09	CONSIDERÁVEL	40%	0,05	ACEITÁVEL	1,36%	0,08%
C12	0,50	0,30	0,15	CONSIDERÁVEL	40%	0,09	CONSIDERÁVEL	0,84%	0,15%
G									
G1	0,700	0,500	0,35	INTOLERÁVEL	40%	0,21	CONSIDERÁVEL	2,77%	0,83%
G2	0,900	0,500	0,45	INTOLERÁVEL	0%	0,45	INTOLERÁVEL	3,36%	1,68%
G3	0,900	0,500	0,45	INTOLERÁVEL	20%	0,36	INTOLERÁVEL	2,91%	1,17%
G4	0,700	0,500	0,35	INTOLERÁVEL	20%	0,28	INTOLERÁVEL	1,43%	0,57%
G5	0,500	0,300	0,15	CONSIDERÁVEL	20%	0,12	CONSIDERÁVEL	1,98%	0,47%
G6	0,700	0,300	0,21	CONSIDERÁVEL	40%	0,13	CONSIDERÁVEL	2,86%	0,52%
G7	0,500	0,500	0,25	INTOLERÁVEL	40%	0,15	CONSIDERÁVEL	0,74%	0,22%
G8	0,500	0,500	0,25	INTOLERÁVEL	40%	0,15	CONSIDERÁVEL	1,38%	0,41%
G9	0,500	0,100	0,05	ACEITÁVEL	60%	0,02	ACEITÁVEL	1,38%	0,06%
G10	0,700	0,500	0,35	INTOLERÁVEL	60%	0,14	CONSIDERÁVEL	1,19%	0,24%
E									
E1	0,900	0,500	0,45	INTOLERÁVEL	40%	0,27	INTOLERÁVEL	3,92%	1,18%
E2	0,700	0,500	0,35	INTOLERÁVEL	40%	0,21	CONSIDERÁVEL	3,34%	1,00%
E3	0,700	0,500	0,35	INTOLERÁVEL	40%	0,21	CONSIDERÁVEL	1,84%	0,55%
E4	0,500	0,300	0,15	CONSIDERÁVEL	80%	0,03	ACEITÁVEL	1,27%	0,08%
E5	0,300	0,100	0,03	ACEITÁVEL	40%	0,02	ACEITÁVEL	3,57%	0,21%
E6	0,500	0,100	0,05	ACEITÁVEL	20%	0,04	ACEITÁVEL	1,61%	0,13%
P									
P1	0,700	0,500	0,35	INTOLERÁVEL	0%	0,35	INTOLERÁVEL	1,78%	0,89%
P2	0,300	0,300	0,09	CONSIDERÁVEL	40%	0,05	ACEITÁVEL	0,87%	0,16%
P3	0,500	0,500	0,25	INTOLERÁVEL	60%	0,10	CONSIDERÁVEL	1,38%	0,28%
P4	0,500	0,100	0,05	ACEITÁVEL	0%	0,05	ACEITÁVEL	1,17%	0,12%
P5	0,500	0,100	0,05	ACEITÁVEL	0%	0,05	ACEITÁVEL	1,27%	0,13%
P6	0,500	0,100	0,05	ACEITÁVEL	60%	0,02	ACEITÁVEL	1,53%	0,06%
P7	0,500	0,300	0,15	CONSIDERÁVEL	40%	0,09	CONSIDERÁVEL	1,63%	0,29%
N									
N1	0,500	0,100	0,05	ACEITÁVEL	60%	0,02	ACEITÁVEL	0,66%	0,03%
N2	0,500	0,100	0,05	ACEITÁVEL	40%	0,03	ACEITÁVEL	0,82%	0,05%

Fonte: Autor.

Nota: A redação dos fatores de risco encontra-se no Quadro 22 (Seção 5.2.8).

Tabela 7 – Quantidade de fatores de risco nos cenários “inicial” e “com controles”

FAIXA DE NÍVEL DE RISCO	ANÁLISE DO NÍVEL DE RISCO	
	INICIAL	COM CONTROLES
INTOLERÁVEL	20	8
CONSIDERÁVEL	15	22
ACEITÁVEL	12	17

Fonte: Autor.

Gerou-se, então, as matrizes de riscos para os cenários de avaliação “inicial” (Figura 53) e “com controles” (Figura 54). Essas representações permitem uma rápida visualização do enquadramento dos fatores, bem como o estabelecimento de níveis de prioridade em relação ao tratamento.

Figura 53 – Matriz de riscos “inicial”

Probabilidade	Quase certo	0,9					
	Provável	0,7					
	Possível	0,5		D8	D1/D2/D7/ C5/C10/G7/ G8/P3	D3/G1/ G4/G10/E2 /E3/ P1	C1/C9/G2/ G3/E1
	Improvável	0,3		C8/P2	D9/D10/ C12/G5/ E4/P7	D4/D5/C2/C 3/G6	
	Raro	0,1		E5	C6/C7/G9/ E6/P4/P5/ P6/N1/N2	D6/C4	C11
			0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
			Negligenciável	Pouco significativa	Significante	Crítico	Extremo
			Impacto				

Fonte: Autor.

Figura 54 – Matriz de riscos “com controles”

Probabilidade	Quase certo	0,9					
	Provável	0,7					
	Possível	0,5			D3/G4	C9/P1	G2
	Improvável	0,3		D9/D10/C8/C 12/G5/G6/G1 0/P3/P7	D1/D2/D5/ D7/C3/C5/ C10/G7/G8	C2/G1/E2/ E3	C1/G3/E1
	Raro	0,1	C7/G9/E5/P6/ N1	D8/E4/E6/ P2/N2	C4/C6/C11/P 4/P5	D4/D6	
			0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
			Negligenciável	Pouco significativa	Significante	Crítico	Extremo
			Impacto				

Fonte: Autor.

Avaliados os riscos individualmente, foi realizada a avaliação do nível geral de exposição a riscos, por meio da obtenção do nível de risco do empreendimento (*NRE*) e verificação das categorias com maior peso nesse nível (Tabela 8). Os riscos de projeto foram avaliados como os maiores contribuidores para o quadro de incertezas do empreendimento, seguido das categorias de riscos de gestão e de construção. Os riscos naturais foram considerados, de forma global, como os menos críticos.

Tabela 8 – Níveis de risco das categorias e do empreendimento

CÓD.	CATEGORIA	NÍVEL DE RISCO DA CATEGORIA (NRC)	PARTICIPAÇÃO (%)
D	Projeto (design)	0,0726	29,6%
C	Construção	0,0595	24,3%
G	Gestão	0,0617	25,1%
E	Econômico (externo)	0,0315	12,8%
P	Político-social e legal (externo)	0,0192	7,8%
N	Natural	0,0008	0,3%
	Empreendimento (NRE)	0,2452	100,0%

Fonte: Autor.

Em seguida, foram apresentados as colunas relativas à avaliação de opções de tratamento. Considerando o contexto do empreendimento e das organizações envolvidas, os participantes selecionaram opções de tratamento aplicáveis aos fatores de risco. Foi verificado, contudo, que o preenchimento dos campos “benefício da opção de tratamento” (*BOT*) e “custo da opção de tratamento” (*COT*) depende de estudos específicos aprofundados de acordo com a realidade do empreendimento e do contexto organizacional. Por limitação do tempo e escopo da aplicação do artefato, essa etapa não foi realizada e foi interrompido o preenchimento da ferramenta.

Não obstante a aplicação ter sido interrompida, foram apresentados os demais componentes da ferramenta, de tratamento dos riscos e monitoramento e revisão, demonstrando-se todo o fluxo de dados e informações do artefato e os registros resultantes (tabelas e matrizes).

5.3.5 Avaliação final da ferramenta

Ao final da aplicação da ferramenta ao estudo de caso, foram realizadas duas avaliações do artefato: geral, com coleta de impressões do Grupo Focal; e individual, por meio da aplicação de questionário a dois dos participantes do Grupo Focal. Na avaliação geral, constatou-se que o preenchimento dos dados na planilha foi prático,

ficando claro para o participantes o processo a ser percorrido entre as abas e tabelas, para a obtenção dos resultados propostos.

Na segunda sessão de aplicação da ferramenta, foram demonstradas as melhorias realizadas e os envolvidos opinaram sobre os ajustes feitos. Ao final dessa sessão, ressaltaram a importância do mapeamento das partes interessadas (componente 1.2), seus interesses e capacidade de afetar objetivos, processo que possibilitou a identificação de circunstâncias específicas do empreendimento com potencial para afetar seus resultados. Sublinharam que a própria Estrutura Analítica de Riscos (EAR) (componente 2.1) cumpre, por si, papel fundamental no aumento do nível de consciência e percepção dos envolvidos sobre a exposição a incertezas do empreendimento. A consciência situacional dos envolvidos é passo fundamental para que a gestão de riscos seja efetivamente implementada (YIU *et al.*, 2019; ZOU; SUNINDIJO, 2013).

Outra questão geral abordada foi a obtenção do nível de risco do empreendimento (NRE) (componente 3.4). Em que pese não se dispor de uma base de dados para permitir a comparação do NRE obtido com o de outros empreendimentos, o Grupo Focal concordou que a faixa atingida parece compatível com o nível de risco analisado. Foi esclarecido que o estabelecimento de uma escala de avaliação do NRE, que enquadre empreendimentos de baixo a alto risco, depende de estudos específicos de cada organização. Destacou-se, ainda, a relevância de comparar opções de tratamento (componente 5.1), para então definir a estratégia global de abordagem aos riscos.

Na avaliação individual (Questionário 8), os participantes selecionados, primeiramente, apresentaram suas informações profissionais (Quadro 27). Ambos os profissionais possuem mais de 5 anos de experiência com projetos, atuando em diversos tipos de empreendimento do setor. O fato de possuírem formações acadêmicas e experiências profissionais distintas e complementares, sendo coordenadores de suas áreas no projeto do empreendimento, contribuiu para a diversidade de pontos de vista na avaliação final do artefato.

Quadro 27 – Informações profissionais dos avaliadores da ferramenta

#	FUNÇÃO	ESPECIALIDADE	INFORMAÇÕES PROFISSIONAIS
1	Coordenador e Projetista	Engenheiro Civil (estruturas)	Engenheiro Civil com mestrado em Mecânica dos Sólidos e Estruturas. Conta com 8 anos de experiência em elaboração de projetos estruturais e 2 anos em gerenciamento de projetos. Atuou com projetos de diferentes tipos, como residenciais, comerciais, hangares e instalações militares, entre outros.
2	Projetista	Engenheiro Eletricista	Graduado em Engenharia Industrial Elétrica em 2011. Possui 8 anos experiência em construção civil, na área de projetos elétricos, sendo 2 anos em geração hidrelétrica e 6 anos em empreendimentos de média e baixa tensão, SPDA e aterramento, cabeamento estruturado, vigilância eletrônica, dentre outros.

Fonte: Autor.

Na avaliação de componentes da ferramenta, os respondentes apontaram seu grau de concordância com afirmações sobre o cumprimento da função de cada componente (Tabela 9). A média geral obtida foi 4,5, indicando que os avaliadores consideraram que os componentes desenvolvidos satisfazem requisitos básicos dos elementos do processo de gestão de riscos.

Tabela 9 – Avaliação dos componentes do artefato

COMPONENTE AVALIADO	AFIRMAÇÃO	MÉDIA
1) Contextualização	Os componentes "Contexto" e "Partes Interessadas" auxiliam na personalização do processo de GR, tornando-o mais eficaz.	4,5
2) Identificação de riscos	Os componentes de identificação dos riscos ("Códigos", "Categorias", "Fatores" e "Contextualização da existência do risco") auxiliam no reconhecimento e descrição dos riscos de ECCs.	4,5
3) Análise de riscos	Os componentes de análise dos riscos ("Causas", "Fontes", "Consequências", "Efeitos", "Análise dos Riscos" e "Análise dos Controles Existentes") auxiliam na compreensão dos riscos de ECCs.	4
4) Avaliação de riscos	Os componentes de avaliação dos riscos ("Avaliação dos Riscos", "Matriz de Riscos" (Inicial, com Controles, com Tratamento), "Nível de Risco das Categorias e do Empreendimento") apoiam a tomada de decisão sobre o tratamento dos riscos de ECCs.	5
5) Tratamento de riscos	Os componentes de tratamento dos riscos ("Tratamento dos Riscos", "Riscos Remanescentes" e "Plano de Tratamento") auxiliam na seleção e implementação de abordagens aos riscos e conscientização sobre riscos remanescentes.	4,5
6) Monitoramento e revisão	Os componentes de monitoramento e revisão ("Plano de Monitoramento e Revisão", "Controle de Revisões do Processo" e "Lições Aprendidas") auxiliam na verificação do desempenho do processo e de mudanças no quadro de exposição a riscos.	4
7) Registro do processo	Os registros resultantes do emprego da ferramenta (Tabelas e Matrizes) permitem a adequada documentação e posterior comunicação dos resultados do processo de GR e fornecem informações relevantes para tomada de decisão.	5

Fonte: Autor.

Nota: Escala das respostas: 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente).

A seguir, foi solicitada avaliação global da ferramenta, por meio dos quesitos: abrangência do processo de GR de ECCs; ampliação da visão sobre a importância da GR de ECCs; fomento à aplicação estruturada e abrangente da GR pela organização; incentivo ao envolvimento de partes interessadas internas e externas na GR; e recomendação de uso da ferramenta. Todos os quesitos questionados obtiveram conceito máximo dos respondentes (Tabela 10).

Tabela 10 – Avaliação global do artefato

QUESTÃO	QUESITO AVALIADO	MÉDIA
1	Os componentes da ferramenta abrangem adequadamente o processo de GR de ECCs.	5
2	O emprego da ferramenta auxilia na ampliação da visão da organização e das partes interessadas sobre a relevância da GR de ECCs.	5
3	O emprego da ferramenta pode fomentar a aplicação estruturada e abrangente da GR pela organização.	5
4	O emprego da ferramenta pode propiciar o envolvimento das partes interessadas internas e externas no processo de GR.	5
5	O quanto você recomendaria o emprego da ferramenta para operacionalizar o processo de GR de ECCs?	10

Fonte: Autor.

Notas: Escala das respostas das questões 1 a 4: 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente).

Escala da resposta da questão 5: 0 (Não recomendaria) a 10 (Recomendaria fortemente).

Nos comentários finais, os respondentes contextualizaram a importância da GR no ambiente de negócios complexo e cercado de incertezas da construção civil:

Na minha experiência em elaboração de projetos, nunca vi a gestão de riscos ser aplicada de maneira formal. Em geral, os riscos são tratados por ocorrência (por exemplo, quando ocorre alguma contingência ao projeto) e de maneira intuitiva. [Avaliador nº 1]

Dentro da minha experiência no âmbito público, creio que seja crucial a aplicação de alguma ferramenta de gestão de risco em obras de construção civil. Principalmente, porque com frequência a aplicação de recursos públicos em empreendimentos de construção civil ocorre de maneira atabalhoada devido a uma infinidade de fatores, como aspectos burocráticos dos trâmites administrativos, mudanças constantes de gestão, crises políticas internas e externas, particularidades da contratação por meio de licitação, etc. Além disso, o aspecto técnico muitas vezes é negligenciado no nível da tomada de decisão, o que às vezes pode cobrar um preço alto posteriormente. Desde o início da minha carreira no setor público até hoje, percebo claramente como diversos mecanismos têm sido aplicados às obras públicas com o intuito de

aumentar transparência e racionalizar o uso dos recursos, e como, mesmo descentralizadas, essas ações aumentam a qualidade e confiabilidade de obras e projetos, e reduzem riscos. [Avaliador nº 2]

Sobre a relevância prática da ferramenta, destacou-se o papel dos componentes do artefato em explicitar o quadro geral de riscos do empreendimento gerenciado:

A ferramenta foi muito útil para ajudar a organizar e registrar riscos do projeto que, por experiência, a equipe sabia que existiam, mas por não estarem registrados, não ganhavam a devida atenção. A formalização, além de possibilitar se antecipar às ocorrências, possibilita "forçar" os tomadores de decisão a se envolverem na GR e nas decisões de projeto. [Avaliador nº 1]

A ferramenta dá fundamentação objetiva para assessorar os gestores na tomada de decisão, incorporando informações objetivas e subjetivas de todas as partes envolvidas no projeto analisado, e no caso em que foi testada sinalizou fatores relevantes que por vezes foram discutidos informalmente nos corredores do ambiente de trabalho. [Avaliador nº 2]

Essa explicitação, conforme apontado, favorece a produção de informações cruciais para fundamentar os processos de tomada de decisão. Outrossim, a aplicação da ferramenta e geração dos registros de riscos auxilia no compartilhamento de conhecimento entre as partes interessadas sobre a situação do ECC e as ameaças ao alcance de seus objetivos. Como resultado, pode-se fomentar o envolvimento de tomadores de decisão e outras partes na prevenção e controle dos riscos.

Um dos respondentes sublinhou que a ferramenta possui espaço para melhorias e necessita de mais testagens para concluir pela efetividade de todos os componentes na realização do processo de GR:

Para os poucos critérios de avaliação em que reduzi a nota, justifico que a ferramenta ainda tem muito espaço para melhorar, principalmente na interface com o usuário, automação e apresentação de resultados, além de que as seções de Plano de Tratamento e de Monitoramento e Revisão requerem mais oportunidades para serem testadas. [Avaliador nº 2]

As melhorias sugeridas referem-se a aspectos materiais (componentes e processo) e operacionais (interface). Entre as modificações materiais, percebeu-se a possibilidade de inserção de componentes para análise e avaliação de riscos remanescentes,

incluindo a verificação de aceitabilidade e a seleção de tratamento complementar, ensejando a modificação do processo da ferramenta. Em relação a questões operacionais, a interação do usuário com a ferramenta poderia ser mais fluida, tanto na entrada de dados quanto na obtenção das saídas de resultados. A interface atual, em forma de planilha eletrônica, exige que o usuário siga uma série de procedimentos na inserção de dados, abrindo as tabelas e abas e preenchendo os campos referentes ao empreendimento, o que pode não ser tão intuitivo e claro para todos, principalmente, para aqueles com pouco conhecimento sobre o processo de GR. A inclusão dos dados de entrada por meio de caixas de seleção e outros espaços automatizados para preenchimento tornaria a ferramenta mais eficiente e atrativa para o usuário.

Quanto à automação, a manipulação dos dados de entrada do empreendimento e a geração e apresentação dos resultados carecem de mecanismos para dinamizar o processo de GR aplicado. Com a automação, o usuário percorreria o processo do artefato de forma mais objetiva, sendo compelido pelo sistema a inserir os valores solicitados nas variáveis dos componentes e obtendo os resultados finais (tabelas e matrizes de risco) sem necessidade de manipular novamente os resultados parciais de procedimentos anteriores. Outrossim, a automação diminuiria a chance de erros por preenchimento errôneo ou procedimentos inadequados do usuário. Ainda, a inclusão de instruções e alertas reduziria a possibilidade de erros e proveria maior clareza e compreensibilidade à ferramenta.

Por fim, a aplicação continuada do artefato no ambiente real tende a conduzir a adaptações para que a ferramenta melhor se ajuste aos contextos inter e intraorganizacional dos agentes atuantes. Com isso, pode-se favorecer a realização de melhorias e revisões contínuas, bem como adaptações para cada tipo de empreendimento. As listas de causas, consequências e controles, por exemplo, devem ser dinâmicas, não estanques, sendo adaptadas para cada ECC e retroalimentadas quando conhecimento útil for gerado à medida que o artefato for posto em funcionamento.

