



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E**  
**CONSTRUÇÃO CIVIL**

**ANDRESSA DYALLA DE SÁ SAMPAIO**

**AVALIAÇÃO DE RISCOS EM CONTRATOS DE OBRAS PÚBLICAS UTILIZANDO**  
**O MÉTODO FUZZY TOPSIS**

**FORTALEZA**

**2023**

ANDRESSA DYALLA DE SÁ SAMPAIO

AVALIAÇÃO DE RISCOS EM CONTRATOS DE OBRAS PÚBLICAS UTILIZANDO O  
MÉTODO FUZZY TOPSIS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, com requisito parcial à obtenção do Título de mestre em engenharia civil. Área de Concentração: Construção Civil.

Orientadora: Prof. Dr.<sup>a</sup> Vanessa Ribeiro Campos

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S181a Sampaio, Andressa Dyalla de Sá.  
Avaliação de riscos em contratos de obras públicas utilizando o método Fuzzy TOPSIS / Andressa Dyalla de Sá Sampaio. – 2023.  
114 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Vanessa Ribeiro Campos.

1. : Incertezas. 2. contratos públicos. 3. apoio à decisão multicritério. I. Título.

CDD 624.1

---

ANDRESSA DYALLA DE SÁ SAMPAIO

AVALIAÇÃO DE RISCOS EM CONTRATOS DE OBRAS PÚBLICAS UTILIZANDO O  
MÉTODO FUZZY TOPSIS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, com requisito parcial à obtenção do Título de mestre em engenharia civil. Área de Concentração: Construção Civil.

Aprovada em: 24/08/2023

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Vanessa Ribeiro Campos (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Augusto Texeira de Albuquerque  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Carlos Francisco Simões Gomes  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Dedico este trabalho ao meu amado Deus, por Sua constante bênção e orientação em meu caminho. Ao meu querido esposo Saulo, aos meus amados pais, Expedito e Maria, e a toda minha família e amigos, dedico a realização dos meus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, que me deu força e esperança ao longo de toda minha jornada. Sua infinita sabedoria e graça iluminaram meu caminho, fortaleceram minha fé e me deram forças para superar os desafios encontrados durante a realização desta dissertação.

Em seguida, gostaria de agradecer à minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Vanessa, por sua dedicação, orientação precisa e constante apoio em cada etapa deste trabalho. Sou imensamente grata pelo conhecimento adquirido mediante a sua orientação, que foi fundamental para a finalização desta dissertação.

Também gostaria de expressar meu sincero agradecimento a Danielle Lira pela disponibilidade em auxiliar na pesquisa, esclarecer dúvidas e contribuir para o processo de aplicação do estudo. Sua contribuição foi de suma importância para a conclusão desta pesquisa.

Agradeço também a meu esposo, Saulo, por seu constante apoio, incentivo e compreensão ao longo de todo o processo do meu mestrado. Agradeço a minha família e amigos por estarem sempre ao meu lado, apoiando-me em meus sonhos.

À minha psicóloga, expressei minha gratidão pelos valiosos conselhos e incentivo prestados, que me ajudaram a não desistir do que era realmente importante para mim.

Aos engenheiros que participaram da pesquisa, agradeço por sua contribuição. Aos colegas de turma que estiveram comigo, mesmo que de forma remota, durante o mestrado, e a todos os professores que fizeram parte do programa, expressei meu profundo agradecimento por todo o conhecimento adquirido.

"Há duas formas de viver a vida: uma é como se nada fosse um milagre; a outra é como se tudo fosse um milagre." (Albert Einstein).

## RESUMO

A indústria da construção enfrenta desafios consideráveis devido aos riscos e incertezas presentes nos contratos, os quais podem acarretar graves consequências financeiras, operacionais e de reputação. Durante as fases de licitação e contratação, uma gestão deficiente dos riscos resulta em atrasos na execução do projeto, aumento de custos, litígios e disputas legais, bem como na entrega de obras de má qualidade e até mesmo na paralisação das obras públicas. Para garantir uma gestão adequada dos riscos em contratos de obras públicas, é essencial adotar medidas eficientes. Isso inclui a realização de uma análise minuciosa dos contratos, identificando cláusulas e condições que possam gerar riscos ou incertezas. Além disso, é fundamental estabelecer uma definição clara de responsabilidades, assegurando que todas as partes envolvidas estejam plenamente cientes de suas obrigações e compromissos. Ao adotar tais medidas, é possível mitigar os riscos inerentes aos contratos de obras públicas, promovendo uma gestão mais eficaz e evitando consequências adversas. Dessa forma, os projetos podem ser executados de forma mais eficiente, dentro dos prazos estipulados, dentro do orçamento previsto e com a qualidade esperada, proporcionando benefícios tanto para as partes envolvidas quanto para a sociedade como um todo. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo propor um modelo de apoio à decisão para avaliação dos riscos na contratação de obras públicas de edificações. Inicialmente, realizou-se uma busca na literatura para identificar e consolidar as incertezas relacionadas ao tema. Posteriormente, o método *Fuzzy TOPSIS* foi empregado para classificar e selecionar os principais riscos em contratos, considerando os critérios de custo, tempo e qualidade, abrangendo duas tipologias de obras e levando em consideração a opinião dos decisores. Os resultados desta pesquisa contribuem para auxiliar as partes contratantes na identificação e categorização dos riscos contratuais, promovendo uma gestão mais eficaz e alinhada com os interesses envolvidos.

**Palavras-Chaves:** Incertezas; contratos públicos; apoio à decisão multicritério.

## **ABSTRACT**

The construction industry faces considerable challenges due to the risks and uncertainties present in contracts, which can have serious financial, operational and reputational consequences. During the bidding and contracting phases, poor risk management results in delays in project execution, increased costs, litigation and legal disputes, as well as the delivery of poor-quality works and even the stoppage of public works. To ensure adequate risk management in public works contracts, it is essential to adopt efficient measures. This includes carrying out a thorough analysis of the contracts, identifying clauses and conditions that may generate risks or uncertainties. In addition, it is essential to establish a clear definition of responsibilities, ensuring that all parties involved are fully aware of their obligations and commitments. By adopting such measures, it is possible to mitigate the risks inherent in public works contracts, promoting more effective management and avoiding adverse consequences. In this way, projects can be carried out more efficiently, within the stipulated deadlines, within the expected budget and with the expected quality, providing benefits both for the parties involved and for society. In this context, this research aims to propose a decision support model for risk assessment in the contracting of public building works. Initially, a literature search was carried out to identify and merge the uncertainties related to the theme. Subsequently, the Fuzzy TOPSIS method was used to classify and select the major risks in contracts, considering the criteria of cost, time and quality, covering two types of works and considering the opinion of the decision makers. The results contribute to assist contracting parties in identifying and categorizing contractual risks, promoting a more effective management aligned with the interests involved.

**Keywords:** Uncertainties; public procurement; multicriteria decision support.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas básicas do processo de contratação.....	23
Figura 2 – Fluxograma de Procedimentos.....	24
Figura 3 – Etapas do processo licitatório.....	28
Figura 4 – Classificação dos riscos.....	35
Figura 5 – Processo de gestão de riscos da ISO 31000.....	37
Figura 6 – <i>COSO - IC e COSO ERM</i> .....	41
Figura 7 – Classificação dos métodos de tomada de decisão multicritério (AMD).....	52
Figura 8 – Números <i>Fuzzy</i> triangular.....	54
Figura 9 – Fluxograma do método de pesquisa.....	59
Figura 10 – Etapas do <i>Fuzzy</i> TOPSIS.....	63
Figura 11 – Análise de sensibilidade em Edificações.....	75
Figura 12 – Análise de sensibilidade em obras rodoviárias.....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fases do processo de contratação de obras públicas .....	24
Quadro 2 – Estudos sobre as incertezas em contratos públicos .....	45
Quadro 3 – Modelos de avaliação de riscos aplicados na construção civil .....	49
Quadro 4 – Lista de incertezas e causas após consolidação e validação. ....	60
Quadro 5 – Definição dos Critérios .....	62
Quadro 6 – Decisores do modelo de avaliação de risco .....	64
Quadro 7 – Termos linguísticos e números <i>Fuzzy</i> das alternativas. ....	64
Quadro 8 – Termos linguísticos e número <i>Fuzzy</i> dos pesos dos critérios.....	65
Quadro 9 – Matriz de julgamento em edificações .....	65
Quadro 10 – Matriz de julgamento em obras rodoviárias.....	66
Quadro 11 – Pesos dos critérios do Decisor 1 e 2 .....	66
Quadro 12 – Valores Agregados dos pesos de importância.....	67
Quadro 13 – Definição dos critérios de custo e benefício .....	67
Quadro 14 – Ranqueamento das alternativas .....	68
Quadro 15 – Cenários da análise de sensibilidade do modelo .....	69
Quadro 16 – Resultado da ordenação dos riscos .....	70

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos da pesquisa.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3</b>	<b>Estrutura da dissertação .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>CONTRATAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS: CONCEITOS E DEFINIÇÕES..</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Etapas de contratação .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Classificação dos contratos em obras públicas.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3</b>	<b>Processo licitatório de obras públicas.....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>GERENCIAMENTO DE RISCOS .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Risco e Incerteza.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Classificação e identificação dos Riscos.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3</b>	<b>Processo de Gerenciamento de Risco.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>GERENCIAMENTO DE RISCOS EM CONTRATOS PÚBLICOS.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Modelos de gerenciamento de riscos na construção civil .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>Métodos de Apoio à Decisão Multicritério (AMD).....</b>	<b>50</b>
<b>4.3</b>	<b>Método <i>Fuzzy</i> TOPSIS .....</b>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>DADOS E MÉTODO .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1</b>	<b>Tratamento das incertezas .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2</b>	<b>Definição dos critérios.....</b>	<b>62</b>
<b>5.3</b>	<b>Aplicação do método <i>Fuzzy</i> TOPSIS.....</b>	<b>62</b>
<b>5.3.1</b>	<b><i>Definição das variáveis linguísticas.....</i></b>	<b>64</b>
<b>5.3.2</b>	<b><i>Valores agregados para alternativas e critérios .....</i></b>	<b>66</b>
<b>5.3.3</b>	<b><i>Construção da matriz <i>Fuzzy</i> Normalizada .....</i></b>	<b>67</b>
<b>5.3.4</b>	<b><i>Determinação do A+ e A- .....</i></b>	<b>67</b>
<b>5.3.5</b>	<b><i>Cálculo do CC e determinação da ordem das alternativas.....</i></b>	<b>68</b>
<b>5.4</b>	<b>Análise de sensibilidade.....</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>70</b>
<b>6.1</b>	<b>Resultados da Análise de sensibilidade.....</b>	<b>74</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>79</b>

<b>APÊNDICE A – CARTA CONVITE .....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE B – INCERTEZAS COLETADAS NA BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE C – PRINCIPAIS RISCOS DA BILIOGRAFIA.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE D – RISCOS DEFINIDOS PELA ANALISTA DO TCE-CE .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE E – DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE F – MATRIZ DE JULGAMENTO NORMALIZADA EM EDIFICAÇÕES E OBRAS RODOVIÁRIAS.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE G – MATRIZ DE JULGAMENTO NORMALIZADA E PONDERADA EM EDIFICAÇÕES E OBRAS RODOVIÁRIAS .....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE H – DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS <math>A^*</math> E <math>A^-</math>.....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE I – DISTÂNCIA FPIS (<math>d_i^+</math>) E FNIS (<math>d_i^-</math>).....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE J – COEFICIENTE DE PROXIMIDADE (<math>CC_i</math>) DAS ALTERNATIVAS .....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE K – RESULTADO DO RANKING DAS ALTERNATIVAS .....</b>	<b>115</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os contratos públicos são instrumentos da administração pública que devem definir de forma clara e precisa as condições de sua execução, expressas em cláusulas que definam os direitos, obrigações e responsabilidades das partes, de acordo com os termos da licitação e da proposta a que estão vinculados. Faraji; Rashidi e Perera (2021) mencionam que estes são compostos por diversos documentos, como formulário de acordo, condições gerais, disposições especiais, escopo de trabalho, cronogramas, modelo financeiro e seus ajustes, e a correspondência entre as diferentes partes interessadas no projeto.

Conforme Koc e Gurgun (2021), em termos de gerenciamento de risco, um contrato pode ser visto como uma fonte de risco ou como uma ferramenta para lidar com riscos. Os riscos relacionados a contratos estão ligados às origens ou às consequências dos eventos. Schuhmann e Eichhorn (2017) complementam essa ideia, destacando que os riscos podem estar associados tanto às causas quanto às consequências de um evento, ou aos fatores que influenciam o desenvolvimento do risco. Dessa forma, a compreensão do risco é baseada na tríade conceitual "risco fonte - evento - consequência".

Embora o reconhecimento formal da gestão de riscos em projetos tenha surgido na década de 1980, como registros de riscos individuais (definido como condição incerta que pode acarretar em efeitos positivos ou negativos em uma parte específica do projeto.), não se tem uma ideia ampla a nível geral, visto que a prática convencional de gestão de riscos muitas vezes não é realizada de uma forma adequada para lidar com a complexidade de grandes projetos, particularmente públicos, pois nem sempre o governo emprega tempo em compreender a complexidade do projeto na fase de planejamento. (BLOOMFIELD *et al.*, 2019).

Schuhmann e Eichhorn (2017) afirmam que a literatura trata o gerenciamento de riscos em contratos apenas como meio de transferência de risco, mas não operacionaliza a função, ou seja, não fornece uma avaliação sobre o gerenciamento de riscos para ser usado na gestão dos contratos. Segundo Koc e Gurgun (2021) os estudos anteriores investigaram os riscos contratuais referentes a identificação sistemática dos riscos, responsabilidades correspondentes das partes do projeto e aos requisitos das cláusulas associadas ao contrato como parte do gerenciamento de riscos. Pouco se sabe sobre análise dos riscos que influenciam a legibilidade dos contratos de construção, e que podem utilizar a uma das abordagens de tomada de decisão multicritério.

Faraji, Rashidi e Perera (2021) asseguram que os riscos do projeto são analisados por dois pontos de vista, dos clientes que medem as incertezas relacionadas ao seu empreendimento financeiro, que incluem atrasos, déficits de projeto e falhas de empreiteiros e do contratado, que consideram um projeto como parte de seu negócio e maximizam seu lucro organizacional e, portanto, todas as incertezas e probabilidades são refletidas em seu preço de oferta tendo um grande impacto nos custos do projeto, pois os contratantes aumentam as propostas de preço para cobrir os riscos. Além disso, seria necessário que cada risco fosse atribuído à parte que pudesse gerenciá-lo melhor, para evitar estouros de tempo e custo no projeto.

Para garantir o sucesso do projeto, é primordial que se tenha um contrato bem elaborado, equilibrado e que atenda aos três critérios de desempenho conhecidos como triângulo de ferro: tempo, custo e qualidade. Segundo Koc e Gurgun (2021), contratos de construção têm um impacto significativo no grau e na probabilidade de realização bem-sucedida e efetiva de um projeto e tem como objetivo alocar riscos, definir obrigações, controlar problemas futuros e moldar o escopo do projeto.

Youssef *et al.* (2018) afirmam que, na indústria da construção, qualquer projeto de construção está sujeito a muitos riscos, dependendo do tamanho e da complexibilidade dos projetos e do número das partes que firmam o contrato, podendo aumentar a frequência e a gravidade dos riscos. Segundo Bloomfield *et al.* (2019) o projeto pode estar fadado ao fracasso, caso o contrato público não seja alinhado adequadamente com os resultados esperados do projeto.

Como muitos projetos importantes, os projetos do setor público geralmente são sustentados por um contrato formal que vincula as partes contratantes a um conjunto de obrigações legais, cuja intenção é corresponder e gerar os resultados desejados do projeto. O contrato é construído de forma a fazer cumprir legalmente um conjunto de termos e condições mutuamente acordados e atua como um ponto de referência fundamental para as partes contratantes ao longo da duração do projeto. (BLOOMFIELD *et al.*,2019). O modo de contratação está interligado com a eficiência dos projetos de construção. (KEBEDE E TIEWEI ,2021).

O Tribunal de Contas do Estado do Ceará (TCE-CE) é uma instituição pública responsável pelo controle de bens e recursos públicos estaduais e tem a função de fiscalizar e julgar a boa e regular aplicação dos recursos públicos pelos administradores e demais responsáveis, auxiliando a Assembleia Legislativa do Estado no exercício do controle externo.

Segundo Serpell *et al.* (2015) durante muitos anos, a indústria da construção em países em desenvolvimento utilizou um conjunto de práticas que foram insuficientes para o gerenciamento de riscos em projetos e organizações de construção, limitando o sucesso do projeto e tornando o sistema de desempenho falho.

A tomada de decisão exerce um papel fundamental para se ter um bom planejamento na construção civil, pois ao deparar com situações de incertezas e uma multiplicidade de objetivos, que são muitas vezes conflitantes. Por esse motivo, é essencial que alguns métodos auxiliem o gestor na estruturação desse processo, tais como os métodos multicritérios de apoio à decisão. (MOREIRA, 2016)

Yazdani *et al.* (2019) afirmam que o método multiatributo de tomada de decisão (AMD) é uma das abordagens mais eficazes para avaliar riscos e ajudar a resolver problemas reais. O AMD é uma ferramenta matemática que auxilia o tomador de decisão na escolha da melhor alternativa dentro de um problema de decisão, e esta escolha deve ser baseada em critérios comuns a todas as alternativas. Essa metodologia pode ser aplicada em problemas complexos, pois é muito útil na estruturação desses problemas, tornando a decisão mais simples e compreensível, além de fornecer uma solução significativa e pertinente. (SEMAAN E SALEM, 2017).

Diante de tais circunstâncias, este trabalho apresenta um modelo de análise de riscos em contratos em edificações públicas e, para isso, foram consideradas um conjunto de incertezas inerentes ao gerenciamento de contratos com base nos dados fornecidos pelo TCE-CE.

## **1.1 Justificativa**

A construção civil apresenta muitas incertezas e riscos, pois o processo construtivo é único e pode ser influenciado por muitos fatores internos e externos. Além disso, os riscos em contratações públicas surgem porque os métodos de gestão comumente seguidos não são sistemáticos nem abrangentes e se tornam cada vez mais complexos nos últimos anos (KHALEF *et al.*, 2021).

No período de 2020 a 2023, houve um aumento no percentual de obras públicas paralisadas, de acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU), passando de 29% para 41%. Entre os mais de 21 mil contratos financiados com recursos da União, 8.603 foram interrompidos, de acordo com o TCU. A área com o maior número de projetos paralisados é a educação, com 3.800 obras, seguida por infraestrutura e mobilidade urbana, com 1.854, e

turismo, com 650. A auditoria realizada em 2018 revelou que o principal fator de paralisação é o mau planejamento dos empreendimentos. A gestão ineficiente dos contratos geralmente está relacionada a deficiências no projeto básico, falta de contrapartida dos estados e municípios e falta de capacidade técnica para execução das obras.

A fiscalização de obras públicas realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) revela os resultados das deficiências de planejamento e estruturação de projetos. Em um conjunto de 49 fiscalizações no âmbito do Fiscobras em 2021, que totalizam aproximadamente R\$55,8 bilhões em investimentos, foram identificados 124 achados de auditoria. Desses achados, 54% estão relacionados a falhas no projeto, planilha orçamentária ou licitação, enquanto 24% dizem respeito a problemas nos contratos fiscalizados. Portanto, tais fatos ressaltam a necessidade de uma ferramenta eficaz para gerenciar tais riscos.

Segundo Bloomfield (2019), as ferramentas e métodos adotados pelos gerentes de projetos são inadequados para a gestão de riscos para lidar com projetos grandes e complexos. É necessário buscar um método ou ferramenta de apoio à decisão, para auxiliar na avaliação, por ordem de relevância, dos riscos em contratos públicos.

Ashmawi *et al.* (2018) afirmam que os proprietários e contratados buscam gerenciar os riscos por meio da aceitação, transferência, alocação, mitigação ou anulação do risco (sem contrato). Khalef *et al.* (2021) alegam que apesar de alguns trabalhos de pesquisa abordarem sobre a alocação de risco em cláusulas de contrato, pesquisas recentes e especialistas da indústria indicaram que a alocação de risco inadequada por meio de cláusulas de isenção de responsabilidade em contratos é uma razão significativa para aumentar o custo total de um projeto.

Durante a fase de elaboração do contrato de um projeto surgem muitas incertezas e riscos, pois muitos processos internos e externos influenciam no processo da construção. A melhor maneira para diminuir as falhas no projeto, seria analisar tais riscos e gerenciá-los para evitar custos e atrasos desnecessários. De acordo com Oztas e Ökmen (2004) faltam modelos práticos que quantifiquem os riscos em projetos de construção, pois no processo de contratação, as decisões sobre estratégias de preços são baseadas na experiência, intuição e preconceito pessoal do contratado.

Gurgun e Koc (2021) afirmam que é essencial ter uma definição clara, equilibrada e confiável das cláusulas contratuais, considerando a natureza complexa dos projetos de construção. No entanto, os contratos de construção são geralmente documentos volumosos e complexos, dificultando o entendimento das partes sobre os seus deveres contratuais e

diminuindo a produtividade dos projetos de construção. Khalef *et al.* (2021) também citam que um dos principais fatores que contribuem para reclamações e disputas na indústria da construção, nacional e internacionalmente, é o não entendimento das partes do projeto sobre suas obrigações contratuais.

De acordo com Lee, Yi e Son (2019), é crucial realizar uma avaliação minuciosa das cláusulas contratuais durante as fases de licitação e contratação, a fim de evitar riscos e prevenir reclamações e disputas que possam resultar em perdas financeiras significativas. Os autores ressaltam que, nos últimos anos, tem sido observada uma redução no tempo disponibilizado aos licitantes para compreender integralmente os contratos, o que pode levar à omissão de cláusulas benéficas aos proprietários. Além disso, os empreiteiros enfrentam o desafio de revisar simultaneamente as condições contratuais e as estimativas técnicas em grandes volumes de documentos, como desenhos de projeto e especificações. Portanto, uma análise criteriosa das cláusulas contratuais desde a fase de licitação é essencial para evitar problemas e garantir uma compreensão abrangente do contrato por todas as partes envolvidas.

Atualmente, existem poucos trabalhos voltados para análise de riscos em contratos, na construção civil, a maioria dos trabalhos é sobre alocar os riscos entre as partes ou se concentram nos riscos pertinentes às condições do projeto. Youssef *et al.* (2018) afirmam que após fazer uma revisão da literatura de risco relacionada aos aspectos semânticos e de legibilidade de um contrato de construção, revelou que a grande maioria das pesquisas se concentram nos riscos pertinentes às condições do projeto; e que falta modelos quantitativos para avaliar o compartilhamento de riscos entre as partes contratantes e seu efeito na contingência do contrato e os modelos quantitativos que foram desenvolvidos no passado focaram principalmente na legibilidade do contrato, com pouco exame da semântica (ou seja, o verdadeiro significado) das cláusulas do contrato e seu efeito na gestão do contrato.

Embora existam muitos estudos sobre a identificação, avaliação e classificação de fatores de risco em projetos, os estudos que focam especificamente na análise de risco em contratos da construção civil são limitados. Apesar de o método multicritério de tomada de decisão (AMD) ser altamente eficiente na análise de risco em contratos, é pouco utilizado como metodologia em artigos que abordam essa temática na literatura. Segundo Andric *et al.* (2019), as metodologias mais comuns para avaliação de risco na indústria da construção foram a abordagem probabilística e estatística (PSA), que incluíram análise de regressão linear, análise de regressão por mínimos quadrados, estatística descritiva e ANOVA. Esse método tem a desvantagem de se trabalhar com a aleatoriedade, além de reduzir a relevância e

confiabilidade dos agregados estatísticos, todavia os projetos de construção lidam com ações planejadas e a singularidade dos projetos de construção.

Dikmen *et al.* (2022) argumentam que na indústria da construção, os especialistas avaliam os riscos atribuindo os valores de Probabilidade (P) e Impacto (I) e calculando  $P \times I$  para identificar a classificação de risco geral do projeto. Apesar de ser uma técnica qualitativa tradicional ser bastante usada, não leva em consideração claramente as inter-relações entre os fatores de risco e as suposições por trás das classificações sobre estratégias de mitigação, condições contratuais, alocação de riscos não são revelados. Além de não revelar a verdadeira natureza do risco, especialmente em projetos complexos. Dessa forma é necessário aplicar um método prático que avalie as incertezas em contratos decorrentes da complexidade da condição do projeto, levando em consideração o conhecimento prévio e visualizando as informações relacionadas ao risco para preencher a lacuna dessa pesquisa.

## **1.2 Objetivos da pesquisa**

O objetivo geral do presente trabalho é propor um modelo de apoio à decisão para avaliação dos riscos na contratação de obras públicas.

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar as incertezas no gerenciamento de contratos;
- b) Definir os critérios que serão utilizados para a avaliação das incertezas;
- c) Desenvolver uma matriz com as incertezas e com os critérios identificados e posteriormente consolidá-lo com os decisores;
- d) Aplicar um método multicritério para ordenação das incertezas por grau de importância para identificar problemas existentes e auxiliar no gerenciamento de riscos de contratos públicos.

## **1.3 Estrutura da dissertação**

Esta dissertação está organizada em sete capítulos, com a seguinte estrutura:

No primeiro capítulo, é apresentada uma introdução sobre o tema abordado, incluindo a definição do problema que motivou a realização do estudo, a justificativa da escolha do tema e os objetivos pretendidos. O segundo capítulo aborda conceitos e definições de contratações públicas, bem como as etapas básicas do processo de contratação. São explorados os critérios de classificação dos contratos e o processo licitatório das obras públicas brasileiras, com base na Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei Nº

14.133/2021). No terceiro capítulo são apresentados os conceitos e as diferenças entre risco e incerteza, além de uma classificação dos riscos. Descreve-se também o processo de gerenciamento de riscos segundo a ISO 31000 (ABNT, 2018). O quarto capítulo aborda o gerenciamento de riscos em contratos públicos com base em revisão bibliográfica. Explora-se a teoria dos métodos de apoio à decisão, bem como as etapas do método *Fuzzy* TOPSIS. No quinto capítulo, descreve-se detalhadamente o método utilizado para a realização da pesquisa, bem como o processo de coleta de dados. Os resultados obtidos por meio da aplicação do método *Fuzzy* TOPSIS são apresentados e discutidos no sexto capítulo. Além disso, é realizada a análise de sensibilidade do modelo desenvolvido para verificar sua robustez. No último capítulo, são apresentadas as considerações finais, destacando-se os principais resultados e conclusões do estudo. Além disso, são fornecidas sugestões para trabalhos futuros, visando ampliar o conhecimento e contribuir para o avanço do campo de estudo. Essa estrutura em sete capítulos proporciona uma organização clara e sequencial do conteúdo, permitindo uma compreensão adequada do desenvolvimento da dissertação.

## 2 CONTRATAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

O Tribunal de Contas da União-TCU (2014) cita que obras públicas são toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. E pode ser realizada de duas formas: direta, quando é feita pelo próprio órgão ou entidade da Administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta, quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação. Os contratos administrativos são regidos pela Lei 8.666/1993, que tem validade até 2024, e pela Lei 14.133/2021.

De acordo com Kebede e Tiewei (2021), na Etiópia, o termo "obra" abrange todas as atividades envolvidas na construção, reconstrução, modernização, demolição, reparo ou renovação de edifícios, estradas ou estruturas, juntamente com os serviços relacionados a essas obras. Por sua vez, um contrato de obras públicas é definido como um contrato em que um empreiteiro é responsável por construir, manter ou reparar uma obra pública em troca de um preço acordado.

