

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

**PRIORIZAÇÃO DE RISCOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES  
POR MEIO DO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS***

**CAROLINA IGNOWSKY BORBA**

**ORIENTADOR: PROF. DsC. MICHELE TEREZA MARQUES CARVALHO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA CIVIL**

**BRASÍLIA – DF  
2017**

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

**PRIORIZAÇÃO DE RISCOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES  
POR MEIO DO MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS***

**CAROLINA IGNOWSKY BORBA**

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

**APROVADA POR:**

---

**MICHELE TEREZA MARQUES CARVALHO, DSc. (UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**CLÁUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA FEITOSA PEREIRA, DSc. (UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**LEANDRO MODESTO PRATES BELTRÃO, MSc.  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 1º de DEZEMBRO de 2017.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

BORBA, CAROLINA IGNOWSKY  
Priorização de Riscos em Obras de Edificações por meio do Método *Analytic Hierarchy Process* [Distrito Federal] 2017.  
v, p., mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2017)  
Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORBA, CAROLINA IGNOWSKY (2017). Priorização de Riscos em Obras de Edificações por meio do Método *Analytic Hierarchy Process*. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-001/17, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 91 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Carolina Ignowsky Borba

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Priorização de Riscos em Obras de Edificações por meio do Método *Analytic Hierarchy Process*.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2017

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

---

Carolina Ignowsky Borba  
SHTQ Quadra 1 Conjunto 3 Casa 32, Taquari, Lago Norte  
71551-128 – Brasília/DF – Brasil

## RESUMO

A construção civil é um instrumento de impulsão da economia, capaz de trazer progresso e melhorias para a sociedade. Além do mais, é considerado, pela iniciativa privada, um ramo para investimento com grande potencial de sucesso, especialmente em obras de edifícios residenciais, capazes de movimentar grande quantidade de capital. Assim, é conveniente que os empreendimentos se completem dentro do planejado. No entanto, há de se considerar a chance de que algo fuja ao esperado, caracterizando um risco para o projeto. Portanto, visando à realização da melhor solução da forma mais econômica, torna-se imprescindível o gerenciamento de riscos nos projetos de engenharia civil. Nesse sentido, este trabalho traz uma abordagem de gerenciamento de riscos por meio de sua identificação e priorização, valendo-se do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para esta última fase. O tipo de projeto a ser analisado consiste em empreendimentos residenciais realizados por incorporadoras no Distrito Federal. A metodologia utilizada consiste na identificação dos riscos através da literatura – tendo sido identificados 39 riscos –, hierarquização destes em forma de estrutura analítica de riscos e aplicação de questionários a um time de cinco especialistas para utilização do AHP. Os especialistas julgaram os riscos dentro de suas categorias e as categorias de riscos por meio de comparações paritárias. A partir desses julgamentos, montaram-se matrizes de comparação e calculou-se a importância de cada um dos riscos nas categorias e das categorias. Então, obteve-se a importância geral de cada risco e a lista de riscos priorizados (*ranking*). A essa lista, aplicou-se o princípio de Pareto, separando-se os primeiros 20% dos riscos no *ranking* (GR20%), considerando que eles deverão ser responsáveis por 80% dos possíveis prejuízos ao projeto. Compararam-se, então, os riscos do GR20% com os apresentados em outros estudos disponíveis na literatura, concluindo-se que tais riscos eram satisfatoriamente compatíveis com os dos estudos comparados. Os cinco riscos prioritários no *ranking* foram “Alterações no projeto durante a execução da obra”, “Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto”, “Falhas no orçamento”, “Planejamento falho” e “Soluções de projeto inadequadas”. Ademais, este último foi o risco identificado como mais importante quando comparado com outros estudos, seguido pelo risco de “Dificuldade no gerenciamento da obra”. Por fim, pode-se considerar que a principal contribuição do trabalho refere-se a fornecer, de maneira geral, um norte aos gerentes de projeto da tipologia contratual considerada sobre em que riscos focar na fase de construção a fim de otimizar o processo de gerenciamento de riscos.