A partir dos resultados da avaliação final, foi possível confirmar a premissa de que a ferramenta construída auxilia as organizações envolvidas no desenvolvimento de empreendimentos, por cumprir as seguintes funções:

- a) Prover maior clareza sobre o contexto interno da organização, a influência das partes interessadas e as incertezas existentes. O entendimento sobre o ambiente de negócios é fundamental para que as organizações à frente do ECC possam compreender o poder de influência de outros agentes na geração de incertezas;
- b) Auxiliar na compreensão dos riscos. A EAR abrangente e os procedimentos de análise dos riscos ampliam a consciência situacional sobre o ambiente de incertezas, explicitando circunstâncias que são de conhecimento dos agentes, mas que, por vezes, não são registradas;
- c) Possibilitar a aplicação de medidas de tratamento preventivas e corretivas. A consulta a uma lista de opções de controle e a comparação de opções de tratamento são instrumentos valiosos para que a estratégia de abordagem aos riscos seja mais efetiva e racional; e
- d) Apoiar o processo de tomada de decisão. Os procedimentos de avaliação, por meio de matrizes e cálculo do nível de risco, fornecem subsídios relevantes para uma tomada de decisão fundamentada e a proteção de valor para as organizações responsáveis pelo ECC.

6 CONCLUSÃO

6.1 CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho foi realizado com o objetivo geral de desenvolver uma ferramenta de gestão de riscos (GR), a ser aplicada a empreendimentos de construção civil (ECCs) na fase de pré-construção, servindo de apoio para a continuidade do processo GR nas demais fases (construção e pós-construção). Na fase de pré-construção, que inclui as etapas de planejamento e concepção, projeto (*design*) e preparação para execução, idealmente a maior parte dos riscos deve ser mapeada, apreciada e tratada pelas partes interessadas, a fim de se obter maior eficácia na prevenção de ameaças e apoio à tomada de decisão.

O método de pesquisa adotado para atingir o objetivo da pesquisa foi o paradigma epistemológico da *Design Science Research* (DSR), mais adequado para o desenvolvimento, avaliação e validação do objeto artificial (artefato) construído para solucionar o problema prático organizacional identificado: a necessidade de uma ferramenta que consolidasse e articulasse elementos e procedimentos de GR de ECCs, desde a fase de pré-construção, disponibilizando informações úteis para a continuidade do processo nas demais fases do empreendimento.

Para atingir o objetivo geral, foram traçados três objetivos específicos (OEs). O primeiro OE, qual seja, resgatar conceitos, estruturas e modelos de GR de ECCs, foi realizado ao abordar-se, nos Capítulos 2 e na Seção 3.1: conceitos básicos da gestão de riscos; componentes do processo de gestão de riscos; como se dá o desenvolvimento de empreendimentos do setor de construção civil; e o contexto de riscos e de gestão de riscos em ECCs. Essa etapa constituiu a investigação do problema prático abordado, tendo sido fundamental para formar a base de conhecimentos que apoiou o alcance dos demais OEs.

Para alcançar o segundo OE, referente à identificação, categorização e caracterização de fatores de risco de ECCs, pautou-se, inicialmente, na pesquisa bibliográfica sobre os riscos de empreendimentos (Seção 3.2). O primeiro resultado foi a formação da Estrutura Analítica de Riscos (EAR) do artefato, que foi apreciada, refinada e validada,

posteriormente, por meio do Método Delphi, em que foram reunidos especialistas atuantes em diversas organizações do setor, conforme exposto nas Seções 5.1 e 5.2.

E a consecução do terceiro OE, pertinente à sistematização de mecanismos de contextualização, apreciação, tratamento, monitoramento e revisão dos riscos de ECCs, passou pelos procedimentos de desenvolvimento, validação, aplicação e avaliação do artefato, expostos no Capítulo 5. A produção e integração de componentes de GR de empreendimentos, para, assim, construir a solução para o problema prático abordado, foi conseguida com o auxílio de especialistas do setor, participantes do Método Delphi, e de profissionais atuantes na elaboração de um projeto (*design*) de um ECC, participantes do Grupo Focal do estudo de caso realizado.

À luz dos resultados apresentados e examinados nos capítulos supracitados, o objetivo geral da pesquisa foi alcançado, uma vez que:

- a) o artefato construído, sob a forma de uma planilha eletrônica, organiza conceitos, modelos e métodos de GR, adaptados para o ambiente de desenvolvimento de ECCs;
- b) a ferramenta orienta a operacionalização de outros artefatos (ferramentas, modelos e o próprio processo de GR), considerando fatores econômicos, culturais e organizacionais inerentes ao ambiente real de operação proposto;
- c) o produto resultante pode ser empregado de forma sistematizada pelos agentes do setor, conforme seu contexto de negócios, desde a fase de pré-construção; e
- d) os registros resultantes do emprego da ferramenta possibilitam a explicitação do quadro de exposição a riscos, auxiliando processos de tomada de decisão e favorecendo a continuidade do processo de GR pelos envolvidos em outras fases do empreendimento.

6.2 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

A partir de fundamentos da gestão de riscos e da adaptação e personalização de outros artefatos relacionados, foram desenvolvidos componentes e um fluxograma de GR específicos para o setor de construção civil. Esses elementos constituem, à luz da

metodologia aplicada, adições efetivas à base de conhecimentos sobre a GR de ECCs. Nesse sentido, as contribuições práticas e teóricas geradas estão intimamente relacionadas, como frutos do processo de construção do artefato, conforme exposto a seguir.

Primeiramente, destaca-se o modelo de ambiente de negócios de ECCs (Figura 9) e o componente de mapeamento e apreciação das partes interessadas (Apêndice B). Esses elementos ressaltam a importância do entendimento sobre o papel das partes interessadas na GR de ECCs, seja na geração de incertezas, seja na promoção de ações preventivas ou corretivas ante as ameaças identificadas. Nesse sentido, o aumento de consciência situacional dos agentes envolvidos, em alguma medida, pode favorecer a prevenção de ameaças e, por conseguinte, a aplicação de uma GR colaborativa.

Adiante, a Estrutura Analítica de Riscos (EAR) desenvolvida (Apêndice L) contempla uma ampla gama de circunstâncias e questões relacionadas com o progresso de ECCs. Destarte, constitui, em si, um artefato generalista, abrangente e, conseqüentemente, aplicável a diversos tipos de empreendimentos, contextos de desenvolvimento e relações entre as partes interessadas. A EAR produzida favorece o reconhecimento dos fatores de risco e operacionalização da GR, devendo ser aplicada de forma dinâmica e personalizada pelas organizações, levando-se em conta mudanças no quadro de riscos e as particularidades de cada empreendimento.

Afora a multidisciplinaridade de conhecimentos, o artefato desenvolvido incorpora uma visão multidimensional para os ECCs, percebendo-os como um conjunto de fenômenos sociais complexos, que, assim, devem ser analisados sob diferentes prismas, como o econômico, tecnológico, logístico, mercadológico, legal e ambiental, entre outros (MORIN, 1999¹¹ apud FERREIRA *et al.*, 2017). Desse modo, a EAR proposta apresenta de forma integrada os desafios atuais que influenciam o desenvolvimento de ECCs.

¹¹ MORIN, E. **Complexidade e transdisciplinaridade**. Natal: EDUFERN, 1999.

Em seguida, os ordenamentos dos fatores de risco por nível de impacto (Apêndice G), probabilidade (Apêndice H) e nível de risco (Apêndice I) fornecem subsídios para que as organizações envolvidas no desenvolvimento de ECCs, primordialmente aquelas atuantes na fase de pré-construção, possam ter consciência dos riscos a que estão expostos. Ademais, a lista dos fatores com maior nível de risco (ou fatores-chave para o sucesso de ECCs), além de servir como um ponto de atenção inicial para proteção de valor e prevenção de ameaças, representa um retrato das preocupações dos agentes do setor.

À frente, as listas de causas, consequências e controles para os fatores de risco (Apêndice K) constituem guias para a condução de ECCs, fornecendo aos agentes envolvidos suporte para o entendimento sobre o panorama de incertezas e sugestões práticas de medidas a ser adotadas frente às ameaças. Como forma de explicitar a ligação entre as incertezas de ECCs, os componentes que indicam as relações de causalidade entre os fatores de risco, notadamente, apoiam o processo de tratamento, ao possibilitar a análise da remoção ou redução das causas. Além disso, a apreciação dos riscos remanescentes (secundários e residuais) do tratamento foi outra importante contribuição.

Finalmente, a sequência de passos do fluxograma inserido na ferramenta (Apêndice M) articula o processo de GR de forma apropriada à indústria de construção civil, marcada pelo dinamismo e mudanças constantes no engajamento de partes interessadas, por conta da fragmentação dos processos produtivos. Nesse diapasão, ao contemplar a apreciação dos riscos em três etapas (inicial, considerando controles e após o tratamento), a iteratividade promovida no artefato oportuniza uma análise crítica sobre a evolução dos níveis de risco e a necessidade de controles adicionais, alinhando-se ao contexto de desenvolvimento de ECCs.

Ainda sob esse aspecto, os procedimentos de apreciação e tratamento dos riscos, por exemplo, estão adequadamente ajustados à realidade de ECCs, normalmente caracterizados pela limitação de recursos. Nesse sentido, destaca-se a inclusão de componentes para contextualização do risco, avaliação de custo-benefício de opções de tratamento, priorização de ações e contínuo monitoramento do plano de tratamento. Em um contexto de elevada competição entre os agentes e escassez tanto

de recursos materiais, quanto de capital humano, é primordial priorizar ações que possibilitem a redução das incertezas a um menor custo.

Quanto aos procedimentos metodológicos, a colaboração de agentes atuantes na indústria de construção civil foi fundamental para evidenciar a utilidade do artefato ao ser aplicado em seu ambiente real (organizações da indústria). Além de proporcionarem alinhamento da solução proposta com o contexto de aplicação, os participantes das etapas de validação e avaliação do artefato contribuíram com a efetiva construção de componentes e a implementação de melhorias relevantes. O envolvimento de participantes de diversos entes (construtora, gerenciadora, projetista e fornecedor) e formações (engenheiros de diferentes especialidades), com experiências e vivências diversificadas no setor de construção civil, colaborou para que a ferramenta integrasse uma visão sistêmica da indústria.

Por estarem inseridas em um ambiente de negócios particularmente fragmentado, as organizações da indústria de construção civil precisam de instrumentos para apoiar a gestão de seus empreendimentos e, acima de tudo, para que possam oferecer soluções com elevada qualidade para seus clientes. A competência para tanto depende da capacidade dessas organizações em gerar, registrar e compartilhar conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento de seus empreendimentos. A ferramenta aqui proposta está coadunada com esse princípio, por meio dos procedimentos de monitoramento e revisão, com destaque para o componente de lições aprendidas. A retroalimentação do processo de GR com os conhecimentos construídos na prática propicia às organizações condições para se manterem competitivas e sustentáveis.

O conhecimento gerado ao projetar a solução foi organizado a partir das necessidades reais das organizações em lidar com os desafios atuais do seu contexto de atuação. Desse modo, a articulação de componentes de GR com os problemas reais do desenvolvimento de ECCs permitiu a construção de uma solução satisfatória, isto é, singular, rigorosa metodologicamente e relevante em seu ambiente operativo. Portanto, foram verificadas contribuições efetivas para o campo de conhecimento abordado, a gestão de riscos de ECCs na fase de pré-construção.

As contribuições deste trabalho não somente subsidiam os agentes diretamente envolvidos com o desenvolvimento de ECCs, como aproveitam às demais partes interessadas, em especial o usuário final e a sociedade, beneficiários finais dos empreendimentos do setor, por incentivarem a gestão dos riscos de forma preventiva e sistemática pelos agentes da indústria, agregando-lhes valor de forma contínua e sustentável.

6.3 RECOMENDAÇÕES

Em que pese o avanço do conhecimento produzido, a grande quantidade de componentes e subcomponentes, bem como o vasto campo de aplicação da ferramenta, abrem oportunidades para estudos futuros, tais como:

- a) Implementação de melhorias, tanto em aspectos materiais (conteúdo de componentes e do processo), quanto operacionais (interface com o usuário e automação), vez que a DSR abrange, além da concepção, o melhoramento de artefatos já existentes (HEVNER; MARCH; PARK, 2004);
- b) Exploração de componentes específicos, como a análise de custo de opções de tratamento, a elaboração e acompanhamento de plano de tratamento e o monitoramento e revisão do processo de GR;
- c) Aplicação do artefato a mais casos de empreendimentos e em contextos organizacionais variados, o que poderia lançar luz sobre circunstâncias de risco não abordadas, apoiar a personalização do artefato a esses contextos e produzir estudos comparativos sobre o quadro de exposição a riscos de subsetores da indústria;
- d) Aprofundamento da ligação entre a GR e a gestão de partes interessadas, abordando aspectos do engajamento dos agentes principais envolvidos no desenvolvimento do ECC, entre eles: influência das modalidades contratuais sobre a colaboração na GR; formas de transmissão dos conhecimentos gerados pela aplicação da GR, entre os agentes que lideram as fases do empreendimento; detalhamento dos mecanismos contratuais para tratamento dos riscos; e diferenças fulcrais entre contratos públicos e privados e sua influência sobre a participação das partes interessadas.

REFERÊNCIAS

- ABDELALIM, A. M. Risks Affecting the Delivery of Construction Projects in Egypt: Identifying, Assessing and Response. *In: GEOMEAST INTERNATIONAL CONGRESS AND EXHIBITION*, 2018, Cairo. **Proceedings** [...]. 2019. p. 125–154. DOI 10.1007/978-3-030-01905-1_7.
- ABDUL-RAHMAN, H.; LOO, S. C.; WANG, C. Risk identification and mitigation for architectural, engineering, and construction firms operating in the Gulf region. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 39, n. 1, p. 55-71, 2012. DOI: 10.1139/L11-111.
- ABDUL NABI, M.; EL-ADAWAY, I. H. Risk-Based Approach to Predict the Cost Performance of Modularization in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 10, 2021. DOI 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002159.
- ADAFIN, J., ROTIMI, J.O.B., WILKINSON, S., MBACHU, J. An assessment of risk factors impacting budget variability in New Zealand commercial construction projects. *In: ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT*, 35., 2019, Leeds. **Proceedings** [...]. 2019. p. 44-53.
- ADAMTEY, S.; ONSARIGO, L. Analysis of pipe-bursting construction risks using probability-impact model. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 16, n. 3, p. 461-477, 2018. DOI 10.1108/JEDT-01-2018-0009.
- AGYEKUM-MENSAH, G.; KNIGHT, A. D. The professionals' perspective on the causes of project delay in the construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 5, p. 828-841, 2017. DOI 10.1108/ECAM-03-2016-0085.
- AHMED, M. *et al.* Contractual Guidelines for Promoting Integrated Project Delivery. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, 2021. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002173.
- ALARCÓN, L. F. *et al.* Risk Planning and Management for the Panama Canal Expansion Program. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 10, p. 762-771, 2011. DOI 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000317.
- ALBOGAMY, A.; DAWOOD, N. Development of a client-based risk management methodology for the early design stage of construction processes. **Engineering,**

Construction and Architectural Management, v. 22, n. 5, p. 493-515, 2015. DOI 10.1108/ECAM-07-2014-0096.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA). **Integrated Project Delivery: A Guide**, 2007.

AMOAH, C.; BIKITSHA, L. Emerging contractor's management and planning skills to overcome business risk factors. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 2021. DOI 10.1108/IJBPA-01-2021-0003.

AMOAH, C.; PRETORIUS, L. Evaluation of the impact of risk management on project performance in small construction firms in South Africa: The case study of construction systems. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 18, n. 3, p. 611-634, 2020. DOI: 10.1108/JEDT-06-2018-0098.

ANDERY, P. R. P.; BARRETO, F. S. P. Contribuição à gestão de riscos no processo de projeto de incorporadoras de médio porte. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.15, n.4, out./dez. 2015. DOI 10.1590/s1678-8621201500040004.

ARAIN, F. M. Critical causes of changes in oil and gas construction projects in Alberta, Canada. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE CANADIAN SOCIETY FOR CIVIL ENGINEERING*, 2011, Ontario. **Proceedings** [...]. 2011. p.1836-1845.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16636-1:2017**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Parte 1: Diretrizes e terminologia. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2017.

_____. **ABNT NBR ISO 31000:2018**: Gestão de riscos – Diretrizes. 2. ed. Rio de Janeiro, 2018.

AYUDHYA, B. I. N.; KUNISHIMA, M. Assessment of Risk Management for Small Residential Projects in Thailand. **Procedia Computer Science**, v. 164, p. 407–413, 2019. DOI 10.1016/j.procs.2019.12.200.

AZEVEDO, R. C. **Um modelo para gestão de risco na incorporação de imóveis usando metodologia multicritério para apoio à decisão - construtivista (MCDA-C)**. Tese (Doutor em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.

BAX, M. P. Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 298-312, 2015. DOI 10.18225/ci.inf..v42i2.1388.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 jun. 2022.

_____. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 jun. 1993.

_____. Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 ago. 2011.

_____. Lei nº 14.133, de 1 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 abr. 2021.

_____. Lei Complementar nº 73, de 10 de fevereiro de 1993. Institui a Lei Orgânica da Advocacia-Geral da União e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 fev. 1993.

CAIADO, R. G. C. *et al.* Estudo bibliográfico da gestão de risco em projetos de construção. **Revista Espacios**, v. 37, p. 4–19, 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n23/16372304.html>. Acesso em: 28 abr. 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (São Paulo). Alíquota do imposto de importação sobre o vergalhão de aço passa a ser 4%. *In*: CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Agência CBIC**. 11 maio 2022. Disponível em: <https://cbic.org.br/aliquota-do-imposto-de-importacao-sobre-o-vergalhao-de-aco-passa-a-ser-4/>. Acesso em: 17 fev. 2023.

CAVALCANTE FILHO, J. U. P. **Avaliação de riscos com simulação de Monte Carlo em obras de grande porte**. Dissertação (Mestre em Estruturas e Construção Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2019.

CHEN, W.; WANG, J.; WANG, C. Study of risk evaluation for complex projects under BIM and IPD collaborative pattern based on neighborhood rough sets. **Technical Gazette**, v. 27, p. 444-449, 2020. DOI: 10.17559/TV-20191022112633.

CHILESHE, N.; YIRENKYI-FIANKO, A. B. An evaluation of risk factors impacting construction projects in Ghana. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 10, n. 3, p. 306-329, 2012. DOI 10.1108/17260531211274693.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (Brasil). Instrução CVM nº 14, de 17 de outubro de 1980. Define as operações em Bolsas de Valores com opções de compra e venda de ações e estabelece os requisitos para sua realização. **Diário Oficial da União**, [S. l.], 29 out. 1980. Disponível em:
<https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/instrucoes/anexos/001/inst014.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.

COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMISSION. **Creating and protecting value: Understanding and implementing enterprise risk management**, Estados Unidos da América, 2020.

DARKO, A. *et al.* BIM-based modular integrated construction risk management. **Computers in Industry**, v. 123, 2020. DOI 10.1016/j.compind.2020.103327.