A Lei 8.666/1993 (Lei Geral de Licitações e Contratos Administrativos, (art. 2) define contrato “todo e qualquer ajuste entre órgãos ou entidades da Administração Pública e particulares, em que haja um acordo de vontades para a formação de vínculo e a estipulação de obrigações recíprocas, seja qual for a denominação utilizada.” O contrato público defende legalmente os limites das partes, organizar as atividades dentro do quadro contratual e refletir sobre a concepção das relações entre as partes públicas e privadas em termos de seus respectivos direitos e obrigações (por exemplo, financiamento, compras, provisão, prestação de serviços e prestação de garantias) (BLOOMFIELD *et al.*, 2019).

Bloomfield *et al.* (2019) também mencionam que o contrato é definido pelo contexto e as partes envolvidas, e tem a capacidade de impactar um contrato à medida que se desvia dos resultados esperados. Flanagan e Norman (1993) afirmam que o contrato de construção é uma troca entre o preço do empreiteiro para realizar a obra e sua disposição em aceitar os riscos e tem como objetivo estabelecer os direitos, deveres, obrigações e responsabilidades das partes.

Conforme estipulado pela Lei 8.666/1993, as alterações nos contratos podem ser realizadas de forma unilateral pela administração ou por meio de acordo entre as partes envolvidas. No primeiro caso, a administração tem o poder de efetuar mudanças unilaterais nos contratos, desde que devidamente justificadas. Isso ocorre quando há modificações no projeto ou nas especificações, ou quando se torna necessário ajustar o valor contratual devido a acréscimos ou reduções quantitativas do objeto, dentro dos limites estabelecidos pela lei. No

segundo caso, as alterações podem ocorrer mediante acordo entre as partes, em situações como a substituição da garantia de execução, a necessidade de modificar o regime de contratação da obra ou serviço, a modificação na forma de pagamento devido a circunstâncias imprevistas, ou para preservar o equilíbrio econômico-financeiro inicial do contrato em caso de ocorrências excepcionais, como a chamada "teoria do fato do príncipe", que envolve eventos econômicos extraordinários e imprevistos.

É de suma importância estabelecer alguns conceitos fundamentais mencionados no Artigo 6º, incisos III, VI, VII, VIII e IX da Lei 14.133/2021, a saber:

- Administração Pública: compreende a administração direta e indireta da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, incluindo as entidades de natureza jurídica de direito privado sob controle do poder público e as fundações por ele criadas ou mantidas;
- Contratante: refere-se à pessoa jurídica que faz parte da Administração Pública e é responsável pela realização do contrato;
- Contratado: diz respeito à pessoa física ou jurídica, ou consórcio de pessoas jurídicas, que assina o contrato com a Administração;
- Licitante: engloba a pessoa física ou jurídica, ou consórcio de pessoas jurídicas, que participa ou manifesta interesse em participar de um processo licitatório. Equiparam-se a ele, para os propósitos desta Lei, os fornecedores ou prestadores de serviços que, em resposta à solicitação da Administração, apresentam proposta.

De acordo com Barman e Charoenngam (2017), foram identificadas várias formas de litígios em contratos na indústria da construção. Essas formas são descritas da seguinte maneira:

- Interpretação errônea do contrato: Disputas surgem quando há mais de uma interpretação das cláusulas contratuais, resultando em diferentes visões dos direitos e responsabilidades das partes envolvidas.
- Evasão de compromissos contratuais: As partes podem deliberadamente não cumprir as obrigações contratuais, buscando maximizar seus ganhos ou tirar vantagem de circunstâncias desconhecidas pela outra parte. Comportamentos enganosos como evasão, recusa de adaptação, violação e renegociação forçada podem ocorrer.
- Colaboração ineficiente devido à incerteza institucional: Os participantes do contrato muitas vezes se veem como adversários, adotando posturas inflexíveis

para proteger seus próprios interesses. Isso leva a uma colaboração ineficiente e falta de comunicação eficaz, impedindo a exploração de oportunidades mutuamente benéficas.

- Contratos com disposições inadequadas: Contratos incompletos que são ambíguos em relação a obrigações e responsabilidades, e não especificam adequadamente contingências e alocação de riscos.
- Incompletude das informações: Cláusulas inadequadas nos contratos que se tornam fonte de conflitos durante a execução do projeto.
- Comportamento oportunista guiado pela incerteza estratégica: Uma parte busca maximizar seu benefício monetário por meio de escolhas estratégicas que resultam em prejuízo para as outras partes, especialmente quando há uma disparidade substancial no poder de barganha.
- Conflito comportamental em contratos incompletos: Ocorre quando uma parte percebe estar em desvantagem em uma determinada situação, resultando em um comportamento contraditório e impacto negativo.

## **2.1 Etapas de contratação**

Segundo TCU (2010), a etapa de contratação de empreendimento é composta por duas fases principais: a fase interna e a fase externa. Na fase interna, ocorre o planejamento da contratação, que envolve a definição dos objetivos, requisitos técnicos, prazos, orçamentos e demais aspectos necessários para a execução do empreendimento. Nessa etapa, são realizados estudos preliminares, elaboração de projetos, definição dos critérios de seleção e demais atividades necessárias para a adequada preparação da contratação.

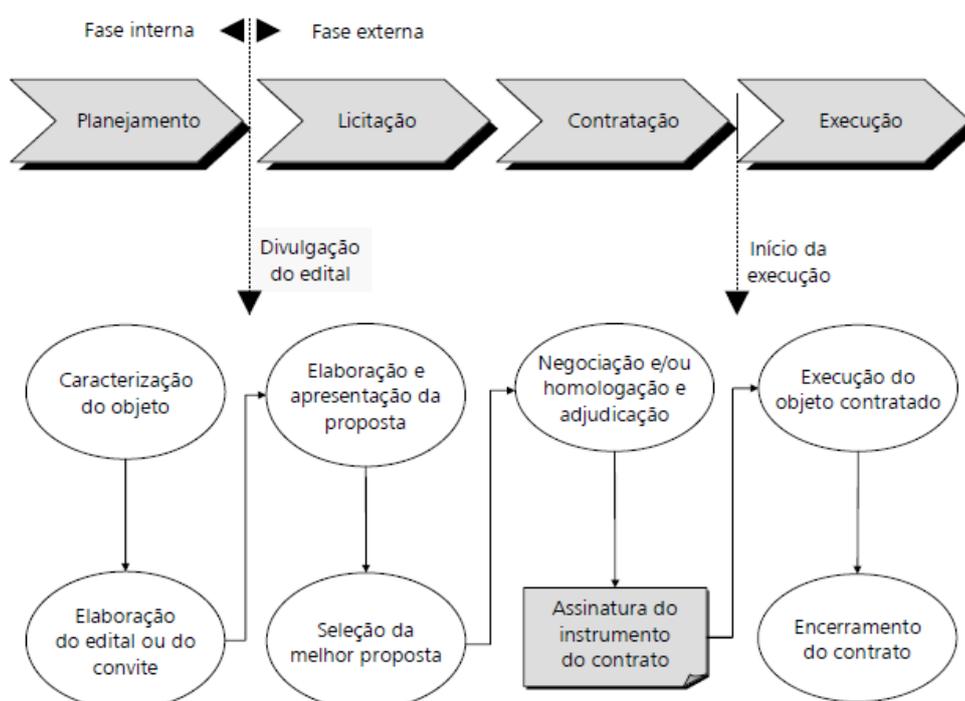
Já na fase externa, ocorrem as etapas efetivas de contratação do empreendimento. Essa fase compreende a licitação, a contratação e a execução do contrato. A licitação é o processo competitivo por meio do qual são selecionadas as empresas ou profissionais que irão executar o empreendimento. Nessa etapa, é divulgado o edital de licitação, que contém todas as informações necessárias para a participação dos interessados, como os critérios de habilitação, os critérios de julgamento das propostas e as demais condições estabelecidas pelo órgão contratante.

Após a fase de licitação, é realizada a contratação propriamente dita, por meio da formalização do contrato entre o órgão contratante e a empresa ou profissional selecionado. Esse contrato estabelece as obrigações, direitos, prazos, forma de pagamento e demais

condições necessárias para a execução do empreendimento. A execução do contrato corresponde à fase em que efetivamente são realizados os trabalhos previstos, sob a coordenação do contratado e com a fiscalização e acompanhamento do contratante.

A correta elaboração do edital de licitação, a seleção criteriosa dos participantes, a formalização do contrato e o acompanhamento da execução são fundamentais para assegurar o cumprimento dos objetivos do empreendimento e o alcance dos resultados esperados. Essas etapas estão representadas na Figura 1, fornecendo um panorama visual do processo de contratação de empreendimentos.

Figura 1 – Etapas básicas do processo de contratação



Fonte: Ricardino (2007)

Segundo o Tribunal de contas da União -TCU (2014) todo contrato deve apresentar os nomes das partes e de seus representantes, a finalidade, o ato que autorizou sua lavratura, o número do processo da licitação, dispensa ou inexigibilidade, e a sujeição das partes às normas da Lei nº 8.666/1993 e às cláusulas contratuais. A assinatura do contrato é feita após a conclusão da licitação.

Conforme as recomendações básicas do Tribunal de Contas da União (TCU, 2014), é necessário seguir a ordem do fluxograma das cinco etapas para obter informações precisas que refletirão em menor risco de prejuízos à Administração e assim obter uma execução adequada de obras públicas, segundo é apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma de Procedimentos



Fonte: TCU (2014).

Para entender melhor como ocorrem as cinco fases do processo de contratação, o Quadro 1 descreve de forma complementar a Figura 2 os serviços a serem elaborados em cada uma das etapas da contratação de obras públicas.

Quadro 1 – Fases do processo de contratação de obras públicas

Fase	Serviços a serem elaborados/executados
1º. Preliminar a licitação	Definição do tipo de empreendimento, características básicas do empreendimento e os estudos de viabilidade sobre os aspectos técnico, ambiental e socioeconômico.
2º. Interna de licitação	Elaboração do projeto básico, elaboração dos projetos executivos, elaboração do edital.
3º. Externa de licitação	Publicação do edital, recebimento das propostas
4º. Contratual	Redação do contrato, assinatura do contrato, emissão da ordem de serviço, acompanhamento dos boletins de medição, emissão do termo de recebimento.
Fase posterior à contratação	Emissão do termo de recebimento definitivo, observar a garantia dos contratos, realização de atividades técnicas e administrativas destinadas a preservar as características de desempenho dos componentes do empreendimento

Continua

Fase posterior à contratação	Emissão do termo de recebimento definitivo, observar a garantia dos contratos, realização de atividades técnicas e administrativas destinadas a preservar as características de desempenho dos componentes do empreendimento
------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Freitas (2019).

## 2.2 Classificação dos contratos em obras públicas

Halpin e Woodhead (2004) mencionam duas principais subcategorias de contratos por empreitada integral, que são empreitadas a preço global e a preço unitário. Estes tipos de contrato envolvem o método por cotação e do preço e do trabalho. Existe outra modalidade de contrato que é mais amplamente utilizada, é o contrato por administração e está relacionado a forma de pagamento. A Lei 8.666/1993 nos termos do artigo 6º, VIII também classifica como regimes de execução de obras públicas a tarefa.

Na empreitada por preço global, a obra é contratada por um valor fixo ou global, incluindo todos os serviços, mão de obra, materiais e equipamentos necessários. É um regime de contrato de execução indireta, conforme estabelecido pela Lei 8.666/93 (art. 6º, inciso VIII). Para esse tipo de contrato, é essencial ter um projeto detalhado de engenharia que defina minuciosamente todos os componentes da obra, a fim de possibilitar o orçamento com o mínimo de incerteza, conforme apontado por Limmer (1997).

Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção- CBIC (2019), no regime global, o empreiteiro não poderá exigir eventuais aumentos de quantitativos, preços de materiais e mão de obra, exceto se ocorrer modificações no escopo ou nas condições inicialmente pactuadas. Para Halpin e Woodhead (2004), esse tipo de contrato é feito para construções de prédios ou residenciais. Possui desvantagens de ser pouco flexível, pois possui menor possibilidade na alteração no projeto ou nas mudanças contratuais.

Na empreitada por preço unitário a Lei 8.666/93 (art. 6º, inciso VIII) define “quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas”. A CBIC (2019) afirma que para calcular o valor total estimado do contrato, é necessário se basear nas quantidades previstas dos serviços a serem executados, estabelecendo um critério de medição. O pagamento é realizado após a aferição do que foi executado.

De acordo com Halpin e Woodhead (2004), o contrato por preço unitário é caracterizado por sua flexibilidade, pois não requer uma precisão tão rigorosa na estimativa da

quantidade como no contrato por preço global. Esse tipo de contrato é frequentemente utilizado em projetos de construção pesada, como rodovias, que envolvem grandes volumes de terraplenagem e trabalhos subterrâneos. A natureza desses projetos permite que os preços sejam determinados com base nas unidades de trabalho executadas, adaptando-se às variações e imprevistos que possam surgir ao longo da obra.

No contrato por administração, a construtora será responsável apenas por executar a obra, cobrando uma taxa fixa ou variável pelo custo da obra. Ricardino (2007) cita que esse regime é utilizado quando o objeto do contrato se encontra caracterizado, mas os serviços que o compõem são de difícil quantificação. As vantagens desse tipo de contrato são: permite flexibilidade entre as partes, minimiza conflitos futuros e permite à contratante selecionar e contratar com a empresa mais bem qualificada, mas não assegura o custo final e não incentiva menores custos e prazos.

A Lei 8.666/93 (art. 6º, inciso VIII) define a empreitada integral como um tipo de contrato em que todas as etapas da obra, desde o planejamento até a entrega final, incluindo serviços e instalações necessárias, são de responsabilidade da contratada. Nesse modelo, a contratada assume o compromisso de executar e entregar a obra completa e pronta para uso, conforme as especificações e condições estabelecidas no contrato.

A empreitada integral é amplamente utilizada em projetos de construção de grande porte, como obras de infraestrutura, edifícios e instalações complexas. O contratante beneficia-se ao transferir para a contratada a responsabilidade pela execução e gerenciamento de todas as etapas do projeto, garantindo assim a entrega de uma solução completa e funcional.

Além da empreitada integral, a Lei 8.666/93 também prevê outros regimes de contratação para obras públicas. Um desses regimes é o contrato por tarefa, que se refere ao ajuste de mão de obra para a realização de pequenos trabalhos, com preço fixo estipulado no contrato. Esse modelo é comumente utilizado para serviços de natureza mais simples e de menor escala, nos quais é necessário contratar mão de obra específica para a execução de determinadas tarefas.

É importante observar que cada regime de contratação possui características e requisitos específicos, e a escolha adequada dependerá das particularidades do projeto, das necessidades do contratante e das disposições legais aplicáveis.

### 2.3 Processo licitatório de obras públicas

Segundo Bittencourt (2014), o termo ‘licitação’ se refere a um procedimento administrativo adotado pela administração pública, com o propósito de selecionar as diversas propostas apresentadas por empresas que possuem interesse de prestar serviços ou vender bens ao estado. São objetivos da licitação propiciar oportunidades iguais a todos que desejarem contratar com a administração pública, desde que comprovem a devida qualificação, selecionem a proposta mais vantajosa e promovam o desenvolvimento nacional sustentável.

A Lei de Licitações é um conjunto de normas e procedimentos que estabelecem as regras para a realização de licitações e contratações pela Administração Pública. Essa legislação tem como objetivo promover a transparência, a igualdade de oportunidades e a eficiência nas contratações públicas, buscando garantir a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a correta aplicação dos recursos públicos.

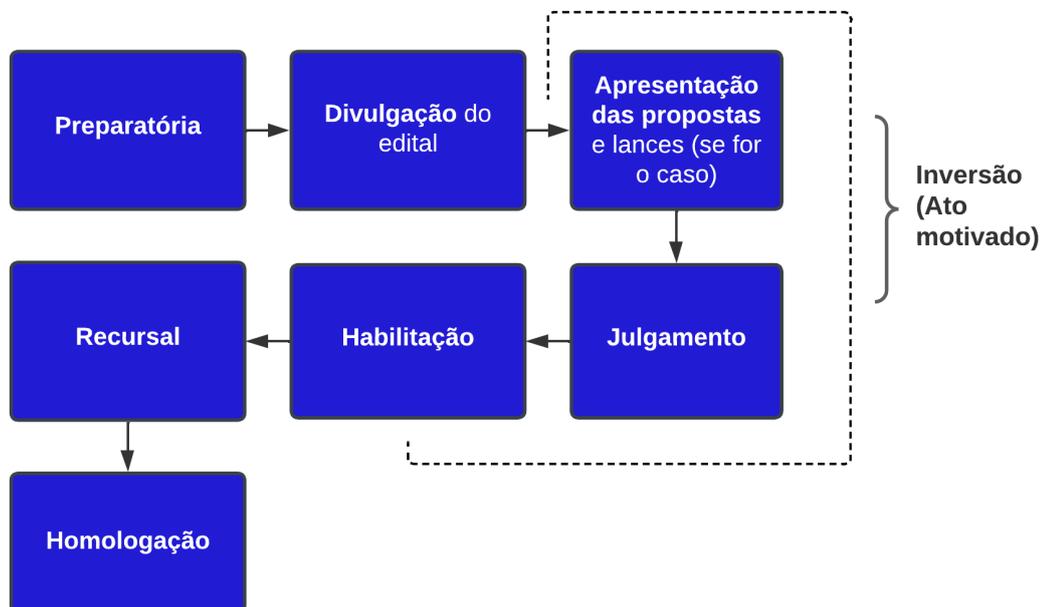
No Brasil, a principal lei que regula as licitações é a Lei nº 8.666/1993, também conhecida como Lei de Licitações e Contratos. Essa lei estabelece as modalidades de licitação, os princípios a serem observados, os tipos de contratação, as fases do processo licitatório, os critérios de seleção e julgamento das propostas, entre outros aspectos importantes.

No entanto, é importante ressaltar que a Lei nº 8.666/1993 passou por diversas alterações e atualizações ao longo do tempo, a fim de aprimorar o processo licitatório e adequá-lo às necessidades e exigências contemporâneas. Além disso, em 2021, foi promulgada a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/2021), que traz importantes mudanças e modernizações no sistema de licitações.

A Lei 8.666/93 não incluía uma fase específica de planejamento da licitação, ao contrário da Lei 14.133/2021, que estabelece a necessidade de uma fase preparatória. Nessa fase, são realizados estudos técnicos, definição de requisitos e elaboração do edital de licitação. A nova lei simplifica o procedimento licitatório ao permitir que a habilitação ocorra após o julgamento das propostas. Isso economiza tempo, pois a Administração não precisa analisar os documentos de habilitação das licitantes que não apresentaram propostas viáveis de acordo com o edital. No entanto, é possível inverter as etapas de habilitação e julgamento das propostas, voltando ao cenário da Lei 8.666/93, desde que seja devidamente justificado e haja previsão expressa no edital.

Conforme estabelecido pelo Artigo 17 da Lei nº 14.133/2021, o processo de licitação é composto por sete fases, ilustradas na Figura 3.

Figura 3 – Etapas do processo licitatório



Fonte: Adaptada de Magnani (2023).

A Lei 14.133/2021 também introduz a possibilidade de negociação com o licitante vencedor para obter condições mais vantajosas. Essa negociação pode ocorrer com os demais licitantes, seguindo a ordem de classificação inicialmente estabelecida. Caso o primeiro colocado seja desclassificado devido à sua proposta permanecer acima do preço máximo definido, a negociação pode ser estendida aos outros licitantes. Com essa nova lei, a fase de adjudicação foi incorporada à etapa de homologação, simplificando o processo licitatório e agilizando sua conclusão.

A escolha do tipo de licitação é baseada no critério de menor preço ou melhor técnica. De acordo com o artigo 22 da Lei 8.666/1993, existem cinco modalidades de licitação:

1. **Concorrência:** Modalidade utilizada para contratos de maior vulto, em que qualquer interessado pode participar, desde que atenda aos requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital.
2. **Tomada de Preços:** Modalidade destinada a contratos de valores intermediários, na qual são convidados a participar apenas os interessados previamente cadastrados ou que atendam a todas as condições exigidas para o cadastramento.

3. Convite: Modalidade utilizada para contratos de menor valor, na qual a Administração convida diretamente pelo menos três interessados, cadastrados ou não, para apresentarem suas propostas.
4. Concurso: Modalidade utilizada para seleção de trabalhos técnicos, científicos ou artísticos, mediante a instituição de prêmios ou remuneração aos vencedores. Os critérios de seleção são estabelecidos em edital publicado com antecedência.
5. Leilão: Modalidade utilizada para venda de bens móveis inservíveis para a Administração, produtos apreendidos ou penhorados, ou ainda para alienação de bens imóveis. O bem é vendido para quem oferecer o maior lance, igual ou superior ao valor estipulado.

Halpin e Woodhead (2004) afirmam que existem vantagens relacionadas ao contrato por concorrência. A primeira seria de natureza competitiva, assegurando um menor valor e a segunda, que todos os concorrentes são tratados de forma igual. Halpin e Woodhead (2004) também citam uma série de desvantagens relacionadas ao contrato por concorrência. É necessário que as plantas e especificações estejam totalmente preparadas antes de ser anunciado o edital de concorrência, descartando a possibilidade de modificação do projeto. Além disso, é necessário estender o prazo de projeto- construção.

A nova Lei nº 14.133/2021 trouxe algumas mudanças em relação às modalidades de licitação. Embora a nova lei mantenha algumas das modalidades previstas na Lei 8.666/93, há também a introdução de novas modalidades e alterações nas existentes. As principais modalidades de licitação presentes na Lei nº 14.133/2021 são:

- Pregão: Modalidade de licitação obrigatória para aquisição de bens e serviços comuns, cujo critério de julgamento poderá ser o de menor preço ou o de maior desconto; e era prevista na lei nº 10.520/02.
- Diálogo competitivo: a Administração pública tem a função de realizar diálogos com licitantes previamente selecionados mediante critérios objetivos, com o intuito de desenvolver uma ou mais alternativas capazes de atender às suas necessidades, devendo os licitantes apresentar proposta final após o encerramento dos diálogos, é usada para contratação de obras, serviços e compras.

Outra modificação da lei Nº 14.133/2021 é a extinção das modalidades, tomada de preço e convite, prevendo apenas as cinco modalidades de licitação: concorrência, concurso, leilão, pregão e diálogo competitivo.

### 3 GERENCIAMENTO DE RISCOS

A gestão de riscos, conforme descrita por Oztas e Ökmen (2004), é um processo composto por várias etapas que visa lidar com os riscos enfrentados em um investimento ou projeto. Com o aumento da complexidade dos projetos de construção, a intensificação da concorrência, os requisitos cada vez mais exigentes dos clientes e os desafios político socioeconômicos, a gestão de riscos tornou-se um elemento fundamental para garantir a conclusão dos projetos dentro do cronograma e orçamento planejados.

De acordo com Serpell *et al.* (2015), o gerenciamento de riscos é um processo proativo e positivo que visa eliminar ou reduzir as chances de consequências indesejáveis, ao mesmo tempo em que define ações para minimizar seus impactos. Essa abordagem é dividida em três etapas principais: projeto, construção e operação.

Além disso, conforme mencionado por Oztas e Ökmen (2004), um sistema de gestão de riscos desempenha várias funções essenciais. Ele estabelece um contexto adequado para o gerenciamento de riscos, define metas e objetivos claros, identifica e analisa os riscos envolvidos, influencia a tomada de decisões relacionadas aos riscos e monitora e revisa as respostas adotadas diante dos riscos identificados. Dessa forma, um sistema de gerenciamento de riscos bem estruturado e abrangente desempenha um papel fundamental na garantia do sucesso de um projeto, ao promover a identificação precoce e a mitigação dos riscos, bem como o acompanhamento contínuo das respostas adotadas.

#### 3.1 Risco e Incerteza

A Norma ABNT ISO 31000 (2009) estabelece uma definição abrangente de risco, que é o impacto da incerteza nos objetivos de uma organização, independentemente de seu tipo ou tamanho. As organizações estão constantemente sujeitas a influências e fatores externos e internos que tornam seus objetivos incertos. O efeito do risco é caracterizado como um desvio em relação ao resultado esperado, podendo ser positivo ou negativo.

De acordo com a ABNT ISO 31000 (2009), o risco é uma combinação de duas partes: as consequências de um evento e a probabilidade de sua ocorrência associada. As consequências referem-se aos impactos ou resultados que podem ser gerados por um evento específico, enquanto a probabilidade está relacionada à chance de o evento ocorrer. Essa abordagem considera tanto as possíveis consequências quanto a probabilidade de sua ocorrência, fornecendo uma visão abrangente dos riscos enfrentados pela organização.

Especificamente em relação ao conceito de risco, o Guia PMBOK (2021) explica que o risco do projeto é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo (oportunidade) ou negativo (ameaça) sobre pelo menos um parâmetro do projeto, como tempo, custo, escopo ou qualidade. Um risco pode ter uma ou mais causas e, se ocorrer, um ou mais impactos.

Além disso, a norma também define a incerteza como um estado em que as informações relacionadas a um evento são deficientes, parciais ou limitadas. Isso inclui a falta de compreensão completa do evento, o conhecimento sobre suas características, as consequências associadas ou a probabilidade de ocorrência. A incerteza está intrinsecamente ligada ao risco, pois é a partir dela que surgem as possibilidades de resultados diferentes dos esperados.

Conforme Gomes (2020), os riscos são relacionados a situações futuras que podem ser quantificados utilizando métodos matemáticos precisos ou estatísticos, com base na observação, classificação e agrupamento de ocorrências passadas semelhantes. Por outro lado, a incerteza é caracterizada por um nível indeterminado de conhecimento, o que impossibilita agrupar situações semelhantes, devido à falta de semelhança suficiente para formar grupos com certa homogeneidade. O Manual de fiscalização e gestão de contratos (2020) ressalta que os níveis de risco são geralmente avaliados com base na probabilidade de ocorrência e no impacto resultante.

Bloomfield *et al.* (2019) esclarecem a distinção entre incerteza e riscos. A incerteza abrange qualquer aspecto caracterizado pela falta de certeza, conhecimento preciso ou previsibilidade, enquanto o risco envolve a combinação da incerteza com seu potencial impacto no projeto, ou seja, representa a quantificação ou avaliação das consequências possíveis dessa incerteza. Schuhmann e Eichhorn (2017) definem riscos contratuais como todas as circunstâncias que representam uma ameaça ao sucesso da transação e podem levar ao não cumprimento do contrato.

Olsson (2007) afirma que, na modelagem de decisões, a incerteza pode ser categorizada em duas formas: incerteza epistêmica, que é a falta de conhecimento, e incerteza aleatória, que não pode ser prevista antecipadamente. Com base nesses conceitos, pode-se entender que o risco é uma forma mensurável de incerteza, enquanto a incerteza em si é imensurável.

Segundo Ali, Zhu e Hussain (2018), o risco e a incerteza são distintos, pois o risco é geralmente associado a implicações negativas, enquanto a incerteza, devido à falta de

informação, pode ter consequências tanto positivas quanto negativas, afetando o desempenho dos custos.

Serpell *et al.* (2015) afirmam que o risco pode ser mensurado, enquanto a incerteza, devido à sua complexidade e diversidade, não pode ser medida. De acordo com o *International Institute of Forecasters* (apud Bloomfield *et al.*, 2019), a incerteza pode ser categorizada em quatro tipos: conhecida (ou "*known knowns*"), desconhecida conhecida (ou "*known unknowns*"), conhecida desconhecida (ou "*unknown knowns*") e desconhecida (ou "*unknown unknowns*"). Essas categorias abrangem diferentes tipos de incertezas, desde aquelas que podem ser tratadas com técnicas de análise de risco convencionais até eventos raros e de grande impacto.