**Palavras-Chave:** Identificação de Riscos, Priorização de Riscos, AHP, Empreendimentos residenciais.

## ABSTRACT

Construction is not only capable of boosting the economy, but also likely to bring progress and improvements to society. It is considered by the private investors a branch for investment with great potential for success, especially in works of residential buildings, which are able to involve great amount of capital. Thus, it is convenient that the ventures are completed as planned. However, it has to be considered the possibility that something different than expected can happen, thus causing a risk to the project. Therefore, in order to achieve the best solution in the most cost-effective way, risk management in civil engineering projects becomes essential. In this sense, this work brings a risk management approach through its identification and prioritization, using the Analytic Hierarchy Process (AHP) for this last phase. The type of project analyzed was residential enterprises carried out by developers in the Federal District. The methodology used consists of the identification of the risks through the literature - 39 risks were identified - categorization of them in the form of an analytical structure of risks and application of questionnaires to a team of five specialists for the use of AHP. The experts judged the risks within their categories and the risk categories through pairwise comparisons. From these judgments, comparison matrices were set up and the importance of each risk in the categories was calculated. The result was a list of prioritized risks (ranking). The Pareto principle was applied to the list in order to distinguish the first 20% of the risks in the ranking (GR20%), considering that they should be responsible for 80% of the possible damages to the project. The risks of GR20% were then compared with those presented in other studies available in the literature. It was concluded that such risks were satisfactorily compatible with those of the comparative studies. The five main risks in the ranking are "Design changes during project," "Delay in project development and / or approval," "Budget failures," "Flawed planning," and "Inadequate design solutions." In addition, this last one was the risk identified as more important when compared to other studies, followed by the risk of "Management difficulty". Finally, the main contributions of this work is to provide, in a general way, an orientation to the project managers of the kind of project considered on what risks to focus in the construction phase in order to optimize the process of risk management.

**Key words:** Risks Identification, Risks Prioritization, AHP, Residential enterprises.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	x
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 JUSTIFICATIVA .....	2
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.3 ESCOPO DO PROJETO.....	4
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	5
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	6
2.1 RISCOS .....	6
2.2 RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	8
2.3 GERENCIAMENTO DOS RISCOS.....	14
2.3.1 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE QUALITATIVA DOS RISCOS .....	18
2.4 PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA .....	22
<b>3. MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	26
3.1 AMOSTRA .....	27
3.2 QUESTIONÁRIOS .....	29
3.3 PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA .....	31
3.3.1 ELABORAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA DE RISCOS .....	31
3.3.2 JULGAMENTOS PELO TIME DE ESPECIALISTAS .....	32
3.3.3 DETERMINAÇÃO DAS MATRIZES DE COMPARAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE SUA CONSISTÊNCIA .....	34
3.3.4 CÁLCULO DOS VALORES DE PRIORIDADE .....	38
3.4 COMPARAÇÃO DOS PRINCIPAIS RISCOS COM OS DE OUTROS ESTUDOS.....	39
<b>4. RESULTADOS</b> .....	41
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS .....	41
4.2 ESTRUTURA ANALÍTICA DE RISCOS .....	46
4.3 PRIORIZAÇÃO DOS RISCOS .....	48
4.4 ANÁLISES COMPLEMENTARES .....	54

<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	58
5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	60
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	62
<b>APÊNDICE A – Planilhas</b> .....	66
<b>APÊNDICE B – Matrizes de Comparação</b> .....	83

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
2.1 - Visão geral do gerenciamento dos riscos do projeto (modificado - PMBOK, 2013)	15
3.1 - Modelo de questionário (modificado – DOLAN, 2008)	30
4.1 - Estrutura Analítica de Riscos (EAR) obtida para os riscos identificados (autoria própria)	47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
2.1 - Riscos na construção civil com base nas fontes consultadas (modificado – BELTRÃO, 2017)	11
2.2 - Definições dos processos que compõe o gerenciamento de riscos de um projeto com base no guia PMBOK (2013) (autoria própria)	16
2.3 - Impactos relativos dos riscos de projetos metropolitanos de construção e de suas categorias resultados do estudo de KUO e LU (2013) (modificado - KUO e LU, 2013)	21
3.1 - Perfil dos especialistas componentes da amostra (autoria própria)	28
3.2 - A escala fundamental para comparações par a par em sistemas MCDM (modificado - SAATY, 1990)	33
3.3 - Valores de IR de acordo com a ordem da matriz de comparação (modificado - SAATY, 1991)	37
4.1 - Lista inicial de riscos encontrados na etapa de identificação de riscos (modificado - BELTRÃO, 2017)	42
4.2 - Descrição das alterações realizadas nos riscos da lista inicial (autoria própria)	44
4.3 - Lista final de riscos encontrados na etapa de identificação de riscos (modificado - BELTRÃO, 2017)	45
4.4 - Valores de importância dos riscos identificados e das categorias de riscos (autoria própria)	48