DEEP, S. *et al.* Identifying the risk factors in real estate construction projects: an analytical study to propose a control structure for decision-making. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, p. 1366-4387, 2021. DOI: 10.1108/JFMPC-03-2020-0018.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. A Construção Civil e os Trabalhadores: panorama dos anos recentes. **Estudos e pesquisas**, v. 95, 8 jul. 2020. Disponível em:
<https://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2020/estPesq95trabconstrucaocivil.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2023.

DU, L. *et al.* Enhancing engineer–procure–construct project performance by partnering in international markets: Perspective from Chinese construction companies. **International Journal of Project Management**, v. 34, p. 30–43, 2016. DOI 10.1016/j.ijproman.2015.09.003.

ESCRITÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA. **Apresentação**: Estudo preliminar do empreendimento. 15 set. 2022. Vista panorâmica sobre imagem de satélite. Slides. Arquivo do Microsoft PowerPoint.

FABRÍCIO, M. M. Globalização e a Cadeia Produtiva da Construção de Edifícios. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 2000, Natal-RN.

Anais [...]. 2000. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0056.PDF. Acesso em: 17 fev. 2023.

FERREIRA, V. C. P. *et al.* **Gestão de pessoas na sociedade do conhecimento**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2017.

FORSYTHE, P. The case for BIM uptake among small construction contracting businesses. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION AND MINING*, 31., 2014, Sidney. **Proceedings** [...]. 2014.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (BRASIL). Portal da inflação: IGP - Índice Geral de Preços. *In: FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (Brasil)*. **Portal IBRE**. 2023. Disponível em: <https://portal-da-inflacao-ibre.fgv.br/#!/igp>. Acesso em: 17 fev. 2022.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUNDUZ, M.; AL-NAIMI, N. H. Construction projects delay mitigation using integrated balanced scorecard and quality function deployment. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2021. DOI 10.1108/ECAM-12-2020-1082.

GUERRA, R. S. **Avaliação de riscos na concepção de produtos de edificação em Fortaleza-CE**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2017.

HEVNER, A. R. A Three Cycle View of Design Science Research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p. 87-92, 2007. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=sjjs>. Acesso em: 05 out. 2022.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J. Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004. DOI 10.2307/25148625.

HOSNY, H. E.; IBRAHIM, A. H.; FRAIG, R. F. Risk management framework for Continuous Flight Auger piles construction in Egypt. **Alexandria Engineering Journal**, v. 57, p. 2667–2677, 2018. DOI 10.1016/j.aej.2017.10.003.

JUSTEN FILHO, M. **Comentários à lei de licitações e contratos administrativos**. 18. ed. São Paulo: Dialética, 2019.

- HWANG, B.; ZHAO, X.; TOH, L. P. Risk management in small construction projects in Singapore: Status, barriers and impact. **International Journal of Project Management**, v. 32, p. 116–124, 2014. DOI 10.1016/j.ijproman.2013.01.007.
- KARNA, S.; JUNNONEN, J. Benchmarking construction industry, company and project performance by participants' evaluation. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 7, p. 2092-2108, 2016. DOI 10.1108/BIJ-05-2015-0050.
- KASSEM, M. A.; KHOIRY, M. A.; HAMZAH, N. Theoretical review on critical risk factors in oil and gas construction projects in Yemen. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 28, n. 4, p. 934-968, 2020. DOI: 10.1108/ECAM-03-2019-0123.
- KHAN, R. A.; GUL, W. Emperical Study of Critical Risk Factors Causing Delays in Construction Projects. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT DATA ACQUISITION AND ADVANCED COMPUTING SYSTEMS*, 9., 2017, Bucarest. **Proceedings [...]**, 2017.
- KHODEIR, L. M.; NABAWY, M. Identifying key risks in infrastructure projects – Case study of Cairo Festival City project in Egypt. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 10, p. 613–621, 2019. DOI 10.1016/j.asej.2018.11.003.
- KRECHOWICZ, M. Risk Management in Complex Construction Projects that Apply Renewable Energy Sources: A Case Study of the Realization Phase of the Energis Educational and Research Intelligent Building. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 245, 2017. DOI: 10.1088/1757-899X/245/6/062007.
- KUMAR, K. S.; NARAYANAN, R. Review on construction risk and development of risk management procedural index: A case study from Chennai construction sector. **Materials Today: Proceedings**, 2020. DOI 10.1016/j.matpr.2020.08.606.
- LACERDA, D. P. *et al.* Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/3CZmL4JJxLmxCv6b3pnQ8pq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 jun. 2022.
- LOOSEMORE, M. Improving construction productivity: a subcontractor's perspective. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 21, n. 3, p. 245-260, 2014. DOI 10.1108/ECAM-05-2013-0043.

MANSON, N. J. Is operations research really research? **Orion**, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006. DOI 10.5784/22-2-40.

MARINELLI, M.; SALOPEK, M. Joint risk management and collaborative ethos: Exploratory research in the UK construction sector. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 18, n. 2, p. 343-361, 2020. DOI 10.1108/JEDT-03-2019-0071.

MEDINA, A. Learning through Failure: the Challenge of Lean Project Delivery from the Contractors Perspective in Peru. *In: 25TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 2014, Oslo, Norway. **Proceedings [...]**, 2014.

MESA, H.; MOLENAAR, K.; ALARCÓN, L. Exploring performance of the integrated project delivery process on complex building projects. **International Journal of Project Management**, v. 34, p. 1089-1101, 2016. DOI: 10.1016/j.ijproman.2016.05.007.

MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; RUIZ, J. A. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 79-97, jan./mar. 2015. DOI 10.1590/S1678-86212015000100008.

NAJI, K.; GUNDUZ, M.; SALAT, F. Assessment of preconstruction factors in sustainable project management performance. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 28, n. 10, p. 3060-3077, 2021. DOI 10.1108/ECAM-05-2020-0333.

NAMINI, S. B. et al. Managerial sustainability assessment tool for Iran's buildings. **Engineering Sustainability**, v. 167, ed. 1, p. 12-23, 2014. DOI: 10.1680/ensu.12.00041.

NGUYEN, T. P.; CHILESHE, N. Revisiting the construction project failure factors in Vietnam. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, ed. 4, p. 398-416, 2015. DOI 10.1108/BEPAM-10-2013-0042.

NGUYEN, P. T. *et al.* Exploring Critical Risk Factors of Office Building Projects. **Journal of Asian Finance, Economics and Business**, v. 8, n. 2, p. 309–315, 2021. DOI: 10.13106/jafeb.2021.vol8.no2.0309.

ODUOZA, C. F.; ODIMABO, O; TAMPARAPOULOS, A. framework for risk management software system for SMEs in the engineering construction sector. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 1231 – 1238, 2017. DOI 10.1016/j.promfg.2017.07.249.

OKMEN, O. Risk Assessment for Determining Best Design Alternative in a State-Owned Irrigation Project in Turkey. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 20, ed. 1, p. 109-120, 2015. DOI 10.1007/s12205-015-0397-x.

OKOLI, C.; PAWLOWSKI, S.D. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. **Information & Management**, v. 42, p. 15–29, 2004. DOI 10.1016/j.im.2003.11.002.

OKUDAN, O.; BUDAYAN, C.; DIKMEN, I. A knowledge-based risk management tool for construction projects using case-based reasoning. **Expert Systems With Applications**, v. 173, 2021. DOI: 10.1016/j.eswa.2021.114776.

OLIVA, F. L. A maturity model for enterprise risk management. **Int. J. Production Economics**, v. 173, p. 66–79, 2016. DOI 10.1016/j.ijpe.2015.12.007.

OTERO, J. A. **Ferramenta de gestão de riscos baseada na teoria dos conjuntos fuzzy para suporte à garantia do desempenho de edificações habitacionais**. Tese (Doutor em Estruturas e Construção Civil), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

OTHMAN, A. A. E.; ABDELWAHAB, N. M. A. Achieving sustainability through integrating risk management into the architectural design process. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 16, n. 1, p. 25-43, 2018. DOI 10.1108/JEDT-09-2017-0087.

PÁDUA, R. C. **A gestão de riscos na indústria da construção civil brasileira**. 2018. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

PEFFERS et al. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. DOI 10.2753/MIS0742-1222240302.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (EUA). **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. 6. ed. Newtown Square, Pensilvânia: Project Management Institute, 2017.

REGIS, M. R. S.; CARDOSO, F. F. Barreiras para a gestão de riscos em empresas projetistas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió, Alagoas. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/408>. Acesso em: 2 out. 2021.

REGIS, M. R. S. *et al.* Influência do uso do IPD sobre a gestão de riscos de empreendimentos. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7.*, 2021, Londrina. **Anais**[...] Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p. 1-10. DOI <https://doi.org/10.29327/sbqp2021.437965>

ROSTAMI, A.; ODUOZA, C. F. Key risks in construction projects in Italy: Contractors' perspective. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 3, 2017.

RUDOLF, C. A.; SPINLER, S. Key risks in the supply chain of large scale engineering and construction projects. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 23/4, p. 336–350, 2018. DOI: 10.1108/SCM-09-2017-0292.

SANTOS NETO, N. F. **Gerenciamento de risco dos projetos - uma proposta de modelo de maturidade**. 2007. Tese (Doutor em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

SCHUH, A. B. S. *et al.* Estrutura de capital do setor de construção civil brasileiro e sua relação com a atividade econômica agregada. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador, v. 18, p. 273-290, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/4466>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SECOVISP (São Paulo). Indicadores de mercado: Índices econômicos. *In: SECOVISP. Pesquisas e índices: Índice de Preço: INCC-DI/FGV*. 2023. Disponível em: <http://indiceeconomicos.secovi.com.br/indicadormensal.php?idindicador=59>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SENTHIL, J.; MUTHUKANNAN, M. Predication of construction risk management in modified historical simulation statistical methods. **Ecological Informatics**, v. 66, 2021. DOI 10.1016/j.ecoinf.2021.101439.

SILVA, V. F. **Análise de risco na construção - Guia de procedimentos para gestão**. 2012. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade do Porto, Porto, 2012.

SINDUSCON (Paraná Norte). Construção Civil comemora redução na alíquota de importação do aço. *In: SINDUSCON. Notícias*. 16 maio 2022. Disponível em: <https://sinduscon-nortepr.com.br/noticia/16-05-2022/construcao-civil-comemora-reducao-na-aliquota-de-importacao-do-aco>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SOUSA, V.; ALMEIDA, N. M.; DIAS, L. A. Risk Management Framework for the Construction Industry According to the ISO 31000:2009 Standard. **Journal of Risk Analysis and Crisis Response**, v. 2, n. 4, p. 261-274, 2012. DOI 10.2991/jrarc.2012.2.4.5.

SLOOT, R. N. F.; HEUTINK, A.; VOORDIJK, J. T. Assessing usefulness of 4D BIM tools in risk mitigation strategies. **Automation in Construction**, v. 106, 2019. DOI 10.1016/j.autcon.2019.102881.

STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND (Austrália/Nova Zelândia). **AS/NZS 4360:2004**: Risk management. 3. ed. Sidney/Wellington, 2004.

_____. **HB 436:2004**: Risk Management Guidelines. 1. ed. atual. Sidney/Wellington, 2004.

SZTAJN, Rachel. Sobre a natureza jurídica das opções negociadas em Bolsas. **Revista de Direito Mercantil**: industrial, econômico e financeiro, São Paulo, ano 36, v. 105, p. 53-69, 1997.

THE GLOBAL COMPACT LEADERS SUMMIT, 2004, New York. **Final Report** [...], 2004.

Disponível em:

https://d306pr3pise04h.cloudfront.net/docs/news_events%2F8.1%2Fsummit_rep_fin.pdf.

Acesso em: 16 nov. 2022.

TOLEDO, F. D. **Proposta de ferramentas para análise de cenários na gestão de custos de empreendimentos em empresas de engenharia e construção**. Dissertação (Mestre em Ciências), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

TRIBUNAL DE CONTAS DE UNIÃO (Brasil). Acórdão n. 1079/2019 - Plenário, 15 maio 2019. **Ata**, Brasília, DF, n. 16/2019 - Plenário, 24 maio 2019. Disponível em:

<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/redireciona/acordao-completo/%22ACORDAO-COMPLETO-2351843%22>. Acesso em: 7 ago. 2020.

_____. Acórdão n. 2622, de 25 set. 2013. Relatório. **Ata**, Brasília, DF, n. 37/2013 - Plenário, 18 out. 2013. Disponível em:

<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/redireciona/acordao-completo/%22ACORDAO-COMPLETO-1286063%22>. Acesso em: 28 jan. 2022.

_____. **Orientações para Elaboração de Planilhas Orçamentárias de Obras Públicas**. Brasília, DF: 1, 2014. Disponível em:

<https://portal.tcu.gov.br/tcucidades/publicacoes/detalhes/orientacoes-para-elaboracao-de-planilhas-orcamentarias-de-obras-publicas.htm>. Acesso em: 20 mar. 2022.

VAHDATMANESH, M.; FIROUZI, A. Construction material supply risk management using Asian option contracts: the case of a pipeline project. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 10, p. 3395-3414, 2020. DOI 10.1108/ECAM-02-2019-0102.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004. DOI 10.1111/j.1467-6486.2004.00430.x.

VAZ-SERRA, P.; EDWARDS, P.; ARANDA-MENA, G. An early-stage project complexity assessment tool for the AEC industry. **Construction Innovation**, 2021. DOI 10.1108/CI-10-2020-0162.

VELASQUEZ, D.; CARHUAMACA, S.; FARJE, J. Risks management model integrating the Analysis mode and failure effects within the Last Planner System to improve the time of real estate construction projects. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACION Y TENDENCIAS EN INGENIERIA, 7., 2021, Bogota. **Proceedings [...]**. 2021. DOI 10.1109/CONIITI53815.2021.9619752.

VISWANATHAN, S. K.; JHA, K. N. Critical risk factors in international construction projects: An Indian perspective. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 5, p. 1169-1190, 2020. DOI: 10.1108/ECAM-04-2019-0220.

VU *et al.* Risk analysis of schedule delays in international highway projects in Vietnam using a structural equation model. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 6, p. 1018-1039, 2017. DOI 10.1108/ECAM-06-2016-0138

WANG, T. *et al.* Causes of delays in the construction phase of Chinese building projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, ed. 11, p. 1534-1551, 2018. DOI 10.1108/ECAM-10-2016-0227.

WIERINGA, R. Design Science as nested problem solving. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN SCIENCE RESEARCH IN INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY, 4, 2009, Philadelphia, EUA. **Proceedings [...]**. 2009. p. 1-12. DOI 10.1145/1555619.1555630.

WU, P. *et al.* Perceptions towards risks involved in off-site construction in IDC. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 899-914, 2019. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.12.226.

- XIA, N. *et al.* Towards integrating construction risk management and stakeholder management: A systematic literature review and future research agendas. **International Journal of Project Management**, v. 36, p. 701-715, 2018. DOI 10.1016/j.ijproman.2018.03.006.
- YIRENKYI-FIANKO, A. B.; CHILESHE, N. An analysis of risk management in practice: the case of Ghana's construction industry. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 13, ed. 2, p. 240-259, 2015. DOI 10.1108/JEDT-04-2012-0021.
- YIU, N. S. N. *et al.* Implementation of safety management system in managing construction projects: Benefits and obstacles. **Safety Science**, v. 117, p. 23–32, 2019. DOI 10.1016/j.ssci.2019.03.027.
- ZHANG, S. *et al.* Identifying critical factors influencing the safety of Chinese subway construction projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 28, n. 7, p. 1863-1886, 2021. DOI 10.1108/ECAM-07-2020-0525.
- ZEYNALIAN, M.; TRIGUNARSYAH, B.; RONAGH, H. R. Modification of Advanced Programmatic Risk Analysis and Management Model for the Whole Project Life Cycle's Risks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, ed. 1, p. 51-59, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000571.
- ZOU, P. X. W.; REDMAN, S.; WINDON, S. Case studies on risk and opportunity at design stage of building projects in Australia: focus on safety. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 4, p. 221–238, 2008. DOI 10.3763/aedm.2008.0082.
- ZOU, P. X. W.; SUNINDIJO, R. Y. Skills for managing safety risk, implementing safety task, and developing positive safety climate in construction project. **Automation in Construction**, v. 34, p. 92–100, 2013. DOI 10.1016/j.autcon.2012.10.018.
- ZOU, P. X. W.; ZHANG, G.; WANG, J. Understanding the key risks in construction projects in China. **International Journal of Project Management**, v. 25, p. 601-614, 2007. DOI 10.1016/j.ijproman.2007.03.001.
- ZOU, Y.; KIVINIEMI, A.; JONES, S. W. A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. **Safety Science**, v. 97, p. 88-98, 2017. DOI 10.1016/j.ssci.2015.12.027.
- ZURLO, M. T.; SILVA, T. F. L.; MELHADO, S. B. Profit sharing in overcoming project results as a strategy to increase revenue for construction companies. *In: EUROPEAN AND*

MEDITERRANEAN STRUCTURAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION CONFERENCE,
3, Limassol. **Proceedings** [...]. 2020.

APÊNDICE A – Estrutura Analítica de Riscos Inicial e Fontes Bibliográficas (continua)

CÓD.	CATEGORIAS / FATORES	FONTE																		
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
D	Projeto (design)																			
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto, incluindo deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.)		X										X			X	X	X		
D2	Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo	X				X								X				X		
D3	Prazo de projeto apertado																	X		
D4	Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental) deficientes	X				X	X	X	X		X	X	X	X	X			X		X
D5	Mudanças de projeto (ex. alterações de escopo, interesses e requisitos, revisões de projeto decorrentes de deficiências ou exigências do licenciamento)		X				X	X	X			X	X		X		X		X	X
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades nas condições geotécnicas (ex. matações), hidrológicas ou de instalações e infraestruturas existentes.			X		X		X			X		X			X			X	
D7	Projeto deficiente ou incompleto (ex. problemas de compatibilização entre disciplinas, detalhamento insuficiente, soluções inadequadas, especificações deficientes, omissão de serviços)	X	X	X		X		X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes (ex. erros na quantificação ou precificação, cronograma impreciso ou inadequado)	X	X		X		X	X							X	X		X		X
D9	Dificuldades na aprovação do projeto para obtenção de licenças (ex. elevado impacto ambiental, inexperiência dos profissionais com o código de obras ou o tipo de empreendimento)							X	X		X				X	X			X	X
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	X						X			X	X			X	X				
C	Construção																			
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora		X	X	X		X	X					X		X		X	X		X
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra, incluindo conflitos trabalhistas locais	X		X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios	X		X	X		X	X	X		X				X	X	X	X	X	
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos			X		X	X					X	X		X	X	X	X	X	
C5	Disfunções logísticas no canteiro, incluindo tráfego de pessoas e veículos e falhas de manutenção e operação no canteiro	X				X		X		X	X	X		X	X	X				X

APÊNDICE A – Estrutura Analítica de Riscos Inicial e Fontes Bibliográficas (continuação)

CÓD.	CATEGORIAS / FATORES	FONTE																			
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho ou utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada)													X	X	X					
C7	Complexidade do empreendimento, incluindo padrão muito alto de qualidade e novas tecnologias		X		X						X	X	X		X						
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos, incluindo falta de capacidade de inovação	X									X			X	X				X	X	
C9	Falhas construtivas (ex. controle de qualidade deficiente)				X		X	X		X	X	X	X	X	X				X		
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores (ex. indisponibilidade, grande quantidade, falta de qualificação, mudanças)	X	X		X	X					X	X		X	X				X	X	X
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho, incluindo condições de segurança complicadas devido à natureza e local da obra (encostas, represas, trabalho noturno etc.) e planos deficientes	X		X	X		X	X	X			X	X		X			X	X		X
C12	Impactos ambientais sem controle adequado, incluindo poluição ambiental e não implementação de plano de gerenciamento de resíduos			X											X			X	X		X
G	Gestão																				
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento, incluindo estrutura organizacional inapropriada		X				X		X		X	X	X	X	X				X		X
G2	Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes	X			X		X		X	X		X							X		
G3	Planejamento inadequado do empreendimento, incluindo modalidade da licitação (ex. EPG em reforma), falhas nas condições contratuais (ex. sistema de medição, compartilhamento de riscos) e subestimação de prazos e custos	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X	X	X
G4	Problemas na seleção dos contratados (ex. lentidão, burocracia, impugnações), incluindo baixa atratividade de concorrentes ou participação de empresas menos qualificadas	X	X				X								X				X	X	
G5	Comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, incluindo conflitos e disputas	X		X			X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	X	X	X		X	X	X			X		X		X				X		X

APÊNDICE A – Estrutura Analítica de Riscos Inicial e Fontes Bibliográficas (conclusão)

CÓD.	CATEGORIAS / FATORES	FONTE																		
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
N	Natural (externo)																			
N1	Clima adverso imprevisível						X	X	X	X		X	X		X		X		X	
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis (desastres, terremotos, inundações, incêndios, geada etc.)			X		X	X	X		X		X	X		X	X			X	

Fonte: Autor.