Barman e Charoenngam (2017) identificam três tipos de incertezas: incerteza substantiva, relacionada à disponibilidade de informações; incerteza estratégica, resultante das escolhas estratégicas feitas pelas partes durante a tomada de decisões; e incerteza institucional, caracterizada por conflitos entre regimes institucionais divergentes. Esses tipos de incertezas abordam diferentes aspectos que podem afetar a tomada de decisão em diversas áreas.

Flanagan e Norman (1993) distinguem entre riscos controláveis e incontroláveis. Os riscos controláveis estão relacionados a aspectos que podem ser gerenciados, como o desempenho humano e operacional. Por outro lado, os riscos incontroláveis abrangem fatores externos que não podem ser diretamente controlados, como condições climáticas adversas, impactos da inflação nos custos ou condições do solo em um determinado local. Essa distinção é importante para compreender a natureza dos riscos e sua abordagem durante a tomada de decisões e o planejamento.

Freitas (2019) destaca que, embora o risco seja frequentemente associado a algo negativo, é fundamental compreender que a exposição ao risco é necessária para o crescimento e o desenvolvimento de uma organização. A gestão de riscos não se trata apenas de evitar ou minimizar ameaças, mas também de identificar oportunidades e tomar medidas estratégicas para aproveitá-las. Ao adotar uma abordagem equilibrada em relação ao risco, as organizações podem encontrar um equilíbrio entre a busca por oportunidades e a mitigação de possíveis consequências indesejadas.

Em resumo, o risco refere-se à medida quantitativa da incerteza, envolvendo a avaliação de eventos futuros com base em dados históricos e probabilidades mensuráveis. A incerteza, por outro lado, é mais ampla e abrange a falta de conhecimento sobre eventos

futuros, incluindo eventos imprevisíveis e desconhecidos que não podem ser mensurados da mesma forma que o risco. Ambos são fundamentais na gestão de projetos e contratos, sendo essencial distingui-los para uma tomada de decisão eficaz.

O Manual de fiscalização e gestão de contratos (2020) identificou alguns riscos relacionados à fiscalização e ao acompanhamento da execução de contratos administrativos.

Esses riscos incluem:

- Ambiente organizacional com riscos elevados para a gestão contratual: Deficiências na governança das aquisições, como a ausência de processos de trabalho formalizados e falta de definição clara de papéis e responsabilidades, que podem aumentar o risco nas atividades de fiscalização e gestão de contratos.
- Não formalização de papéis: Falta de designação formal de responsabilidades, o que pode questionar a legitimidade dos atos praticados na gestão contratual e dificultar a responsabilização das partes do contrato e dos agentes públicos envolvidos.
- Designação de servidores sem as competências necessárias à fiscalização: A falta de competências adequadas nos servidores encarregados da fiscalização e acompanhamento da execução do contrato pode resultar em uma fiscalização inadequada e na não detecção de descumprimentos contratuais.
- Deficiências nos mecanismos para a gestão contratual: Planejamento deficiente da contratação, resultando em contratos com especificações deficientes no Termo de Referência/Projeto Básico, o que dificulta ou até impossibilita a gestão adequada do contrato e o cumprimento das obrigações contratuais e legais pela contratada.
- Disponibilidade limitada para fiscalizar: Falta de tempo suficiente para realizar as atividades de fiscalização, o que pode resultar em uma fiscalização inadequada e na não detecção de descumprimentos contratuais.
- Condução *ad hoc* de processos de apuração: Ausência de procedimentos padronizados para conduzir os processos administrativos de apuração de descumprimentos contratuais, resultando em falhas no cumprimento dos princípios do devido processo legal, contraditório e outras questões processuais administrativas.
- Licitante com irregularidades fiscais: Caso o licitante não mantenha regularidade fiscal durante a execução contratual, pode haver dificuldades no pagamento ao fornecedor em débito com a Fazenda, tornando difícil o ressarcimento dos valores devidos à Fazenda Pública.

### 3.2 Classificação e identificação dos Riscos

Koc e Gurgun (2021) categorizam os riscos contratuais em duas classes distintas: riscos semânticos, que dizem respeito à interpretação real das cláusulas contratuais, disposições ou obrigações; e questões de legalidade, que se concentram na clareza, consistência e complexidade das palavras, sentenças, cláusulas ou do próprio contrato.

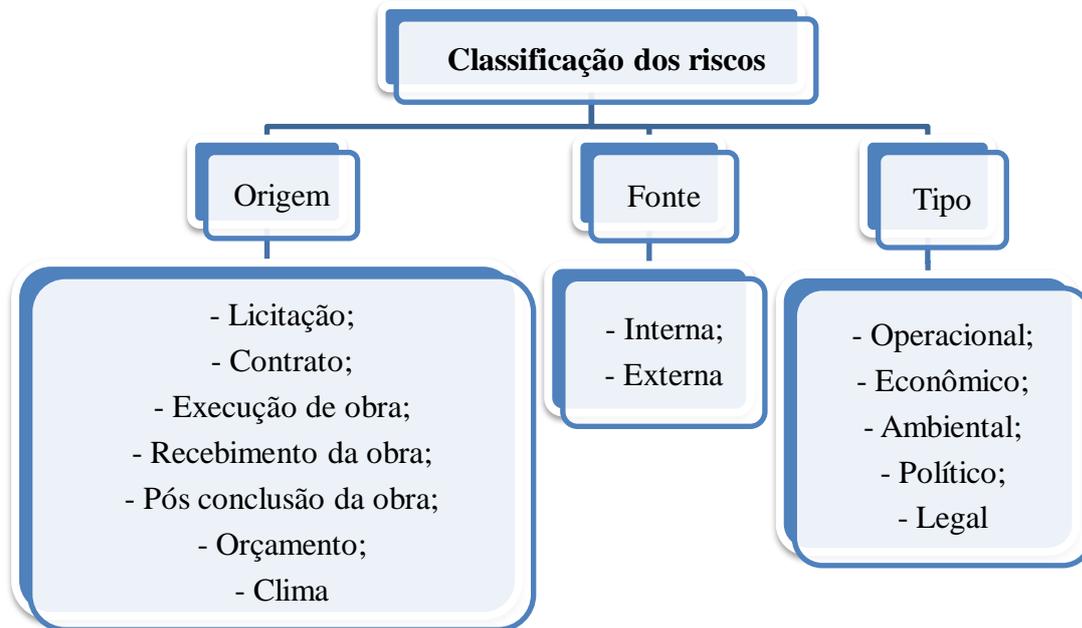
O guia PMBOK (2021) aborda o processo de gerenciamento de riscos do projeto em dois níveis: risco individual e risco geral. O risco individual refere-se a eventos ou condições incertas que, se ocorrerem, terão um impacto positivo ou negativo em um ou mais parâmetros do projeto. Já o risco geral representa o efeito da incerteza do projeto como um todo, proveniente de todas as fontes de incerteza, incluindo os riscos individuais, representando a exposição das partes interessadas as implicações de variações no resultado do projeto, sejam positivas ou negativas.

Marques e Berg (2011) propõem uma classificação dos riscos em três categorias: riscos de produção, riscos comerciais e riscos contextuais. Os riscos de produção envolvem aspectos relacionados ao planejamento, design, expropriação, construção e questões ambientais. Os riscos comerciais abrangem fatores como demanda, cobrança, capacidade e competição. Já os riscos contextuais englobam aspectos como financiamento, inflação, questões legais, regulamentares e mudanças unilaterais.

Bloomfield *et al.* (2019) propõem uma classificação dos riscos em quatro categorias: risco de representação, risco de desempenho, risco financeiro e risco contratual. O risco de representação diz respeito à assimetria de informações e cooperação nas relações intra e Interorganizacionais no contrato. O risco de desempenho está relacionado aos resultados intermediários e finais do contrato, envolvendo o equilíbrio entre o cumprimento do escopo do projeto e as restrições de tempo e orçamento predefinidos. O risco financeiro é caracterizado pela resposta comportamental aos mecanismos fiscais e seus resultados. Por fim, o risco contratual ocorre quando há a possibilidade de perda devido à renúncia do contrato por uma das partes, em contraste com a incapacidade de pagar ou entregar, ou seja, quando as cláusulas contratuais não são cumpridas.

Freitas (2019) apresenta uma classificação dos riscos em três fases a origem, fonte e o tipo de risco. Essa classificação permite um melhor entendimento das causas de cada risco e uma avaliação das consequências adquiridas durante o processo, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Classificação dos riscos



Fonte: Freitas (2019)

Conforme descrito por Freitas (2019), os riscos podem ser categorizados de acordo com a sua origem em diferentes etapas do processo de contratação e execução de obras. Caso não seja possível vinculá-los a uma etapa específica, eles podem ser categorizados com base nas circunstâncias que os originaram. Essas circunstâncias incluem:

- a) Licitação: riscos relacionados ao processo licitatório;
- b) Contrato: riscos decorrentes da fase contratual;
- c) Execução da obra: riscos surgidos durante a fase de execução da obra;
- d) Recebimento da obra: riscos originados no momento do recebimento da obra;
- e) Pós-conclusão da obra: riscos que surgem após o recebimento definitivo da obra;
- f) Orçamento: riscos associados à fase orçamentária;
- g) Clima: riscos decorrentes de fatores climáticos.

De acordo com Freitas (2019), os riscos podem ser classificados em termos de sua fonte, que pode ser interna ou externa. Essa classificação é definida da seguinte forma:

a) Fonte interna: refere-se aos riscos que estão relacionados à própria estrutura e funcionamento da organização. Esses riscos são passíveis de controle e gestão por parte da organização, uma vez que estão dentro de sua esfera de influência.

b) Fonte externa: diz respeito aos riscos que estão associados ao ambiente em que a organização opera. Esses riscos são influenciados por fatores externos à organização, como

condições econômicas, políticas, sociais e ambientais. Geralmente, a organização tem um controle limitado sobre esses riscos, pois eles estão além de sua esfera de influência direta.

A classificação proposta por Freitas (2019) permite uma análise abrangente dos riscos, categorizando-os em diferentes tipos:

- a) **Riscos Operacionais:** são aqueles que podem afetar as atividades internas de um órgão ou entidade, resultando em falhas, deficiências ou inadequações nos processos, pessoas, infraestrutura e sistemas utilizados.
- b) **Riscos Econômicos:** estão relacionados à capacidade do órgão ou entidade em obter os recursos financeiros e orçamentários necessários para realizar suas atividades de forma adequada.
- c) **Riscos Ambientais:** envolvem fatores ambientais, como condições climáticas adversas (por exemplo, chuvas intensas), que podem comprometer a continuidade dos serviços prestados.
- d) **Riscos Políticos:** estão ligados a mudanças políticas e governamentais, que podem levar a uma redefinição de prioridades e direcionamento de recursos de acordo com decisões políticas.
- e) **Riscos Legais:** decorrem de alterações na legislação ou regulamentações, que podem ter impacto nas atividades do órgão ou entidade, exigindo adaptações ou acarretando penalidades em caso de não conformidade.

### **3.3 Processo de Gerenciamento de Risco**

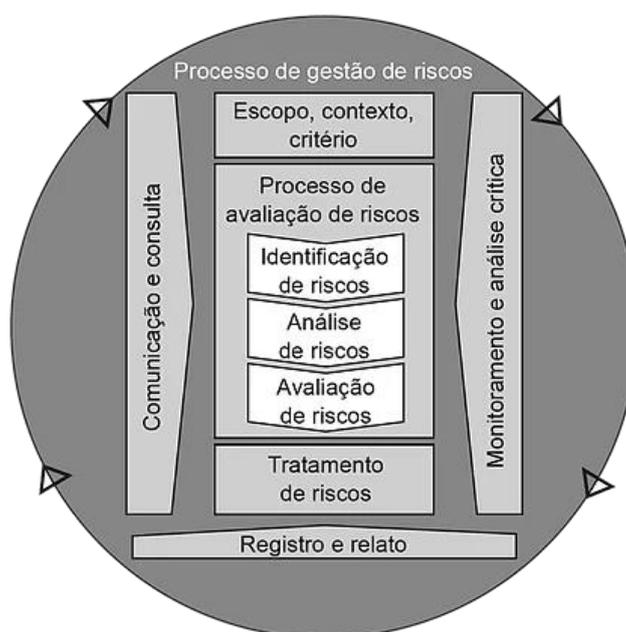
Zou, Chen e Chan (2010) ressaltam a importância da gestão de riscos como um elemento crucial para alcançar os objetivos do projeto. Essa abordagem desempenha um papel fundamental ao fornecer orientação para maximizar os resultados positivos e evitar resultados indesejados. Para gerenciar efetivamente os riscos, é essencial estabelecer metas claras, definir processos adequados, identificar a maturidade da gestão de riscos e considerar as preferências das partes envolvidas na alocação dos riscos. Essas etapas contribuem para uma abordagem estruturada e eficaz na gestão de riscos, garantindo um melhor desempenho do projeto.

Os autores também identificam cinco motivos para que as organizações de construção desenvolvam e implementem um sistema de gerenciamento de riscos. Primeiro, é um requisito legal garantido pelas políticas legais para que as organizações cumpram sua responsabilidade de avaliar esses riscos. Além disso, cada projeto de construção é único, o

que torna os riscos complexos e numerosos, e sua natureza e impacto podem mudar ao longo do projeto. Em terceiro lugar, cada projeto de construção envolve diferentes equipes, métodos e habilidades. Por último, a falta de um processo de gerenciamento de riscos pode resultar em consequências negativas, como incerteza nos resultados, perdas financeiras, negligência de responsabilidades e tomada de decisões ineficazes.

O processo de avaliação de riscos baseado na ISO 31000 (ABNT, 2018) é considerado um processo global, que envolve identificação, análise e avaliação dos riscos, conforme ilustrado na Figura 5. Para implementar esse processo, é essencial estabelecer o contexto adequado, além de utilizar métodos e técnicas apropriados para a avaliação dos riscos.

Figura 5 – Processo de gestão de riscos da ISO 31000



Fonte: Norma Brasileira ISO 31000(2018).

A norma ISO 31000 (2018) descreve as seguintes etapas do processo de avaliação de riscos, conforme ilustrado na Figura 5:

- a) Escopo, contexto e critérios: Define o escopo do processo e compreende os contextos internos e externos que podem influenciar o alcance dos objetivos.
- b) Identificação do risco: Encontra, reconhece e descreve os riscos que podem afetar a organização na busca de seus objetivos.
- c) Análise do risco: Compreende a compreensão detalhada de cada risco, considerando incertezas, fontes, consequências, probabilidade, eventos, cenários e controles.

d) Avaliação do risco: Compara os resultados da análise de riscos com critérios estabelecidos para determinar a necessidade de ação adicional. Os resultados são registrados, comunicados e validados nos níveis apropriados da organização.

e) Tratamento do risco: Seleciona e implementa opções para lidar com os riscos. Inclui formular opções de tratamento, planejar e implementar o tratamento, avaliar sua eficácia e decidir se o risco remanescente é aceitável ou se requer tratamento adicional.

Os processos de gerenciamento de riscos do projeto, de acordo com o Guia PMBOK (2017), envolvem as seguintes etapas:

a) Planejamento do gerenciamento de riscos: Decide como abordar, planejar e executar as atividades de gerenciamento de riscos do projeto.

b) Identificação de riscos: Determina os riscos que podem afetar o projeto e documenta suas características.

c) Análise qualitativa de riscos: Prioriza os riscos para análise ou ação adicional, avaliando a probabilidade de ocorrência e o impacto dos riscos.

d) Análise quantitativa de riscos: Realiza uma análise numérica do efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto.

e) Planejamento de respostas a riscos: Desenvolve opções e ações para aproveitar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto.

f) Monitoramento e controle de riscos: Acompanha os riscos identificados, monitora os riscos remanescentes, identifica novos riscos, executa planos de respostas a riscos e avalia sua eficácia ao longo do ciclo de vida do projeto.

O IN MP/SEGES Nº 5/2017 estabelece sobre as regras e diretrizes do procedimento de contratação de serviços sob o regime de execução indireta no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional que são descritas no Capítulo III - DO PLANEJAMENTO DA CONTRATAÇÃO, art. 25, reproduzido a seguir, as atividades no qual consiste no processo de gerenciamento de riscos.

Art. 25. O Gerenciamento de Riscos é um processo que consiste nas seguintes atividades:

I - Identificação dos principais riscos que possam comprometer a efetividade do Planejamento da Contratação, da Seleção do Fornecedor e da Gestão Contratual ou que impeçam o alcance dos resultados que atendam às necessidades da contratação;

II - Avaliação dos riscos identificados, consistindo da mensuração da probabilidade de ocorrência e do impacto de cada risco;

III - tratamento dos riscos considerados inaceitáveis por meio da definição das ações para reduzir a probabilidade de ocorrência dos eventos ou suas consequências;

IV - Para os riscos que persistirem inaceitáveis após o tratamento, definição das ações de contingência para o caso de os eventos correspondentes aos riscos se concretizarem; e

V - Definição dos responsáveis pelas ações de tratamento dos riscos e das ações de contingência.

De acordo com Guha (2018), a implementação do processo sistemático de gerenciamento de riscos em projetos governamentais traz uma série de benefícios garantidos, tais como:

- Melhor planejamento, desempenho e eficácia
- Informações aprimoradas para tomada de decisão;
- Maior certeza de tempo e custo;
- Uso mais eficiente dos recursos;
- Melhor qualidade de saída;
- Melhor comunicação e relacionamento com as partes interessadas;
- Exploração de oportunidades;
- Maior certeza na entrega, e a efetiva realização do projeto requerido;
- Desfechos;
- Comparação objetiva das opções do projeto;
- Posicionamento ideal do risco;
- Gestão mais eficaz da mudança;
- Reputação melhorada.

O Tribunal de Contas da União (TCU) adota uma política de gestão de riscos que se baseia nos seguintes modelos e normas:

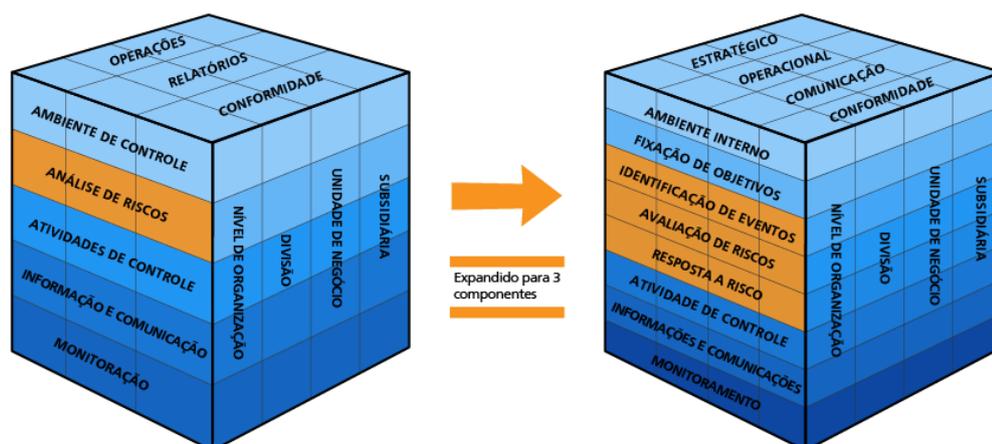
- *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO-IC ou COSO I)*: Modelo desenvolvido pelo COSO, que fornece um framework para o controle interno e a gestão de riscos em uma organização.
- *Enterprise Risk Management - integrated framework (COSO-ERM ou COSO II)*: Modelo também desenvolvido pelo COSO, que aborda a gestão de riscos de forma mais abrangente, integrando-a às estratégias e ao desempenho organizacional.

- *Integrating with Strategy and Performance* (COSO ERM 2017): Atualização do modelo COSO-ERM, que enfatiza a integração da gestão de riscos com a estratégia e o desempenho da organização.
- Norma técnica ISO 31000:2009 e ISO 31000:2018: Normas internacionais desenvolvidas pela ISO (*International Organization for Standardization*) que estabelecem princípios, estrutura e processos para a gestão de riscos em diversas áreas.
- Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI) e o guia *Guidelines for Internal Control Standards for the Public Sector* (GOV 9100): Referências utilizadas pelo TCU para orientar a gestão de riscos no setor público, fornecendo diretrizes para o controle interno e a governança.

O COSO é uma organização privada sem fins lucrativos fundada em 1985 nos Estados Unidos. Seu objetivo é fornecer diretrizes e melhores práticas de controle interno para as organizações, visando garantir relatórios financeiros confiáveis e prevenir fraudes. No modelo COSO I, o controle interno é descrito como um processo implementado pelos gestores para mitigar riscos e alcançar objetivos. Esse modelo é representado por um cubo com três faces que representam os tipos de objetivos, os níveis de estrutura organizacional e os componentes do controle interno. (TCU, 2023)

O COSO II foi desenvolvido em 2004 como uma evolução do modelo COSO I, com o objetivo de orientar as organizações na implementação de um processo abrangente de gestão de riscos corporativos. Ele expandiu o escopo do modelo anterior, substituindo a atividade de "análise de riscos" por três novas atividades: identificação de eventos, avaliação de riscos e resposta a riscos. Em 2013, o modelo foi atualizado para incluir controle interno, gestão de riscos corporativos e governança corporativa. Na Figura 6 é possível visualizar as diferenças entre os modelos COSO I e COSO II.

Figura 6 – COSO - IC e COSO ERM



Fonte: TCU (2018)

Em 2017, uma nova versão do COSO, chamada de *Framework*, foi lançada, destacando a importância de considerar os riscos tanto no processo de estabelecimento da estratégia quanto na melhoria do desempenho organizacional. A publicação é dividida em duas partes: a primeira fornece uma visão geral dos conceitos e aplicações atuais do gerenciamento de riscos corporativos, enquanto a segunda parte apresenta 20 princípios organizados em 5 componentes inter-relacionados: Governança e cultura, Estratégia e definição de objetivos, Performance, Monitoramento do desempenho e revisão, e Informação, comunicação e divulgação. Esses princípios visam orientar as organizações na implementação de uma abordagem eficaz de gerenciamento de riscos corporativos.

A Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI) publicou em 2004 um modelo de controle interno no setor público, com o objetivo de fornecer uma base para avaliar e aplicar o controle interno em organizações governamentais. Em 2007, foram adicionadas recomendações ao guia GOV9100, por meio da publicação do guia complementar GOV 9130. Esse guia recomendou um modelo para a aplicação da gestão de riscos no setor público, fornecendo uma base para avaliar a gestão de riscos em organizações governamentais.

#### 4 GERENCIAMENTO DE RISCOS EM CONTRATOS PÚBLICOS

De acordo com Schuhmann e Eichhorn (2017), a gestão de contratos e riscos tem suas origens em diferentes domínios científicos que aplicam regras distintas. Nas últimas três décadas, a gestão de contratos nas empresas foi desafiada a incorporar o gerenciamento de riscos. A partir de estudos empíricos, foram identificadas quatro áreas de interesse:

a) Atitude dos gestores em relação aos contratos: muitos gestores possuem uma compreensão limitada da jurisdição contratual, o que pode prejudicar a eficácia do gerenciamento de contratos.

b) Contrato e risco: as ciências jurídicas e econômicas destacam a relação estreita e interdependente entre contrato e risco. Cerca de 75% das empresas pesquisadas consideram o risco contratual uma área de grande preocupação.

c) Contrato e gerenciamento de risco: a literatura existente apenas menciona o contrato como meio de transferência de riscos, mas não detalha como operacionalizar essa função.

d) Gerenciamento de contratos e gerenciamento de riscos: as empresas não veem o gerenciamento de riscos como uma prioridade principal no gerenciamento de contratos. Uma pesquisa mostrou que 34% das empresas pesquisadas não possuíam um processo de avaliação de riscos antes de assinar um contrato, e 60% não acompanhavam suas responsabilidades contingentes.

O Tribunal de Contas da União (TCU, 2014) identifica várias irregularidades relacionadas à celebração e administração de contratos. Entre essas irregularidades, destacam-se: a falta de correspondência entre a descrição do objeto no contrato e a do edital de licitação, diferenças significativas entre os projetos básico e executivo, falta de vínculo do contrato com o edital de licitação e a proposta do licitante vencedor, ausência de aditivos contratuais para contemplar alterações no projeto ou no cronograma físico-financeiro, falta de justificativa para acréscimos ou supressões de serviços.

Outras irregularidades incluem a extrapolação dos limites definidos na Lei nº 8.666/1993 quanto aos acréscimos ou supressões de serviços, alterações de quantitativos sem justificativas coerentes, inclusão de serviços contratados a preços unitários diferentes dos apresentados na planilha orçamentária da licitação, acréscimo de serviços com preços unitários acima dos praticados no mercado, execução de serviços não previstos no contrato original ou em seus aditivos, subcontratação não permitida no edital e contrato, encerramento do contrato com o objeto incompleto e prorrogação de prazo sem justificativa adequada. Essas

irregularidades evidenciam a importância de uma gestão eficiente e criteriosa dos contratos, a fim de evitar problemas e garantir a transparência e conformidade nas contratações públicas.

Ali, Zhu e Hussain (2018) realizaram um estudo sobre os fatores críticos de incerteza que afetam os custos de transação em projetos de construção no Paquistão. Os principais fatores identificados foram:

- Licitação competitiva: A competição entre licitantes pode aumentar a incerteza devido a contratados inexperientes, falta de capacidade financeira e licitação oportunista. Contratação competitiva nem sempre é a melhor opção para controlar os custos do projeto.
- Projeto e especificações incompletos: A falta de informações claras e completas sobre o projeto gera incerteza e pode levar a disputas entre as partes contratantes. Um planejamento e projeto mais detalhados podem ajudar a reduzir essas incertezas.
- Pagamentos em atraso: Atrasos nos pagamentos iniciais e de progresso criam incerteza no cronograma do projeto. A coordenação deficiente e os trâmites burocráticos dificultam o cumprimento dos prazos de pagamento, aumentando as chances de disputas entre as partes contratantes. Melhorar a coordenação e delegar poderes financeiros aos gerentes de projeto podem diminuir a incerteza.
- Conflito de gestão: Conflitos e disputas são inevitáveis em contratos, o que aumenta a incerteza. Uma má gestão pode agravar a situação, resultando em reivindicações de custos. O compartilhamento de informações e reuniões regulares entre as partes contratantes podem reduzir a incerteza, e o gerente de projeto pode contribuir com sugestões técnicas.
- Aceleração do trabalho: A demanda por aceleração do trabalho pode gerar incerteza, especialmente em momentos políticos sensíveis. Políticas rígidas e supervisão rigorosa podem desencorajar comportamentos incertos relacionados à aceleração do trabalho.

O estudo realizado por Ibbs e Ashley (1987) foi pioneiro na avaliação dos riscos relacionados às obrigações contratuais. Eles analisaram dois tipos de contratos, custo reembolsável e preço fixo, e examinaram 96 cláusulas contratuais em relação a seis medidas de desempenho de projetos: custo, cronograma, qualidade, segurança e satisfação do proprietário e do contratado.

No estudo realizado por Bloomfield *et al.* (2019), foi investigado o gerenciamento de vários tipos de riscos, como complexidade contratual, relacional, organizacional e técnica, em contratos do setor público no Reino Unido. O artigo descreve o desenvolvimento de uma nova

ferramenta de mapeamento de migração de riscos, que permite a identificação precoce de riscos durante o processo de elaboração do contrato. Essa abordagem visa evitar que os riscos se propaguem pelo projeto, contribuindo para um gerenciamento mais eficaz e a redução do risco sistêmico. A ferramenta proposta representa uma importante contribuição para o aprimoramento do gerenciamento de riscos em contratos públicos.