4.5 - Lista de riscos priorizados (autoria própria)	50
4.6 - <i>Ranking</i> das categorias (autoria própria)	52
4.7 - Comparação dos riscos priorizados com os encontrados em estudos semelhantes (autoria própria)	55

## LISTA DE SIGLAS

AHP – *Analytical Hierarchy Process*  
EAR – Estrutura Analítica de Riscos  
GR20% – Grupo R<sub>20%</sub>  
IC – índice de consistência  
IR – índice randômico  
MCDM – *multiple criteria decision making*  
RC – razão de consistência

## LISTA DE SÍMBOLOS

$A$  – matriz de comparação genérica relativa aos riscos dentro de uma categoria  
 $a_{ij}$  – elemento da matriz  $A$   
 $B$  – matriz de comparação genérica relativa às categorias de riscos  
 $b_{ij}$  – elemento da matriz  $B$   
 $k$  – número de riscos dentro de uma categoria  
 $m$  – número de riscos identificados  
 $n$  – número de categorias de riscos definidas  
 $p_i$  – importância final calculada para o risco  $i$  em relação à categoria  $j$  à qual ele pertence  
 $p_i'$  – importância calculada para o risco  $i$  em relação à categoria  $j$  à qual ele pertence com base nos julgamentos de um dado especialista  
 $p_j$  – importância final calculada para a categoria de riscos  $j$   
 $p_j'$  – importância calculada para a categoria de riscos  $j$  com base nos julgamentos de um dado especialista  
 $p_{R_i}$  – importância geral final obtida para o risco  $i$   
 $p_{R_i}'$  – importância geral obtida para o risco  $i$  com base nos julgamentos de um dado especialista  
 $W$  – principal autovetor de uma matriz de comparação  
 $W'$  – principal autovetor de uma matriz de comparação reescrito em forma de coluna  
 $\bar{W}$  – vetor de prioridade de uma matriz de comparação

$w_{1j}$  – elemento do vetor  $W$

$w'_{i1}$  – elemento do vetor  $W'$

$\bar{w}_{1j}$  – elemento do vetor  $\bar{W}$

$y_{i1}$  – elemento do vetor  $AW'$

$z_{i1}$  – elemento do vetor  $AW'/W'$

$\lambda_{max}$  – principal autovalor de uma matriz de comparação

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor que muito se destaca quanto à sua importância no âmbito econômico brasileiro. Dados indicam que o ramo corresponde a 6,2% do PIB do Brasil, contando com 176 mil estabelecimentos no país, o que representa 34% do total da indústria. Em termos de emprego, o segmento gera 2,6 bilhões de vagas, 24% do total (SINDUSCON-DF, 2017).

No entanto, segundo Liu, Zhao e Yan (2016), o negócio da construção caracteriza-se por envolver empreendimentos de risco. Sabe-se, todavia, que todo empreendimento possui riscos. Porém, considerando-se a dimensão dos projetos relativos à indústria da construção civil, é notório que empreendimentos deste caráter possuam riscos mais significativos que a maior parte dos empreendimentos de outras naturezas possuem. Ademais, segundo Abdelgawad e Fayek (2010), ao longo da última década, diversos projetos têm experimentado significativas variações em seu custo e/ou cronograma, tornando-se, assim, empreendimentos malsucedidos. Assim e considerando as referidas alterações no custo e cronograma previstos como decorrentes de riscos – já que advém de eventos não planejados, capazes de alterar objetivos do projeto –, pode-se perceber que comumente não se lida com os riscos de forma adequada. Tal fato resulta em projetos com qualidade aquém da desejada, já que a situação citada representa uso indevido dos recursos – de maneira a desencadear uma ausência de recursos para alguma atividade posterior –, e que excedem o custo e o prazo planejados.