Nota: Consultar as fontes bibliográficas no Quadro 5 (Seção 3.2.1).

APÊNDICE B – Mapeamento e Análise das Partes Interessadas

ÂMBITO	POSICIONAMENTO	AGENTE	CÓD.	IDENTIF.	PARTES INTERESSADAS		
					(A) NECESSIDADES, INTERESSES E EXPECTATIVAS	(B) CAPACIDADE DE AFETAR OBJETIVOS (QUAIS, COMO, QUANTO, QUANDO)	(C) PARTICIPAÇÃO E ENGAJAMENTO NA GR (SIM/NÃO, COMO, QUANDO)
INTERNO	PARTICIPANTE-CHAVE	Empreendedor (cliente)	EMP				
		Projetistas	PRO				
		Gerenciadora / fiscalizadora	GER				
		Construtora	CTT				
	COLABORADOR	Consultores independentes	COI				
		Fornecedores de materiais de construção	FMC				
		Fornecedores de equipamentos de construção	FEC				
		Subcontratadas de serviços de construção	SSC				
		Outros prestadores de serviço (alimentação, contabilidade, jurídico, TI, transporte, publicidade, marketing)	OPS				
		Administrador do imóvel (gestor de facilities)	ADI				
		Investidor e agente financeiro	IAF				
		Seguradora	SEG				
		Órgão licitante	OLI				
		Consultoria jurídica pública (ex. CJUs, PGEs, PGMs)	CJP				
EXTERNO	RESTRITOR	Usuários finais	USU				
		Órgãos ambientais	AMB				
		Autoridade municipal (relacionada a questões como urbanismo, trânsito, gabarito construtivo, saúde etc.)	MUN				
		Autoridade estadual	EST				
		Autoridades federais (ANVISA, ANAC, outras agências reguladoras)	OAT				
		Corpo de Bombeiros	CBM				
		Órgãos de patrimônio histórico	OPH				
		Concessionária de água e esgoto	CAE				
		Concessionária de energia	CEN				
		Concessionária de gás	CGA				
		Ministério Público do Trabalho	MPT				
		Conselhos de classe (ex. CREA, CAU)	CCL				
		Órgãos de controle e auditoria (ex. TCU, TCE)	OCT				
		COMPETIDOR	Concorrente	CCR			
	MISTO	Agentes sociais (ex. sindicatos, lideranças locais, ONGs)	SOC				
		Sindicatos	SIN				
Imprensa e mídias sociais		IMP					

Obs. 1: O rol apresentado não é taxativo, devendo ser adaptado ao empreendimento avaliado.

Fonte: Autor.

APÊNDICE C – Perfil Profissional Detalhado dos Especialistas (continua)

#	SETOR	ORGANIZAÇÃO	FUNÇÃO	INFORMAÇÕES PROFISSIONAIS
1	Público	Gerenciadora	Coordenador de Planejamento	Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil. Possui aproximadamente 19 anos de experiência na construção civil, em atividades de projeto, fiscalização e execução de obras. Atua no planejamento de empreendimentos públicos, segmentos de edificações e infraestrutura voltadas para o transporte aéreo. Conhecimento em GR, limitado à teoria.
2	Público	Gerenciadora	Coordenador de Planejamento	Engenheiro Civil. Especialização em Engenharia de Produção. Com 19 anos de experiência na construção civil, em atividades de projeto, fiscalização e execução de obras, atua no setor público, segmento de infraestrutura de transportes, com ênfase em aeroportos. Pouco conhecimento teórico e prático em GR.
3	Público	Gerenciadora	Coordenadora de Planejamento	Engenheira Civil. Especialização em Gestão de Projetos. Possui 14 anos de experiência na construção civil, em atividades de projeto e fiscalização de obras. Atua no setor público, coordenando empreendimentos dos segmentos de edificações e infraestrutura de transportes. Conhecimento em GR, limitado à teoria.
4	Público	Projetista	Coordenador de Projetos (<i>design</i>)	Engenheiro Civil. Mestre em Estruturas e Doutorando em Geotecnia. Quase 14 anos de experiência na construção civil, em atividades de projeto. Atua no setor público, gerenciando projetos dos segmentos de edificações e infraestrutura de transportes. Conhecimento em GR, acompanhado de alguma experiência prática.
5	Público	Projetista	Projetista	Engenheiro Civil. Mestre em Estruturas. 10 anos de experiência na construção civil, em atividades de elaboração e coordenação de projetos. Atua no desenvolvimento e coordenação de projetos do setor público, segmentos de edificações e infraestrutura de transportes. Pouco conhecimento teórico e prático em GR.
6	Privado	Gerenciadora	Coordenadora de Projetos (<i>design</i>)	Engenheira Civil, com 11 anos de experiência na construção civil, dos quais 9 com a coordenação de projetos (<i>design</i>). Atua na coordenação de projetos do setor privado, segmento de edificações residenciais e comerciais (corporativos). Conhecimento em GR, acompanhado de alguma experiência prática.
7	Privado	Gerenciadora	Coordenador de Planejamento	Engenheiro de Produção. Certificação PMP do PMI. Mestre em Filosofia. Possui 30 anos de experiência na construção civil, sendo 3 em atividades gerenciais. Atua no setor público, segmento de infraestrutura de transportes. Possui conhecimento em GR, acompanhado de alguma experiência prática.

APÊNDICE C – Perfil Profissional Detalhado dos Especialistas (conclusão)

#	SETOR	ORGANIZAÇÃO	FUNÇÃO	INFORMAÇÕES PROFISSIONAIS
8	Privado	Gerenciadora	Diretor	Engenheiro Civil. Especialização em Gestão de Projetos para Negócios. 16 anos de experiência na construção civil, dos quais 13 no gerenciamento de obras. Atua no setor privado com experiência em infraestrutura e indústria com conhecimento em GR aplicada a investimentos em concessões de saneamento e empreendimentos industriais.
9	Privado	Gerenciadora	Gestora	Engenheira Civil. Mestranda em Construção Civil. Possui 6 anos de experiência na construção civil, em gerenciamento de obras. Atua no setor privado, segmentos de edificações e infraestrutura em geral. Conhecimento em GR, acompanhado de alguma experiência prática.
10	Privado	Construtora	Gerente de Obra	Engenheiro Civil. 45 anos de experiência na construção civil, na execução e gerenciamento de obras públicas, segmento de infraestrutura (transportes metroviário, rodoviário e fluvial e barragens). Conhecimento em GR, acompanhado de alguma experiência prática.
11	Privado	Indústria	Gestor	Engenheiro Civil. Aproximadamente 15 anos de experiência na construção civil. Atua na indústria de materiais (estruturas), setor privado, segmentos de edificações e infraestrutura em geral. Possui conhecimento e experiência prática avançados em GR, especialmente em análise e tratamento de riscos.

Fonte: Autor.

APÊNDICE D – Comentários e Contribuições dos Especialistas (continua)

CÓD.	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	CONTROLE
D1		<p>"A inexperiência pode gerar soluções paliativas para tentar solucionar problemas que não foram levantados inicialmente e gerar retrabalhos às equipes multidisciplinares e atrasos no cronograma"</p> <p>"A deficiência ou ausência de padrões e de qualificação da equipe pode impactar em projetos com pouca qualidade, retrabalhos, interferências não verificadas precocemente, o que pode impactar a execução do projeto e início das obras."</p>	<p>"Projetistas devem contar com equipes altamente qualificadas, bem como trabalhar com modelo de gestão eficiente"</p>
D2		<p>"Pode gerar retrabalho, falhas no projeto, causando um aumento de prazo e custo do empreendimento como um todo."</p>	<p>"Complementarmente ainda poderia abrir para a consideração da coleta de requisitos de STALKEHOLDERS"</p> <p>"Em casos que o cliente (que contrata o projeto) não tenha clareza do programa de necessidades ou muda constantemente de ideia, o projetista precisa ter mais sensibilidade para auxiliá-lo nas decisões e definições que pode evitar discussões em fases avançadas do desenvolvimento do projeto, gerando inclusive discussões contratuais."</p>
D3		<p>"Prazos curtos podem implicar na escolha de soluções inadequadas ou na falta de detalhamento suficiente para caracterizar todos elementos do projeto com um grau de precisão adequado."</p> <p>"Por cada projeto ser único, o uso da palavra engenharia deveria ser aplicado para chegar à melhor solução àquele projeto e quando os prazos são muito apertados, acaba-se aplicando muitas soluções genéricas e pouca inovação."</p> <p>"O prazo apertado para execução pode acabar impactando na qualidade de entrega"</p>	<p>"Mesmo com uso do BIM, considerar todas os projetos em paralelo e não prever buffers para validações de soluções técnicas e etapas, afim de encurtar o cronograma de projetos, pode ser um risco à qualidade do empreendimento"</p>

APÊNDICE D – Comentários e Contribuições dos Especialistas (continuação)

CÓD.	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	CONTROLE
D4	"O problema tanto pode ser resultado de equipes pouco experientes ou pouco preparadas, como pela exiguidade de prazo ."	"Investigações e levantamentos preliminares com abrangência e grau de detalhamento adequado ao porte do projeto são essenciais para evitar a escolha de soluções inadequadas ." "O custo de serviços de terraplanagem são elevados e podem ser um risco para a viabilidade financeira do empreendimento. Bem como os riscos ambientais, que podem também ser entraves para financiamentos bancários (questões de ESG)." "Da mesa forma que o D1 e D2, podendo gerar retrabalhos, aumento de prazo e custo ."	
D5	"Contudo, acredito que as mudanças de projetos (...) têm forte relação com problemas na definição inicial do produto (termo de abertura, programa de necessidades, etc) e também guarda forte relação com levantamentos preliminares deficientes (identificação prévia dos licenciamentos necessários, etc)."	"Em caso de muitas mudanças de projeto, pode acabar impactando no prazo e custo ."	"Considero que são condições ocorrem na maioria dos processos de desenvolvimento de projeto, o que reforça a importância de ter equipes de projetos capacitadas para gerir estas situações com o menor impacto, auxiliando nas tomadas de decisão."
D6			"Tratando os riscos de D4, implica redução de riscos em D6." "Outro fator importante é o adequado mapeamento de interferência da obra com redes de utilidades, tais como adutoras, redes de energia elétrica, redes de esgoto, redes de telefonia, etc."
D7		"Resultando em baixa qualidade do projeto, possível aumento de prazo e custo."	"Tratar os riscos de D2, D3 e D4 certamente implicará em redução dos riscos de D7." "Reforça a importância da qualificação da equipe citada no D1."
D8			"Tratar os riscos de D2, D3 e D4 certamente implicará em redução dos riscos de D8." "Preferencialmente as obras devem adotar, por exemplo, um "Plano de Gestão Integrada" , que atenda todos os requisitos, que seja do Cliente, como da própria Empresa e demais partes interessadas, incluindo aqueles regulamentares e legais."
D9		"Caso não seja possível a obtenção das licenças necessárias, provavelmente será necessário revisar os projetos, mudar o local , etc."	"Tratar os riscos em D1, D2 e D4 certamente implicará em redução dos riscos em D9." "Empreendimentos podem precisar de contratação de escopo específico para aprovações ."

APÊNDICE D – Comentários e Contribuições dos Especialistas (continuação)

CÓD.	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	CONTROLE
D10			"Tratando o risco de D3 haverá redução do risco em D10." "Conforme já comentado acima, se faz necessário estabelecer prazos adequados para elaboração de projetos de engenharia."
C1		"Pode acarretar em retrabalhos, atrasos na entrega da obra, serviços mal executados , etc."	" Avaliar portfólio, corpo técnico e saúde financeira das construtoras deveriam ser requisitos de todas as concorrências."
C2		"No caso da deficiência de mão de obra qualificada ou até de indisponibilidade de mão de obra, pode impactar na execução da obra como atrasos, retrabalhos, acidentes , etc."	"Devido à informalidade na qualificação da mão de obra, muitas vezes é difícil mensurar a qualidade da mesma antes de um período probatório ."
C3		"Avaliar que a disponibilidade de materiais pode também representar riscos para certificações de qualidade e de sustentabilidade que exigem comprovações de desempenhos específicos." "A logística de materiais deve ser levada em consideração ao local da obra, pois pode ser um local muito remoto e o custo de aquisição e entrega de materiais pode elevar, ou então os materiais locais podem não ser da qualidade necessária gerando um risco de acidente, retrabalho , na obra."	"O detalhamento adequado de soluções de projeto, incluindo verificação prévia da disponibilidade e qualidade dos materiais na região , pode minimizar este fator." "A questão da qualidade dos materiais deve estar contemplada no Sistema de Gestão da Obra que deve contar com o setor de " Controle da Qualidade ", com objetivo de eliminar riscos inerentes aos materiais."
C4		"A logística de equipamentos deve ser levada em consideração ao local da obra, pois pode ser um local muito remoto e o custo de aquisição e entrega pode elevar ou até inviabilizar a obra ."	"O detalhamento adequado de soluções de projeto, incluindo verificação prévia da disponibilidade de equipamentos na região , pode minimizar este fator."
C5		"Pode impactar no andamento da obra pois podem ocorrer atrasos, acidentes ."	"Este problema está muito relacionado aos processos de gestão empregados pela contratada. Minimizando risco em C1, reduzirá o risco em C5 ."
C6	"Este problema está muito relacionado aos processos de gestão empregados pela contratada. Minimizando risco em C1 , reduzirá o risco em C6."		"Quando a condição já for conhecida (reforma em área ocupada) o projeto deve ser pensado para busca soluções otimizadas, se possível priorizando opções mais limpas e pré-fabricadas. Alinhar cronograma de execução com os períodos disponíveis para entrega de materiais e execução dos serviços ."

APÊNDICE D – Comentários e Contribuições dos Especialistas (continuação)

CÓD.	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	CONTROLE
C7	"São fatores que podem acarretar riscos principalmente quando não se tem mão de obra qualificada. " "Pode até inviabilizar um empreendimento, pelo custo alto , pela falta de mão de obra qualificada necessária, pela falta de disponibilidade de materiais e equipamentos ou pelo alto custo de aquisição destes."		" Minimizando risco em C2 e C4 , reduzir-se-á o risco em C7." "Obras que querem aplicar novas tecnologias tem altíssima exposição ao risco, convém passar pelo processo de protótipos e testes , quando possível. Avaliar risco de disponibilidade de fornecedores (matéria prima e execução), mão de obra para manutenções, reposições de peças."
C8	"A baixa inovação é uma característica marcante na indústria da construção civil. Existe uma resistência muito grande à tecnologias modernas e uma dificuldade elevada de implementar tais tecnologia no canteiro de obras devido a baixa qualificação da mão de obra. "	"Métodos construtivos inadequados podem gerar RNC's (Relatório de Não Conformidade) em empresas que aderem a algum sistema de gestão da qualidade. E também podem fazer com que o produto não atinja a especificação de desempenho do projeto, podendo impactar inclusive na vida útil do projeto. "	"Este problema está muito relacionado aos processos de gestão empregados pela contratada. Minimizando risco em C1, reduzirá o risco em C8. "
C9	"Porém, acredito que deveria ser considerada a componente de risco causada pela falta de fiscalização por parte do contratante. "	"As falhas construtivas ocorrem, porém é importante ter um controle e fiscalização para que isso não gere um problema maior no futuro, gerando retrabalhos e/ou acidentes. "	"Este problema está muito relacionado aos processos de gestão empregados pela contratada. Minimizando risco em C1, reduzirá o risco em C9. "
C10	"Problema sério, tendo em vista o alto índice de terceirização atual. "	"Alerta ao risco (de) processos trabalhistas, enquadramentos fiscais inadequados (problema com ISS/ CNO), bitributação." "Pode gerar falha de comunicação, retrabalhos e desperdícios caso haja um problema de gestão."	"Este problema está muito relacionado aos processos de gestão empregados pela contratada. Minimizando risco em C1, reduzirá o risco em C10. "
C11	"Porém, acredito que deveria ser considerada a componente de risco causada pela falta de fiscalização por parte do contratante. "		"Este problema está muito relacionado aos processos de gestão empregados pela contratada. Minimizando risco em C1, reduzirá o risco em C11. "
C12		" Risco aumenta se empreendimento/ cliente possuir área ESG ou pretender selo de certificação de sustentabilidade (Ex. LEED). "	"O detalhamento adequado de soluções de projeto, incluindo especificação prévia desses controles pode minimizar o risco em C12."