No estudo realizado por Koc e Gurgun (2021), foi utilizada a técnica *Fuzzy VIKOR* para avaliar 18 fatores de risco que afetam a legitimidade dos contratos de construção com base em três critérios: tempo, custo e qualidade. Os pesquisadores identificaram os principais fatores de risco, que incluem a complexidade desnecessária no uso de termos e referências, o uso inadequado de palavras ou frases abstratas e ambíguas que levam a múltiplas interpretações, e o comprimento excessivamente longo das frases. Os autores ressaltam a importância da legibilidade dos contratos, destacando sua contribuição para uma interpretação consistente das cláusulas, redução de conflitos e reclamações, além de auxiliar na gestão de riscos.

Bloomfield *et al.* (2019) afirmam que o contrato público tem a função de defender legalmente os limites das partes, organizar as atividades dentro do quadro contratual e garantir os direitos e obrigações entre as partes públicas e privadas. Essa partilha entre as partes tende a gerar riscos, os quais podem ser controlados pelo próprio contrato, por meio do mecanismo de alocação ou por meio de uma série de técnicas que visam neutralizar riscos relevantes dentro da estrutura contratual.

De acordo com Schuhmann e Eichhorn (2017), há uma discrepância entre o reconhecimento da importância dos contratos para a gestão de riscos pelas empresas e sua efetiva utilização para esse fim. Os contratos não são vistos como instrumentos de gestão e não são concebidos para esse propósito. Embora seja reconhecida a dimensão do risco nos contratos, ela é operacionalizada apenas para fins legais. A integração entre a gestão de contratos e a gestão de riscos ocorre de forma unilateral, ou seja, a gestão de contratos é utilizada para a gestão de riscos, mas o inverso não é verdadeiro. Além disso, falta um conceito holístico, sistemático e prático para a integração do contrato e seu uso nos processos de gerenciamento de risco corporativo.

De acordo com Zou, Zhang e Wang (2007), a identificação de riscos é a primeira etapa crucial no processo de gerenciamento de riscos em projetos de construção. Nessa etapa, são identificados os riscos potenciais que podem afetar o projeto. Como parte desse processo, a classificação de riscos é realizada para estruturar os diferentes tipos de riscos que podem

impactar o projeto de construção. Na literatura, várias abordagens têm sido propostas para a classificação de riscos nesse contexto.

Zou, Zhang e Wang (2007) realizaram um estudo na China para identificar os principais riscos que afetam projetos de construção. Por meio de questionários, eles estabeleceram uma lista de 25 riscos prioritários, considerando sua influência nos objetivos do projeto em termos de custo, tempo, qualidade, segurança e sustentabilidade ambiental. Esses riscos foram analisados levando em conta as perspectivas das partes interessadas envolvidas no projeto e considerando todo o ciclo de vida do empreendimento. Além disso, os resultados da pesquisa foram comparados com um estudo semelhante realizado na indústria da construção na Austrália, a fim de identificar os riscos exclusivos associados aos projetos de construção na China.

Yao *et al.* (2018) investigaram os efeitos da confiança na execução de contratos em uma relação principal-agente, bem como o papel mediador da percepção de risco nesses efeitos. Eles realizaram entrevistas em profundidade com 21 gerentes especializados em execução de contratos como parte de um teste piloto. Utilizando análises de regressão hierárquica, os autores testaram as hipóteses do estudo e descobriram que a confiança baseada na boa vontade reduz a gravidade da execução do contrato, enquanto a percepção de risco relacional e a percepção de risco de desempenho aumentam a gravidade da execução do contrato.

No Quadro 2, são apresentados estudos relevantes que abordam os principais riscos relacionados às incertezas em contratos públicos no setor da construção civil.

Quadro 2 – Estudos sobre as incertezas em contratos públicos

<b>Autor</b>	<b>País/Região</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
Ali, Zhu e Hussain (2018)	Paquistão	Variados	O estudo explora dez fatores de incerteza associados a projetos de construção que influenciam substancialmente o TC (custo de transação). A pesquisa foi realizada com 216 profissionais da área.
Ashmawi <i>et al.</i> (2018)	Arábia Saudita	Variados	A pesquisa foi realizada para estudar o equilíbrio do compartilhamento de riscos em contratos unificados de obra pública (UCPW) pesquisando a percepção dos proprietários e contratados sauditas em relação à declaração das cláusulas.

Continua

Continua

Beltrão e Carvalho (2018)	Brasil	Variados	Foram identificados os principais riscos da construção pública e apresentado um modelo prático de processo analítico <i>Fuzzy</i> hierárquico (AHP) para priorização desses riscos em empreendimentos públicos brasileiros.
Barman e Charoenngam (2017)	Inglaterra e do País de Gales	Variados	O estudo investigou 48 casos litigiosos arquivados no Tribunal de Tecnologia e Construção (TCC) para identificar os principais motivos para a escalada para litígio. Também identificou os pontos críticos sobre como os tribunais percebem as disposições contratuais.
Bing <i>et al.</i> (2005)	Reino Unido	Projetos PPP	Foi explorado a alocação de risco em projetos de construção PP. Esses riscos foram categorizados de acordo com o tipo de fonte para o evento de risco. Também foi proposta uma metaclassificação em três níveis (micro, meso e macro), na qual os riscos poderiam ser considerados em termos da natureza de sua relação com os projetos.
Chan <i>et al.</i> (2011)	Hong Kong	contratos de custo-alvo (TCC) ou contratos de preço máximo garantido (GMP)	Foi identificado, classificado e comparado os principais fatores de risco encontrados nessas formas de aquisição com base em uma pesquisa de questionário empírica voltada para clientes, contratados e consultores. Foram identificados 34 riscos no formulário de pesquisa.

Continua

## Conclusão

Cobra (2021)	Brasil	Variados	Esta pesquisa demonstra os procedimentos adotados em licitação e contratação de empresas para obras públicas de infraestrutura, assim como realiza um estudo teórico sobre a avaliação de riscos em licitações e contratos das referidas obras e avaliação de riscos positivos e negativos. Foram avaliados 11 riscos.
PIÑA (2021)	Brasil	contratos de concessão de rodovias	Essa pesquisa estabelece um framework que permite a análise de influência e relacionamento entre fatores de risco em concessão de rodovias para melhor análise de fatores de riscos priorizados a serem considerados e detalhados em contratos.
Braga Júnior (2018)	Brasil	obras de infraestrutura urbana	A pesquisa teve como objetivo principal gerar subsídios aos gestores e aos responsáveis e envolvidos com a elaboração do Projeto Básico a ser adotado para a contratação e execução de obras públicas, para minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de execução das obras e serviços de engenharia.

Fonte: Autora.

#### 4.1 Modelos de gerenciamento de riscos na construção civil

Os métodos multicritérios desempenham um papel fundamental na avaliação dos riscos na construção civil. Eles contribuem para uma análise abrangente e estruturada, considerando diferentes perspectivas e critérios relevantes, o que possibilita a tomada de decisões mais embasadas e a implementação de estratégias eficazes de gerenciamento de riscos.

No estudo realizado por Al-Humaidi em 2016, foi utilizado o método *Fuzzy* TOPSIS para capturar informações de múltiplos tomadores de decisão em contratos de projetos. A abordagem empregada envolveu a aplicação da lógica difusa para avaliar os níveis de experiência dos decisores envolvidos no processo de pré-qualificação do projeto, a importância dos critérios para a decisão de licitação e a classificação de diferentes projetos com base nesses critérios. Para validar o modelo proposto, foi conduzido um estudo de caso real, em que os decisores julgaram os critérios identificados e seus respectivos pesos, que foram inseridos em um programa de computador. Essa abordagem proporcionou uma tomada de decisão mais precisa e informada na seleção de oportunidades de projetos em contratos públicos.

Yu *et al.* (2018) desenvolveram o método do Processo Hierárquico Analítico Difuso Intuicionista (IFAHP) para identificar e avaliar os fatores de risco em projetos de Parceria Público-Privada em Terrenos Públicos (TPPP). Nesse método, especialistas utilizaram conjuntos nebulosos intuicionistas para avaliar a possibilidade de ocorrência e a gravidade de cada fator de risco na matriz AHP. Os resultados apontaram que os principais fatores de risco foram tecnologia, ambiente natural, riscos de construção, administrativos e políticos. Essa abordagem de avaliação de risco auxilia profissionais da indústria e partes interessadas de projetos TPPP, tanto no setor público quanto no privado, a identificar e medir os riscos, destacando os fatores mais críticos em um projeto específico e adotando estratégias para alocar e mitigar os riscos potenciais.

Khazaeni, Khanzadi e Afshara (2012) desenvolveram um modelo *Fuzzy* TOPSIS para a alocação eficiente de riscos em projetos de construção, considerando as diferentes partes envolvidas. O modelo proposto permite que o proprietário classifique e selecione a melhor alocação de risco, avaliando as partes por meio de uma estrutura de critérios hierárquicos. Ao abordar as preocupações de conflito dos proprietários na alocação de risco, esse modelo oferece aos tomadores de decisão várias alternativas e auxilia na escolha de uma decisão ideal.

O Quadro 3 apresenta uma variedade de modelos de avaliação de riscos utilizados na indústria da construção civil. Essa diversidade destaca a importância e a relevância da Gestão de Riscos (GR) aplicada ao setor.

Quadro 3 – Modelos de avaliação de riscos aplicados na construção civil

<b>Autores</b>	<b>Método</b>	<b>Tema da pesquisa</b>
Andric <i>et al.</i> (2019)	Teoria de Conjuntos <i>Fuzzy</i> (FST)	Método Baseado em Lógica <i>Fuzzy</i> para Avaliação de Risco de Projetos de Infraestrutura de Cinturão e Rota
Yu <i>et al.</i> (2018)	Processo hierárquico analítico <i>Fuzzy</i> intuicionista (IFAHP)	Avaliação e Ranking de Fatores de Risco em Projetos de Parcerias Público- Privadas Transnacionais: Estudo de Caso Baseado no Processo de Hierarquia Analítica Intuicionista <i>Fuzzy</i>
Khazaeni, Khanzadi e Afshara (2012)	<i>Fuzzy</i> TOPSIS	Modelo ótimo de alocação de risco para contratos de construção: abordagem <i>Fuzzy</i> TOPSIS
Yazdani <i>et al.</i> (2019)	Rede analítica <i>Fuzzy</i> (FANP) e análise de modo e efeito de falha (FMEA)	Modelo de decisão melhorado para a avaliação de riscos em projetos de construção
Al-Humaidi (2016)	<i>Fuzzy</i> TOPSIS	Projetos de construção Abordagem de licitação ou não licitação usando a técnica <i>Fuzzy</i> para preferência de ordem por similaridade Método FTOPSIS
Park <i>et al.</i> (2019)	Processo hierárquico analítico (AHP) e análise de modo e efeito de falha (FMEA)	Fatores de risco do projeto enfrentados por empresas de gerenciamento de construção
Mazher <i>et al.</i> (2018)	Análise integral <i>Fuzzy</i>	Abordagem <i>Fuzzy</i> de Avaliação de Risco de Base Integral para Projectos de Infra-estruturas de Parcerias Público- Privadas
Koc e Gurgun (2022)	<i>Fuzzy</i> TOPSIS	Fatores de ambiguidade na construção contratos que implicam conflitos

Continua

Conclusão

Gurgun e Koc (2021)	<i>Fuzzy</i> AHP	Riscos administrativos desafiantes a adoção de contratos inteligentes em projetos de construção
Beltrão e Carvalho (2018)	<i>Fuzzy</i> AHP	Dar prioridade aos riscos de construção usando <i>Fuzzy</i> AHP nas Empresas Públicas Brasileiras
Dikmen; Birgonul e Han (2007)	Teoria de Conjuntos Fuzzy (FST)	Usando a avaliação de risco difusa para classificar o risco de superação de custos em projetos de construção internacionais
Taylan <i>et al.</i> (2014)	<i>Fuzzy</i> AHP e <i>Fuzzy</i> TOPSIS	Seleção de projetos de construção e avaliação de risco pelas metodologias <i>Fuzzy</i> AHP e <i>Fuzzy</i> TOPSIS
Zhang e Zou (2007)	<i>Fuzzy</i> AHP	Abordagem de avaliação de risco de processo hierárquico analítico difuso para projetos de construção de joint venture na China
Yuan <i>et al.</i> (2010)	Entropia <i>Fuzzy</i> e TOPSIS <i>Fuzzy</i>	Modelo de Seleção de Objetivos de Desempenho em Projetos de Parcerias Público-Privadas na Perspectiva dos Stakeholders
Awodi <i>et al.</i> (2023)	<i>Fuzzy</i> TOPSIS	Modelo de avaliação de risco baseado em <i>Fuzzy</i> TOPSIS para gerenciamento de risco de descomissionamento nuclear eficaz

Fonte: Autora.

#### 4.2 Métodos de Apoio à Decisão Multicritério (AMD)

O método de Apoio à Decisão Multicritério (AMD) ou Análise de Decisões com múltiplos critérios (ADMC), também conhecido por alguns autores como MCDM (*Multiple Criterion Decision Making*), surgiu na década de 1970 como primeiro método voltado para problemas discretos de decisão com resolução de problemas complexos e utilizado representação explícita com estrutura de preferência. Tem sido desenvolvido para apoiar e

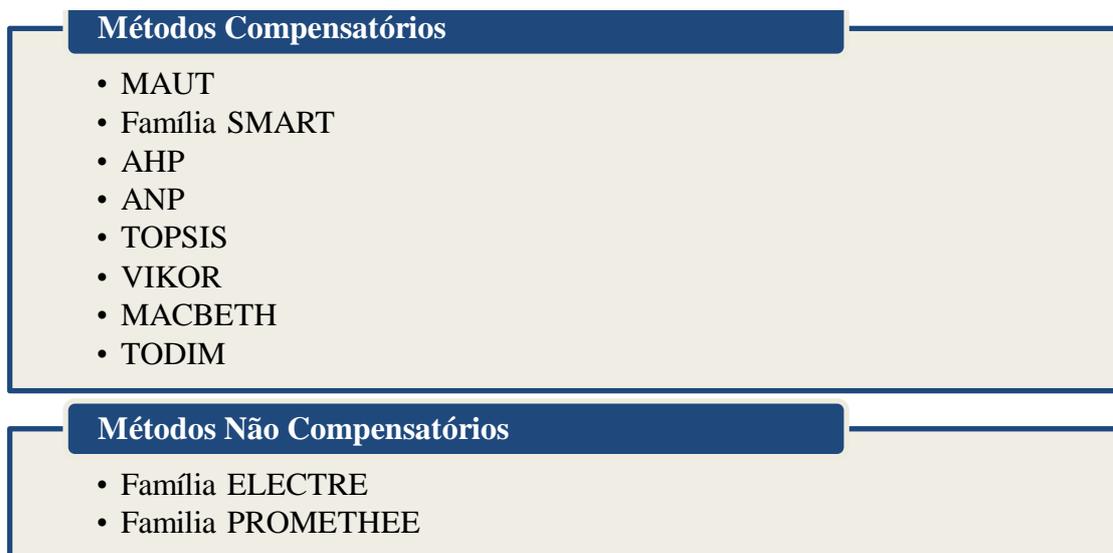
conduzir os decisores na avaliação e escolha de alternativas-solução em diferentes espaços. (GOMES, L.; GOMES, C., 2019).

Este método considera diferentes critérios qualitativos e quantitativos que precisam ser fixados para encontrar a melhor solução. O objetivo desse método é auxiliar os tomadores de decisão na seleção de alternativas pré-selecionadas ou de uma única alternativa que atenda aos seus requisitos e esteja de acordo com suas preferências. Além disso, os grupos de especialistas fornecem diferentes pesos aos critérios que se baseiam na importância de cada critério naquele caso específico. (TAHERDOOST; MADANCHIAN, 2023; KHAN; CHAABANE; DWEIRI, 2018)

De acordo com as ideias de Reis e Schramm (2022), os métodos de tomada de decisão multicritério podem ser categorizados em duas abordagens principais: métodos compensatórios e não compensatórios. Nos métodos não compensatórios, os parâmetros que aparecem na função de agregação, comumente chamados de pesos, têm a finalidade exclusiva de indicar a importância relativa dos critérios envolvidos. Em contrapartida, nos métodos compensatórios, esses parâmetros vão além, não apenas refletindo a importância relativa, mas também incorporando informações sobre a taxa de compensação, isto é, como as trocas ocorrem entre os critérios.

Nos métodos compensatórios, observamos o efeito de compensação quando as avaliações individuais (em cada critério) são combinadas para formar uma avaliação global (multicritério) de cada alternativa. Isso significa que um desempenho muito fraco em um critério específico pode ser contrabalançado por um desempenho excepcional em outro critério. (REIS E SCHRAMM, 2022). Na Figura 7 são apresentados os principais métodos multicritérios utilizados na literatura.

Figura 7 – Classificação dos métodos de tomada de decisão multicritério (AMD)



Fonte: Adaptado de Reis e Schramm (2022, p. 13)

Conforme Tscheikner-Gratl *et al.* (2017), em razão da complexidade dos problemas e à maior disponibilidade de dados, o interesse na aplicação de ferramentas analíticas de decisão formalizadas aumentou nas últimas décadas. O AMD abrange uma ampla gama de abordagens, podendo ser classificado em três escolas:

- Modelos de medição de valor: Uma pontuação numérica é criada para cada alternativa. Além disso, cada critério recebe um peso  $w$  que representa a importância do critério (por exemplo, Combinação linear ponderada, AHP).
- Modelos de meta, aspiração e nível de referência: Esses métodos medem o quão bem uma alternativa superior atinge um determinado objetivo ou desejo (por exemplo, TOPSIS).
- Modelos de superação: Esses métodos comparam as alternativas em pares para cada critério e determinam a força de preferência de uma alternativa sobre a outra.

As vantagens a serem consideradas para utilização dos métodos multicritérios estão descritas nos seguintes pontos (GOMES, L; GOMES, C., 2019):

- a) O enfoque multicritério proporciona uma abordagem mais abrangente e realista para os problemas complexos de decisão, tornando possível a realização de uma modelagem com maior variedade de fatores que leva em conta critérios qualitativos e quantitativos;
- b) Para as organizações de grande porte, promove ou facilita a integração e comunicação entre as partes envolvidas nos processos de decisão;

- c) Proporciona a organização e transparência devido ao fato de que os modelos que utilizam esses métodos tornam explícitas as preferências do decisor, aumentando também a credibilidade da aplicação;
- d) Além de permitir uma maior compreensão do problema para os agentes envolvidos no processo de decisão, os métodos tornam possível a realização de melhorias para o modelo durante a sua concepção ou utilização no futuro;
- e) os métodos multicritérios agregam valor substancial à informação e permitem a consideração dos problemas complexos

Em comparação aos métodos com critérios únicos monocritérios, os métodos multicritérios agregam valor substancial à informação e permitem a atuação dos problemas complexos que os outros tipos de métodos de natureza monocritério não permitem.

#### 4.3 Método *Fuzzy* TOPSIS

A teoria dos conjuntos *Fuzzy* (Fuzzy Set Theory - FST) foi proposta por Zadeh (1965) para auxiliar em problemas de tomada de decisão que envolvem incerteza, informações imprecisas e julgamentos subjetivos. Zadeh definiu um conjunto *Fuzzy* como “uma classe de objetos com um continuum de graus de pertinência”. Em um conjunto *Fuzzy*, cada objeto recebe seu próprio valor de pertinência, que determina o grau em que o objeto pertence a um conjunto *Fuzzy*. Os valores de associação variam entre zero e um (AL-HUMAIDI, 2016). Desse modo, permite a computação com palavras ao invés de números e, portanto, os termos linguísticos definidos por conjuntos difusos são intensamente utilizados em problemas da teoria da decisão para modelar informações incertas. (ANDRADE, 2020).

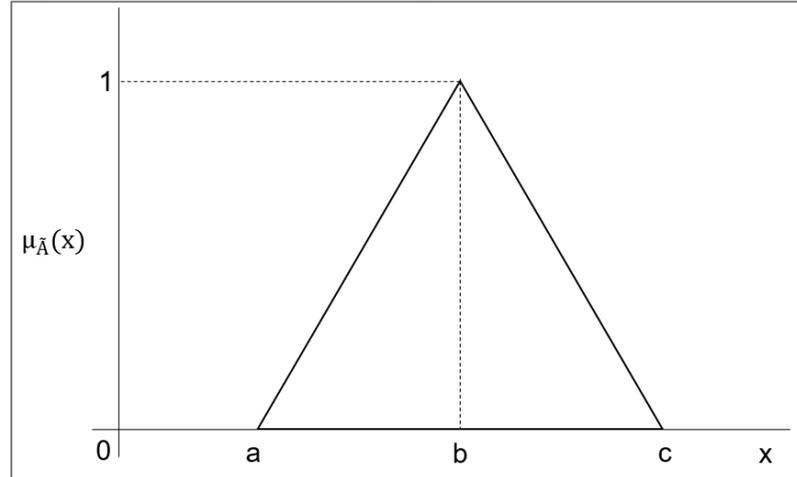
Al-Humaidi (2016) afirma que os sistemas difusos são essenciais em dois tipos de contextos: em situações que envolvem sistemas em grau elevado de complexidade e em situações em que é necessário uma solução aproximada seja rápida.

Segundo Liang *et al.* (2022), o número *Fuzzy* triangular pode quantificar a avaliação do especialista baseada em três números difusos. Por exemplo, se um especialista considera que o grau de "bom" de um indicador não é superior a oito pontos, o grau de "ruim" não é inferior a seis pontos e o valor mais provável é sete pontos. Então, o valor de avaliação deste esquema pode ser expresso como (6,7,8) usando números *Fuzzy* triangulares. Um número *Fuzzy* triangular  $\tilde{A}$  pode ser descrito por  $\tilde{A}(a,b,c)$ , sendo  $0 \leq a \leq b \leq c \leq 1$ , onde  $a$  é o valor do limite mínimo,  $b$  é o valor médio e  $c$  é o valor do limite máximo. A função de pertinência de um número *Fuzzy* triangular é a seguinte:

$$\mu_B(X) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ 0 & x \geq c \end{cases} \quad (1)$$

O diagrama de distribuição de números *Fuzzy* triangular é apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Números *Fuzzy* triangular



Fonte: Andrade (2020)

O método TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) foi desenvolvido por Hwang e Yoon (1981). É um método multicritério para resolver problemas no qual determina a melhor solução como aquela que apresenta a menor distância geométrica entre os critérios para a solução ideal positiva (Positive Ideal Solution - PIS), bem como a distância geométrica mais distante da solução ideal negativa (Negative Ideal Solution - NIS). O método tem o objetivo de resolver problemas de classificação de risco que exigem a seleção de alternativas com base em diferentes critérios (Awodi *et al.*, 2023). A lógica TOPSIS é usada para a solução ideal para maximizar os benefícios e minimizar os custos. Em resumo, as soluções ideais positivas são os melhores valores atingíveis em todos os critérios; enquanto isso, a solução ideal negativa está compondo todos os piores valores possíveis dos critérios de decisão. (ANDRADE, 2020).

Visando adequar o método TOPSIS para tomada de decisão em cenários de incerteza, Chen (2000) propôs a primeira combinação entre este método e a teoria dos conjuntos *Fuzzy*, denominada *Fuzzy-TOPSIS*. O *Fuzzy* TOPSIS complementa as vantagens do método TOPSIS e dos números *Fuzzy* triangulares. Comparado com outros métodos, tem as vantagens de universalidade e objetividade em avaliações multissistema e reflexão direta das diferenças entre as fontes de dados. Pode ser usado em muitos campos de avaliação de benefícios,

tomada de decisão e gerenciamento. Portanto, o método *Fuzzy* TOPSIS fornece uma maneira importante de lidar com a incerteza, informações não mensuráveis e incompletas no ambiente *Fuzzy*. Dentre eles, os números *Fuzzy* triangulares são utilizados para converter as variáveis de linguagem dos especialistas em números *Fuzzy* triangulares. (LIANG *et al.*, 2022)

O *Fuzzy* TOPSIS tem as seguintes vantagens: não há limite para o número de critérios, sejam eles critérios positivos/negativos ou critérios qualitativos/quantitativos; cria uma ordem consistente de preferência por alternativas e critérios; requer menos julgamentos em comparação com outros métodos e avalia eficientemente em um ambiente incerto (KIM E THUC, 2021).

As etapas para a utilização do *Fuzzy* TOPSIS são apresentadas nos seguintes passos: (CHEN, 2000 e AWASTHI, CHAUHAN e GOYAL, 2011)

**PASSO 1:** Determinar o grupo de decisores, bem como definir os critérios e as alternativas do modelo de decisão.

**PASSO 2:** Escolher as variáveis linguísticas apropriadas na determinação do peso dos critérios, bem como na avaliação das alternativas do modelo.

**Passo 3:** Agregar os valores linguísticos fornecidos por cada tomador de decisão ( $DM_r$ ) em relação à pontuação das alternativas e ao peso dos critérios. A equação 2 é usada para agregar as pontuações das alternativas. Nessa equação,  $\tilde{X}_{ij}$  descreve as pontuações da alternativa  $A_i (i = 1, \dots, n)$ , em relação ao critério  $C_j (j = 1, \dots, m)$ , dado pelo tomador de decisão  $DM_r (r = 1, \dots, k)$ . As avaliações dos pesos dos critérios são agregadas usando a equação 3, em que  $\tilde{W}_j^r$  descreve o peso do critério, dado por  $DM_r$ ;

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{X}_{ij}^1 + \tilde{X}_{ij}^r + \dots + \tilde{X}_{ij}^k] \quad (2)$$

$$\tilde{W}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{W}_{ij}^1 + \tilde{W}_{ij}^r + \dots + \tilde{W}_{ij}^k] \quad (3)$$

**PASSO 4:** Montar uma matriz de decisão *fuzzy*  $\tilde{D}$  para as pontuações das alternativas e um vetor *fuzzy*  $\tilde{W}$  para o peso dos critérios de acordo com as equações:

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_j & \dots & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1j} & \dots & d_{1m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_{i1} & d_{i2} & \dots & d_{ij} & \dots & d_{im} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nj} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{W}_1, \tilde{W}_2, \dots, \tilde{W}_m]$$

**PASSO 5:** Normalizar a matriz  $\tilde{D}$  usando uma escala de transformação linear. A matriz normalizada  $\tilde{R}$  é dada pelas equações abaixo:

$$\tilde{R} = [\tilde{R}_{ij}]_{m \times n} \quad (4)$$

$$\tilde{R}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), j \in B, C_j^+ = \max_i c_{ij}^+, se j \in B \text{ (critérios de benefício)} \quad (5)$$

$$\tilde{R}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), j \in C; a_j^- = \min_i a_{ij}, se j \in C \text{ (critérios de custo)} \quad (6)$$

**PASSO 6:** Obter a matriz normalizada e ponderada  $\tilde{V}$  por meio da multiplicação dos pesos  $\tilde{W}$  pelos elementos  $\tilde{r}_{ij}$  da matriz normalizada conforme as equações:

$$\tilde{V} = [\tilde{V}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

$$\tilde{V}_{ij} = \tilde{r}_{ij} * \tilde{W}_j \quad (8)$$

**PASSO 7:** Definir a solução ideal positiva *fuzzy* (*Fuzzy Positive Ideal Solution*, FPIS,  $A^+$ ) e a solução ideal negativa (*Fuzzy Negative Ideal Solution*, FNIS,  $A^-$ ) conforme as equações abaixo:

$$A^+ = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_j^+, \dots, \tilde{v}_m^+\} \quad (9)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_m^-\} \quad (10)$$

Onde:

$$\tilde{v}_j^+ = \max_i V_{ij}^+; e$$

$$\tilde{v}_j^- = \min_i V_{ij}^-;$$

para  $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ .

Neste caso, considera-se  $\tilde{v}_j^+ = (1, 1, 1)$  como a solução ideal e  $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$  como a solução anti-ideal para  $j=1, 2, \dots, n$ .