Além disso, Tah e Carr (2001) enunciam que os projetos de construção civil vêm se tornando cada vez mais complexos e dinâmicos. E isso, aliado à introdução de novos métodos de contratação tem levado muitos contratantes a reformular as abordagens que conferem aos riscos em seus projetos. Isso porque, uma vez que se define a qual das partes interessadas caberá o incremento dos custos relativo aos diferentes riscos do projeto, resta à referida parte realizar uma avaliação detalhada de tais riscos do projeto a fim de definir uma reserva de contingência adequada, evitando que ocorra inviabilização do empreendimento.

Dessa forma, encontram-se diversos trabalhos na literatura relacionados a essa questão no mundo todo, desenvolvidos com o intuito de aprimorar a gestão de riscos na indústria da construção civil no que se refere a projetos de grande porte. Como exemplos de estudos nessa linha, podem-se citar Boateng, Chen e Ongunlana (2015), que realizaram a priorização de riscos da Rede de bondes elétricos de Edimburgo (ETN) na fase de construção e Subramanyan, Sawant e Bhatt (2012), que identificaram os fatores de risco que comprometem

a conclusão adequada de projetos na Índia e sua importância relativa na indústria da construção civil indiana, entre outros citados no decorrer deste trabalho.

Assim, nota-se a importância do adequado gerenciamento de riscos no ambiente da construção civil em todo o mundo, inclusive no Brasil. Uma vez que a omissão em relação aos riscos de um projeto leva à obtenção de um produto final inadequado. Ou seja, mais caro, e com especificações (qualidade e prazo de entrega) diferentes daquelas pré-determinadas, gerando insatisfação no cliente e redução nos lucros dos empreendedores.

Com base no exposto, este trabalho visa abordar o gerenciamento de riscos, envolvendo as etapas de identificação e hierarquização, de projetos residenciais realizados por incorporadoras no Distrito Federal, com enfoque nas fases de planejamento e construção. É relevante citar, ainda, que o presente projeto está inserido na linha de pesquisa Gestão e Sustentabilidade na Construção Civil.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

O gerenciamento de riscos de projetos relacionados à construção civil - especialmente quanto a projetos de grande porte - é um tema de amplo interesse para estudos e pesquisas científicas, uma vez que as incertezas relacionadas à realização de tais projetos desencadeiam diversos riscos capazes de trazer grandes prejuízos aos objetivos do projeto em suas diversas fases.

No entanto, a habilidade de gerenciar os riscos ainda é pouco explorada pela maior parte das empresas que se dedicam à realização de projetos na área da construção civil. Levando a atrasos nos prazos de entrega, extrapolações no orçamento, divergências do produto final em relação às suas especificações, dentre outros. Isso se observa mundo afora e parece ser um fenômeno global (FLYVBJERG et al., 2003), não sendo diferente em se tratando dos projetos locais. Assim, escolheu-se analisar, neste trabalho, os riscos referentes a empreendimentos residenciais realizados por incorporadoras/construtoras e localizados no Distrito Federal.

Contudo, é notório, com base no conteúdo de normas e manuais os quais abordam o gerenciamento de riscos, como PMBOK (2013), NBR ISO 31000:2009 e COSO (2007), que este não é um procedimento simples. Já que envolve diversas etapas, necessidade de amplo conhecimento quanto ao projeto e suas condições de contorno e de sensibilidade para reconhecimento de eventos que envolvam incertezas, análises numéricas (muitas vezes

complexas) dos dados identificados, capacidade de prever planos de monitoramento e respostas aos potenciais riscos e assim por diante.

Dessa forma, considerando a citada complexidade do gerenciamento de riscos como um todo, este trabalho limita-se à realização de apenas três etapas deste processo: o estabelecimento do contexto, a identificação dos riscos e sua análise qualitativa, com foco na priorização destes riscos. No entanto, ressalta-se que tal limitação não implica em empecilho para a obtenção de resultados suficientemente satisfatórios e, na verdade, amplia o horizonte de aplicação dos resultados encontrados. Isso porque busca-se, neste trabalho, obter um *ranking* dos riscos detectados como sendo os de maior importância no tipo de empreendimento analisado, informação que pretende ser útil como auxiliar à obtenção de dados de entrada para o gerenciamento de futuros projetos de escopo similar ao do tipo de empreendimento aqui abordado. O que pode facilitar e conduzir o trabalho de seus gestores nas análises iniciais as quais serão aqui realizadas e permitir que seu gerenciamento de riscos tenha um maior potencial de sucesso.