APÊNDICE D – Comentários e Contribuições dos Especialistas (continuação)

CÓD.	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	CONTROLE
G1		<p>"A pouca experiência ou falta de qualificação tanto do coordenador quanto da equipe de gestão pode impactar no andamento do projeto pois os dados de gestão, indicadores, etc, serão precários ou inexistentes e poderão não antever um problema nem suportar uma tomada de decisão necessária."</p> <p>"A falta de experiência em gestão e falta de estrutura organizacional pode aumentar a exposição aos riscos, seja por não conseguirem identificar e tomar plano de ação a tempo de mitigar os impactos, seja porque não conseguem eleger a pessoa responsável pela tomada de decisões."</p>	
G2		<p>"Estudos de viabilidade deficientes poderão impactar no nível de gestão porém principalmente no nível de projeto (design) e de execução da obra, tornando inviável a execução do projeto ou sendo necessário retrabalhos e custos adicionais."</p> <p>"A deficiência em tais estudos pode impactar em prejuízos que vão além do custo e prazo. No caso de ocorrer um desrespeito às leis, não obtenção de licenças ou sinistro ambiental, o empreendimento pode não ser comercializado e o prejuízo à imagem das empresas envolvidas pode afetar outros negócios."</p>	
G3		<p>"O impacto maior é no nível contratual para as empresas contratadas, pois havendo uma aceitação e acordo contratual, uma vez não previstos tais riscos, pode haver um prejuízo financeiro/ônus para a empresa contratada. Na visão do empreendimento pode ocorrer atrasos, não entrega do mesmo, dependendo do quanto a empresa contratada será impactada por tais fatores."</p>	
G4		<p>"A entrega do empreendimento poderá ser impactada caso as contratações não ocorram em tempo hábil."</p>	<p>"Realizar pré-qualificação/ homologação das empresas que vão participar da concorrência pode ajudar a uma equalização de propostas."</p>
G6	<p>"O impacto desses itens poderá ser maior caso haja uma gestão ineficiente e não estruturada para o empreendimento."</p>		

APÊNDICE D – Comentários e Contribuições dos Especialistas (conclusão)

CÓD.	CAUSA	CONSEQUÊNCIA	CONTROLE
G10		"Financiamento e seguros devem ser obtidos anteriormente à contratação. Já atrasos nos pagamentos pode comprometer o andamento dos serviços , acarretando riscos ao negócio."	
G11		"A obra deve ser iniciada após a obtenção de todas as licenças. Por sua vez a identificação de sítios arqueológicos no decorrer dos trabalhos, principalmente em obras subterrâneas, certamente acarretará atrasos e, consequentemente, riscos ao negócio. "	
E1			"Em contratos relativamente antigos, em época em que a inflação alcançava níveis muito altos, era previsto o Reajuste Analítico de Preços (item a item) com o objetivo de se corrigir distorções pontuais. Isto é, através das variações de preço para cada item, calculava-se um fator que corrigia o Índice de Reajustamento global do contrato. Comumente, na época, designado por "Fator K"."
E4			"Os contratos devem conter cláusula que permita o realinhamento de preços em função de alteração de tributos. Normalmente em obras públicas isso está previsto."
E6		"Pode representar escassez de materiais, mão de obra e equipamentos, bem como dificuldades para subcontratação de serviços. "	
P2			"Hoje empresas altamente qualificadas têm seu "compliance" , de forma que esses fatores não devem ocorrer no âmbito de suas obras."

Fonte: Autor.

Nota: Nas transcrições, negrito nosso.

APÊNDICE E – Sugestões de Alteração da EAR (continua)

Nº SUG.	FATOR	ICR _t	REDAÇÃO ORIGINAL	SUGESTÃO DO PARTICIPANTE	PROPOSTA DE SOLUÇÃO
1	D1	93%	"D1 - Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto, incluindo deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.)".	"experiência da equipe poderia ser um fator e deficiências na gestão do processo de projeto seria outro fator. O primeiro associado à equipe atual propriamente dita e o segundo poderia ser dito da projetista que pode deter ou não o ativo organizacional referente aos processos de gestão de projeto."	Subdividir D1 em dois fatores: "D1 - Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto" e "D2 - Deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.); e renumerar os demais fatores.
2	D2	95%	"D2 - Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo."	"a definição dos requisitos faz parte da definição do escopo. Se for assim fica estranho falar problemas na definição do escopo como algo a complementar ao "programa de necessidades" para o empreendimento. Se fosse ao contrário seria melhor, por ex: "problemas de definição do escopo inclusive deficiência na definição dos requisitos" "acrescentar os seguintes fatores de risco: Coleta de requisitos do cliente deficiente por parte do fornecedor com possibilidade de interpretação equivocada"	Alterar a nomenclatura do fator D2: "D2 - Problemas na definição do escopo, incluindo informações incompletas e coleta de requisitos deficiente"
3	D9 e G11	84,1% e 90,9%	"D9 - Dificuldades na aprovação do projeto para obtenção de licenças (ex. elevado impacto ambiental, inexperiência dos profissionais com o código de obras ou o tipo de empreendimento)" e "G11 - Dificuldades na obtenção de licenças: ambiental (ex. regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serv. públ., corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico)"	"alguns fatores não me parecem totalmente independentes entre si, razão pela qual recomendo identificar o mais representativo e excluir os demais para reduzir o tamanho da lista de fatores"	Consolidar D9 e G11 na redação do Fator D9 e excluir G11: "D9 - Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental (ex. elevado impacto ambiental, regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serviços públicos, corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico, imóvel tombado)"

APÊNDICE E – Sugestões de Alteração da EAR (continuação)

Nº SUG.	FATOR	ICR _f	REDAÇÃO ORIGINAL	SUGESTÃO DO PARTICIPANTE	PROPOSTA DE SOLUÇÃO
4	C3	91%	"C3 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios"	"[...] considero como um fator de risco relevante, e que deve ser considerado na fase planejamento de execução da obra, a Logística de Transportes de Insumos e Equipamentos para o local da obra, principalmente quando falamos do modal fluvial para lugares de difícil acesso [...]" "sugestão de acrescentar: logística de materiais e equipamentos para obras em locais remotos, problemas alfandegários (na aquisição de equipamentos oriundos do exterior)"	Incluir a questão indicada na redação do fator C3: "C3 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo desperdícios e dificuldades logísticas de transporte"
5	C4	89%	"C4 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos"	"[...] considero como um fator de risco relevante, e que deve ser considerado na fase planejamento de execução da obra, a Logística de Transportes de Insumos e Equipamentos para o local da obra, principalmente quando falamos do modal fluvial para lugares de difícil acesso [...]" "sugestão de acrescentar: logística de materiais e equipamentos para obras em locais remotos, problemas alfandegários (na aquisição de equipamentos oriundos do exterior)"	Incluir a questão indicada na redação do fator C4: "C4 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários (equipamentos importados)"

APÊNDICE E – Sugestões de Alteração da EAR (continuação)

Nº SUG.	FATOR	ICR _t	REDAÇÃO ORIGINAL	SUGESTÃO DO PARTICIPANTE	PROPOSTA DE SOLUÇÃO
6	C6	89%	"C6 - Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho ou utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada)"	"Como sugestão para análise: [...] 3. Desconhecimento das regras/normas internas ou rotinas específicas (ex: empresas atuando para Órgãos Gov, dentro de quartéis, sujeitos a horários e controle de acesso diferenciados)"	Incluir a questão indicada na redação do fator C6: "C6 - Problemas na aplicabilidade do plano de ataque, incluindo períodos descontínuos de trabalho, utilização do local durante a obra pelo empreendedor (ex. reforma ou construção em área ocupada) ou desconhecimento das normas e rotinas internas (ex: empresas atuando para órgãos públicos sujeitos a horários e controle de acesso diferenciados)"
7	G2	95%	"G2 - Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes"	"Outro ponto, é a gestão estar atenta também aos custos de manutenção do ativo para projeção de OPEX. Exemplo: prédio com fachada de vidro que precisa de limpeza com rapel negativo."	Incluir a questão indicada na redação do fator G2: "G2 - Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes, incluindo falta de atenção quanto aos custos de operação do empreendimento"
8	G4	82%	"G4 - Problemas na seleção dos contratados (ex. lentidão, burocracia, impugnações), incluindo baixa atratividade de concorrentes ou participação de empresas menos qualificadas"	"sugestão de acrescentar: contratação de empresas estrangeiras (problemas culturais, idiomas, tropicalização de projetos, falta de conhecimento das normas brasileiras, processos, etc)"	Incluir a questão indicada na redação do fator G4: "G4 - Problemas na seleção dos contratados (ex. lentidão, burocracia, impugnações), incluindo baixa atratividade de concorrentes, participação de empresas menos qualificadas e participação de empresas estrangeiras (problemas culturais, idiomas, tropicalização de projetos, falta de conhecimento das normas brasileiras, processos, etc)"

APÊNDICE E – Sugestões de Alteração da EAR (conclusão)

Nº SUG.	FATOR	ICR _t	REDAÇÃO ORIGINAL	SUGESTÃO DO PARTICIPANTE	PROPOSTA DE SOLUÇÃO
9	G5	98%	"G5 - Comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, incluindo conflitos e disputas"	"acrescentar [...]: Processos de gestão de stakeholders deficiente, em suas diferentes etapas, seja na identificação das partes interessadas, engajamento e monitoramento e controle do engajamento"	Alterar a redação do fator G5: "G5 - Problemas na gestão de partes interessadas (identificação, engajamento e monitoramento e controle do engajamento), incluindo comunicação e coordenação entre as partes interessadas deficiente, conflitos e disputas"
10	G8	95%	"G8 - Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato e na fiscalização dos serviços"	"Penso que talvez a Gestão também tenha que olhar questões externas que podem impactar aquisições de materiais. Exemplo: recentemente os prazos de entrega de aço estavam tão demorados que o detalhamento de armação teve que ser antecipado para não atrasar etapas da obra. Ou foram adotadas estratégias de comprar antecipadamente determinado volume de aço e negociar o prazo para envio dos projetos de armação e entrega do aço em obra."	Incluir a questão indicada na redação do Fator G8: "G8 - Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato, no cumprimento das condições de entrega e na fiscalização dos serviços"; e inserir como tratamento "Implementar estratégias para mitigar problemas no fornecimento de insumos"
11	E5 e E6	88,6% e 79,5%	"E5 - Mudanças nas demandas do mercado" e "E6 - Cenário de mercado aquecido (elevada competitividade)"	"O fator E6 me parece estar dentro do E5, portanto, E6 poderia ser suprimido."	Excluir o Fator E6 e alterar a redação do Fator E5: "E5 - Mudanças nas demandas do mercado, incluindo cenário de mercado aquecido (elevada competitividade)".
12	P4 e P5	81,8% e 84,1%	"P4 - Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável ou desordem civil" e "P5 - Greves gerais (da categoria)"	"P5 poderia estar dentro de P4."	Excluir o Fator P5 e alterar a redação do Fator P4: "P4 - Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável, desordem civil ou greves gerais da categoria".

Fonte: Autor.

APÊNDICE F – Pesos Normalizados dos Fatores de Risco

CÓDIGO	FATOR DE RISCO	W_{fic}	W_f
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,148	0,044
D2	Programa de necessidades deficiente	0,138	0,041
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,138	0,041
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,252	0,039
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	0,153	0,036
E5	Mudanças nas demandas do mercado	0,230	0,036
D3	Prazo de projeto apertado	0,119	0,035
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,168	0,034
E2	Flutuação da taxa de juros	0,215	0,033
D7	Projeto deficiente ou incompleto	0,111	0,033
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,146	0,029
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,143	0,029
D5	Mudanças de projeto	0,096	0,029
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,096	0,029
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,138	0,028
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,108	0,026
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais	0,103	0,024
C9	Falhas construtivas	0,103	0,024
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores	0,091	0,022
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	0,088	0,021
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades	0,069	0,020
G5	Problemas na gestão de partes interessadas	0,099	0,020
E3	Flutuação da taxa de câmbio	0,119	0,018
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque	0,076	0,018
P1	Instabilidade política	0,185	0,018
P7	Disputas e ações judiciais externas	0,169	0,016
E6	Elevada competitividade entre agentes do setor	0,104	0,016
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos	0,066	0,016
P6	Alterações na legislação e regulamentos	0,159	0,015
C7	Complexidade do empreendimento	0,062	0,015
G4	Problemas na seleção dos contratados	0,072	0,014
C5	Disfunções logísticas no canteiro	0,059	0,014
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	0,047	0,014
G8	Acompanhamento e controle deficientes	0,069	0,014
G9	Dificuldade na liberação do local da obra	0,069	0,014
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	0,143	0,014
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho	0,057	0,014
P5	Greves gerais (da categoria)	0,132	0,013
E4	Majoração da carga tributária	0,081	0,013
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados	0,059	0,012
P4	Instabilidade social	0,122	0,012
D9	Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças	0,037	0,011
P2	Corrupção/suborno	0,090	0,009
C12	Impactos ambientais sem controle adequado	0,035	0,008
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis	0,556	0,008
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor	0,037	0,007
N1	Clima adverso imprevisível	0,444	0,007

Fonte: Autor.

APÊNDICE G – Índice de Impacto dos Fatores de Risco

CÓDIGO	FATOR DE RISCO	If	POSIÇÃO
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis	0,891	1
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	0,855	2
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,855	3
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,836	4
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,818	6
C9	Falhas construtivas	0,818	5
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,800	7
D2	Programa de necessidades deficiente	0,800	8
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,800	9
D7	Projeto deficiente ou incompleto	0,782	10
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,782	11
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,782	12
D5	Mudanças de projeto	0,764	13
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	0,745	14
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,727	16
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais	0,727	17
P7	Disputas e ações judiciais externas	0,727	15
G8	Acompanhamento e controle deficientes	0,727	18
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,709	20
P1	Instabilidade política, incluindo mudanças nas políticas governamentais	0,709	21
P6	Alterações na legislação e regulamentos	0,709	22
G4	Problemas na seleção dos contratados	0,709	24
D9	Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental	0,709	23
N1	Clima adverso imprevisível	0,709	19
E5	Mudanças nas demandas do mercado, incluindo previsões inadequadas	0,691	25
G5	Problemas na gestão de partes interessadas	0,691	27
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho	0,691	26
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	0,673	28
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados	0,673	29
D3	Prazo de projeto apertado	0,655	34
E2	Flutuação da taxa de juros	0,655	30
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores	0,655	35
E3	Flutuação da taxa de câmbio	0,655	31
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque	0,655	37
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos	0,655	38
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	0,655	33
G9	Dificuldade na liberação do local da obra	0,655	39
P2	Corrupção/suborno	0,655	32
C12	Impactos ambientais sem controle adequado	0,655	36
E6	Elevada competitividade entre agentes do setor	0,636	40
C7	Complexidade do empreendimento	0,636	42
P4	Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável ou desordem civil	0,636	41
C5	Disfunções logísticas no canteiro	0,618	44
P5	Greves gerais (da categoria)	0,618	43
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor	0,582	45
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades	0,564	46
E4	Majoração da carga tributária	0,564	47

Fonte: Autor.

APÊNDICE H – Índice de Probabilidade dos Fatores de Risco

CÓDIGO	FATOR DE RISCO	Pf	POSIÇÃO
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,840	1
D5	Mudanças de projeto	0,840	2
D3	Prazo de projeto apertado	0,840	3
D2	Programa de necessidades deficiente	0,800	4
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	0,780	5
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,760	6
G5	Problemas na gestão de partes interessadas	0,760	7
E3	Flutuação da taxa de câmbio	0,760	8
E2	Flutuação da taxa de juros	0,740	9
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,720	10
C9	Falhas construtivas	0,720	11
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,720	12
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,720	13
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	0,720	14
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,700	15
G8	Acompanhamento e controle deficientes	0,700	16
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores	0,700	17
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,680	18
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,680	19
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,680	20
E6	Elevada competitividade entre agentes do setor	0,680	21
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	0,660	22
D7	Projeto deficiente ou incompleto	0,660	23
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais	0,660	24
G4	Problemas na seleção dos contratados	0,660	25
G9	Dificuldade na liberação do local da obra	0,660	26
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor	0,660	27
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque	0,640	28
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos	0,640	29
P2	Corrupção/suborno	0,640	30
P1	Instabilidade política, incluindo mudanças nas políticas governamentais	0,620	31
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	0,600	32
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho	0,600	33
C5	Disfunções logísticas no canteiro	0,600	34
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades	0,600	35
D9	Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental	0,580	36
N1	Clima adverso imprevisível	0,580	37
C7	Complexidade do empreendimento	0,580	38
E4	Majoração da carga tributária	0,560	39
P6	Alterações na legislação e regulamentos	0,520	40
E5	Mudanças nas demandas do mercado, incluindo previsões inadequadas	0,500	41
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados (fluxo de caixa)	0,500	42
C12	Impactos ambientais sem controle adequado	0,500	43
P5	Greves gerais (da categoria)	0,480	44
P7	Disputas e ações judiciais externas	0,420	45
P4	Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável ou desordem civil	0,400	46
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis	0,380	47

Fonte: Autor.

APÊNDICE I – Nível de Risco dos Fatores de Risco

CÓD	FATOR DE RISCO	<i>If x Pf</i>	POS
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	0,687	1
D5	Mudanças de projeto	0,641	2
D2	Programa de necessidades deficiente	0,640	3
D4	Levantamentos preliminares deficientes	0,602	4
G2	Estudos de viabilidade deficientes	0,598	5
C9	Falhas construtivas	0,589	6
G3	Planejamento inadequado do empreendimento	0,576	7
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	0,564	8
D3	Prazo de projeto apertado	0,550	9
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	0,544	10
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	0,539	11
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes	0,532	12
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/equipe de gestão do empreendimento	0,532	13
G5	Problemas na gestão de partes interessadas	0,525	14
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	0,524	15
D7	Projeto deficiente ou incompleto	0,516	16
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	0,511	17
G8	Acompanhamento e controle deficientes	0,509	18
E3	Flutuação da taxa de câmbio	0,497	19
E2	Flutuação da taxa de juros	0,484	20
P3	Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	0,484	21
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais	0,480	22
G4	Problemas na seleção dos contratados	0,468	23
C10	Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores	0,458	24
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	0,447	25
P1	Instabilidade política, incluindo mudanças nas políticas governamentais	0,440	26
E6	Elevada competitividade entre agentes do setor	0,433	27
G9	Dificuldade na liberação do local da obra	0,432	28
C6	Problemas na aplicabilidade do plano de ataque	0,419	29
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos	0,419	30
P2	Corrupção/suborno	0,419	31
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho	0,415	32
D9	Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental	0,411	33
N1	Clima adverso imprevisível	0,411	34
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor	0,384	35
C5	Disfunções logísticas no canteiro	0,371	36
C7	Complexidade do empreendimento	0,369	37
P6	Alterações na legislação e regulamentos	0,369	38
E5	Mudanças nas demandas do mercado, incluindo previsões inadequadas	0,345	39
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis	0,339	40
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades	0,338	41
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados (fluxo de caixa)	0,336	42
C12	Impactos ambientais sem controle adequado	0,327	43
E4	Majoração da carga tributária	0,316	44
P7	Disputas e ações judiciais externas	0,305	45
P5	Greves gerais (da categoria)	0,297	46
P4	Instabilidade social, incluindo revolta popular incontrolável ou desordem civil	0,255	47

Fonte: Autor.