**Passo 8:** Calcular a distância de cada alternativa com relação a  $A^+$  e  $A^-$ . Pode-se calcular a distância entre dois números *Fuzzy* triangulares utilizando-se o método do vértice.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{V}_{ij}, \tilde{v}_j^+) \quad (11)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{V}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad (12)$$

$$d(\tilde{x}, \tilde{z}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2]} \quad (13)$$

para  $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ .

onde:

$d_v$  (..) é a distância entre dois números *fuzzy*, calculado pela equação (12);

$d_i^+$  é a distância de  $A_i$  até FPIS; e

$d_i^-$  é a distância de  $A_i$  até FNIS.

**PASSO 9:** Calcular o Coeficiente de proximidade (*Closeness Coefficient* – CC) de cada alternativa mediante a seguinte equação:

$$CC_i = \frac{D_i^-}{(D_i^+ + D_i^-)} \quad (14)$$

**PASSO 10:** Definir um *ranking* por meio da ordenação decrescente dos valores de  $CC_i$ .

Quanto mais próximo de 1,0 for este valor, melhor é o desempenho global da alternativa.

## 5 DADOS E MÉTODO

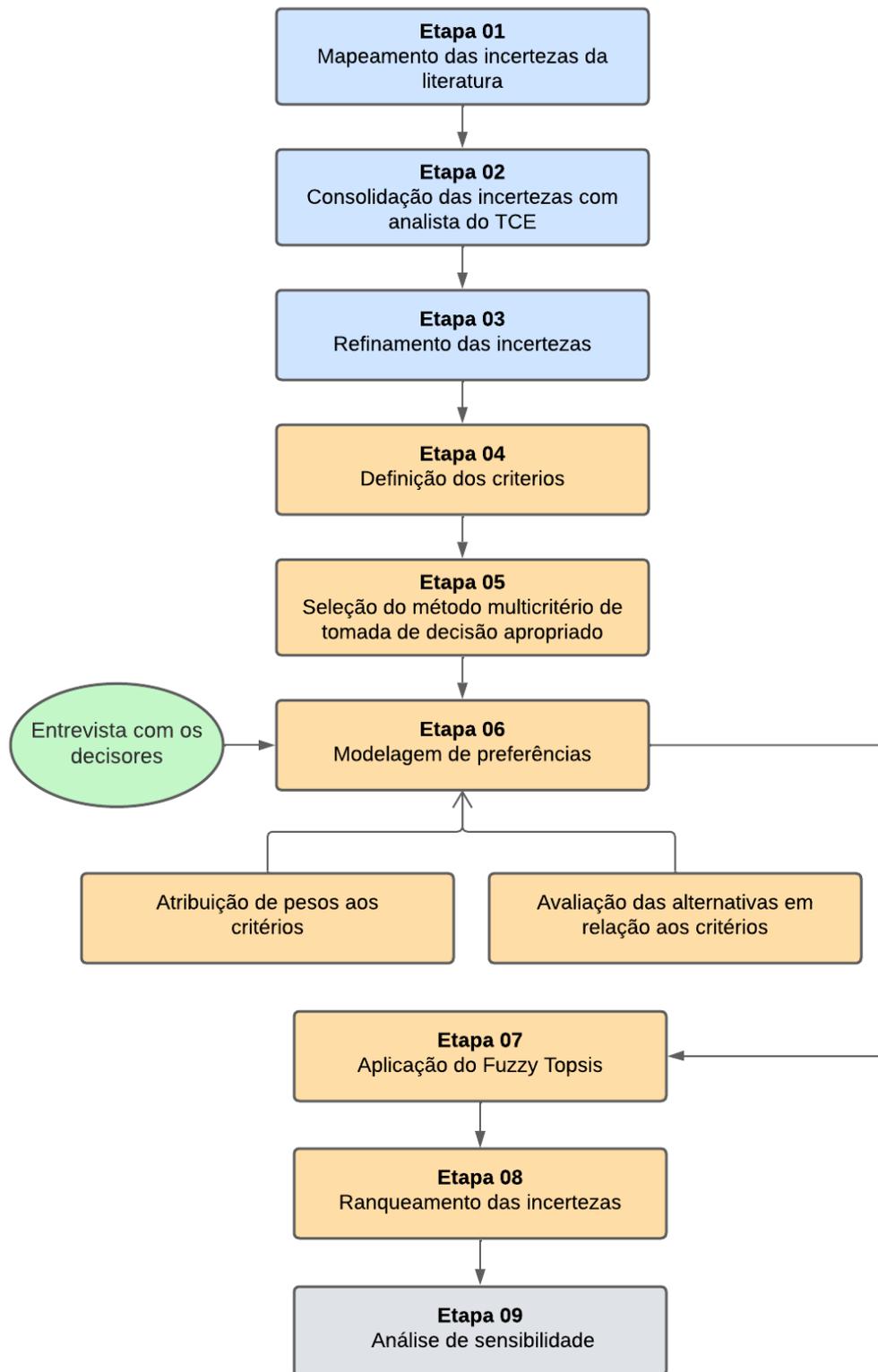
No cenário da investigação científica, busca-se explorar aspectos de um determinado tema de maneira sistemática, metódica e crítica. Seu propósito fundamental é contribuir para o avanço do conhecimento humano, seguindo princípios éticos e adotando métodos confiáveis. A pesquisa científica gera novo conhecimento aplicável em diversas áreas e desempenha um papel fundamental no progresso da sociedade. (PROVDANOV; FREITAS, 2013). Neste estudo, a abordagem de pesquisa é de caráter aplicado, seguindo a categorização delineada por Provdanov e Freitas (2013). Isso implica que o objetivo é gerar conhecimentos direcionados para a resolução de problemas específicos e com aplicação prática. Diante disso, o enfoque desta dissertação reside na compreensão e identificação dos principais riscos relacionados aos contratos de obras públicas.

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória, de acordo com Gil (2008). Seu principal propósito é o desenvolvimento e esclarecimento de conceitos e ideias, com o intuito de formular problemas mais precisos para investigações futuras. Para alcançar esse objetivo, são utilizadas técnicas como levantamento bibliográfico, entrevistas e estudos de caso. Nesse contexto, a pesquisa adota uma abordagem exploratória para analisar os riscos presentes em contratos públicos.

O propósito central desta pesquisa reside na identificação e análise das incertezas mediante a implementação de um modelo multicritério. Esse modelo será responsável por avaliar a magnitude das incertezas em relação aos parâmetros de tempo, custo e qualidade. A abordagem metodológica empregada compreendeu nove etapas distintas, como ilustrado na Figura 9, que detalha o fluxo sequencial adotado ao longo do processo de pesquisa.

Essas etapas envolveram a coleta de dados relevantes, a análise dos critérios estabelecidos, a aplicação do modelo multicritério e a interpretação dos resultados obtidos. Por meio desse processo, espera-se obter uma compreensão mais aprofundada das incertezas e contribuir para a gestão mais eficiente dos riscos em contratos públicos de obras.

Figura 9 – Fluxograma do método de pesquisa



Fonte: Autora.

## 5.1 Tratamento das incertezas

Na fase inicial, o mapeamento das incertezas em contratos foi estabelecido com base em um levantamento bibliográfico. Esse processo formou o alicerce da pesquisa, visando a identificação dos riscos presentes na literatura.

Para conduzir essa análise, um total de 39 estudos identificados na literatura foi considerado (Apêndice B). Com base nesses estudos, a lista de incertezas coletadas na revisão bibliográfica (presente no Apêndice B) foi utilizada como ponto de partida. Posteriormente, essa lista foi refinada e consolidada, preparando-a para ser aplicada no modelo proposto.

Na etapa de consolidação e validação, priorizou-se a seleção das incertezas mais relevantes e que apresentavam características semelhantes, de modo a torná-las mais representativas. Nesse estágio, um total de 35 incertezas foi selecionado (Apêndice C).

Na etapa subsequente, procedeu-se à realização de uma entrevista com a analista do TCE-CE, com o objetivo de consolidar as incertezas identificadas no levantamento bibliográfico. Nesse processo, algumas incertezas foram removidas, enquanto outras foram adicionadas, resultando na validação de um conjunto total de 29 incertezas, as quais estão detalhadas no apêndice D. Por fim, foi realizado o refinamento das incertezas para aplicação do modelo de tomada de decisão. Após aplicação de todas as etapas acima mencionadas, obteve-se o número final de 16 incertezas, sendo estas apresentadas no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Lista de incertezas e causas após consolidação e validação.

Item	Categoria	Fatores de risco	Referências
S1	<b>Ambiental</b>	Dificuldade na obtenção/renovação de licenças ambientais;	Beltrão e Carvalho (2019)
S2		Disposição ilegal de resíduos de construção;	Zou <i>et al.</i> (2007)
S3		Insuficiência/ausência de estudo de impacto ambiental para os empreendimentos potencialmente modificadores do meio ambiente;	Chan <i>et al.</i> (2011)
S4	<b>Execução de obras</b>	Ausência/insuficiência dos estudos técnicos preliminares	Zou <i>et al.</i> (2007)
S5		Atraso/paralisação indevido na execução dos serviços do cronograma (por culpa do contratado e/ou contratante).	Beltrão e Carvalho (2019), Ashmawi <i>et al.</i> (2018), Lee <i>et al.</i> (2019), Zou <i>et al.</i> (2007)

Continua

## Conclusão

S6		Projeto básico incompleto/deficiente (Cronograma, escopo do projeto (projeto implantação, locação, movimentação de terra), orçamento (Orçamento subestimado ou superestimado, preços e quantidades) e especificações (ausência de indicação de normas técnicas);	Beltrão e Carvalho (2019), Dikmen <i>et al.</i> (2022), Chan <i>et al.</i> (2011)
S7	<b>Econômico</b>	Ocorrência de fatos imprevisíveis, ou previsíveis, porém de consequências incalculáveis (Ocorrência de fato do príncipe, [decorrência de decisão de autoridade pública], Força maior [chuvas em condições extremas] e caso fortuito [ação humana ou guerra];	Youssef <i>et al.</i> (2018), Chan <i>et al.</i> (2011), Adeleke <i>et al.</i> (2019), Marques e Berg (2011)
S8		Atraso/redução indevida dos repasses financeiros.	Dikmen <i>et al.</i> (2022)
S9	<b>Político</b>	Práticas de corrupção;	Ali <i>et al.</i> (2018), Beltrão e Carvalho (2019)
S10		Intervenção política indevida (Alterações de escopo nos projetos de engenharia licitados no decorrer da execução da obra/ descontinuidade da obra).	Fang <i>et al.</i> (2004)
S11	<b>Gestão</b>	Fiscalização/Gestão inadequada da obra;	Kebede e Tiewei (2021), Beltrão e Carvalho (2019)
S12		Qualificação inadequada do Responsável técnico pela execução da obra.	Zou <i>et al.</i> (2007), Beltrão e Carvalho (2019),
S13	<b>Contratuais/ Legal</b>	Inadequação/indefinição das condições contratuais (Imprecisão nas condições da cláusula);	Dikmen <i>et al.</i> (2022), Barman e Charoenngam (2017), Koc e Gurgun (2021),
S14		Descumprimento das cláusulas contratuais (atrasos no pagamento da administração);	Chan <i>et al.</i> (2011), Kebede e Tiewei (2021), Beltrão e Carvalho (2019)
S15		Alteração contratual não justificada (aditivos de prazo e valor sem a devida justificativa técnica, forma de burlar as sanções contratuais);	Lee <i>et al.</i> (2019)
S16		Interpretação errônea do contrato (Aplicação descabida ou não aplicação quando cabível de sanções contratuais- Multas);	Barman e Charoenngam (2017)

Fonte: Autora.

Após definição das alternativas, foram definidas duas tipologias de obras foram selecionadas para abranger as incertezas:

- a) Edificações (escolas profissionalizantes (tema educação), ou UPAS (tema saúde), ou areninhas (tema esporte)
- b) Obras rodoviárias (Contratos de manutenção rodoviária, construção de rodovias e duplicação;

## 5.2 Definição dos critérios

A quarta etapa desta pesquisa consistiu na definição dos critérios adequados para abordar a problemática da pesquisa. A seleção dos critérios a serem considerados na tomada de decisão foi realizada com base na revisão da literatura, nas consultas a especialistas e na análise aprofundada do problema em questão.

Os critérios de avaliação adotados neste estudo foram determinados mediante a análise dos artigos da revisão de literatura e das informações obtidas durante a entrevista com a analista do TCE-CE. Dessa forma, os critérios selecionados foram Custo, Tempo e Qualidade. A definição de cada um dos critérios está apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Definição dos Critérios

Item	Critérios	Descrição	Referências
C1	Custo	O Custo envolve a somatória de todos os recursos que foram planejados para executar as atividades previstas na obra. O custo pode ser determinado por custo direto, indireto, inflação, preço do material, mão de obra etc.	Guia PMBOK (2017)
C2	Tempo	O tempo abrange o período previamente estabelecido para a execução de cada uma das etapas da obra, culminando na sua conclusão dentro do prazo estimado, conforme delineado no cronograma do projeto.	ENAP (2014)
C3	Qualidade	A Qualidade inclui o desempenho dos processos e das atividades da organização executora que determinam as políticas de qualidade, os objetivos e as responsabilidades, de modo que o projeto satisfaça as necessidades para as quais foi empreendido.	ENAP (2014)

Fonte: Autora.

## 5.3 Aplicação do método Fuzzy TOPSIS

Para definir o método multicritério apropriado, é necessário analisar as características do tipo de problemática abordado, que tipo de contexto está inserido, a formação dos critérios

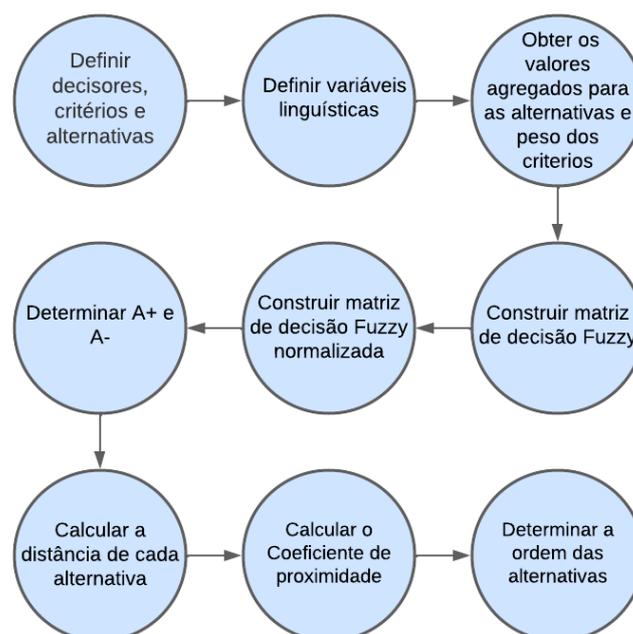
e alternativas, da modelagem de preferência e o que se pretende obter como resposta para tal problema.

Após a definição das incertezas e critérios, foi proposto um modelo multicritério para classificar e selecionar os principais riscos em contratos de obras públicas. Considerando que o objetivo é resolver um problema de ordenação de alternativas, optou-se pelo método *Fuzzy Topsis*. Este método é especialmente apropriado, visto que é capaz de avaliar simultaneamente um número ilimitado de alternativas e critérios, além de possuir uma aplicação prática simplificada. Além disso, pode envolver vários tomadores de decisão com níveis variados de experiência.

As etapas do método *Fuzzy TOPSIS* foram delineadas de acordo com a descrição feita por Chen (2000), como ilustrado na Figura 10. Nessa figura, é apresentada de maneira concisa a fundamentação teórica que embasa o presente estudo.

A aplicação prática do método *Fuzzy TOPSIS* ocorreu por meio de entrevistas, nas quais um grupo de decisores avaliou os parâmetros do modelo com base em suas respostas. Mediante a estruturação das alternativas e critérios, as respostas de cada decisor foram apresentadas visualmente por meio de uma matriz de avaliação construída no Excel. Portanto, os resultados foram obtidos por meio da aplicação do método proposto e, conseqüentemente, empregados nas etapas subsequentes do modelo, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Etapas do *Fuzzy TOPSIS*



Fonte: Autora

Após montar a matriz de decisão, foi definido o grupo de decisores que tinham o papel de avaliar as alternativas em relação aos critérios e ponderar os pesos. Os decisores são definidos como Indivíduo ou conjunto de indivíduos que de forma direta ou indireta, emite juízo de valor conclusivo a ser utilizado na avaliação das alternativas consideradas, visando a identificação da melhor opção. O grupo de decisores em questão é composto por profissionais do ramo da construção civil, com bastante experiência profissional na área e atuam como analistas do órgão fiscalizador e controlador da administração financeira e orçamentária do estado brasileiro do Ceará. O Quadro 6 apresenta o perfil dos decisores que participaram da pesquisa.

Quadro 6 – Decisores do modelo de avaliação de risco

Decisor	Profissão	Idade	Tempo de experiência	Nível hierárquico
Decisor 1	Engenheiro Civil	65 anos	25 anos	Analista de controle Externo
Decisor 2	Engenheiro Civil	38 anos	13 anos	Diretor Analista de controle externo

Fonte: Autora

O decisor 1 ficou responsável por avaliar os riscos em obras do tipo Edificações e o decisor 2 em obras rodoviárias.

### 5.3.1 Definição das variáveis linguísticas

Para ponderação das incertezas, o grupo de decisores utilizaram um conjunto de variáveis linguísticas como parâmetros de entrada para a avaliação dos pesos de classificação e de importância. Por sua vez, essas variáveis linguísticas foram associadas a números Fuzzy triangulares. A escala qualitativa considerada para alternativas e critérios estão apresentadas nos Quadro 7 e Quadro 8.

Quadro 7 – Termos linguísticos e números *Fuzzy* das alternativas.

Termos linguísticos	Número <i>Fuzzy</i> triangular		
	l	m	u
Extremamente Baixo (EB)	1	1	3
baixo (B)	1	3	5
Moderado (M)	3	5	7
alto(A)	5	7	9
Extremamente Alto (EA)	7	9	9

Fonte: Autora

Quadro 8 – Termos linguísticos e número *Fuzzy* dos pesos dos critérios.

Termos linguísticos	Número <i>Fuzzy</i> triangular		
	l	m	u
Sem importância (SI)	0	0,1	0,1
Pouco importante (PI)	0,1	0,3	0,5
Importância média (IM)	0,3	0,5	0,7
Importante (I)	0,5	0,7	0,9
Muito importante (MI)	0,9	0,9	1

Fonte: Autora.

Com o intuito de simplificar o processo de avaliação pelos decisores, foram definidas as características de cada uma das variáveis linguísticas mencionadas anteriormente. Essas definições foram estabelecidas levando em consideração os critérios do modelo, conforme detalhado na tabela do apêndice E.

Após a avaliação dos decisores, foi possível criar a matriz de decisão *Fuzzy*, convertendo as variáveis linguísticas em números *Fuzzy* triangulares conforme os dados apresentados nos Quadro 9 e Quadro 10. Esta fase foi executada para ambas as matrizes dos dois decisores.

Quadro 9 – Matriz de julgamento em edificações

Critérios Alternativas	C1- Custo			C2- Tempo			C3- Qualidade		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
S1	3	5	7	5	7	9	5	7	9
S2	1	1	3	1	3	5	3	5	7
S3	1	3	5	1	3	5	1	3	5
S4	5	7	9	5	7	9	5	7	9
S5	5	7	9	5	7	9	3	5	7
S6	7	9	9	7	9	9	7	9	9
S7	1	3	5	1	3	5	1	1	3
S8	1	3	5	5	7	9	5	7	9
S9	1	3	5	1	3	5	1	3	5
S10	1	3	5	1	1	3	3	5	7
S11	5	7	9	5	7	9	7	9	9
S12	5	7	9	1	3	5	7	9	9
S13	1	3	5	1	3	5	1	3	5
S14	7	9	9	3	5	7	5	7	9
S15	7	9	9	5	7	9	5	7	9
S16	5	7	9	5	7	9	5	7	9

Fonte: Autora

Quadro 10 – Matriz de julgamento em obras rodoviárias

Critérios Alternativas	C1- Custo			C2- Tempo			C3- Qualidade		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
S1	1	3	5	3	5	7	1	1	3
S2	3	5	7	1	3	5	1	3	5
S3	1	3	5	3	5	7	1	3	5
S4	1	3	5	1	3	5	1	3	5
S5	3	5	7	3	5	7	1	3	5
S6	3	5	7	3	5	7	1	3	5
S7	1	3	5	1	3	5	1	1	3
S8	3	5	7	1	3	5	1	3	5
S9	5	7	9	3	5	7	3	5	7
S10	5	7	9	3	5	7	3	5	7
S11	3	5	7	3	5	7	3	5	7
S12	3	5	7	1	3	5	5	7	9
S13	3	5	7	1	3	5	1	3	5
S14	5	7	9	5	7	9	1	3	5
S15	5	7	9	5	7	9	3	5	7
S16	5	7	9	3	5	7	1	3	5

Fonte: Autora

### 5.3.2 Valores agregados para alternativas e critérios

Após concluir as avaliações com base nas escalas qualitativas, as respostas de cada decisor foram relacionadas com os valores numéricos correspondentes aos números *Fuzzy* triangulares. Conseqüentemente, os pesos de importância atribuídos pelos decisores foram combinados utilizando a Equação 2, considerando a média dos pesos concedidos. Os valores atribuídos aos critérios pelo Decisor 1 e Decisor 2 são delineados no Quadro 11, enquanto o Quadro 12 exhibe a consolidação desses valores agregados.

Quadro 11 – Pesos dos critérios do Decisor 1 e 2

Critérios	$\tilde{W}_1$			$\tilde{W}_2$		
	a	b	c	a	b	c
Custo	0,30	0,50	0,70	0,90	0,90	1,0
Tempo	0,90	0,90	1,0	0,50	0,70	0,90
Qualidade	0,50	0,70	0,90	0,30	0,50	0,70

Fonte: Autora.

Quadro 12 – Valores Agregados dos pesos de importância

Critérios	$\tilde{W}_i$		
	a	b	c
Custo	0,60	0,70	0,85
Tempo	0,70	0,80	0,95
Qualidade	0,40	0,60	0,80

Fonte: Autora.

### 5.3.3 Construção da matriz Fuzzy Normalizada

Após obter os valores agregados dos pesos, a próxima etapa é a normalização da matriz de decisão, distribuindo os pesos para seus respectivos critérios. A normalização da matriz de decisão é feita mediante a transformação linear descrita nas Equações 5 e 6.

O critério de benefício segue uma lógica em que uma avaliação linguística mais alta é mais favorável para a alternativa, enquanto o critério de custo segue uma lógica inversa, onde uma avaliação linguística mais alta é menos vantajosa para a alternativa. Consequentemente, as alternativas que atendem a esses requisitos são classificadas nas posições superiores de uma ordem crescente no ranking final, resultante da aplicação do método. Considerando que esta pesquisa abrange uma análise de risco, é crucial que os riscos mais críticos ocupem as primeiras posições. Para atender a essa necessidade, os critérios foram estabelecidos conforme o Quadro 13.

Quadro 13 – Definição dos critérios de custo e benefício

Critério	Min/Max	Classificação
Custo	Maximizar	Critério de benefício
Tempo	Maximizar	Critério de benefício
Qualidade	Maximizar	Critério de benefício

Fonte: Autora

Após a classificação dos critérios, procedeu-se à normalização da matriz de decisão, considerando os critérios de maximização e utilizando a equação 5. A etapa subsequente consistiu na ponderação da matriz de decisão com os pesos atribuídos a cada critério, por meio da aplicação da equação 8. Os resultados desse processo podem ser visualizados no apêndice G.

### 5.3.4 Determinação do $A^+$ e $A^-$

Posteriormente, foram calculadas as distâncias das alternativas até a solução ideal FPIS ( $d_i^+$ ) e a solução anti-ideal FNIS ( $d_i^-$ ), utilizando as equações 9 e 10. Os valores

representados pelas variáveis  $A+$  e  $A-$  refletem os valores máximos e mínimos obtidos para os pesos de classificação nas matrizes  $\tilde{v}$ .

Para determinar as mencionadas distâncias, empregou-se a equação 13. As distâncias FPIS ( $di+$ ) e FNIS ( $di-$ ) de cada alternativa em relação à solução ideal foram registradas no Apêndice H.

### 5.3.5 Cálculo do CC e determinação da ordem das alternativas

O passo subsequente envolveu o cálculo do coeficiente de proximidade ( $CCi$ ) para cada alternativa, conforme a equação 14. Quanto mais próximo de 1 for o valor de  $CCi$ , mais a alternativa estará próxima de FPIS e mais distante de FNIS. As distâncias FPIS ( $di+$ ) e FNIS ( $di-$ ) para os dois tipos de obras podem ser encontradas no Apêndice I, enquanto os resultados dos coeficientes de proximidade ( $CCi$ ) estão apresentados no Apêndice J.

Para concluir, as incertezas foram ordenadas, seguindo uma ordem decrescente dos coeficientes de proximidade obtidos, conforme demonstrado no Quadro 14.

Quadro 14 – Ranqueamento das alternativas

Alternativas	Edificações		Obras rodoviárias	
	CCi	Ranking	CCi	Ranking
<b>S1</b>	0,711	8	0,168	14
<b>S2</b>	0,256	14	0,265	11
<b>S3</b>	0,257	11	0,285	10
<b>S4</b>	0,797	4	0,117	15
<b>S5</b>	0,724	7	0,432	8
<b>S6</b>	1,000	1	0,432	8
<b>S7</b>	0,182	16	0,000	16
<b>S8</b>	0,619	10	0,265	11
<b>S9</b>	0,257	11	0,705	3
<b>S10</b>	0,245	15	0,705	3
<b>S11</b>	0,848	3	0,557	6
<b>S12</b>	0,643	9	0,515	7
<b>S13</b>	0,257	11	0,265	11
<b>S14</b>	0,764	6	0,747	2
<b>S15</b>	0,863	2	0,873	1
<b>S16</b>	0,797	4	0,580	5

Fonte: Autora

## 5.4 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é um método que investiga o impacto de variações nos dados de entrada sobre os resultados obtidos.

No contexto de problemas multicritério, a solução obtida pode manifestar-se de duas maneiras após uma análise de sensibilidade, de acordo com Campos (2011):

- Estabilidade fraca: Esta situação ocorre quando, após a análise de sensibilidade, a melhor solução continua a fazer parte do conjunto de soluções não dominadas. Isso significa que as variações nos dados não têm um impacto significativo o suficiente para alterar qual solução é considerada a melhor em relação às outras.
- Estabilidade forte: Neste cenário, após a análise de sensibilidade, o conjunto de soluções não dominadas permanece inalterado. Isso implica que as variações nos dados não afetam a composição das soluções consideradas não dominadas.

Nesse contexto, no âmbito deste modelo, realizou-se uma análise de sensibilidade ao modificar os valores dos pesos dos critérios em três cenários distintos. Isso permite examinar como as alterações nos pesos podem influenciar o ranking das alternativas. A variação dos pesos dos critérios proporciona insights sobre a estabilidade do ranking resultante.

Para conduzir a análise, adotaram-se valores extremamente baixos (EB) e extremamente altos (EA) para os pesos dos critérios, utilizando as variáveis linguísticas do modelo *Fuzzy* TOPSIS.

Os três cenários foram avaliados nas duas tipologias de obras apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15 – Cenários da análise de sensibilidade do modelo

<b>Pesos de classificação</b>			
	<b>Custo</b>	<b>Tempo</b>	<b>Qualidade</b>
<b>Cenário I</b>	Manter valor	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>
<b>Cenário II</b>	<i>Valor Mínimo</i>	Manter valor	<i>Valor Máximo</i>
<b>Cenário III</b>	<i>Valor Máximo</i>	<i>Valor Mínimo</i>	Manter valor

Fonte: Autora

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados e discussões relevantes do estudo, abordando as considerações derivadas da aplicação do modelo de tomada de decisão e destacando os principais riscos associados a edificações e obras rodoviárias. O Quadro 16 apresenta a ordenação dos riscos em relação às duas categorias de obras públicas.