Além do exposto, é notório que o conhecimento dos riscos de um projeto e da relevância de cada um deles é capaz de melhorar consideravelmente o aspecto econômico de tal projeto. Uma vez que os gastos inesperados deverão ser praticamente eliminados ou cobertos por reservas de contingência. Levando em consideração o fato de que o processo de engenharia, por definição, envolve o desenvolvimento da solução mais adequada para determinada demanda, com o menor custo possível, destaca-se a relevância do desenvolvimento do tema aqui proposto, de forma a permitir que a prática da engenharia seja cada vez mais eficaz.

## **1.2 OBJETIVOS**

Nesta seção, apresentam-se os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo geral a priorização dos riscos macro da etapa de construção de empreendimentos residenciais de incorporação, executados em Brasília-DF, pelo Processo de Análise Hierárquica (AHP – *Analytical Hierarchy Process*).

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

A fim de se atingir o objetivo principal supracitado, os objetivos específicos a serem atingidos são:

- Identificação dos riscos para a tipologia contratual e montagem da Estrutura Analítica de Riscos (EAR);
- Comparação dos resultados encontrados na priorização com os disponíveis na literatura.

## **1.3 ESCOPO DO PROJETO**

O presente projeto contemplará três das etapas de gerenciamento de riscos da fase construtiva de empreendimentos residenciais, localizados no Distrito Federal, realizados por incorporadoras/construtoras. As referidas etapas consistem no estabelecimento do contexto, na identificação e na análise qualitativa dos riscos do tipo de empreendimento em questão, de maneira a priorizá-los, obtendo uma lista dos principais riscos identificados em ordem decrescente de sua importância, isto é, um *ranking* destes riscos.

A etapa de identificação de riscos recorrerá ao método de revisão da literatura e a hierarquização destes será realizada por meio do método de Processo de Análise Hierárquica

(AHP – *Analytical Hierarchy Process*). A amostra será composta por especialistas com experiência na fase construtiva de empreendimentos de incorporação realizados no Distrito Federal, os quais responderão a questionários que servirão como dados de entrada para o AHP.

#### **1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma:

- No primeiro capítulo, apresentam-se a introdução, a justificativa, os objetivos, o escopo do projeto e a estruturação do trabalho.
- No segundo capítulo, é realizada uma revisão bibliográfica contemplando os temas riscos, riscos na construção civil, gerenciamento dos riscos, identificação e hierarquização dos riscos e processo de análise hierárquica.
- No terceiro capítulo encontram-se descritos o método de pesquisa, as características da amostra, o conteúdo dos questionários e a ferramenta AHP.
- O quarto capítulo é composto dos resultados obtidos ao longo do presente estudo.
- No quinto e último capítulo, encontram-se as conclusões advindas de todas as etapas do presente estudo e dos produtos dele obtidos, bem como sugestões para futuros trabalhos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo possui o intuito de explanar os principais conceitos relacionados ao presente estudo. Dentre eles, podem-se, citar, de forma geral, os temas “riscos”, suas definições, sua relevância no ambiente da construção civil e sua gestão em projetos da área (com destaque adicional às etapas de gerenciamento de riscos englobadas pelo escopo deste trabalho); “método AHP”, sua concepção e aplicação em outros estudos.

Dentro de cada um dos itens do capítulo, busca-se denotar a importância e a aplicabilidade do gerenciamento de riscos no que concerne a projetos de construção civil.

Ademais, são apresentados exemplos de outros trabalhos que abordam o gerenciamento dos riscos em projetos de construção civil e os riscos identificados ao analisá-los.

### **2.1 RISCOS**

Riscos são fatores os quais podem impactar consideravelmente os resultados de um projeto, sendo claramente justificável a necessidade de uma abordagem apropriada para eles. Nesse sentido, é possível identificar diversos manuais que direcionam a forma como se deve proceder para um adequado gerenciamento de riscos. Dentre eles, destacam-se o guia PMBOK (2013), a norma NBR ISO 31000:2009 e o COSO (2007), os quais serão utilizados como base para este trabalho.