APÊNDICE J – Principais Contribuições para Caracterização e Controle dos Riscos (continua)

CÓD	FATOR DE RISCO	COMENTÁRIO(S)	CONTRIBUIÇÕES
D1	Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto, incluindo deficiências na gestão do processo de projeto (ex. processo não padronizado, falta de modelos de documentos de apoio como checklists, termo de abertura, caderno de necessidades etc.)	<p>1) "Controle: capacitação da equipe"</p> <p>2) "Equipes deveriam fomentar mais a troca de lições aprendidas e <i>feedbacks</i> (...) O treinamento de novos membros teve maior eficácia quando trabalhando no mesmo ambiente (trabalho remoto funcionou bem para quem já estava familiarizado com os processos)."</p> <p>3) "Uma forma de prevenir o problema seria fazer treinamentos rápidos com o projetista (...) colocar um projetista experiente para tutorear o novato na elaboração de um novo projeto e colocar à disposição do novato um banco de projetos para consulta e verificação do que já deu certo."</p>	<p>Controle:</p> <p>1) Capacitar profissionais;</p> <p>2) Fomentar processos de "lições aprendidas";</p> <p>3) Desenvolver e disponibilizar banco de projetos;</p> <p>4) Designar tutor para acompanhar trabalho de profissionais menos experientes</p>
D2	Programa de necessidades deficiente, incluindo informações incompletas e problemas na definição de escopo	<p>1) "O investidor também deveria ser provocado a responder qual é o <i>driver</i> mais importante do projeto "custo, prazo ou qualidade". Óbvio que sempre querem a melhor qualidade, no menor custo e menor prazo, mas em alguns casos, o investidor já cálculo o teto da viabilidade ou o produto tem que ficar pronto em um prazo determinado, e é muito desgastante quando o desenvolvimento do projeto não nasce com o direcionamento correto, o projeto executivo é orçado e não passa no orçamento de viabilidade precisa-se fazer reengenharia e perde-se mais tempo e dinheiro."</p> <p>2) "Em relação aos Controles concordo, sendo entretanto necessária a etapa de execução do processo de coleta de requisitos, que é o que alimentará os demais controles."</p>	<p>Controle:</p> <p>1) Obter definição do empreendedor sobre o "driver" mais importante do empreendimento (custo, prazo ou qualidade);</p> <p>2) Implementar processo de coleta, confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, Estimativa de Custos Preliminar, Termos de Abertura, Modificação e Encerramento de Projeto etc.) com envolvimento das partes interessadas (Redação anterior: Elaborar check-list com os requisitos e necessidades a ser atendidos no projeto e submeter à apreciação do empreendedor)</p>
D3	Prazo de projeto apertado	"Em relação às causas concordo, contudo há outras causas além do domínio do planejamento, por exemplo, datas políticas ou inserção em um contexto de um projeto maior."	Causa: Previsão de entrega com base em fatores além do planejamento, por exemplo, questões políticas, de marketing, ligação com outros projetos
D4	Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental) deficientes	"Sugiro acrescentar nos levantamentos preliminares: acesso à via pública e acesso às concessionárias (água, esgoto, energia, gás, internet), área de inundação, necessidade de faixa de servidão com vizinhos, necessidade de licença de manejo ambiental para início dos trabalhos. Também poderia abordar itens de "infraestrutura": se há vias de acesso pavimentada, necessidade de benfeitorias ou contrapartidas, ponto de ônibus, serviço de coleta de lixo, correio etc. Não deixar de lado questões legais locais (COE, IT's de Bombeiro) e questões mercadológicas e culturais locais."	Alteração do Fator D4: Levantamentos preliminares (geotécnico, topográfico, de instalações existentes e ambiental, incluindo acesso viário e redes de serviços públicos) deficientes
D5	Mudanças de projeto (ex. alterações de escopo, interesses e requisitos, revisões de projeto decorrentes de deficiências ou exigências do licenciamento)	"Controles: Importante manter nas obras a figura do ATO (Assistente Técnico de Obra), cuja finalidade é agilizar as soluções para a necessidades de adequações ou alterações de projeto."	Controle: Designar e manter na obra equipe de Assistência Técnica de Obras (ATO), a fim de agilizar soluções para as adequações de projeto
D6	Erros por incertezas normais de projeto, devido a imprevisibilidades nas condições geotécnicas (ex. matações), hidrológicas ou de instalações e infraestruturas existentes	"Se o erro é por incertezas normais de projeto, não vejo porque a qualificação da equipe será uma medida de controle."	Controle transferido para D4: Realizar campanhas de investigação geotécnica e hidrológica bem elaboradas e aprovadas por profissionais qualificados

APÊNDICE J – Principais Contribuições para Caracterização e Controle dos Riscos (continuação)

CÓD	FATOR DE RISCO	COMENTÁRIO(S)	CONTRIBUIÇÕES
D7	Projeto deficiente ou incompleto (ex. problemas de compatibilização entre disciplinas, detalhamento insuficiente, soluções inadequadas, especificações deficientes, omissão de serviços)	"No controle, antes de contratar a equipe qualificada, seria fazer um filtro dos fornecedores adequados para o tipo de empreendimento para uma concorrência que possa ser equalizada, analisando as experiências anteriores e não ser uma contratação só pelo critério 'mais barato'."	Controle: Contratar equipe qualificada estabelecendo requisitos mínimos
D8	Orçamentação e planejamento da obra deficientes (ex. erros na quantificação ou precificação, cronograma impreciso ou inadequado)	"Como controle, o uso de premissas IPD, como o envolvimento antecipado da construtora poderia mitigar este risco."	Controle (Para D7 também; Premissa do IPD): Se possível, envolver antecipadamente a construtora nas definições de projeto, orçamento e planejamento
D9	Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças: ambiental (ex. elevado impacto ambiental, regras ambientais rígidas), secretaria de urbanismo (ex. não familiaridade com o código de obras), concessionárias de serviços públicos, corpo de bombeiros (ex. burocracia), patrimônio histórico (ex. sítio arqueológico, imóvel tombado)	"Em relação aos Controles, concordo, faltando a meu ver a implantação de um sistema de coleta de requisitos amplo que garanta contemplar todos os requisitos para aprovação do projeto."	Controle: Implementar processo de coleta, confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, Estimativa de Custos Preliminar, Termos de Abertura, Modificação e Encerramento de Projeto etc.) com envolvimento das partes interessadas
D10	Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	1) "Acrescentaria nas Causas "Falta de Gestão dos Cronograma de Projetos" 2) "Causa: processo de gestão e controle de projetos deficiente" 3) "Em relação às causas concordo, contudo poderia acrescentar falha no planejamento e falha no monitoramento e controle de prazos no processo de elaboração de projetos."	Causa: Falta de gestão do processo de projeto Controle: Gerenciar o processo de projeto, com ênfase no acompanhamento do cronograma
C1	Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	1) "Consequência: "Desestímulo à inovação". 2) "Em relação aos Controles concordo, mas ao invés de "reforçar cautela" sugiro explicitar/aprimorar requisitos de contratação e aprimorar procedimentos de contratação."	Consequência: Desestímulo à inovação Controle: Reforçar cautela na seleção da construtora (requisitos de qualificação técnica e operacional)
C2	Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra, incluindo conflitos trabalhistas locais	1) "Controle: mapeamento prévio de disponibilidade de mão de obra, deslocar mão de obra de outras regiões" 2) "Em relação aos Controles concordo mas poderia implementar procedimento de verificação da possibilidade de revisão de método construtivo em vista da qualificação da mão de obra necessária."	Controles: 1) Realizar o mapeamento prévio da mão de obra local; 2) Deslocar mão de obra de outras regiões; 3) Se possível, revisar método construtivo em vista da qualificação da mão de obra necessária

APÊNDICE J – Principais Contribuições para Caracterização e Controle dos Riscos (continuação)

CÓD	FATOR DE RISCO	COMENTÁRIO(S)	CONTRIBUIÇÕES
C3	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários (materiais importados)	"Estabelecer dentro do projeto as regras para aquisição de materiais importados (encomendar gerador de energia com meses de antecedência, % de sinal que pode ser adiantado à empresa para encomendar o gerador, etc)."	Controle: Estabelecer cronograma detalhado e integrado para controle de entrega de materiais e solicitação antecipada, incluindo pagamento de parcela do valor após a encomenda
C4	Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos, incluindo dificuldades logísticas de transporte e problemas alfandegários (equipamentos importados)	"Em obras com construção "off site" é fundamental validar todo o trajeto do transporte, pois pode alterar as dimensões de peças do projeto."	Controle: Validar o trajeto de peças construídas fora do canteiro
C5	Disfunções logísticas no canteiro, incluindo tráfego de pessoas e veículos e falhas de manutenção e operação no canteiro	"Controle: implementar planejamento de layout com foco em logística e em metodologias específicas como Lean, 5S."	Controle: Implementar planejamento de layout do canteiro, com foco em logística e em metodologias específicas como Lean, 5S
C7	Complexidade do empreendimento, incluindo padrão muito alto de qualidade e novas tecnologias	"Em relação aos Controles concordo, mas incluiria atenção especial para atuação de equipe de ATO, treinamentos e monitoramento de eficácia e eficiência."	Controle: 1) Designar e manter equipe de ATO; 2) Treinar mão de obra para a implementação de novas tecnologias
C8	Métodos construtivos inadequados ou obsoletos, incluindo falta de capacidade de inovação	"Em relação aos Controles concordo mas especificaria a questão da cautela na seleção da construtora explicitando o aprimoramento dos requisitos e do processo de contratação."	Controle: Reforçar cautela na seleção da construtora (requisitos de qualificação técnica e operacional)
C11	Problemas com a segurança e saúde do trabalho, incluindo condições de segurança complicadas devido à natureza e local da obra (encostas, represas, trabalho noturno etc.) e planos deficientes	"Sugestão de controle: programa de educação dos funcionários quanto a importância com a segurança no trabalho, pois não construção civil é muito comum ter EPI disponível e o funcionário não utilizar."	Controle: Implementar programa de educação e conscientização da mão de obra sobre importância do EPI
G1	Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador / equipe de gestão do empreendimento, incluindo estrutura organizacional inapropriada	"Em relação às consequências concordo, mas a consequência mais imediata é falha na coordenação da atuação da equipe e no planejamento e controle da execução do escopo, relacionamento com stakeholders e comunicação."	Consequência: Problemas na gestão das partes interessadas, comunicação e coordenação (G5)
G2	Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico e ambiental) deficientes	"Envolvimento de especialistas em diferentes áreas nas fases iniciais."	Controle: Envolver especialistas em diferentes áreas para elaborar os estudos

APÊNDICE J – Principais Contribuições para Caracterização e Controle dos Riscos (continuação)

CÓD	FATOR DE RISCO	COMENTÁRIO(S)	CONTRIBUIÇÕES
G3	Planejamento inadequado do empreendimento, incluindo modalidade da licitação (ex. EPG em reforma), falhas nas condições contratuais (ex. sistema de medição, compartilhamento de riscos) e subestimação de prazos e custos	"Em relação aos Controles concordo acrescentando garantir melhores estimativas de prazo e custos considerando folgas até que se tenha um maior detalhamento do cronograma."	Controle: Empregar folgas nas estimativas de custos e prazo quando houver muitas indefinições
G5	Problemas na gestão de partes interessadas (identificação, engajamento e monitoramento e controle do engajamento), incluindo comunicação e coordenação deficientes, conflitos e disputas	"definição claras de responsabilidades (uso de matriz RACI), realizar reuniões de alinhamento com pontos focais para apresentar riscos e ações com nomeação dos responsáveis."	Controle: 1) Definir claramente as responsabilidades (matriz RACI); 2) Realizar reuniões de alinhamento com pontos focais para apresentar riscos e ações com nomeação dos responsáveis.
G6	Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	"Sugestão de controle: Realizar simulação construtiva para confirmar o cronograma da obra."	Controle: Realizar simulação construtiva para confirmar o cronograma da obra (BIM 4D)
G7	Burocracia excessiva por parte do empreendedor, incluindo lentidão nas tomadas de decisão, aprovação de projetos, aceitação de serviços e aprovação de aditivos	"Controles: Muito importante é manter na obra um setor que cuide unica e exclusivamente da Administração Contratual."	Controle: Manter na obra setor dedicado à administração do contrato
G8	Acompanhamento e controle deficientes, incluindo problemas na gestão do contrato e na fiscalização dos serviços	"Em relação às causas concordo, mas inclusive falta de uma sistemática de fiscalização bem planejada, estruturada e controlada."	Causa: Falta de sistemática de fiscalização bem planejada, estruturada e controlada
G9	Dificuldade na liberação do local da obra, incluindo atraso na aquisição de terrenos e propriedades ou nas desapropriações de imóveis ou servidão de passagem (obras públicas)	"A fase de estudos preliminares/viabilidade do empreendimento deve conter a análise da questão patrimonial para que se evite óbices à implantação do empreendimento."	Causa: Estudos de viabilidade deficientes (G2) Controle: Abordar questões patrimoniais nos estudos de viabilidade Alteração do Fator G2: Estudos de viabilidade (econômico-financeiro, jurídico, técnico, patrimonial e ambiental) deficientes
G10	Dificuldades na obtenção de financiamentos e seguros e no pagamento aos contratados (fluxo de caixa)	"Em relação às causas concordo acrescentando problemas devido a falha na coleta de requisitos para o financiamento."	Causa: Falha na coleta de requisitos para financiamento
E1	Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	"Sugestão de controle: Contratar empresa financeira para fazer operações de hedge."	Controle: Empregar derivativos financeiros (ex. contratos de opção de compra), para proteção contra flutuações nos preços
E3	Flutuação da taxa de câmbio	"Sugestão de controle: Contratar empresa financeira para fazer operações de hedge."	Controle: Empregar derivativos financeiros (ex. contratos de opção de compra), para proteção contra flutuações nos preços

APÊNDICE J – Principais Contribuições para Caracterização e Controle dos Riscos (conclusão)

CÓD	FATOR DE RISCO	COMENTÁRIO(S)	CONTRIBUIÇÕES
E6	Elevada competição entre agentes do setor, colocando qualidade e inovação em segundo plano	"causa: entidades de classe não fiscalizam como deveriam."	Causa: Falta de fiscalização de entidades de classe
P2	Corrupção/suborno	1) "Exigir que a empresa tenha área de governança pode não ser possível, pois restringe a competitividade. Mas a contratante pode implementar internamente políticas de Compliance, código de ética e transparência, a fim de evitar essas mazelas." 2) "Controle: implementar programa de compliance, solicitar que os fornecedores participem e tenham seu próprio programa de compliance, atribuir penalidades em contratos."	Controle: Implementar internamente políticas de Compliance, código de ética e transparência
N1	Clima adverso imprevisível	1) "Na fase de planejamento de execução, deve-se analisar/avaliar os períodos secos/chuvosos para a execução de cada etapa da obra" 2) "Inserir no projeto médias históricas a fim de facilitar à contratada e fiscalização situações que superem a média e facilitem justificativas de eventuais modificações e aditivos."	Controle: 1) Contemplar nos estudos preliminares e no cronograma da obra os períodos chuvosos e secos; 2) Inserir no projeto médias históricas do clima, a fim de apoiar análises sobre aplicação de aditivo
N2	Fenômenos naturais imprevisíveis (desastres, terremotos, inundações, incêndios, geada etc.)	"Controle: definir plano de controle e de contingência."	Controle: Elaborar plano de controle e de contingência de desastres

Fonte: Autor.

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continua)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
D1	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência/qualificação em gestão por parte da projetista (G1); Problemas na seleção do projetista (G4); Elevada demanda do mercado (E6) 	<ul style="list-style-type: none"> Levantamentos preliminares deficientes (D4); Projeto deficiente ou incompleto (D7); Orçamentação e planejamento da obra deficientes (D8); Projetos descumprindo normas técnicas ou legislações; Dificuldades na aprovação do projeto (D9); Atrasos no projeto (D10); Custos imprevistos na obra 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar gestão da comunicação com as partes interessadas, principalmente, empreendedor; Implementar gestão do processo de projeto e desenvolver documentos de apoio a essa gestão (checklists, formulários etc.); Estabelecer processo de revisão do projeto; Contratar equipe qualificada estabelecendo requisitos mínimos; Capacitar profissionais; Fomentar processos de "lições aprendidas"; Desenvolver e disponibilizar banco de projetos; Designar tutor para acompanhar trabalho de profissionais menos experientes
D2	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência/qualificação da gestão (G1); Comunicação entre partes deficiente (G5); Indefinição por parte do empreendedor 	<ul style="list-style-type: none"> Não atendimento aos requisitos do empreendedor e demais partes interessadas; Mudanças de projeto (D5); Atrasos da obra; Custos imprevistos na obra; Conflitos e disputas (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar Declaração de Escopo com aprovação do empreendedor e outras partes interessadas; Elaborar check-list com os requisitos e necessidades a ser atendidos no projeto e submeter à apreciação do empreendedor na etapa de anteprojeto; Obter definição do empreendedor sobre o "driver" mais importante do empreendimento (custo, prazo ou qualidade); Implementar processo de coleta, confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, Estimativa de Custos Preliminar, Termos de Abertura, Modificação e Encerramento de Projeto etc.) com envolvimento das partes interessadas
D3	<ul style="list-style-type: none"> Planejamento inadequado do empreendimento (G3); Previsão de entrega com base em fatores além do planejamento, por exemplo, questões políticas, de marketing, ligação com outros projetos 	<ul style="list-style-type: none"> Levantamentos preliminares deficientes (D4); Projeto deficiente ou incompleto (D7); Orçamentação e planejamento da obra deficientes (D8); Atraso no projeto (D10); Custos imprevistos na obra; Adoção de soluções genéricas e desincentivo à inovação; Atrasos na obra por necessidade de corrigir deficiências de projeto 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer cronograma adequado para desenvolvimento do projeto, baseando-se em dados históricos de projetos semelhantes; Estabelecer no cronograma de projeto "buffers" para confirmação das soluções e compatibilização entre disciplinas; Atuar junto às partes interessadas para definir prazo adequado; Empregar ferramentas para gestão do cronograma e correção de eventuais desvios

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
D4	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos para realização dos levantamentos preliminares; • Falta de experiência/qualificação da equipe de levantamento (D1); • Prazo de projeto apertado (D3); • Planejamento inadequado (G3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrabalhos; • Falha na definição de metodologias construtivas; • Projeto deficiente ou incompleto (D7); • Orçamentação deficiente por imprecisão das soluções (D8); • Dificuldades na aprovação do projeto e licenciamento da obra (D9); • Atrasos no projeto (D10); • Impactos ambientais sem controle (C12); • Dificuldade de financiamento por questões de ESG (G10) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer cronograma adequado para desenvolvimento dos levantamentos; • Contratar equipe qualificada (requisitos mínimos); • Não deixar de lado questões ambientais; • Exigir contratualmente a aplicação de Sistema de Gestão da Qualidade por parte dos responsáveis; • Realizar campanhas de investigação geotécnica e hidrológica bem elaboradas e aprovadas por profissionais qualificados
D5	<ul style="list-style-type: none"> • Caderno de necessidades deficiente e problemas na definição do escopo (D2); • Levantamentos preliminares deficientes (D4); • Atendimento a determinado objetivo do empreendimento (ex. reduzir custo ou prazo ou viabilizar determinada logística de obra); • Projeto deficiente ou incompleto (D7); • Falhas no processo de aprovação do projeto (D9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos no projeto (D10); • Atrasos na obra; • Custos imprevistos na obra; • Conflitos e disputas (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contratar equipe qualificada (requisitos mínimos); • Designar e manter na obra equipe de Assistência Técnica de Obras (ATO), a fim de agilizar soluções para as adequações de projeto; • Exaurir o programa de necessidades do projeto junto às partes interessadas, principalmente, empreendedor
D6	<ul style="list-style-type: none"> • Imprevisibilidades nas condições geotécnicas (ex. matações), hidrológicas ou de instalações e infraestruturas existentes, conforme a tipologia da obra (ex. fundações, obras geotécnicas, canais, barragens, adutoras, poço artesiano, reforma de edificações e conservação rodoviária) 	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto deficiente ou incompleto (D7); • Orçamentação deficiente por imprecisão das soluções (D8); • Atrasos no projeto (D10); • Atrasos na obra; • Custos imprevistos na obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar campanhas de investigação geotécnica e hidrológica bem elaboradas e aprovadas por profissionais qualificados; • Escolher adequadamente o regime de execução contratual