Quadro 16 – Resultado da ordenação dos riscos

Alternativas	Riscos	Edificações	Obras rodoviárias
S1	Dificuldade na obtenção/renovação de licenças ambientais	7°	10°
S2	Disposição ilegal de resíduos de construção	11°	9°
S3	Insuficiência/ausência de estudo de impacto ambiental para os empreendimentos potencialmente modificadores do meio ambiente	10°	8°
S4	Ausência/insuficiência dos estudos técnicos preliminares	4°	11°
S5	Atraso/paralisação indevido na execução dos serviços do cronograma (por culpa do contratado e/ou contratante)	6°	7°
S6	Projeto básico incompleto/deficiente (Cronograma, escopo do projeto (projeto implantação, locação, movimentação de terra), orçamento (Orçamento subestimado ou superestimado, preços e quantidades) e especificações (ausência de indicação de normas técnicas)	1°	7°
S7	Ocorrência de fatos imprevisíveis, ou previsíveis, porém de consequências incalculáveis (Ocorrência de fato do príncipe, [decorrência de decisão de autoridade pública], Força maior [chuvas em condições extremas] e caso fortuito [ação humana ou guerra])	13°	12°
S8	Atraso/redução indevida dos repasses financeiros	9°	9°
S9	Práticas de corrupção	10°	3°
S10	Intervenção política indevida (Alterações de escopo nos projetos de engenharia licitados no decorrer da execução da obra/ descontinuidade da obra).	12°	3°
S11	Fiscalização/Gestão inadequada da obra	3°	5°
S12	Qualificação inadequada do Responsável técnico pela execução da obra	8°	6°

Continua

			Conclusão
S13	Inadequação/indefinição das condições contratuais (Imprecisão nas condições da cláusula)	10°	9°
S14	Descumprimento das cláusulas contratuais (atrasos no pagamento da administração)	5°	2°
S15	Alteração contratual não justificada (aditivos de prazo e valor sem a devida justificativa técnica, forma de burlar as sanções contratuais)	2°	1°
S16	Interpretação errônea do contrato (Aplicação descabida ou não aplicação quando cabível de sanções contratuais- Multas)	4°	4°

Fonte: Autora

No Quadro 16, são destacados os seis principais riscos em edificações, que incluem: "Projeto básico incompleto/deficiente (S6)", "Alteração contratual não justificada (S15)", "Fiscalização/Gestão inadequada da obra (S11)", "Ausência/insuficiência dos estudos técnicos preliminares (S4)", "Interpretação errônea do contrato (S16)" e "Descumprimento das cláusulas contratuais (S14)". É importante ressaltar que os riscos S4 e S16 ocupam a mesma posição, em quarto lugar.

No entanto, nas obras rodoviárias, emergem os seis riscos mais críticos: "Alteração contratual não justificada (S15)"; "Descumprimento das cláusulas contratuais (S14)"; "Práticas de corrupção (S9)"; "Intervenção política indevida (S10)"; "Interpretação errônea do contrato (S16)" e "Fiscalização/Gestão inadequada da obra (S11)". É relevante observar que os riscos S9 e S10 estão no mesmo patamar de classificação, em terceiro lugar, como é visto no Quadro 16.

O Quadro 16 revela que a ordem dos riscos difere entre os dois tipos de obras analisadas. Enquanto o risco "Projeto básico incompleto/deficiente (S6)" está listado como primeiro em Edificações, ele se torna o sétimo risco em obras rodoviárias. Por outro lado, o risco "Alteração contratual não justificada (S15)" mantém uma classificação similar nas duas obras, sendo listado como segundo nas Edificações e primeiro nas obras rodoviárias. Já o risco "Ocorrência de fatos imprevisíveis, ou previsíveis (S7)" também apresenta classificação similar e considerado menos importante no ponto de vista dos decisores.

Segundo o relato do primeiro decisor entrevistado, um dos principais problemas enfrentados nas licitações diz respeito à apresentação de projetos básicos falhos e incompletos, resultado da falta de planejamento de longo prazo e limitações dos recursos públicos. Essa questão acarreta prejuízos significativos, tais como o aumento dos custos

inicialmente previstos para execução do projeto e possibilidade de atrasos para conclusão da obra. Portanto, a análise feita pelo modelo de decisão, em que aponta o risco S6 como o mais crítico em edificações, é validada. Como medida de contingência para mitigar esse risco, é sugerida a adoção de aditivos contratuais ou solicitações de reequilíbrio econômico-financeiro. É importante ressaltar que a nova lei de contratos 14.133/ 2021, Art. 124, § 1º prevê que a decorrência de falhas nos projetos, as alterações de contratos de obras e serviços de engenharia resultarão na apuração da responsabilidade do responsável técnico e adoção das providências necessárias para o ressarcimento dos danos causados à Administração.

Conforme estabelecido pelos Acórdãos 3018/2009 do Plenário do Tribunal de Contas da União (TCU), a ausência ou a deficiência de projeto básico acarreta uma série de problemas, tais como atrasos e cancelamentos das licitações, superfaturamento, aditamentos contratuais desnecessários. Esses fatores causam prejuízos significativos à Administração Federal, uma vez que não é demonstrada a viabilidade e a conveniência da execução de determinada obra ou serviço. Além disso, é importante ressaltar que o Acórdão 648/2007 do TCU, emitido pelo Plenário, expressamente considera ilegal e ilegítima a prática de revisão de projetos durante as fases de execução, introduzindo modificações no contrato após a sua assinatura.

O risco “Alteração contratual não justificada” (S15) foi considerado pelos tomadores de decisão como um dos mais relevantes em ambos os tipos de obras. De acordo com a lei 14.133/ 2021, Art. 6, inciso LVII, alínea d, a ocorrência de “outras alterações de cláusulas financeiras que resultem em recebimentos contratuais antecipados, distorção do cronograma físico-financeiro, prorrogação injustificada do prazo contratual com custos adicionais para a Administração ou reajuste irregular de preço” é caracterizada como superfaturamento. Para atenuar esse risco, é de extrema importância que os responsáveis pelo sistema de contratações públicas e execução de contratos administrativos sejam capacitados e possuam a expertise necessária para desempenhar suas funções, incluindo a elaboração de um plano de trabalho consistente que evite o superfaturamento. É fundamental ressaltar que, caso se constate a configuração desse risco, o agente envolvido poderá ser responsabilizado pelo crime estabelecido no artigo 337-L do Código Penal, sujeito a pena de reclusão de 4 a 8 anos, além de multa. Ademais, sem prejuízo, também poderão ser aplicadas as sanções previstas na Lei 8.429/1992.

O risco “Fiscalização/Gestão inadequada da obra (S11)” também é de grande relevância. De acordo com Alves (2004), em situações em que ocorre a omissão do

funcionário responsável pelo acompanhamento da obra ou o cumprimento inadequado de suas atribuições, podem ocorrer danos ao erário. Nesses casos, além das consequências disciplinares, o servidor também pode ser responsabilizado civilmente, sendo exigido que ele repare o prejuízo causado. Para isso, no âmbito federal, existe um processo específico regulado pelo artigo 8º da Lei nº 8.443/92, denominado processo de tomada de contas especial.

O risco "Ausência/insuficiência dos estudos técnicos preliminares (S4)" é de grande impacto para o decisor 1, uma vez que os estudos técnicos preliminares desempenham um papel fundamental na primeira etapa do planejamento de contratação. Por meio desses estudos, o órgão licitante apresenta dados relacionados ao objeto da licitação, demonstra a real necessidade e os requisitos da contratação, fornece uma estimativa das quantidades necessárias acompanhada de memórias de cálculo e documentos de suporte, bem como outros dados relevantes para embasar o estudo. Segundo a JUSBRASIL (2023), a não realização adequada de estudos técnicos preliminares para o certame evidencia uma irregularidade na primeira fase e sujeita o responsável à aplicação de multa.

O risco "Descumprimento das cláusulas contratuais - atrasos no pagamento da administração (S14)" tem um alto impacto nas duas tipologias de obras. De acordo com o artigo 78, inciso XV, da Lei 8.666/93, existem medidas específicas para proteger o direito do contratado em casos de atraso no pagamento. Essas medidas só podem ser exercidas quando o atraso for superior a 90 dias, permitindo que o contratado suspenda o cumprimento de suas obrigações até que a situação seja regularizada. Além disso, a Lei 8.666/1993, nos artigos 86 e 87, estabelece sanções administrativas a serem aplicadas ao contratado em caso de inexecução total ou parcial do contrato, garantindo o direito à defesa prévia. Essas sanções incluem advertência, multa, suspensão temporária de participação em licitações e impedimento de contratar com a Administração por até dois anos, e declaração de inidoneidade para licitar ou contratar com a Administração Pública.

Para assegurar a ocorrência do risco "Interpretação errônea do contrato (Aplicação descabida ou não aplicação quando cabível de sanções contratuais - Multas) (S16)", a lei nº 8.666/1993 estabelece claramente que a sanção de multa será aplicada à contratada em casos de atraso injustificado na execução do contrato ou descumprimento parcial ou total das obrigações assumidas no acordo contratual realizado com a Administração, em conformidade com o art. 87 dessa mesma legislação. Essa disposição legal tem como objetivo garantir a correta interpretação e aplicação das cláusulas contratuais, assegurando que as sanções

adequadas sejam impostas em casos de irregularidades contratuais, conforme estabelecido pela lei.

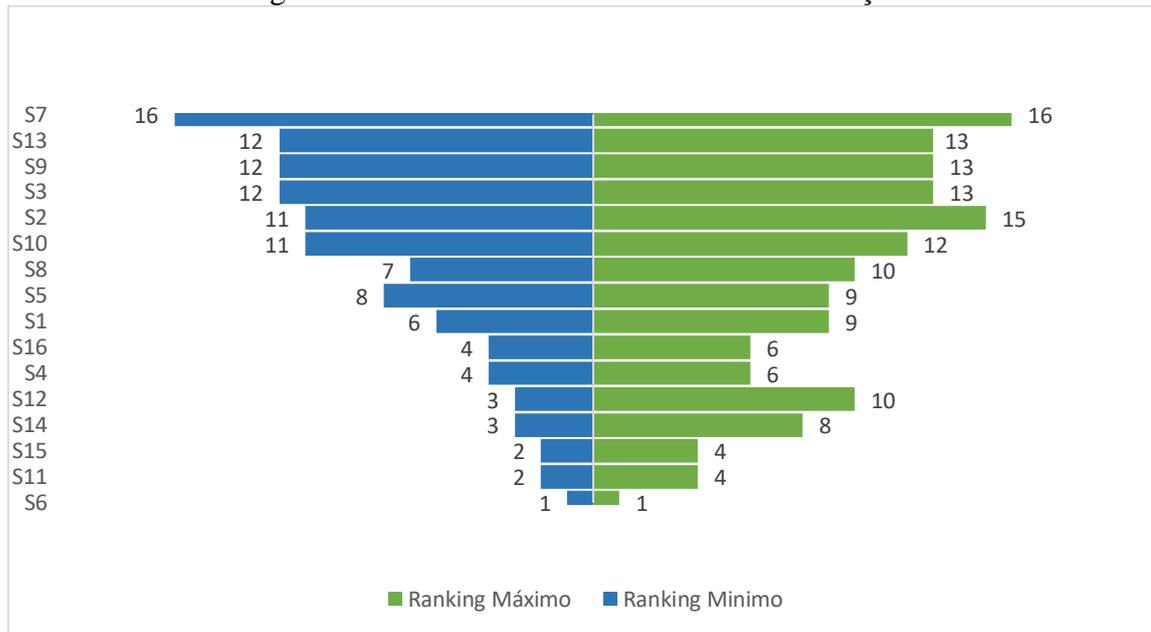
O risco Práticas de corrupção (S9) em obras públicas no Brasil têm sido um problema recorrente que afeta negativamente o desenvolvimento do país. Segundo o relatório de Amazônia sem corrupção (2021) que as práticas de corrupção ocorreram por meio do pagamento de propina, o financiamento ilegal de campanhas, o desvio de dinheiro público, licitações direcionadas, aditivos contratuais irregulares e a nomeação de autoridades com conflito de interesse. O combate à corrupção envolve o fortalecimento dos mecanismos de controle, a promoção da transparência e a punição efetiva dos envolvidos em práticas corruptas.

Por fim, o risco “Intervenção política indevida (S10)” ocorre quando agentes políticos interferem no processo de licitação, contratação, execução ou fiscalização de projetos de infraestrutura ou construção financiados pelo governo. A intervenção política indevida pode resultar em problemas como corrupção, favorecimento de empresas ou indivíduos específicos, superfaturamento, atrasos na conclusão das obras, má qualidade da construção e desvio de recursos públicos. Quando políticos influenciam de forma inadequada o andamento de obras públicas, as consequências negativas podem ser sentidas tanto do ponto de vista econômico quanto social.

## **6.1 Resultados da Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade foi aplicada para verificar o impacto da variação do peso dos critérios na ordem de priorização das alternativas de acordo com a metodologia proposta desse estudo. Os resultados do ranking das alternativas em cada cenário estão apresentados no Apêndice E. Foi gerado os valores máximos e mínimos para todas as variações dos cenários. As Figura 11 e Figura 12 ilustram em forma de gráfico tornado os resultados produzidos para essa análise.

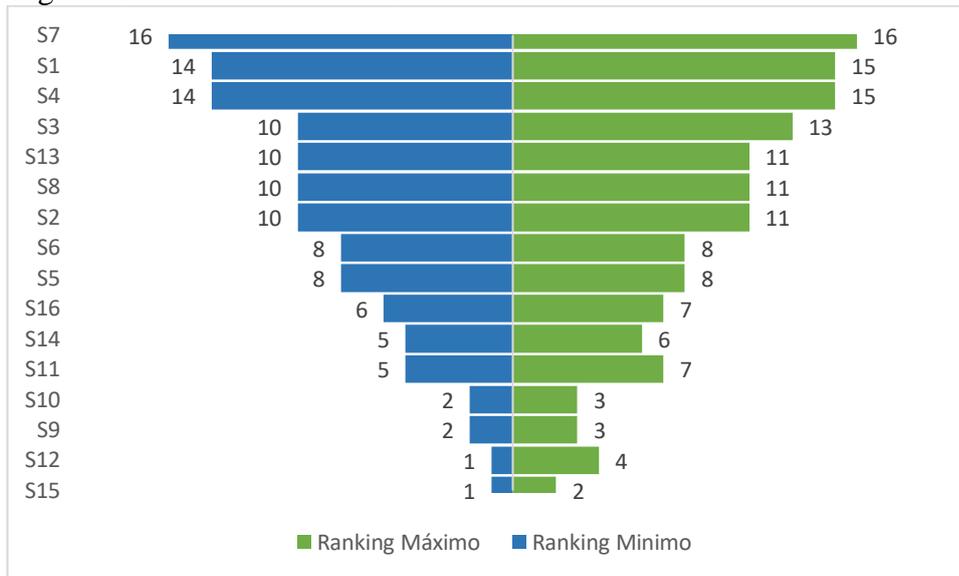
Figura 11 – Análise de sensibilidade em Edificações



Fonte: Autora

Ao observar a Figura 11, em que apresenta os resultados da análise de sensibilidade referente em edificações, é constatado que os riscos “Qualificação inadequada do Responsável técnico (S12)” e “Descumprimento das cláusulas contratuais (S14)” indicaram maiores variações na ordenação obtida nos três cenários, de forma demonstraram menos estabilidade no modelo. Os riscos “Projeto básico incompleto/deficiente (S6)” e “Ocorrência de fatos imprevisíveis, ou previsíveis, porém de consequências incalculáveis (S7)” permaneceram nas mesmas posições nos três cenários, apontando maior estabilidade e menos sensibilidade ao alterar os pesos dos critérios. Os riscos “Insuficiência/ausência de estudo de impacto ambiental (S3)”, “Práticas de corrupção (S9)” e “Inadequação/indefinição das condições contratuais (S13)” apresentaram posições similares, variando entre 12º e 13º lugar no ranking.

Figura 12 – Análise de sensibilidade em obras rodoviárias



Fonte: Autora

Para a análise de sensibilidade referente a obras rodoviárias, os riscos “Insuficiência/ausência de estudo de impacto ambiental (S3)” e “Qualificação inadequada do Responsável técnico (S12)” apresentaram uma variação de 3 posições no ranking. Os riscos “Atraso/paralisação indevido na execução dos serviços do cronograma (S5)”, “Projeto básico incompleto/deficiente (S6)” e “Ocorrência de fatos imprevisíveis, ou previsíveis, porém de consequências incalculáveis (S7)” permaneceram sem alteração no ranking, apontando como riscos com mais estabilidade no modelo. Os riscos “Disposição ilegal de resíduos de construção (S2)”, “Atraso/redução indevida dos repasses financeiros (S8)” e “Inadequação/indefinição das condições contratuais (S13)” juntamente com os riscos “Práticas de corrupção (S9)” e “Intervenção política indevida (S10)” apresentaram posições semelhantes, variando respectivamente entre 10º; 11º e 2º; 3º lugar no ranking.

## 7 CONCLUSÃO

Este estudo apresentou uma nova abordagem para a avaliação e priorização de riscos em contratos de obras públicas. A utilização do método *Fuzzy* TOPSIS demonstrou ser uma ferramenta sistemática, eficiente e prática para a priorização dos riscos, especialmente quando os dados disponíveis são escassos ou inadequados. No entanto, é importante ressaltar que a experiência e o conhecimento dos participantes são fundamentais para o sucesso da aplicação desse método.

Para alcançar o objetivo, foram estabelecidos objetivos específicos que incluíram a identificação das incertezas no gerenciamento de contratos, a definição de critérios para avaliação dessas incertezas, o desenvolvimento de uma matriz que consolidou as incertezas e critérios identificados, a aplicação de um método multicritério para ordenação das incertezas por grau de importância e a realização da análise de sensibilidade do modelo proposto.

Os resultados da pesquisa revelaram os principais riscos em Edificações são: “Projeto básico incompleto/deficiente”, “Alteração contratual não justificada”, “Fiscalização/Gestão inadequada da obra”, “Ausência/insuficiência dos estudos técnicos preliminares”, “Interpretação errônea do contrato” e “Descumprimento das cláusulas contratuais”. Já nas obras rodoviárias, os riscos mais críticos identificados são “Alteração contratual não justificada”; “Descumprimento das cláusulas contratuais”; “Práticas de corrupção”; “Intervenção política indevida”; “Interpretação errônea do contrato” e “Fiscalização/Gestão inadequada da obra”.

Além disso, a análise de sensibilidade realizada no modelo proposto permitiu identificar os riscos que sofreram variação e aqueles que se mantiveram estáveis quando os pesos dos critérios foram alterados. Isso proporciona uma visão mais abrangente da influência dos diferentes fatores na ordenação dos riscos e auxilia na tomada de decisões mais embasadas e informadas.

Esses resultados fornecem informações valiosas para profissionais envolvidos no gerenciamento de contratos de obras públicas, permitindo uma melhor compreensão dos principais riscos e incertezas associados a esses projetos. O modelo de apoio à decisão proposto nesta pesquisa pode ser uma ferramenta útil para auxiliar na identificação e no gerenciamento desses riscos, contribuindo para a melhoria dos processos de contratação e execução de obras públicas.

Com base na pesquisa realizada sobre a avaliação dos riscos no gerenciamento de contratos de obras públicas, pode-se concluir que a análise de riscos nesse contexto é uma

área pouco explorada e que há uma lacuna significativa na literatura específica da construção civil, onde a maioria dos estudos se concentra na alocação de riscos entre as partes envolvidas ou nas incertezas relacionadas às condições do projeto.

Em suma, esta pesquisa contribui para o avanço do conhecimento sobre avaliação de riscos no gerenciamento de contratos de obras públicas, oferecendo um modelo de apoio à decisão que pode ajudar na identificação e gerenciamento efetivo dos riscos envolvidos nesse contexto específico. Espera-se que os resultados e conclusões deste estudo estimulem futuras pesquisas e práticas que promovam uma gestão mais eficiente e transparente dos contratos de obras públicas, reduzindo as incertezas e contribuindo para o sucesso desses empreendimentos.

### **7.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Com base na pesquisa realizada sobre a avaliação dos riscos no gerenciamento de contratos de obras públicas, podem ser propostas algumas sugestões para trabalhos futuros, visando ampliar o conhecimento e contribuir ainda mais para o campo:

- Explorar a influência de fatores externos, como mudanças no ambiente regulatório ou econômico, nos riscos identificados e na eficácia das estratégias de mitigação propostas. Essa análise poderia fornecer insights adicionais sobre a dinâmica em constante evolução no gerenciamento de contratos de obras públicas.
- Utilizar a ordenação fornecida pelo modelo proposto não apenas para identificação e avaliação dos riscos, mas também para orientar a definição de ações de tratamento e monitoramento dos riscos. Isso promoveria uma abordagem mais completa e efetiva na gestão dos riscos ao longo de todo o ciclo do contrato.
- Aplicar o estudo em cenários reais de projetos de obras públicas para avaliar sua utilidade e eficácia em situações práticas, utilizando estudos de caso como método. Isso permitiria uma validação concreta do modelo proposto e sua adaptação às nuances do mundo real.

## REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **ABNT NBR ISO 31000: Gestão de riscos —Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **ABNT NBR ISO 31000: Gestão de riscos —Princípios e Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2009.

ADELEKE, A. Q. *et al.* An empirical analysis of organizational external factors on construction risk management. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 8, n. 1, p. 932–940, 2019.

AL-HUMAIDI, H. M. Construction Projects Bid or Not Bid Approach Using the *Fuzzy* Technique for Order Preference by Similarity FTOPSIS Method. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 12, p. 1-15, 2016.

ALI, Z.; ZHU, F.; HUSSAIN, S. Identification and Assessment of Uncertainty Factors that Influence the Transaction Cost in Public Sector Construction Projects in Pakistan. **Buildings**, v.8, n.11, p. 1–18, 2018.

ALVES, Léo da Silva. Gestão e fiscalização de contratos públicos”, **Revista do TCU**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 60-69, 2004.

ANDRADE, Fernanda Gomes. **Priorização de manutenção em uma empresa de saneamento: modelo multicritério híbrido de apoio a priorização de manutenção em uma empresa de saneamento: modelo multicritério híbrido de apoio**. 2020. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

ANDRIĆ, J. M. *et al.* *Fuzzy* Logic–Based Method for Risk Assessment of Belt and Road Infrastructure Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 12, p. 1–12, 2019.

ASHMAWI, K. *et al.* Risk assessment and allocation in the contract for public works used in Saudi Arabia construction industry. **Cogent Engineering**, v. 5, n. 1, p. 1–21. 2018.

AWASTHI, A.; CHAUHAN, S. S.; GOYAL, S. K. A multi-criteria decision-making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 53, n. 1–2, p. 98–109, 2011.

AWODI, N. J. *et al.* *Fuzzy* TOPSIS-based risk assessment model for effective nuclear decommissioning risk management. **Progress in Nuclear Energy**, v. 155, p. 1–8, 2023.

BARMAN, A.; CHAROENNGAM, C. Decisional Uncertainties in Construction Projects as a Cause of Disputes and Their Formal Legal Interpretation by the Courts: Review of Legal Cases in the United Kingdom. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 9, n. 3, p. 1–12, 2017.

BELTRÃO, L. M. P. **Priorização de riscos de obras públicas por meio do Processo de Análise Hierárquica Fuzzy**. 2017. 221 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia -Distrito Federal. 2017.

BELTRÃO, L. M. P.; CARVALHO, M. T. M. Prioritizing Construction Risks Using Fuzzy AHP in Brazilian Public Enterprises. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 2, p. 1–11, 2019.

BERTOLINI, M.; BRAGLIA, M.; CARMIGNANI, G. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 5, p. 422–430, 2006.

BING, Li *et al.* The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK. **International Journal of Project Management**, v. 23, n. 1, p. 25–35, 2005.

BITTENCOURT, Sidney. **Licitação passo a passo: comentando todos os artigos da Lei nº 8.666/93 totalmente atualizada: levando também em consideração a Lei Complementar nº 123/06, que estabelece tratamento diferenciado e favorecido às microempresas e empresas de pequeno porte nas licitações públicas**. 7ª edição revista, ampliada e atualizada. Apresentação Ivan Barbosa Rigolin; Prefácio Francisco Mauro Dias. – Belo Horizonte: Fórum, 2014.

BLOOMFIELD, K. *et al.* Systemic risk in major public contracts. **International Journal of Forecasting**, v. 35, n. 2, p. 667–676, 2019.

BRAGA JÚNIOR, Flávio Luis. **Gerenciamento de riscos aplicado aos elementos necessários para a caracterização e execução de obras públicas (projeto básico e executivo)**. 2018. 153 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

BRASIL, **Lei 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. Brasília, 1993. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm). Acessado em 2023.

BRASIL, **Lei de Licitações e Contratos Administrativos: Lei nº 14.133/2021**. – 2. ed. – Brasília, DF: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2022. 136 p. Legislativa do Estado do Ceará, INESP, 62 f., 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/14133.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14133.htm). Acessado em 2023.

BRASIL, Tribunal de contas da união (TCU). **Acompanhamento de obras paralisadas**. Painel informativo. Disponível em: <https://paineis.tcu.gov.br/pub/?workspaceId=8bfbd0cc-f2cd-4e1c-8cde-6abfdffa6a8&reportId=013930b6-b989-41c3-bf00-085dc65109de>. Acessado em 2023.

BRASIL, Tribunal de contas da união (TCU). **Gestão de riscos: Modelos de referência de gestão corporativa de riscos**. Política de gestão de riscos. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/planejamento-governanca-e-gestao/gestao-de-riscos/politica-de-gestao-de-riscos/modelos-de-referencia.htm>. Acessado em 2023.

BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas**. 4ª ed. Brasília, 2014.

Brasil, Tribunal de Contas do Estado de Mato Grosso do Sul. **Licitação e contrato administrativo**. Jusbrasil, 2020. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/tce-ms/921827418>. Acessado em 13 de junho de 2023.

BRASIL. **FISCOBRAS 2022. Fiscalização de obras pública pelo TCU**. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/fiscobras.htm#:~:text=>. Brasília, 2022. Acessado em 2023.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Licitações e contratos: orientações e jurisprudência do TCU** / Tribunal de Contas da União. – 4. ed. rev., atual. e ampla. – Brasília: TCU, Secretária-geral da Presidência: Senado Federal, Secretaria Especial de Editoração e Publicações, 2010.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Contratos de empreitada na construção**. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/05/CBIC\\_Guia\\_Contratos\\_de\\_Empreitada\\_na\\_Construcao.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/05/CBIC_Guia_Contratos_de_Empreitada_na_Construcao.pdf). Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, CBIC, 2019. Acessado em 2023.

CAMPOS, Vanessa Ribeiro. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. 2011. 175 f. Tese (Doutorado em engenharia de produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Produção e Área de Concentração em Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

CHAN, D. W.M. *et al.* Risk ranking and analysis in target cost contracts: Empirical evidence from the construction industry. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 6, p. 751–763, 2011.

CHEN, C.T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy sets and systems**, v. 114, n. 1, p. 1–9, 2000.

COBRA, Alexandre. Avaliação de riscos e o planejamento em contratações de obras públicas. **Revista Simetria**, v. 1, n.7, p. 141–152, 2021.

CRUZ, C. O.; MARQUES, R. C. Flexible contracts to cope with uncertainty in public-private partnerships. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 3, p. 473 – 483, 2013.

DIKMEN, I. *et al.* A decision support tool for risk and complexity assessment and visualization in construction projects. **Computers in Industry**, v. 141, p. 1–10, 2022.