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
D7	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência/qualificação dos projetistas (D1); Problemas na definição das necessidades e escopo (D2); Prazo de projeto apertado (D3); Levantamentos preliminares deficientes (D4); Erros por incertezas normais de projeto (D6) 	<ul style="list-style-type: none"> Orçamentação e planejamento da obra deficientes (D8); Dificuldade na aprovação do projeto (D9); Atrasos no projeto (D10); Atrasos na obra; Custos imprevistos na obra; Falhas construtivas (C9); Conflitos e disputas (G5); Impactos ambientais sem controle (C12) 	<ul style="list-style-type: none"> Contratar equipe qualificada (requisitos mínimos); Elaborar Declaração de Escopo com aprovação do empreendedor e outras partes interessadas; Implementar processo de coleta, confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, Estimativa de Custos Preliminar, Termos de Abertura, Modificação e Encerramento de Projeto etc.) com envolvimento das partes interessadas; Estabelecer cronograma adequado para desenvolvimento do projeto e levantamentos; Incluir etapa de revisão no processo de projeto; Exigir contratualmente a aplicação de Sistema de Gestão da Qualidade por parte dos responsáveis; Se possível, envolver antecipadamente a construtora nas definições de projeto, orçamento e planejamento
D8	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência/qualificação do orçamentista (D1); Problemas na definição das necessidades e escopo (D2); Prazo de projeto apertado (D3); Levantamentos preliminares deficientes (D4); Projeto deficiente ou incompleto (D7); Orçamento estimado pelo empreendedor sem emprego de bases sólidas 	<ul style="list-style-type: none"> Atrasos na obra; Custos imprevistos na obra; Conflitos e disputas (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> Contratar equipe qualificada (requisitos mínimos); Elaborar Declaração de Escopo com aprovação do empreendedor e outras partes interessadas Implementar processo de coleta, confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, Estimativa de Custos Preliminar, Termos de Abertura, Modificação e Encerramento de Projeto etc.) com envolvimento das partes interessadas; Estabelecer cronograma adequado para desenvolvimento do orçamento e plano de obra; Incluir etapa de revisão no processo de orçamentação e planejamento da obra; Se possível, envolver antecipadamente a construtora nas definições de projeto, orçamento e planejamento; Exigir contratualmente a aplicação de Sistema de Gestão da Qualidade por parte dos responsáveis

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
D9	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência/qualificação dos projetistas (D1); Problemas na definição das necessidades e escopo (D2); Prazo de projeto apertado (D3); Levantamentos preliminares deficientes (D4); Burocracia excessiva (P3) 	<ul style="list-style-type: none"> Mudanças de projeto (D5); Atrasos no projeto (D10); Atrasos na obra; Custos imprevistos; Postergação do início da construção 	<ul style="list-style-type: none"> Contratar equipe qualificada (requisitos mínimos); Elaborar Declaração de Escopo com aprovação do empreendedor e outras partes interessadas Implementar processo de coleta, confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, Estimativa de Custos Preliminar, Termos de Abertura, Modificação e Encerramento de Projeto etc.) com envolvimento das partes interessadas; Estabelecer cronograma adequado para desenvolvimento das atividades de projeto; Realizar a gestão de aprovações, com emprego de pessoal específico
D10	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência/qualificação dos projetistas (D1); Prazo de projeto apertado (D3); Mudanças de projeto (D5); Falta de gestão do processo de projeto 	<ul style="list-style-type: none"> Atrasos na obra; Conflitos e disputas (G5); Aumento nos custos 	<ul style="list-style-type: none"> Contratar equipe qualificada estabelecendo requisitos mínimos; Estabelecer cronograma adequado para desenvolvimento das atividades de projeto; Implementar processo de coleta, confirmação e atendimento das necessidades e requisitos (Caderno de Necessidades, Estimativa de Custos Preliminar, Termos de Abertura, Modificação e Encerramento de Projeto etc.) com envolvimento das partes interessadas; Gerenciar o processo de projeto, com ênfase no acompanhamento do cronograma
C1	<ul style="list-style-type: none"> Problemas na seleção dos contratados (G4); Elevada demanda do mercado (E6); Orçamentação e planejamento da obra deficientes (D8) 	<ul style="list-style-type: none"> Falhas construtivas (C9); Atrasos na obra; Aumento nos custos; Acidentes (C11); Desestímulo à inovação 	<ul style="list-style-type: none"> Reforçar cautela na seleção da construtora (requisitos de qualificação técnica e operacional)
C2	<ul style="list-style-type: none"> Problemas na seleção da mão de obra (G4); Elevada demanda do mercado (E6); Localização remota da obra; Complexidade dos métodos construtivos (C7) 	<ul style="list-style-type: none"> Períodos descontínuos de trabalho (C6); Falhas construtivas (C9); Problemas com segurança do trabalho (C11); Atrasos na obra; Aumento nos custos 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar Programa de Treinamento da mão de obra; Incluir no escopo e cronograma o treinamento da mão de obra; Realizar o mapeamento prévio da mão de obra local; Deslocar mão de obra de outras regiões; Se possível, revisar método construtivo em vista da qualificação da mão de obra necessária

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
C3	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas na seleção dos fornecedores (G4); • Elevada demanda do mercado (E6); • Localização remota da obra; • Planejamento das aquisições deficiente (D8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Períodos descontínuos de trabalho (C6); • Falhas construtivas (C9); • Atrasos na obra; • Prejuízo para as certificações de qualidade e sustentabilidade que exigem comprovações de desempenho dos materiais; • Aumento nos custos; • Penalidades contratuais (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar previamente a disponibilidade e qualidade dos materiais na região; • Implantar Sistema de Controle de Qualidade na gestão da obra; Implementar estratégias para mitigar problemas no fornecimento de insumos; • Estabelecer cronograma detalhado e integrado para controle de entrega de materiais e solicitação antecipada, incluindo pagamento de parcela do valor após a encomenda
C4	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas na seleção dos fornecedores (G4); • Elevada demanda do mercado (E6); • Localização remota da obra; • Planejamento das aquisições deficiente (D8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Períodos descontínuos de trabalho (C6); • Falhas construtivas (C9); • Atrasos na obra; • Inviabilidade de transporte de peças construídas fora do canteiro; • Aumento nos custos 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar previamente a disponibilidade de equipamentos na região; • Implantar Sistema de Controle de Qualidade na gestão da obra; • Analisar previamente a logística de transporte; • Validar o trajeto de peças construídas fora do canteiro; • Estabelecer cronograma detalhado e integrado para controle de recebimento dos equipamentos
C5	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiência ou qualificação da construtora (C1); • Planejamento do canteiro deficiente (D8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Falhas construtivas (C9); • Atrasos na obra; • Problemas com segurança do trabalho (C11); • Aumento nos custos devido a desperdício de materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar Sistema de Gestão da Obra para controlar processos; • Implementar planejamento de layout do canteiro, com foco em logística e em metodologias específicas como Lean, 5S
C6	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas com a disponibilidade de mão de obra (C2), materiais (C3) e equipamentos (C4); • Planejamento inadequado do empreendimento (G3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos na obra; • Aumento nos custos; • Problemas com segurança do trabalho (C11) 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar soluções de projeto otimizadas, priorizando opções mais limpas e pré-fabricadas; • Alinhar cronograma de execução com os períodos disponíveis para entrega de materiais e execução dos serviços
C7	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento inadequado do empreendimento (G3); • Problemas com qualidade e disponibilidade de mão de obra (C2) e equipamentos (C4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Falhas construtivas (C9); • Problemas na aplicabilidade do plano de ataque (C6); • Atrasos na obra; • Aumento nos custos 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar processo de testes e protótipos; • Avaliar risco de disponibilidade de fornecedores (matéria-prima e execução), mão de obra para manutenções, reposições de peças; • Designar e manter equipe de ATO; • Treinar mão de obra para a implementação de novas tenologias

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
C8	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualificação da mão de obra (C2); • Resistência ao emprego de novas tecnologias; • Prazo de projeto apertado (D3); • Problemas na seleção da construtora (G4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Falhas construtivas (C9); • Comprometimento da vida útil do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção da construtora (requisitos de qualificação técnica e operacional); • Implementar sistema de gestão da qualidade
C9	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiência ou qualificação da construtora (C1); • Falta de controle sobre a execução dos serviços (G8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrabalho; • Atrasos na obra; • Aumento nos custos; • Penalidades contratuais (G5); • Acidentes (C11) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção da construtora (requisitos de qualificação técnica e operacional); • Estabelecer sistemática de controle e fiscalização eficaz; • Implantar sistema de gestão integrada (SGI) da obra para controlar processos
C10	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas na seleção dos contratados (G4); • Falta de controle sobre a gestão do contrato e qualificação dos subcontratados (G8); • Elevada demanda do mercado (E6); • Alto índice de terceirização da indústria 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrabalho; • Problemas na aplicabilidade do plano de ataque (C6); • Atrasos na obra; • Penalidades contratuais (G5); • Processos trabalhistas (C2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção de subcontratados e fornecedores (requisitos de qualificação técnica e operacional); • Estabelecer sistemática de controle e fiscalização eficaz; Implementar Sistema de Gestão da Obra para controlar processos
C11	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiência ou qualificação da mão de obra (C1); • Problemas com a qualidade da mão de obra (C2); • Disfunções logísticas no canteiro (C5); • Problemas na aplicabilidade do plano de ataque (C6); • Falhas construtivas (C9); • Problemas na seleção dos contratados (G4); • Falta de controle sobre a execução dos serviços (G8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Acidentes; • Danos à saúde; • Danos materiais; • Atrasos na obra; • Custos imprevistos; • Danos à imagem; • Conflitos e disputas (G5); • Ações judiciais (P7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção da construtora (requisitos de qualificação técnica e operacional); • Estabelecer sistemática de controle e fiscalização eficaz; • Implementar Sistema de Gestão da Obra para controlar processos; • Implementar programa de educação e conscientização da mão de obra sobre importância do EPI
C12	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos ambientais deficientes (D4); • Projeto incompleto ou deficiente em relação a questões ambientais (D7); • Falta de controle sobre a execução dos serviços (G8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ambientais; • Atrasos na obra; • Danos à saúde; • Custos imprevistos; • Danos à imagem; • Ações judiciais (P7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar estudos ambientais adequadamente; • Implementar em projeto soluções para impactos ambientais; • Obter licenciamento ambiental; • Estabelecer sistemática de controle e fiscalização eficaz
G1	<ul style="list-style-type: none"> • Indisponibilidade de profissionais qualificados em gestão (planejamento e acompanhamento) de empreendimentos; • Problemas na seleção da equipe responsável (G4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Imprecisão dos dados de gestão e indicadores; • Dificuldades para antever problemas, elaborar plano de ação e apoiar tomadores de decisão; • Aumento da exposição a riscos; • Problemas na gestão das partes interessadas, comunicação e coordenação (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção da equipe de coordenação do empreendimento (requisitos de qualificação técnica e experiência); • Estabelecer estrutura organizacional com definição de funções e processos; • Treinar coordenador e designar consultor para implantação dos procedimentos de gestão e acompanhamento do empreendimento

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
G2	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência ou qualificação dos profissionais responsáveis (G1) 	<ul style="list-style-type: none"> Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças (D9); Planejamento inadequado (G3); Retrabalhos; Custos adicionais; Problemas no fluxo de caixa (G10); Ações judiciais (P7); Inviabilidade de conclusão da obra; Inviabilidade de comercialização; Danos à imagem e a outros negócios; Custos imprevistos com manutenção e operação do empreendimento após a construção 	<ul style="list-style-type: none"> Reforçar cautela na seleção dos profissionais responsáveis (requisitos de qualificação técnica e experiência); Envolver especialistas em diferentes áreas para elaborar os estudos
G3	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência ou qualificação da coordenação/equipe de gestão (G1); Estudos de viabilidade deficientes (G2) 	<ul style="list-style-type: none"> Baixa atratividade de concorrentes; Conflitos e disputas (G5); Atrasos; Inviabilidade de conclusão do empreendimento; Danos à imagem e a outros negócios 	<ul style="list-style-type: none"> Reforçar cautela na seleção dos profissionais responsáveis (requisitos de qualificação técnica e experiência); Adotar soluções de projeto que permitam a execução da implantação no prazo previsto; Contar com assessoramento jurídico quando da montagem das condições contratuais; Empregar folgas nas estimativas de custos e prazo quando houver muitas indefinições; Aplicar BIM 5D (3D + tempo + custo)
G4	<ul style="list-style-type: none"> Elevanda demanda do mercado (E6); Estrutura organizacional inapropriada (G1) 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de experiência ou qualificação de projetistas (D1), construtora (C1) e coordenador/gestão (G1); Atrasos no projeto (D10); Projeto incompleto ou deficiente (D7); Falhas construtivas (C9); Atrasos na obra; Problemas com segurança do trabalho (C11); Aumento nos custos 	<ul style="list-style-type: none"> Reforçar cautela na seleção dos contratados (requisitos de qualificação técnica e operacional)
G5	<ul style="list-style-type: none"> Equipe de gestão não qualificada ou experiente e estrutura organizacional inapropriada (G1); Problemas com a segurança e saúde do trabalho (C11); Planejamento inadequado (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> Problemas na definição das necessidades e escopo (D2); Atrasos no projeto (D10); Atrasos na obra; Aumento nos custos; Inviabilidade de conclusão do empreendimento; Danos à imagem e a outros negócios 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer sistemática de gestão das partes interessadas; Estabelecer plano de comunicação do projeto; Definir claramente as responsabilidades (matriz RACI); Realizar reuniões de alinhamento com pontos focais para apresentar riscos e ações com nomeação dos responsáveis

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
G6	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas na definição das necessidades e requisitos (D2); • Estudos de viabilidade deficientes (G2); • Planejamento inadequado (G3); • Implementação de novas tecnologias 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças de projeto (D5); • Custos imprevistos; • Atrasos no projeto (D10); • Atrasos na obra; • Conflitos e disputas (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer procedimentos para confirmação de escopo antes das mudanças de fase do empreendimento, com envolvimento das partes interessadas; • Realizar simulação construtiva para confirmar o cronograma da obra (BIM 4D)
G7	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura organizacional inapropriada (G1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos no projeto (D10); • Atrasos na obra; • Conflitos e disputas (G5); • Problemas no fluxo dos contratados (G10) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer estrutura organizacional com definição de funções e processos; • Manter na obra setor dedicado à administração do contrato
G8	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiência ou qualificação da equipe de gestão e fiscalização do contrato ou estrutura organizacional inapropriada (G1); • Falta de sistemática de fiscalização bem planejada, estruturada e controlada 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos no projeto (D10); • Atrasos na obra; • Aumento nos custos; • Conflitos e disputas (G5); • Falhas construtivas (C9); • Problemas na gestão dos subcontratados (C10); • Problemas com segurança do trabalho (C11) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção dos profissionais responsáveis (qualificação técnica e experiência); • Estabelecer estrutura organizacional com definição de funções e processos; • Implantar Sistema de Controle de Qualidade na gestão da obra; • Definir sistemática com requisitos, check-lists, programação de vistorias e agenda acordada com executores; • Implementar estratégias para mitigar problemas no fornecimento de insumos; • Realizar treinamentos, benchmarkings e estimular o registros das lições aprendidas (sucessos e fracassos)
G9	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiência ou qualificação da coordenação/equipe de gestão (G1); • Ações judiciais externas (P7); • Estudos de viabilidade deficientes (G2); • Problema na negociação com proprietários (custos x disponibilidade) 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos na obra; • Problemas na aplicabilidade do plano de ataque (C6); • Aumento nos custos 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção da equipe de coordenação do empreendimento (qualificação técnica e experiência); • Abordar questões patrimoniais nos estudos de viabilidade; • Fazer levantamento prévio de custos e iniciar negociação de compra antecipadamente
G10	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento ambiental deficiente (D4); • Projeto deficiente ou incompleto (D7); • Estudos de viabilidade deficientes (G2); • Mudança nas demandas do mercado (E5); • Falha na coleta de requisitos para financiamento; • Burocracia excessiva do empreendedor (G7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos na obra; • Conflitos e disputas (G5); • Aumento nos custos; • Inviabilidade de conclusão do empreendimento; • Danos à imagem e a outros negócios 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar medidas de gestão financeira para evitar problemas de fluxo de caixa dos contratados; • Concentrar esforços para melhor realização de levantamento ambiental, projeto completo, estudos de viabilidade e coleta de requisitos para financiamento; • Aguardar aprovação do financiamento para iniciar obras

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (continuação)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
E1	<ul style="list-style-type: none"> • Questões econômicas do país e globais 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento nos custos; • Dificuldade no fluxo de caixa (G10); • Postergação do início do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Prever reajuste de preços no contrato; • Adotar estratégias para mitigar flutuações nos custos (ex. antecipar compras); • Empregar derivativos financeiros (ex. contratos de opção de compra), para proteção contra flutuações nos preços
E2	<ul style="list-style-type: none"> • Questões econômicas do país 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento nos custos; • Dificuldade no fluxo de caixa (G10) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adotar estratégias para mitigar flutuações na taxa de juros (ex. antecipar compras)
E3	<ul style="list-style-type: none"> • Questões econômicas do país e globais 	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições a importações; • Aumento nos custos; • Dificuldade no fluxo de caixa (G10) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adotar estratégias para mitigar flutuações no câmbio; • Antecipar compras; • Empregar derivativos financeiros (ex. contratos de opção de compra), para proteção contra flutuações nos preços
E4	<ul style="list-style-type: none"> • Questões econômicas do país 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento nos custos; • Dificuldade no fluxo de caixa (G10) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prever reequilíbrio econômico-financeiro no contrato
E5	<ul style="list-style-type: none"> • Questões econômicas do país 	<ul style="list-style-type: none"> • Postergação do início do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar atenção na realização dos estudos de viabilidade econômica
E6	<ul style="list-style-type: none"> • Questões econômicas do país; • Falta de fiscalização de entidades de classe 	<ul style="list-style-type: none"> • Participação de empresas menos qualificadas (G4); • Indisponibilidade de mão de obra (C2); • Indisponibilidade de materiais (C3); • Indisponibilidade de equipamentos (C4). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar cautela na seleção dos contratados (qualificação); • Procurar manter relação de parceria com fornecedores
P1	<ul style="list-style-type: none"> • Questões político-sociais e legais do país 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de confiança para iniciar negócios; • Redução dos investimentos públicos e privados; • Alterações da legislação (P6) 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar imagem de solidez junto ao mercado
P2	<ul style="list-style-type: none"> • Questões político-sociais e legais do país 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento nos custos; • Danos à imagem; • Problemas com a justiça (P7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar os costumes e experiências anteriores do local do empreendimento; • Exigir que empresas participantes tenham área de Governança e programa de compliance atuantes; • Implementar internamente políticas de Compliance, código de ética e transparência
P3	<ul style="list-style-type: none"> • Questões político-sociais e legais do país 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado emprego de recursos humanos e financeiros para resolver questões burocráticas; • Aumento nos custos; • Descumprimento de normas; • Dificuldades na aprovação do projeto e licenciamento (D9); • Atrasos no projeto; • Atrasos na obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar conhecimento prévio dos processos e da documentação exigida; • Contemplar a condução dos processos de licenciamento no cronograma do empreendimento

APÊNDICE K – Listas de “Causas”, “Consequências” e “Controles” (conclusão)

CÓD.	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	CONTROLES
P4	<ul style="list-style-type: none"> Questões político-sociais e legais do país 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de confiança para iniciar negócios; Aumento nos custos; Insegurança 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar os costumes e experiências anteriores do local do empreendimento; Certificar-se sobre as condições de segurança dos trabalhadores; Implementar programas sociais locais
P5	<ul style="list-style-type: none"> Questões político-sociais e legais do país 	<ul style="list-style-type: none"> Atrasos na obra; Aumento nos custos; Conflitos e disputas (G5) 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar cenário de reivindicações trabalhistas do local do empreendimento; Acompanhar legislações trabalhistas
P6	<ul style="list-style-type: none"> Questões político-sociais e legais do país; Instabilidade política (P1) 	<ul style="list-style-type: none"> Retrabalhos no projeto; Mudanças de projeto (D5); Atraso no projeto (D10); Atrasos na obra 	<ul style="list-style-type: none"> Acompanhar continuamente mudanças na legislação; Revisar o projeto caso ocorram mudanças na legislação; Prever reequilíbrio econômico-financeiro no contrato
P7	<ul style="list-style-type: none"> Questões político-sociais e legais do país; Problemas com a segurança e saúde do trabalho (C11); Impactos ambientais sem controle adequado (C12); Estudos de viabilidade jurídica deficientes (G2); Corrupção/suborno (P2) 	<ul style="list-style-type: none"> Atrasos na obra; Aumento nos custos; Dificuldade na liberação do local da obra (G9) 	<ul style="list-style-type: none"> Reforçar atenção na realização dos estudos de viabilidade jurídica; Concentrar esforços nas questões de saúde e segurança do trabalho, impacto ambiental e corrupção/suborno
N1	<ul style="list-style-type: none"> Fatores naturais 	<ul style="list-style-type: none"> Atrasos na obra; Custos imprevistos 	<ul style="list-style-type: none"> Estudar previamente o clima do local da construção; Contemplar nos estudos preliminares e no cronograma da obra os períodos chuvosos e secos; Inserir no projeto médias históricas do clima, a fim de apoiar análises sobre aplicação de aditivo
N2	<ul style="list-style-type: none"> Fatores naturais 	<ul style="list-style-type: none"> Atrasos na obra; Custos imprevistos; Inviabilidade de conclusão do empreendimento; Danos à imagem e a outros negócios 	<ul style="list-style-type: none"> Estudar previamente dados históricos sobre a ocorrência dos fenômenos naturais no local da construção

Fonte: Autor.

Notas:

- 1) Consultar o título dos fatores de risco no Quadro 22 (Seção 5.2.9).
- 2) Em azul, foram marcadas as opções decorrentes de sugestões dos especialistas na 6ª Rodada.
- 3) Os itens tachados correspondem a opções alteradas ou excluídas.

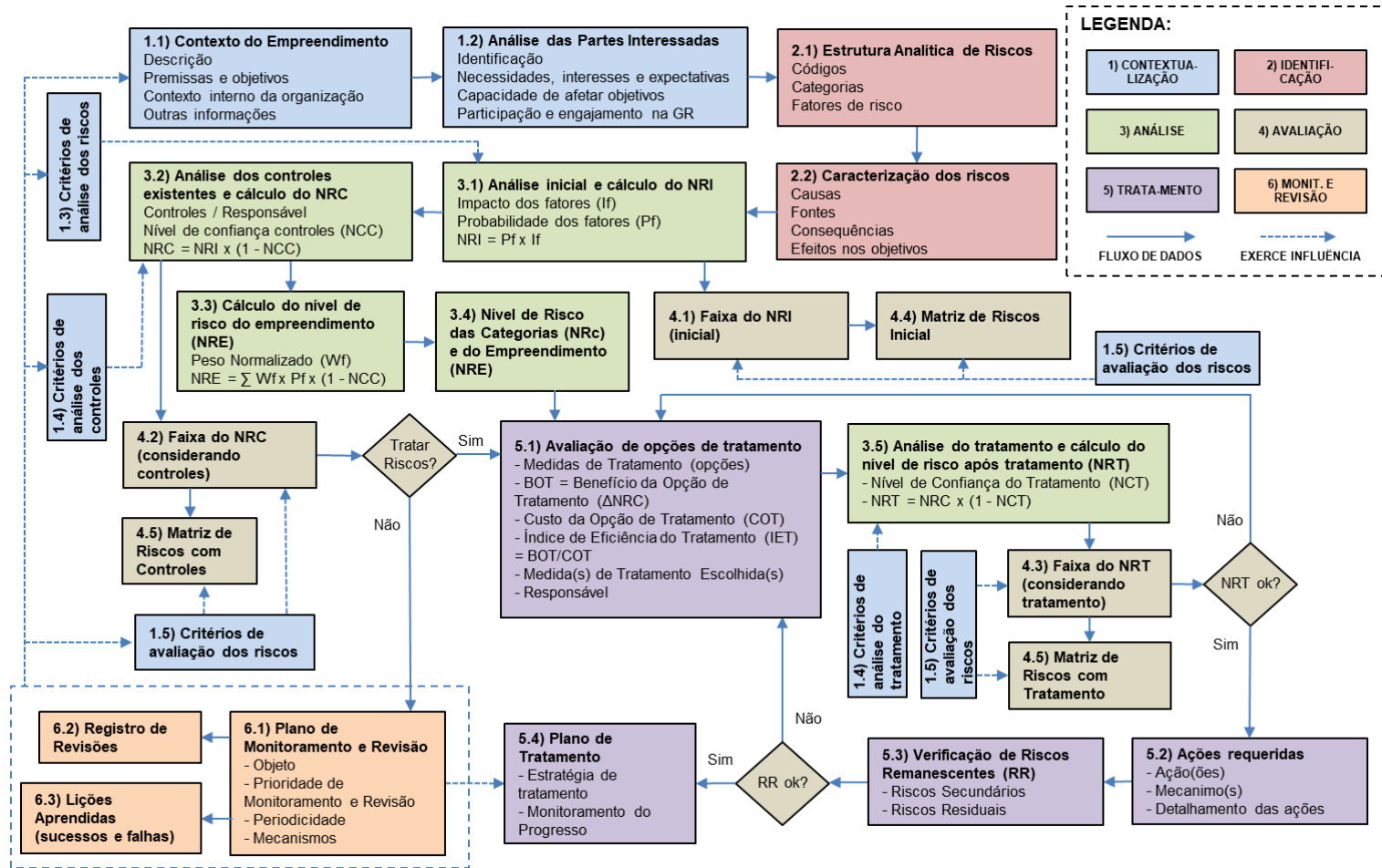
APÊNDICE L – Estrutura Analítica de Riscos Final

D - PROJETO (DESIGN)	C - CONSTRUÇÃO	G - GESTÃO	E - ECONÔMICO (EXTERNO)	P - POLÍTICO-SOCIAL E LEGAL (EXTERNO)	N - NATURAL (EXTERNO)
D1 - Pouca experiência ou falta de qualificação da equipe de projeto	C1 - Pouca experiência ou falta de qualificação da construtora	G1 - Pouca experiência ou falta de qualificação do coordenador/gestão	E1 - Flutuação nos custos (inflação setorial - INCC)	P1 - Instabilidade política	N1 - Clima adverso imprevisível
D2 - Programa de necessidades deficientes	C2 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade da mão de obra	G2 - Estudos de viabilidade deficientes	E2 - Flutuação da taxa de juros	P2 - Corrupção/suborno	N2 - Fenômenos naturais imprevisíveis
D3 - Prazo de projeto apertado	C3 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos materiais	G3 - Planejamento inadequado do empreendimento	E3 - Flutuação da taxa de câmbio	P3 - Burocracia excessiva e relações difíceis com órgãos locais	
D4 - Levantamentos preliminares deficientes	C4 - Problemas com a disponibilidade ou qualidade dos equipamentos	G4 - Problemas na seleção dos contratados	E4 - Majoração da carga tributária	P4 - Instabilidade social	
D5 - Mudanças de projeto	C5 - Disfunções logísticas no canteiro	G5 - Problemas na gestão de partes interessadas	E5 - Mudanças nas demandas do mercado	P5 - Greves gerais (da categoria)	
D6 - Erros por incertezas normais de projeto	C6 - Problemas na aplicabilidade do plano de ataque	G6 - Mudanças de escopo, requisitos e cronograma durante a construção	E6 - Elevada competição entre agentes do setor	P6 - Alterações na legislação e regulamentos	
D7 - Projeto deficiente ou incompleto	C7 - Complexidade do empreendimento	G7 - Burocracia excessiva por parte do empreendedor		P7 - Disputas e ações judiciais externas	
D8 - Orçamentação e planejamento da obra deficientes	C8 - Métodos construtivos inadequados ou obsoletos	G8 - Acompanhamento e controle deficientes			
D9 - Dificuldades na aprovação do projeto e obtenção de licenças	C9 - Falhas construtivas	G9 - Dificuldade na liberação do local da obra			
D10 - Atraso na conclusão e/ou revisão do projeto	C10 - Problemas na gestão de subcontratados e fornecedores	G10 - Dificuldades em obter financiam. e seguros e pagar os contratados			
	C11 - Problemas com a segurança e saúde do trabalho				
	C12 - Aspectos ambientais sem controle adequado				

Fonte: Autor.

Nota: Foram representadas as redações resumidas dos fatores. A descrição completa encontra-se no Quadro 22 (Seção 5.2.9).

APÊNDICE M – Fluxograma Final do Processo de Gestão de Riscos na Ferramenta



Fonte: Autor.

APÊNDICE N – Estudo de Caso – Análise das Partes Interessadas (continua)



					PARTES INTERESSADAS		
ÂMBITO	POSICIONAMENTO	AGENTE	CÓD.	IDENTIF.	(A) NECESSIDADES, INTERESSES E EXPECTATIVAS	(B) CAPACIDADE DE AFETAR OBJETIVOS (QUAIS, COMO, QUANTO, QUANDO)	(C) PARTICIPAÇÃO E ENGAJAMENTO NA GR (SIM/NÃO, COMO, QUANDO)
INTERNO	PARTICIPANTE-CHAVE	Empreendedor (cliente)	EMP	Omitido	Conclusão do projeto no prazo e inclusão do projeto no contrato com parceiro.	Prazo pode ser alterado. Possível redução de escopo para alinhamento com o valor do contrato com parceiro. Renovação das licenças de <i>software</i> BIM depende de recursos da organização.	Sim. Será comunicada durante a evolução do projeto e tomará decisões sobre o andamento e continuidade.
		Projetistas	PRO	Escritório de Projetos de Engenharia (EPE)	Conclusão do projeto no prazo; consolidação do processo BIM no escritório.	Disponibilidade de profissionais pode afetar o andamento do projeto.	Sim. Responsável pelo processo de GR na fase de projeto, incluindo registro dos resultados, em relatórios parciais e no próprio projeto concluído, por meio do caderno de Recomendações Técnicas para Elaboração do Edital.
		Gerenciadora / fiscalizadora	GER	Escritório Regional de Engenharia (ERE)	Comunicação com projetistas para condução dos processos de aprovação e atendimento das exigências e realização dos levantamentos preliminares.	Condução dos processos de aprovação nas autoridades locais - pode afetar prazo e escopo. Levantamento topográfico e acompanhamento das sondagens - pode afetar prazo. Gerenciamento da obra - pode afetar prazo, escopo, qualidade, orçamento.	Sim. Responsável pelo processo de GR na fase de implantação.
		Construtora	CTT	a definir	Realizar novas oportunidades de negócios e obter contrapartida financeira justa para os trabalhos executados.	Seu empenho pode afetar custo, prazo, escopo e qualidade do empreendimento.	Sim. Responsável pelos riscos de construção e pelo monitoramento dos demais riscos, durante a implantação.
		Investidor e agente financeiro	IAF	a definir	Obter a cessão de uso a fim de realizar novos negócios. Garantir a execução das obras definidas como contrapartida com qualidade e de acordo com o prazo.	Ritmo de investimentos pode afetar cronograma da obra.	Sim. Na licitação, ao aceitar as condições contratuais, avaliza a matriz de riscos, estando submetida aos critérios previstos.
	COLABORADOR	Consultores independentes	COI	Omitido	Prestar consultoria para continuidade do fornecimento.	Dedicação pode afetar prazo do projeto.	Não. Será consultado.
		Fornecedores de materiais de construção	FMC	a definir	Realizar novos negócios e obter contrapartida financeira justa para os trabalhos executados.	Seu empenho pode afetar prazo, escopo e qualidade do empreendimento.	Não. Pode ser consultado pela construtora.
		Fornecedores de equipamentos de construção	FEC	a definir	Realizar novos negócios e obter contrapartida financeira justa para os trabalhos executados.	Seu empenho pode afetar prazo, escopo e qualidade do empreendimento.	Não. Pode ser consultado pela construtora.
		Subcontratadas de serviços de construção	SSC	a definir	Realizar novos negócios e obter contrapartida financeira justa para os trabalhos executados.	Seu empenho pode afetar prazo, escopo e qualidade do empreendimento.	Não. Pode ser consultado pela construtora.
		Outros prestadores de serviço (alimentação, contabilidade, jurídico, TI, transporte, publicidade, marketing)	OPS	a definir	Realizar novos negócios e obter contrapartida financeira justa para os trabalhos executados.	Seu empenho pode afetar prazo, escopo e qualidade do empreendimento.	Não. Pode ser consultado pela construtora.
		Administrador do imóvel (gestor de facilities)	ADI	Omitido	Ter a obra concluída para atender demanda de moradia na região.	Confirmar necessidades e requisitos específicos locais - pode afetar escopo, prazo, orçamento.	Sim. Consultado sobre definição do escopo do projeto.
		Seguradora	SEG	a definir	Realizar novos negócios.	Em caso de acionamento do seguro, lentidão no pagamento pode afetar cronograma e orçamento.	Sim. Responsável por riscos transferidos por meio de seguros.
		Órgão licitante	OLI	Omitido	Conduzir o processo licitatório de acordo com o prazo definido.	Dedicação pode afetar prazo da licitação.	Sim. Participa na inclusão da matriz de riscos no processo licitatório e na resposta de possíveis questionamentos durante essa fase.
		Consultoria jurídica pública (ex. C.JUs, PGEs, PGMs)	CJP	Omitido	Prestar consultoria jurídica conforme seja demandado.	Emissão de parecer jurídico na licitação e possíveis aditivos - pode afetar prazo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Usuário final	USU	Omitido	Ser atendido com moradia, lazer etc.	Não tem.	Não.

APÊNDICE N – Estudo de Caso – Análise das Partes Interessadas (conclusão)

ÂMBITO	POSICIONAMENTO	AGENTE	CÓD.	IDENTIF.	PARTES INTERESSADAS		
					(A) NECESSIDADES, INTERESSES E EXPECTATIVAS	(B) CAPACIDADE DE AFETAR OBJETIVOS (QUAIS, COMO, QUANTO, QUANDO)	(C) PARTICIPAÇÃO E ENGAJAMENTO NA GR (SIM/NÃO, COMO, QUANDO)
EXTERNO	RESTRITOR	Órgão ambiental	AMB	Omitido	Regular atividades de sua competência e fornecer aprovações/autorizações.	Processo de aprovação pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Autoridade municipal (relacionada a questões como urbanismo, trânsito, gabarito construtivo etc.)	MUN	Omitido	Regular atividades de sua competência e fornecer aprovações/autorizações.	Processo de aprovação pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Autoridade estadual	EST	Omitido	Regular atividades de sua competência e fornecer aprovações/autorizações.	Processo de aprovação pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Autoridades federais (ANVISA, ANAC, outras agências reguladoras)	OAT	Não aplicável	-	-	-
		Corpo de Bombeiros	CBM	Omitido	Regular atividades de sua competência e fornecer aprovações/autorizações.	Processo de aprovação pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Órgão de patrimônio histórico	OPH	Omitido	Regular atividades de sua competência e fornecer aprovações/autorizações.	Processo de aprovação pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Concessionária de água e esgoto	CAE	Omitido	Regular atividades de sua competência e fornecer aprovações/autorizações.	Processo de aprovação pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Concessionária de energia	CEN	Omitido	Regular atividades de sua competência e fornecer aprovações/autorizações.	Processo de aprovação pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não. Será consultado.
		Concessionária de gás		Não aplicável	-	-	-
		Ministério Público do Trabalho	MPT	Omitido	Fiscalizar atividades quando demandado.	Fiscalização durante implantação pode afetar prazo.	Não.
	Conselhos de classe (ex. CREA, CAU)	CCL	Omitido	Fiscalizar atividades quando demandado.	Exigência de ART e RRT e atraso no pagamento pode afetar prazo.	Não.	
	Órgãos de auditoria (ex. TCU, TCE)	OAD	Omitido	Fiscalizar atividades quando demandado.	Fiscalização durante implantação pode afetar prazo, escopo, orçamento.	Não.	
	COMPETIDOR	Concorrente	CCR	Não aplicável	-	-	-
	MISTO	Agentes sociais (ex. lideranças locais, ONGs)	SOC	Não identificado	Acompanhar e exercer pressão para ter suas pautas atendidas.	Pressão exercida pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não
	Sindicatos	SIN	a definir	Lutar pelos interesses específicos da categoria.	Pressões locais podem afetar prazo e orçamento.	Não.	
	Imprensa e mídias sociais	IMP	Não identificado	Acompanhar e mostrar potenciais efeitos negativos do empreendimento	Pressão exercida pode afetar prazo, escopo e orçamento.	Não	
Obs.							
1) O rol apresentado não é taxativo, devendo ser adaptado ao empreendimento avaliado.							
2) Pode haver mudança de classificação e relevância dos agentes, conforme o tipo de empreendimento.							

Fonte: Autor.

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA																	
- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA																	
<p>Título da Pesquisa: Proposta de ferramenta de gestão de riscos aplicada na fase de projeto de empreendimentos de construção civil Pesquisador Responsável: MARCIO ROMULO DA SILVA REGIS Área Temática: Versão: 2 CAAE: 59698522.2.0000.5561 Submetido em: 10/08/2022 Instituição Proponente: Universidade de São Paulo Situação da Versão do Projeto: Aprovado Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável Patrocinador Principal: Financiamento Próprio</p>																	
Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1956229																	
- DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA																	
<ul style="list-style-type: none"> ↳ Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 2 <ul style="list-style-type: none"> ↳ Pendência Documental (PO) - Versão 2 <ul style="list-style-type: none"> ↳ Documentos do Projeto <ul style="list-style-type: none"> ↳ Comprovante de Recepção - Submissã ↳ Declaração de Instituição e Infrastrutu ↳ Declaração de Pesquisadores - Submis ↳ Folha de Rosto - Submissão 4 ↳ Informações Básicas do Projeto - Subm ↳ Projeto Detalhado / Brochura Investigac ↳ TCLE / Termos de Assentimento / Justif ↳ Apreciação 4 - Instituto de Psicologia da U ↳ Projeto Completo 		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Documento</th> <th>Situação</th> <th>Arquivo</th> <th>Postagem</th> <th>Ações</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5" style="height: 100px;"> </td> </tr> </tbody> </table>						Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações					
Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações													
- LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO																	
Apreciação [⬇]	Pesquisador Responsável [⬇]	Versão [⬇]	Submissão [⬇]	Modificação [⬇]	Situação [⬇]	Exclusiva do Centro Coord. [⬇]	Ações										
PO	MARCIO ROMULO DA SILVA REGIS	2	10/08/2022	13/09/2022	Aprovado	Não	