DIKMEN, I.; BIRGONUL, M. T.; HAN, S. Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 5, p. 494–505, 2007.

EL-ADAWAY, I. H. *et al.* Contract Administration Guidelines for Public Infrastructure Projects in the United States and Saudi Arabia: Comparative Analysis Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 6, p. 1–13, 2018.

EL-ADAWAY, I. H. *et al.* Contract Administration Guidelines for Contractors Working under AIA A201-2007 Contract for Construction. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 6, n. 1, p. 1–10, 2014.

ENAP - Escola Nacional de Administração Pública. (2014). Gerência de Projetos - Teoria e Prática, Módulo 3: Gerenciamento da Qualidade, dos Recursos Humanos e das Comunicações.

Fang, D.; LI, M.; FONG, P. S.; SHEN, L. Risks in Chinese Construction Market—Contractors' Perspective. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 130, n. 6, p. 853–861, 2004.

FARAJI, A.; RASHIDI, M.; PERERA, S. Text Mining Risk Assessment–Based Model to Conduct Uncertainty Analysis of the General Conditions of Contract in Housing Construction Projects: Case Study of the NSW GC21. **Journal of Architectural Engineering**, v.27, n. 3, p. 1–17, 2021.

FLANAGAN, Roger; NORMAN, George. Risk Management and Construction. published by Wiley. 1993.

FREITAS, D. S. **Gestão de riscos: um estudo de multicasos do processo de contratação e execução de obras de uma instituição pública de ensino superior**. 2019. 150 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Organizações Públicas). Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6° ed. Editora São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para tomada de decisão: enfoque multicritério**. 6 ed. - São Paulo: Atlas S.A., 2019.

GOMES, M. C. Riscos e incertezas em contratos públicos de concessão: uma análise econômica da repartição de responsabilidades. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**. Ano 6, n. 4, p. 2179–2239, 2020.

GUHA, Rahul. **Managing risks in public procurement in Bangladesh: A Case on Public Works. Department**. 2018. Dissertation (Masters in Procurement and Supply Management) BRAC Institute of Governance and Development (BIGD), BRAC University, Dhaka, Bangladesh, 2018.

GURGUN, A. P.; KOC, K. Administrative risks challenging the adoption of smart contracts in construction projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 29, n. 2, p. 989–1015, 2022.

HALPIN, Daniel W.; WOODHEAD, Ronald W. **Administração da construção civil**. 2° Edição, 2004. Editora LTC .2004.

HANNA, A. S.; THOMAS, G.; SWANSON, J. R. Construction Risk Identification and Allocation: Cooperative Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 9, p. 1098–1107, 2013.

HWANG, C.L.; YOON, K. Methods for multiple attribute decision making. In: **Multiple attribute decision making**. Springer, Berlin, Heidelberg, v. 186, p. 58-191. 1981.

HYARI, K. H.; SHATARAT, N.; KHALAFALLAH, A. Handling Risks of Quantity Variations in Unit-Price Contracts. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.143, n. 1, p. 1–10, 2017.

IBBS, C. W.; ASHLEY, D. B. IMPACT OF VARIOUS CONSTRUCTION CONTRACT CLAUSES. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 113, n. 3, p. 501–521, 1987.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 5, DE 25 DE MAIO DE 2017. **Instruções Normativas**. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-no-5-de-26-de-maio-de-2017-atualizada>. Acessado em 2023.

JAGANNATHAN, M.; DELHI, V. S. K. Litigation in Construction Contracts: Literature Review. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 12, n. 1, p. 1–9, 2020.

KEBEDE, S. D.; TIEWEI, Z. Public work contract laws on project delivery systems and their nexus with project efficiency: evidence from Ethiopia. **Heliyon**, v. 7, n. 3, p. 1–11, 2021.

KHALEF, R. *et al.* Contract Risk Management: A Comparative Study of Risk Allocation in Exculpatory Clauses and Their Legal Treatment. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 13, n.1, p. 1–19, 2021.

KHAN, S. A.; CHAABANE, A.; DWEIRI, F. T. Multi-Criteria Decision-Making Methods Application in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. **Multi-Criteria Methods and Techniques Applied to Supply Chain ManagementIntech**. 2018.

KHAZAENI, G.; KHANZADI, M.; AFSHAR, A. Optimum risk allocation model for construction contracts: Fuzzy TOPSIS approach. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 39, n. 7, p. 789–800, 2012.

KIM, S. Y.; THUC, L. D. Life Cycle Performance Measurement in Public–Private Partnership Infrastructure Projects. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 27, n. 4, p. 1–9, 2021.

KOC, K.; GURGUN, A. P. Ambiguity factors in construction contracts entailing conflicts. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 29, n. 5, p. 1946–1964, 2022.

- KOC, K.; GURGUN, A. P. Assessment of Readability Risks in Contracts Causing Conflicts in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 6, p. 1–13, 2021.
- LEE, J.; YI, J.; SON, J. Development of Automatic-Extraction Model of Poisonous Clauses in International Construction Contracts Using Rule-Based NLP. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 33, n. 3, p. 1–13, 2019.
- LIANG, H. *et al.* Fuzzy-Based Robust Precision Consensus Tracking for Uncertain Networked Systems with Cooperative–Antagonistic Interactions, **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, v. 31, n. 4, p. 1362-1376, 2023.
- LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- MACIEL, Sula Patrícia. **Modelo de Gestão de Riscos em Contratos Públicos: uma proposta para o Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Sul (Campus Vacaria)**. 2016. 214 p. Dissertação (Mestrado em administração). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- MAGNANI, Victoria. **Entendendo o processo licitatório: as etapas do certame**. São Paulo: Schiefler Advocacia, 2022. Disponível em: <https://schiefler.adv.br/processo-licitatorio/> Acesso em: 15 jun. 2023.
- MARQUES, R. C.; BERG, S. Risks, Contracts, and Private-Sector Participation in Infrastructure. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.137, n.11, p. 925–932, 2011.
- MAZHER, K. M. *et al.* Fuzzy Integral–Based Risk-Assessment Approach for Public–Private Partnership Infrastructure Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 12, p. 1–15, 2018.
- MILLS, Anthony. A systematic approach to risk management for construction. **Structural Survey**, v. 19, n. 5, p. 245–252, 2001.
- MOREIRA, DÉLCIA JANINE SEQUEIRA. **Análise de riscos no planejamento de projetos de edificações com enfoque multicritério**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2016.
- NGUYEN, D. A.; G., M. J.; GONZALEZ, E. E. Risk Allocation in U.S. Public-Private Partnership Highway Project Contracts. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 5, p. 1–13, 2018.
- NOGUEIRA, C. C. B.C. *et al.* **Manual de fiscalização e gestão de contratos**. – Fortaleza: Assembleia. 2020.
- OLSSON, Rolf. In search of opportunity management: Is the risk management process enough? **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 8, p. 745–752, 2007.

ÖZTAŞ, A.; ÖKMEN, Ö. Risk analysis in fixed-price design-build construction projects. **Building and Environment**, v. 39, n. 2, p. 229–237, 2004.

PADILHA, A.; ARAÚJO, E. C.; SOUZA, J. P. Influência das incertezas nas contratações públicas por intermédio do pregão eletrônico. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 7, n. 1, p. 67–84, 2018.

PARK, K. *et al.* Project Risk Factors Facing Construction Management Firms. **International Journal of Civil Engineering**, v. 17, n. 3, p. 305–321, 2019.

PIÑA, ANA BEATRIZ SOUZA. **FRAMEWORK PARA RELACIONAR FATORES DE RISCOS EM CONTRATOS DE CONCESSÃO RODOVIÁRIA**. 137 f. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil). Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2<sup>o</sup> ed. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul – Brasil, 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. “**Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**”. 6<sup>a</sup> Ed., 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. “**Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**”. 7<sup>a</sup> Ed., 2021.

PUERTO, C. L.; GRANSBERG, D. D.; LOULAKIS, M. C. Contractual Approaches to Address Geotechnical Uncertainty in Design-Build Public Transportation Projects. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 9, n. 1, p. 1–7, 2017.

Reis, V., Morgado, R., & Giovanelli, R. **Grandes Obras na Amazônia, Corrupção e Impactos Socioambientais**. WWF-Brasil, Transparência Internacional – Brasil, 2021.

RICARDINO, R. **Administração de contrato em projetos de construção pesada no Brasil: um estudo da interface com o processo de análise do risco** 2007. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SCHUHMANN, R.; EICHHORN, B. Reconsidering contact risk and contractual risk management. **International Journal of Law and Management**, v. 59, n. 4, p. 504–521, 2017.

SEMAAN, Nabil; SALEM, Michael. A deterministic contractor selection decision support system for competitive bidding. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 1, p. 61–77, 2017.

SERPELL, A *et al.* Evaluating Risk Management Practices in Construction Organizations. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 194, p. 201–210, 2015.

TAHERDOOST, H.; MADANCHIAN, M. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. **Encyclopedia**, v. 3, n. 1, p. 77–87, 2023.

TAYLAN, O. *et al.* Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. **Applied Soft Computing Journal**, v. 17, p. 105–116, 2014.

Tonin, L. A. P. **Modelo de classificação e representação de riscos em obras públicas: estudo de caso em uma Instituição Pública Federal de Ensino**. 2017. 377f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

TSCHEIKNER-GRATL, F. *et al.* Comparison of multi-criteria decision support methods for integrated rehabilitation prioritization. **Water**, v. 9, n. 2, 2017.

YAFAI, K. N. *et al.* Development of a risk assessment model for Oman construction industry. **Journal Teknologi**, v. 70, n. 7, p. 55–64, 2014.

YAO, H. *et al.* Mediating Role of Risk Perception of Trust and Contract Enforcement in the Construction Industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 2, p. 1–13, 2019.

YAZDANI, M. *et al.* Improved Decision Model for Evaluating Risks in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 5, 2019.

YOUSSEF, A. *et al.* Semantic Risk Assessment for Ad Hoc and Amended Standard Forms of Construction Contracts. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v.10, n. 2, p. 1–11, 2018.

YU, Yao *et al.* Evaluation and Ranking of Risk Factors in Transnational Public–Private Partnerships Projects: Case Study Based on the Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 24, n. 4, p. 1–13, 2018.

YUAN, J.; SKIBNIEWSKI, M. J.; LI, Q.; ZHENG, L. Performance Objectives Selection Model in Public-Private Partnership Projects Based on the Perspective of Stakeholders. **Journal of Management in Engineering**, v. 26, n. 2, p. 89–104, 2010.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and control**, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.

ZHANG, G.; ZOU, P. X. Fuzzy Analytical Hierarchy Process Risk Assessment Approach for Joint Venture Construction Projects in China. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 10, p. 771–779, 2007.

ZOU, P. X. W.; CHEN, Y.; CHAN, T. Understanding and Improving Your Risk Management Capability: Assessment Model for Construction Organizations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 8, p. 854–863, 2010.

ZOU, P. X.W.; ZHANG, G.; WANG, J. Understanding the key risks in construction projects in China. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 6, p. 601–614, 2007.

## APÊNDICE A – CARTA CONVITE

Boa tarde, Sr. (*nome do especialista*),

Sou Andressa Sampaio, mestranda do programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, orientada pela professora Dra. Vanessa Campos. Venho solicitar a contribuição da Diretoria de Fiscalização de Obras, Serviços de Engenharia e Meio Ambiente ao meu projeto de pesquisa intitulado " Avaliação de riscos em contratos de obras públicas utilizando o método fuzzy topsis" no referido programa de pós-graduação.

Minha dissertação tem como objetivo priorizar os principais riscos de contratos em obras públicas por meio do método Fuzzy TOPSIS para avaliação de tais riscos. O método de apoio multicritério à decisão envolve um time de especialistas que auxiliam na obtenção de elementos de respostas para tal problema. A missão dos membros do time de especialistas é julgar a importância de cada risco em relação aos critérios (custo, tempo e qualidade) e atribuir o peso de importância desses critérios. A entrevista será curta, com duração de no máximo meio hora e de forma remota. O resultado será amplamente divulgado pela dissertação, não obstante, a identidade dos participantes será preservada, com o sigilo de cada especialista garantido.

Atenciosamente,

Andressa Sampaio.

**APÊNDICE B – INCERTEZAS COLETADAS NA BIBLIOGRAFIA**

<b>Autor/Ano</b>	<b>País/Região</b>	<b>Incertezas</b>
Koc e Gurgun (2021)	Turquia	Problemas de legibilidade em contratos (a complexidade dos sintagmas nominais, o uso inadequado de referentes, o uso de palavras ou frases ambíguas e a extensão das frases)

<p>Zou, Zhang e Wang (2007)</p>	<p>China</p>	<p><b>Custo</b> (Variações pelo cliente ; inflação de preços de materiais de construção ; variações de design ; cronograma de projeto apertado ; problemas de financiamento do projeto ; dificuldade dos empreiteiros no reembolso ; estimativa de custo incompleta ou imprecisa ; pouca capacidade de gestão dos empreiteiros ; informações inadequadas do local (teste de solo e relatório de pesquisa; programação inadequada do programa ; burocracia do governo e procedimentos excessivos de aprovações governamentais.)</p> <p><b>Tempo</b> (Problemas de financiamento do projeto; variações pelo cliente; programação inadequada do programa; dificuldade do empreiteiro no reembolso; variações de design; cronograma de projeto apertado; pouca capacidade de gestão dos empreiteiros; procedimentos excessivos de aprovações governamentais; inflação de preços de materiais de construção e incompetência dos fornecedores para entregar os materiais no prazo.)</p> <p><b>Qualidade</b> (Cronograma de projeto apertado; pouca capacidade de gestão dos empreiteiros; indisponibilidade de quantidade suficiente de mão de obra qualificada; indisponibilidade de profissionais e gestores suficientes; pouca competência da mão de obra; dificuldade dos empreiteiros no reembolso; variações pelo cliente; problemas de financiamento do projeto; baixa competência de gestão de subcontratados; variações de design e informações inadequadas do local (teste de solo e relatório de pesquisa.))</p> <p><b>Meio Ambiente</b> (Poluição sonora grave causada pela construção; poluição da água causada pela construção; cronograma de projeto apertado; problemas de financiamento do projeto; variações pelo cliente; poluição do ar grave devido às atividades de construção; pouca capacidade de gestão dos empreiteiros; dificuldade dos empreiteiros no reembolso; acusação por disposição ilegal de resíduos de construção e burocracia do governo.)</p> <p><b>Segurança</b> (Os funcionários não compraram seguro de segurança; cronograma de projeto apertado; problemas de financiamento do projeto; medidas de segurança inadequadas ou operações inseguras; pouca capacidade de gestão dos empreiteiros; não comprou seguro para equipamentos principais; indisponibilidade de profissionais e gestores suficientes; dificuldade dos empreiteiros no reembolso; falta de utilidades prontamente disponíveis no local e pouca competência da mão de obra.)</p>
---------------------------------	--------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Padilha, Araújo e Souza (2018)	Brasil	<p style="text-align: center;">Incertezas relacionadas ao pregão eletrônico:</p> <p><b>Fase interna</b> (descrição incompleta, excessiva ou direcionada, ou valores de referência equivocados; descrição altamente detalhada do produto ou serviço, que pode ocasionar um direcionamento de marca)</p> <p><b>Fase externa</b> (A possibilidade de problemas na fase interna que serão refletidos na fase externa; falta de experiência; falta de capacitação para atuar na área de compras; falta de previsão legal para contingências do processo; comportamento impróprio do fornecedor)</p>
Ali, Zhu e Hussain (2018)	Paquistão	Licitação competitiva, projeto e especificações incompletas, pagamentos atrasados, gestão de conflitos, demora na posse de canteiros de obras, força maior e aceleração do trabalho, diferentes condições do local, práticas de corrupção, incerteza política e Condições meteorológicas adversas.
Ashmawi <i>et al.</i> (2018)	Arábia Saudita	Adesão às leis de importação e aduaneiras, confidencialidade dos detalhes da licitação, multas por violação de contrato, conflito de interesses, erros de licitação, reclamações e alterações, condições do local e atrasos no cronograma.
Lee <i>et al.</i> (2019)	Coreia	Adesão às leis de importação e aduaneiras, confidencialidade dos detalhes da licitação, multas por violação de contrato, conflito de interesses, erros de licitação, reclamações e alterações, condições do local e atrasos no cronograma.
El-adaway <i>et al.</i> (2018)	Estados Unidos e Arábia Saudita	Ordens de alteração, Prorrogação do Tempo, Multas por atraso, diferentes condições do local, Resolução de disputas, Garantia contra colapso, Pagamento atrasado, Saudização (contratação de trabalhadores estrangeiros)
Bertolini, Braglia e Carmignani (2006)	Itália	<b>Condição do local</b> (ou seja, tipo de terreno, se o local é fechado ou não, tamanho do canteiro de obras, tipo de iluminação); <b>duração do trabalho</b> (ou seja, mensal, anual ou plurianual, onde o risco é maior porque é impossível, nos termos da lei, rever os preços); <b>características ambientais</b> , ou seja (a) condições da estrada (ou seja, acesso, largura, tráfego) e <b>licitação competitiva</b> .

Beltrão e Carvalho (2018)	Brasil	Adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.), Alterações no projeto durante a execução da obra, Condições de terreno diferentes das previstas, Descumprimento de especificações técnicas contratuais, Indisponibilidade de insumos, Insolvência/falência de subcontratados e/ou fornecedores, Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto, Edital e Contrato deficientes, Atraso no cronograma de execução, Disputas políticas, Dificuldade na obtenção de licenças ambientais e Orçamento subestimado ou superestimado.
Yu <i>et al.</i> (2018)	China	Risco tecnológico, ambiente natural, construção, risco administrativo e político.
El-adaway <i>et al.</i> (2014)	Estados Unidos	Condições Físicas Ocultas ou Desconhecidas, atrasos e extensões de tempo, danos liquidados por atraso, reivindicações, falha em seguir os procedimentos e resolução de disputas.
Barman e Charoenngam (2017)	Inglaterra e País de Gales	Interpretação errônea do contrato, Contratos com Disposições Inadequadas, Incompletude das informações, atrasos, defeitos (projeto, material, especificação e mão de obra), não liquidação de créditos de pagamento, rescisão, negligência e desempenho.
Park <i>et al.</i> (2019)	Coreia	Revogação do contrato, Atraso de pagamento, Falta de trabalhadores disponíveis, insatisfação do cliente e disputas com empresa parceira
Mazher <i>et al.</i> (2018)	Hong Kong	riscos mais críticos no setor de energia são atraso no fechamento financeiro, atraso nas aprovações e licenças de projetos, risco de pagamento e risco de financiamento, enquanto os riscos de maior impacto no setor de infraestrutura de transporte incluem aquisição de terras, risco de financiamento, economia nacional/internacional desfavorável, atraso no fechamento financeiro e risco de construção.

Marques e Berg (2011)	Portugal	produção (planejamento, projeto, expropriação, construção, ambiental, manutenção/grande reparos, operação, tecnológico e desempenho), comerciais (Demanda (consumo), coleção, capacidade e concorrência) e contextuais (financiamento, inflação, jurídico, regulamento, alterações unilaterais, contestação pública e força maior).
Adeleke <i>et al.</i> (2019)	Nigéria	Risco de gestão, risco financeiro, risco de projeto (baixa produtividade da mão de obra, escassez de equipamentos, atrasos, excesso de custos, atrasos de tempo), risco político e tecnológico.

<p>Gurgun e Koc (2021)</p>	<p>Turquia</p>	<p><b>Gerencial</b> (Problemas de medição em serviços intangíveis, Política orientada a preços, Dificuldade em explicar cada cenário possível, Número excessivo de contratos de trabalho por peça, Falta de mecanismo de resolução de disputas, Falta de força motriz)</p> <p><b>Planejamento</b> (Falta de padrões para trabalho ou materiais necessários, detalhes incertos de aquisição, trabalhos não contabilizados no planejamento, mudança de regulamento, deficiências dos arranjos legais atuais)</p> <p><b>Contratual</b> (problemas de legibilidade, imprecisão nas condições da cláusula, substituição de redação subjetiva para cobrir variáveis, layout hostil ao usuário, muitas variáveis, complicações, cálculos, dificuldades na definição de condições imprevistas)</p> <p><b>Relacional</b> (Soluções inadequadas para discrepâncias, Diminuição da interação entre as partes envolvidas, Diminuição da confiança e comunicação devido à rigidez, Abuso de poder, Negligenciamento relacionamento, ética devido a resultados rígidos, proteção inadequada dos interesses de ambas as partes)</p> <p><b>Cultural</b> (resistência cultural, natureza fluxional da construção, atitudes dos gerentes em relação ao controle total do pagamento, inconveniência a projetos complexos e grandes)</p>
--------------------------------	----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Chan <i>et al.</i> (2011)	Hong Kong	<p>Mudança no escopo do trabalho; conclusão insuficiente do projeto durante o concurso; riscos imprevisíveis de desenvolvimento de design na fase de licitação; erros e omissões no documento da proposta; variações da taxa de câmbio; condições imprevisíveis do solo; quantidades reais de trabalho necessárias excedendo em muito a estimativa, falta de experiência das partes contratantes em todo o processo de contratos de custo-alvo (TCC)/contratos de preço máximo garantido (GMP); inflação além do esperado; preço máximo irrealista ou custo-alvo acordado no contrato; desacordo sobre a avaliação do preço do contrato revisado após a apresentação de um projeto alternativo pelo contratante principal; crise financeira global; baixa capacidade de construção/construtibilidade do design do projeto; demora na resolução de disputas contratuais, perda incorrida pelo contratante principal devido ao escopo de trabalho pouco claro; atraso no trabalho devido a terceiros; tempo inclemente; dados topográficos imprecisos na fase de licitação; pouco envolvimento do contratante principal no processo de desenvolvimento do projeto; seleção de subcontratados com desempenho insatisfatório; dificuldade de obter aprovação legal para projetos alternativos de economia de custos; impacto do projeto de construção no meio ambiente; má qualidade de trabalho; complexidade técnica e inovações de design que exigem novos métodos e materiais de construção do empreiteiro principal; risco de mercado devido ao descasamento da demanda predominante de imóveis; alteração na taxa de juros sobre o capital de giro do contratante principal; riscos ambientais das instalações construídas para a comunidade,</p> <p>Atraso na disponibilidade de mão de obra, materiais e equipamentos; atraso no pagamento dos contratos; mudança nos regulamentos governamentais relevantes; difícil de concordar com uma fração de compartilhamento de economia/ultrapassagem do orçamento na fase de adjudicação pré-contrato; baixa produtividade de mão de obra e equipamentos e força maior (atos de Deus).</p>
---------------------------	-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Kebede e Tiewei (2021)	Etiópia	<p>Condições climáticas adversas; transferência tardia de posse do local do projeto; atraso na mobilização de recursos, escassez de mão de obra, implantação insuficiente de equipamentos, atraso na realização de investigações minuciosas para fontes potenciais de materiais de construção, volatilidade do preço dos materiais de construção, escassez de materiais de construção; alteração ou modificação geral do projeto, envio tardio dos dados do projeto pelo empregador ou seu representante, atraso na aprovação de alterações do projeto pelo empregador ou seu representante, pedidos de variação que muitas vezes são resultados da modificação do projeto, aumento do volume de trabalho como resultado da variação encomendas, aditamento de contratos suplementares, liberação tardia pelo órgão público de pagamentos intermediários, abandono de obras alegando que a obra está substancialmente concluída enquanto o cliente alega a existência de obras pendentes, equipe de supervisão fraca ou relutante, atividades omissas e falta de planejamento adequado e falta de equipe de gerenciamento de projetos bem organizada.</p>
---------------------------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nguyen, Garvin e Gonzalez (2018)	Estados Unidos	<p>Oposição sociopolítica ao projeto; mudança na lei; taxa de juros; inflação; aquisição do canteiro; licenças e riscos ambientais; arqueologia e fósseis; dificuldades e atrasos na obtenção de licenças gerais de autoridades ou terceiros; acesso, direitos de passagem e servidões; conexões com o canteiro; alienação de terras excedentes; subcontrato de construção; subempreiteiro de construção; ajustes de preço; mudanças pelo poder público; riscos do subempreiteiro de construção; receita durante a construção; atraso por subempreiteiro de construção; risco de uso/demanda; pagamento de receita; disponibilidade e serviço; despesas de operação; manutenção; defeitos latentes; padrão da empresa do projeto; rescisão pelo poder público; força maior; valor residual; atrasos de aprovações; custo de construção estourado; atrasos na construção; variação do contrato; disponibilidade de material/mão de obra; péssima qualidade de mão de obra; mudanças de design tardias; demanda; rede; excesso de custo de operação; custo de manutenção; organização do projeto; responsabilidade de terceiros; crises de equipe; mercado financeiro ruim; eventos econômicos ruins e condições geotécnicas.</p>
----------------------------------	----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Bing <i>et al.</i> (2005)	Reino Unido	<p><b>risco de construção</b> (qualidade da mão de obra, excesso de custos de construção, disponibilidade de mão de obra/material, inadimplência ou insolvência de subcontratados/fornecedores, técnicas de engenharia não comprovadas e atraso no tempo de construção);</p> <p><b>risco político</b> (nacionalização/expropriação, processo de tomada de decisão política deficiente, oposição política, disponibilidade de local e estabilidade do governo);</p> <p>Mudança na regulamentação tributária; mudanças tardias no projeto; risco residual; inflação; tradição de prestação de serviços públicos pelo setor privado; crise de pessoal; responsabilidade civil de terceiros; eventos econômicos influentes; atração financeira do projeto; nível de demanda para o projeto e diferentes métodos de trabalho; mudanças tardias no projeto; riscos residuais; atração financeira do projeto e nível de demanda para um projeto; crise de pessoal; responsabilidade civil de terceiros; método de trabalho diferente; mudança na regulamentação industrial; volatilidade da taxa de juros; clima; meio ambiente; condições do solo; mercado financeiro; aprovação e permissão do projeto; variação do contrato e falta de experiência.</p>
Jagannathan e Delhi (2020)		Ordens de alteração, estouros de custo, atrasos, conflitos e litígios.
Anthony Mills (2014)	Australia	<p><b>Risco de projeto e construção</b> (Alterações de design, contratos e falhas, desempenho do empreiteiro, desempenho do subcontratado, mau tempo, materiais e mão de obra com defeito, escassez de materiais, controle de qualidade ruim, controle de desempenho ruim, disputas industriais e condições latentes)</p> <p><b>riscos relacionados ao canteiro</b> (acessibilidade, solo contaminado e condição do solo) <b>riscos de mercado</b> ( renda, taxa de ocupação e taxa de juros)</p>

<p>Dikmen <i>et al.</i> (2022)</p>	<p>Bahrein, Iraque e Turquia</p>	<p><b>Riscos de escopo /design</b> (a originalidade do projeto); <b>Riscos de construção/técnicos</b> (a imprecisão do design incompleto; normas/padrões/regulamentos rígidos; dependência de métodos/materiais/equipamentos específicos; novidade da tecnologia de construção; localização remota/desfavorável; restrições físicas e ambientais; indisponibilidade de materiais específicos; indisponibilidade de equipamentos; indisponibilidade de mão de obra específica e condições meteorológicas adversas que afetam a construção; <b>Riscos gerenciais</b> [simultaneidade de tarefas (caminhos críticos paralelos); horário rigoroso; interdependências entre diferentes disciplinas e complexidade da cadeia de suprimentos]; <b>Riscos de partes interessadas/clientes</b>(ambiguidade dos papéis/objetivos das partes interessadas; metas de projeto irrealistas pelo cliente; diferentes objetivos/entendimentos das partes interessadas; falta de compromisso/confiança entre as partes interessadas; canais de comunicação ruins entre as partes interessadas; diversidade cultural na equipe do projeto; alto nível de burocracia; interações com o público; intervenções do cliente e indisponibilidade de fundos); <b>Riscos políticos/financeiros/econômicos</b> [atraso de pagamentos; orçamento rigoroso; instabilidade econômica (inflação, taxas de câmbio); a importância estratégica do projeto; pressão política e instabilidade política] e <b>Riscos contratuais</b> (relações internacionais adversas e inadequação/indefinição das condições contratuais)</p>
<p>Hyari, Shatarat e Khalafallah (2017)</p>	<p>Estados Unidos</p>	<p>Riscos associados às flutuações de quantidade entre o preço real e estimado em contratos de preço unitário.</p>

Youssef <i>et al.</i> (2018)	Egito	Desenhos ou instruções atrasadas, Condições Físicas Imprevisíveis, força maior, condições climáticas excepcionalmente adversas, atraso na entrega do terreno, suspensão das obras, atraso na retomada das obras, retomada parcial pelo empregador antes da conclusão substancial de todo o projeto, variações de escopo, alterações legislativas, aumento do custo das obras, alterações nas quantidades executadas, atraso na certificação, emissão dos pagamentos intermediários, Direito do Empregador à Rescisão contratual, Suspensão e Rescisão pela Contratada, Reivindicações e disputas contratuais.
Ibss e Ashley (1987)	Texas	Alterações na construção; alterações no design; Retrabalho de design; documentos de apoio/incluídos; variações de acabamento; definição do escopo do trabalho; definição de custos; relatórios e controle de custos e agendamento de relatórios e controle.
Khalef <i>et al.</i> (2021)	Estados Unidos	(1) incerteza das condições de trabalho (diferentes condições do local e condições perigosas); (2) danos liquidados e consequentes; (3) suficiência dos documentos contratuais; (4) atrasar eventos; e (5) indenização.
Hyari (2017)	Estados Unidos	Licitação desequilibrada ("uma proposta contendo valor fixo ou itens de proposta unitária que não refletem custos reais razoáveis mais uma parte proporcional razoável do lucro antecipado do licitante, custos indiretos e outros custos indiretos")
Yafai <i>et al.</i> (2014)	Omã	Atraso no pagamento; atraso nas aprovações; dificuldades de fluxo de caixa; falta de recursos financeiros; mudança de projeto e escopo; aumento de preços; colaboração de comunicação; tipo de contrato; atraso e mudanças; concorrência de licitação; meio ambiente e leis; cultura; design; operação e valor; finanças e economia e execução e capacidade.

Fang <i>et al.</i> (2004)	China	Dificuldade de retorno de capital; pagamento atrasado dos proprietários; injustiça na licitação; protecionismo local; demanda de capital inicial irracional dos proprietários; duração do projeto excessivamente apertada dos proprietários; dificuldade em pedir indenização; intervenção indevida dos proprietários na fase de construção; má gestão dos subempreiteiros; baixa eficiência de construção; departamentos de administração e aprovações tardias por departamentos relevantes; intervenção imprópria do governo durante a construção; tecnologia deficiente dos subcontratados e ausência de regras sólidas, eficazes e justas.
Hanna; Thomas e Swanson (2013)	Estados Unidos	Danos Consequenciais (como mão de obra defeituosa, juros com pagamento atrasados e custos de equipamentos adicionais), Indenização; Critérios de Aceitação Ambíguos; Impacto Cumulativo de Pedidos de alteração e Condições diferentes do local.
Cobra (2021)	Brasil	Projeto (Inadequação para provimento dos serviços na qualidade, quantidade e custos); Desapropriação/ Realocação; Construção/Montagem/Implantação; Risco Geológico; Modificação das especificações de serviço; Patrimônio histórico, artístico e cultural; Obsolescência tecnológica. Falta de inovação técnica e deficiência de equipamentos; Interferência com concessionárias; Inflação/ Flutuação de câmbio/ Aumento de insumos/ Desapropriações; Riscos dos títulos minerários e Caso fortuito ou força maior.

Piña (2021)	Brasil	Inflação; Dificuldade na obtenção de licenças ambientais; Danos à terceiros; Atender as Normas Técnicas e Padrões; Estimativa de custos / Orçamento subestimados ou superestimados; Crise econômica; Terrorismo, guerras, pandemias; Danos à obra; Baixo desempenho causado por utilitários ao longo do tempo; Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto; Impactos ambientais; Dificuldade de desapropriação do terreno; Soluções de projeto inadequadas; Condições de terreno diferentes das previstas; Alterações no projeto durante a execução da obra; Falta de transparência; Complexidade do projeto subestimada; Fiscalização inadequada da obra; Comunicação falha entre as partes envolvidas; Condições climáticas desfavoráveis; Alto custo dos seguros e Corrupção.
-------------	--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Freitas (2019)	Brasil	<p><b>Econômico</b> (redução dos repasses financeiros; indisponibilidade de orçamento; indisponibilidade de valores para empenho; indisponibilidade de recursos financeiros; empresa contratada não ter "saúde" financeira para absorver os custos da obra; ausência de previsão de recursos orçamentários que assegurem o pagamento das etapas da obra a serem executadas e obra ficar inacabada em decorrência da empresa contratada falir) <b>Operacional</b>(acréscimo de quantitativos de itens e/ou serviços contemplados na planilha orçamentária; não encontrar empresas especializadas no mercado nacional para fornecer insumos específicos para obras de grande complexidade; usar material de baixa qualidade por não terem sido determinadas as especificações; não estimar a dotação orçamentária necessária; acréscimo de itens e/ou serviços que não foram contratados; aumentar ou suprimir os custos contratuais previstos na planilha orçamentária; atrasar a execução dos serviços ou o andamento da obra; definição inadequada das especificações técnicas e dos projetos; falta de acompanhamento e conferência dos serviços executados pelo fiscal da obra; o responsável pela obra não apontar os defeitos identificados quando da emissão do termo de recebimento provisório; alterações de quantitativos, sem justificativas coerentes e consistentes, reduzindo quantidades de serviços cotados a preços muito baixos e/ou aumento de quantidades de serviços cotados a preços muito altos, podendo gerar sobre preço ou superfaturamento; alterações no projeto básico; alterações no projeto arquitetônico; falha na prestação de serviços pelos fabricantes e fornecedores; elaborar um orçamento sem a necessária precisão; não realizar a descrição adequada dos serviços que serão implementados na obra; não prever o volume de vigas, lajes, pilares e os tipos de armaduras; planilha orçamentária não contemplar itens e/ou serviços necessários à execução da obra e acrescentar quantitativos de itens e/ou serviços a preços muito altos, podendo gerar superfaturamento; gerar quantitativos inadequados na planilha orçamentária. )</p> <p><b>Legal</b> (descumprir as condições descritas no edital de licitação; anular o certame licitatório e/ou o respectivo contrato; paralisação da obra por intervenção de órgão de fiscalização; não observar a garantia da obra; não apresentação da documentação legal exigida no edital de licitação e não homologação da licitação pelo ordenador de despesa; Ausência da devida publicidade de todas as etapas da licitação.)</p> <p><b>Político</b> (crise econômica afetar o mercado de obras civis - redução da contratação de mão de obra e mudança de governo e não homologação da licitação pelo ordenador de despesa.)</p> <p><b>Ambiental</b> (atrasar a emissão das ordens de serviços em decorrência dos fatores climáticos e alagamento da obra.)</p>
----------------	--------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Braga Junior (2018)	Brasil	<p>Estudos de viabilidade técnico-econômico insuficiente ou inexistente; Projeto básico inadequado ou incompleto; memorial descritivo (incluindo conjunto de materiais, equipamentos e técnicas de execução); Insuficiência de estudos geotécnicos e de levantamentos topográficos; Insuficiência de especificações técnicas; Insuficiência de estudo de impacto ambiental para os empreendimentos potencialmente modificadores do meio ambiente; Não aprovação do projeto básico pela autoridade competente (Lei 8.666/93, art. 7º, § 2º, I); Urgência em contratar resultando em projetos executados superficialmente; Assessoria jurídica insuficiente; Descumprimento e desconhecimento da legislação; Termos do Contrato, Caderno de Encargos e Planilha Orçamentária com insuficiência de cláusulas e de dados; Itens da Planilha de quantitativos não contemplam todos os serviços necessários; Incompatibilidade ou insuficiência das composições dos custos unitários com as especificações técnicas; Quantidades de serviços sem demonstrativos que possibilitem verificar a sua adequação aos elementos do projeto básico; Custos unitários de itens de serviços não justificados em relação à produtividade da mão-de-obra, equipamentos e consumo de materiais; Não utilização de software de projeto de engenharia avançado; Ausência de consultores especializados para as diversas especialidades de projeto; Segmentação e falta de interação entre os diversos departamentos; Descumprimento do cronograma de desapropriações; Descumprimento de prazo; Falta de compatibilização e padronização dos projetos Pouca participação dos Stakeholders na fase de concepção e execução dos projetos; Custos unitários dos insumos superestimados em relação ao mercado; Benefícios e Despesas Indiretas – BDI: taxa não detalhada e/ou parcelas não demonstradas; Alterações oriundas de mudanças de governo e/ou políticas públicas; Necessidade de treinamento e atualização; Estimativa inadequada dos fluxos de receitas do projeto e dos custos de financiamento do projeto e Eventos extraordinários</p>
---------------------	--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Maciel (2020)	Brasil	<p>Falha na vigilância da segurança da instituição; Fiscalização não efetiva; Atraso ou falta de apresentação de garantia; Empresa sem qualificação adequada para execução do objeto; Descumprimento das cláusulas contratuais; Uso indevido de equipamentos ou erro de manutenção; Falta de qualificação técnica/falta de suporte da empresa; Não atendimento das necessidades da instituição; Execução contratual em níveis de produtividade e qualidade abaixo ou diferente do contratado;</p> <p>Dificuldade de uso do contrato pois há poucos credenciados no município (cartões corporativos); Quantificação inadequada da necessidade de serviço; Não publicação de um ato oficial para a data solicitada; Contratação desnecessária; Preços praticados acima do mercado; Falta/atraso na execução do serviço; Procedimentos operacionais incorretos (renovações, repactuações); Execução de serviço sem contrato vigente; Incompatibilidade entre serviço prestado e serviço contratado Pagamento por serviços não prestados/indevidos Falta de aplicação de penalidades à contratada Administração pública responde ação reclamatória trabalhista Terceirizados não comparecerem aos postos de trabalho; Acidente de trabalho com terceirizados; Custos desnecessários com contrato</p>
Beltrão (2017)	Brasil	<p>Dificuldade na obtenção de licenças ambientais; Alterações no projeto durante a execução da obra; Corrupção; edital e Contrato deficientes; Dificuldade de desapropriação do terreno; Crise econômica; Burocracia; Ingerência política; Orçamento subestimado ou superestimado; Disputas contratuais; Soluções de projeto inadequadas; Fiscalização inadequada da obra; Condições de terreno diferentes das previstas; Impactos ambientais imprevistos; Inflação e corrupção.</p>

Tonin (2017)	Brasil	<p>Grande variação nos preços dos insumos; Incerteza na disponibilidade dos materiais e equipamentos; Negligência de fornecedores ou subempreiteiros; Atraso em fornecer revisões e aprovações em documentos do projeto pelo órgão público contratante; Alterações de escopo nos projetos de engenharia licitados no decorrer da execução da obra; Escassez de mão de obra qualificada; Baixa produtividade dos operários; Retrabalhos oriundos de alterações solicitadas pelo órgão público contratante durante execução da obra; Aumento dos custos de mão de obra; Atraso por parte do órgão público contratante nos pagamentos dos trabalhos executados pelo empreiteiro e Interferências externas realizadas por outras partes interessadas (diretores, chefes, usuários)</p>
--------------	--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### APÊNDICE C – PRINCIPAIS RISCOS DA BILIOGRAFIA

Item	Categoria	Fatores de risco
I1	<b>Ambiental</b>	Dificuldade na obtenção de licenças ambientais
I2		disposição ilegal de resíduos de construção
I3		Insuficiência de estudo de impacto ambiental para os empreendimentos potencialmente modificadores do meio ambiente
I4		Condições climáticas adversas
I5	<b>Projeto</b>	Projeto e especificações incompletas
I6		Alterações no projeto durante a execução da obra
I7		Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto
I8		Alterações de escopo nos projetos de engenharia licitados no decorrer da execução da obra
I9		Orçamento subestimado ou superestimado
I10	<b>Construção</b>	Condições de terreno diferentes das previstas
I11		Escassez de mão de obra qualificada
I12		Atraso na disponibilização de mão de obra, materiais e equipamentos
I13		Atraso no cronograma de execução
I14	<b>Econômico</b>	Inflação - Flutuação de câmbio
I15		Indisponibilidade de recursos financeiros.
I16		Grande variação nos preços dos insumos
I17		Redução dos repasses financeiros.
I18	<b>Político</b>	práticas de corrupção
I19		Incerteza política
I20		Crise econômica afetar o mercado de obras civis - redução da contratação de mão de obra
I21		mudança de governo
I22		oposição política
I23	<b>Gestão</b>	Fiscalização inadequada da obra
I24		Diminuição da interação entre as partes envolvidas
I25		proteção inadequada dos interesses de ambas as partes
I26	<b>Contratuais/ Legal</b>	inadequação/indefinição das condições contratuais
I27		problemas de legibilidade em contratos
I28		imprecisão nas condições da cláusula
I29		Contratos com Disposições Inadequadas
I30		Multas por violação de contrato
I31		Descumprimento de especificações técnicas contratuais
I32		(descumprir as condições descritas no edital de licitação
I33		Interpretação errônea do contrato
I34		Revogação do contrato
I35		Não apresentação da documentação legal exigida no edital de licitação

**APÊNDICE D – RISCOS DEFINIDOS PELA ANALISTA DO TCE-CE**

<b>Item</b>	<b>Categoria</b>	<b>Fatores de risco</b>
I1	<b>Ambiental</b>	Dificuldade na obtenção de licenças ambientais;
I2		Disposição ilegal de resíduos de construção;
I3		Insuficiência/ausência de estudo de impacto ambiental para os empreendimentos potencialmente modificadores do meio ambiente;
I4		Não observação do adequado tratamento ambiental.
I5	<b>Projeto</b>	Ausência do adequado estudo de viabilidade técnica
I6		Atraso na contratação, desenvolvimento e/ou aprovação do projeto
I7		Ausência/insuficiência dos estudos técnicos preliminares
I8	<b>Execução de obras</b>	Atraso na execução dos serviços do cronograma;
I9		Paralisação dos serviços sem a devida justificativa técnica;
I10		Escassez de mão de obra qualificada;
I11		Atraso na disponibilização de mão de obra, materiais e equipamentos;
I12		Projeto básico incompleto/deficiente (Cronograma, escopo do projeto (projeto implantação, locação, movimentação de terra), orçamento (Orçamento subestimado ou superestimado, preços e quantidades) e especificações (ausência de indicação de normas técnicas);
I13		Dependência de serviços prestados por terceiros (companhias, órgãos e autarquias).
I14	<b>Econômico</b>	Grande variação nos preços dos insumos (Inflação/Flutuação de câmbio)
I15		Indisponibilidade de recursos financeiros;
I16		Ocorrência de fatos imprevisíveis, ou previsíveis, porém de consequências incalculáveis (Ocorrência de fato do príncipe, [decorrência de decisão de autoridade pública], Força maior [chuvas em condições extremas] e caso fortuito [ação humana ou guerra];
I17		Atraso/redução dos repasses financeiros;
I18		Crise econômica afetar o mercado de obras civis - redução da contratação de mão de obra.
I19	<b>Político</b>	Práticas de corrupção;
I20		Incerteza política/ oposição política;
I21		Mudança de governo (Alterações de escopo nos projetos de engenharia licitados no decorrer da execução da obra/ descontinuidade da obra).
I22	<b>Gestão</b>	Fiscalização/Gestão inadequada da obra;
I23		Preposto não qualificado para responder pela obra e empresa (O contratado não manter preposto na obra capaz de representá-lo. (Artigo 68 Lei 8666);
I24		Qualificação inadequada do Responsável técnico pela execução da obra.
I25	<b>Contratuais/ Legal</b>	Inadequação/indefinição das condições contratuais (Imprecisão nas condições da cláusula);
I26		Descumprimento das cláusulas contratuais (atrasos no pagamento da administração);

I27		Alteração contratual não justificada (aditivos de prazo e valor sem a devida justificativa técnica, forma de burlar as sanções contratuais);
I28		Interpretação errônea do contrato (Aplicação descabida ou não aplicação quando cabível de sanções contratuais- Multas);
I29		Não manutenção das condições de habilitação pela contratada.

### APÊNDICE E – DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS

<b>Variável Linguística</b>	<b>Custo</b>	<b>Tempo</b>	<b>Qualidade</b>
Extremamente Baixo (EB)	Possui pouco ou nenhum impacto sobre o custo	Possui pouco ou nenhum impacto sobre o tempo	Possui pouco ou nenhum impacto sobre a qualidade
baixo (B)	Possui baixo impacto sobre o custo	Possui baixo impacto sobre o tempo	Possui baixo impacto sobre a qualidade
Moderado (M)	Possui moderado impacto sobre o custo	Possui moderado impacto sobre o tempo	Possui moderado impacto sobre a qualidade
alto(A)	Possui alto impacto sobre o custo	Possui alto impacto sobre o tempo	Possui alto impacto sobre a qualidade
Extremamente Alto (EA)	Possui altíssimo impacto sobre o custo	Possui altíssimo impacto sobre o tempo	Possui altíssimo impacto sobre a qualidade

**APÊNDICE F – MATRIZ DE JULGAMENTO NORMALIZADA EM EDIFICAÇÕES  
E OBRAS RODOVIÁRIAS**

Critérios Alternativas	C1- Custo			C2- Tempo			C3- Qualidade		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
S1	0,333	0,556	0,778	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000
S2	0,111	0,111	0,333	0,111	0,333	0,556	0,333	0,556	0,778
S3	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S4	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000
S5	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778
S6	0,778	1,000	1,000	0,778	1,000	1,000	0,778	1,000	1,000
S7	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,111	0,333
S8	0,111	0,333	0,556	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000
S9	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S10	0,111	0,333	0,556	0,111	0,111	0,333	0,333	0,556	0,778
S11	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,778	1,000	1,000
S12	0,556	0,778	1,000	0,111	0,333	0,556	0,778	1,000	1,000
S13	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S14	0,778	1,000	1,000	0,333	0,556	0,778	0,556	0,778	1,000
S15	0,778	1,000	1,000	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000
S16	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000

Critérios Alternativas	C1- Custo			C2- Tempo			C3- Qualidade		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
S1	0,111	0,333	0,556	0,333	0,556	0,778	0,111	0,111	0,333
S2	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S3	0,111	0,333	0,556	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556
S4	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S5	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556
S6	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556
S7	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,111	0,333
S8	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S9	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778
S10	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778
S11	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778
S12	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,556	0,778	1,000
S13	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S14	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,111	0,333	0,556
S15	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778
S16	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556

**APÊNDICE G – MATRIZ DE JULGAMENTO NORMALIZADA E PONDERADA  
EM EDIFICAÇÕES E OBRAS RODOVIÁRIAS**

Critérios Alternativas	C1- Custo			C2- Tempo			C3- Qualidade		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
S1	0,200	0,389	0,661	0,389	0,622	0,950	0,222	0,467	0,800
S2	0,067	0,078	0,283	0,078	0,267	0,528	0,133	0,333	0,622
S3	0,067	0,233	0,472	0,078	0,267	0,528	0,044	0,200	0,444
S4	0,333	0,544	0,850	0,389	0,622	0,950	0,222	0,467	0,800
S5	0,333	0,544	0,850	0,389	0,622	0,950	0,133	0,333	0,622
S6	0,467	0,700	0,850	0,544	0,800	0,950	0,311	0,600	0,800
S7	0,067	0,233	0,472	0,078	0,267	0,528	0,044	0,067	0,267
S8	0,067	0,233	0,472	0,389	0,622	0,950	0,222	0,467	0,800
S9	0,067	0,233	0,472	0,078	0,267	0,528	0,044	0,200	0,444
S10	0,067	0,233	0,472	0,078	0,089	0,317	0,133	0,333	0,622
S11	0,333	0,544	0,850	0,389	0,622	0,950	0,311	0,600	0,800
S12	0,333	0,544	0,850	0,078	0,267	0,528	0,311	0,600	0,800
S13	0,067	0,233	0,472	0,078	0,267	0,528	0,044	0,200	0,444
S14	0,467	0,700	0,850	0,233	0,444	0,739	0,222	0,467	0,800
S15	0,467	0,700	0,850	0,389	0,622	0,950	0,222	0,467	0,800
S16	0,333	0,544	0,850	0,389	0,622	0,950	0,222	0,467	0,800

Critérios Alternativas	C1- Custo			C2- Tempo			C3- Qualidade		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
S1	0,111	0,333	0,556	0,333	0,556	0,778	0,111	0,111	0,333
S2	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S3	0,111	0,333	0,556	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556
S4	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S5	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556
S6	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556
S7	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556	0,111	0,111	0,333
S8	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S9	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778
S10	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778
S11	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778	0,333	0,556	0,778
S12	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,556	0,778	1,000
S13	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556	0,111	0,333	0,556
S14	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,111	0,333	0,556
S15	0,556	0,778	1,000	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778
S16	0,556	0,778	1,000	0,333	0,556	0,778	0,111	0,333	0,556

**APÊNDICE H – DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS A\* E A-**

		C1- Custo			C2- Tempo			C3 - Qualidade		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>Edificações</b>	<b>A+</b>	0,233	0,500	0,700	0,700	0,900	1,00	0,389	0,700	0,900
	<b>A-</b>	0,033	0,056	0,233	0,100	0,100	0,333	0,056	0,078	0,300
<b>Obras rodoviárias</b>	<b>A+</b>	0,500	0,700	1,000	0,2778	0,5444	0,9000	0,167	0,389	0,700
	<b>A-</b>	0,100	0,300	0,556	0,0556	0,2333	0,5000	0,033	0,056	0,233

**APÊNDICE I – DISTÂNCIA FPIS ( $di+$ ) E FNIS ( $di-$ )**

Alternativas	Edificações				Obras rodoviárias			
	C1	C2	C3	D+	C1	C2	C3	D+
<b>S1</b>	0,175	0,163	0,110	0,448	0,415	0,160	0,340	0,915
<b>S2</b>	0,390	0,553	0,249	1,192	0,208	0,319	0,234	0,761
<b>S3</b>	0,287	0,553	0,404	1,244	0,415	0,160	0,234	0,809
<b>S4</b>	0,075	0,163	0,110	0,348	0,415	0,319	0,234	0,969
<b>S5</b>	0,075	0,163	0,249	0,487	0,208	0,160	0,234	0,601
<b>S6</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,208	0,160	0,234	0,601
<b>S7</b>	0,287	0,553	0,535	1,375	0,415	0,319	0,340	1,075
<b>S8</b>	0,287	0,163	0,110	0,561	0,208	0,319	0,234	0,761
<b>S9</b>	0,287	0,553	0,404	1,244	0,000	0,160	0,117	0,277
<b>S10</b>	0,287	0,694	0,249	1,230	0,000	0,160	0,117	0,277
<b>S11</b>	0,075	0,163	0,000	0,238	0,208	0,160	0,117	0,484
<b>S12</b>	0,075	0,553	0,000	0,628	0,208	0,319	0,000	0,527
<b>S13</b>	0,287	0,553	0,404	1,244	0,208	0,319	0,234	0,761
<b>S14</b>	0,000	0,351	0,110	0,461	0,000	0,000	0,234	0,234
<b>S15</b>	0,000	0,163	0,110	0,274	0,000	0,000	0,117	0,117
<b>S16</b>	0,075	0,163	0,110	0,348	0,000	0,160	0,234	0,394

Alternativas	Edificações				Obras rodoviárias			
	C1	C2	C3	D-	C1	C2	C3	D-
<b>S1</b>	0,224	0,567	0,457	1,248	0,000	0,160	0,000	0,160
<b>S2</b>	0,000	0,173	0,300	0,472	0,208	0,000	0,110	0,318
<b>S3</b>	0,110	0,173	0,146	0,429	0,000	0,160	0,110	0,270
<b>S4</b>	0,340	0,567	0,457	1,364	0,000	0,000	0,110	0,110
<b>S5</b>	0,340	0,567	0,300	1,206	0,208	0,160	0,110	0,478
<b>S6</b>	0,390	0,694	0,535	1,618	0,208	0,160	0,110	0,478
<b>S7</b>	0,110	0,173	0,000	0,283	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>S8</b>	0,110	0,567	0,457	1,135	0,208	0,000	0,110	0,318
<b>S9</b>	0,110	0,173	0,146	0,429	0,415	0,160	0,224	0,799
<b>S10</b>	0,110	0,000	0,300	0,410	0,415	0,160	0,224	0,799
<b>S11</b>	0,340	0,567	0,535	1,442	0,208	0,160	0,224	0,591
<b>S12</b>	0,340	0,173	0,535	1,047	0,208	0,000	0,340	0,548
<b>S13</b>	0,110	0,173	0,146	0,429	0,208	0,000	0,110	0,318
<b>S14</b>	0,390	0,364	0,457	1,211	0,415	0,319	0,110	0,845
<b>S15</b>	0,390	0,567	0,457	1,414	0,415	0,319	0,224	0,959
<b>S16</b>	0,340	0,567	0,457	1,364	0,415	0,160	0,110	0,685

**APÊNDICE J – Coeficiente de proximidade (CCi) das alternativas**

Alternativas	Edificações			Obras rodoviárias		
	D+	D-	CCi	D+	D-	CCi
<b>S1</b>	0,489	1,202	0,711	0,903	0,183	0,168
<b>S2</b>	1,226	0,421	0,256	0,803	0,289	0,265
<b>S3</b>	1,238	0,429	0,257	0,781	0,311	0,285
<b>S4</b>	0,347	1,360	0,797	0,964	0,128	0,117
<b>S5</b>	0,466	1,223	0,724	0,620	0,472	0,432
<b>S6</b>	0,000	1,612	1,000	0,620	0,472	0,432
<b>S7</b>	1,355	0,301	0,182	1,086	0,000	0,000
<b>S8</b>	0,645	1,050	0,619	0,803	0,289	0,265
<b>S9</b>	1,238	0,429	0,257	0,321	0,766	0,705
<b>S10</b>	1,240	0,403	0,245	0,321	0,766	0,705
<b>S11</b>	0,255	1,423	0,848	0,482	0,605	0,557
<b>S12</b>	0,595	1,072	0,643	0,527	0,559	0,515
<b>S13</b>	1,238	0,429	0,257	0,803	0,289	0,265
<b>S14</b>	0,391	1,267	0,764	0,276	0,816	0,747
<b>S15</b>	0,229	1,447	0,863	0,138	0,949	0,873
<b>S16</b>	0,347	1,360	0,797	0,459	0,633	0,580

### APÊNDICE K – RESULTADO DO RANKING DAS ALTERNATIVAS

Edificações			
Alternativas	Cenário I	Cenário II	Cenário III
S1	8	6	9
S2	12	11	15
S3	13	13	12
S4	6	4	6
S5	9	9	8
S6	1	1	1
S7	16	16	16
S8	10	7	10
S9	13	13	12
S10	11	12	11
S11	2	2	4
S12	3	10	5
S13	13	13	12
S14	5	8	3
S15	4	3	2
S16	6	4	6

Obras rodoviárias			
Alternativas	Cenário I	Cenário II	Cenário III
S1	15	14	15
S2	10	11	10
S3	13	10	13
S4	14	15	14
S5	8	8	8
S6	8	8	8
S7	16	16	16
S8	10	11	10
S9	3	3	2
S10	3	3	2
S11	5	6	7
S12	1	2	4
S13	10	11	10
S14	6	5	5
S15	2	1	1
S16	7	7	6