Assim, segundo a NBR ISO 31000:2009 conceitua-se o termo risco como "efeito da incerteza nos objetivos"; sendo que efeito é um desvio (podendo ser positivo ou negativo) daquilo que se é esperado, incerteza é uma situação (ainda que parcial) de deficiência de informações relativas a determinado evento e objetivos podem ser aplicáveis a diferentes níveis e possuir diferentes aspectos; também segundo esta norma.

Já o guia PMBOK (2013) traz uma abordagem ligeiramente diferente para o termo risco, porém com a mesma essência. Segundo o guia, "risco do projeto é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto".

Ainda segundo o guia PMBOK (2013), pode-se considerar que o risco relacionado a um projeto origina-se nas incertezas intrínsecas a ele. Adicionalmente, o guia expõe a existência de riscos individuais e gerais, que se diferem no sentido de que os riscos gerais se caracterizam como sendo aqueles que representam o efeito global da incerteza no projeto, não sendo equivalentes à soma dos riscos individuais, mas incluindo as fontes de incerteza do projeto em sua totalidade.

Com base no exposto, percebe-se a relevância que os riscos possuem em qualquer projeto, já que este é um tema amplamente abordado por importantes manuais - como os supracitados. Adicionalmente, ao analisar tais manuais, é possível notar que incerteza é uma palavra-chave ao se abordar o tema “riscos”. Dessa forma, não há dúvida de que os riscos estão intimamente ligados com as incertezas intrínsecas aos projetos, ou seja, faz-se necessário o entendimento sobre as possíveis incertezas de um projeto para que se possam identificar os seus riscos.

Além disso, é notório que, no âmbito da construção civil, essas incertezas, especialmente no que concerne à realização de obras de grande porte, são ainda maiores do que em outros tipos de projetos. Isso porque este tipo de empreendimento envolve vários fatores essencialmente incertos durante sua realização. Como podem-se citar a necessidade de significativa quantidade de recursos humanos – que frequentemente não possuem a produtividade esperada (Rahman et al., 2013) –, a presença de uma complexa cadeia de suprimentos - a qual deve ser planejada de forma meticulosa, evitando fatores como atrasos por falta de insumos ou ainda inflação em seus preços (Rahman et al., 2013) –, a burocracia para obter documentação necessária (Beltrão, 2017), entre outros.

Também no que se refere às incertezas, Li, Yao e Han (2012) enunciam, mais especificamente em relação a empreendimentos no âmbito da construção civil, que, durante o desenvolvimento do projeto, podem ocorrer alterações nos fatores que envolvem sua operação devido à presença de incertezas. Tais incertezas desestabilizariam o planejamento e as estratégias previstas para tal projeto, levando-o a sair do controle e falhar no alcance de seus objetivos. Sendo assim, torna-se notável a necessidade de identificação dos riscos de um projeto, possibilitando a abordagem adequada desses riscos, a fim de se traçar uma estratégia que envolva o planejamento e monitoramento das respostas e/ou a designação de reservas para contornar tais riscos.

Mantendo a associação entre riscos e incertezas, o COSO (2007) traz uma abordagem das incertezas como sendo uma informação inicial ao processo de gerenciamento de riscos. Já que, de acordo com o manual, todas as organizações enfrentam incertezas e cabe a elas

determinar o nível de incerteza que estarão preparadas para aceitar. No que tange à definição de riscos, o manual enuncia que riscos são eventos capazes de gerar um impacto negativo na realização de determinados objetivos. Já um evento pode advir de fontes internas ou externas, sendo definido como um incidente ou uma ocorrência que afeta os objetivos definidos pela associação para um determinado projeto. Segundo o manual, o gerenciamento de riscos diante das incertezas possui papel fundamental na agregação de valor para as partes interessadas.

Portanto, de posse das informações supracitadas em relação aos tipos de risco e às abordagens recomendadas pela literatura consultada, é possível entender melhor como se deve proceder para um gerenciamento eficaz dos riscos de um projeto.

## **2.2 RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A indústria da construção civil, assim como as demais, está sujeita aos mais diversos tipos de riscos. Na verdade, como enunciado por Flanagan e Norman (1993), o setor, possivelmente, é afetado por riscos ainda mais que os outros. O que faz sentido, podendo-se citar alguns fatores para tanto, como a necessidade de grande quantidade de recursos humanos (que muitas vezes não possuem a qualidade e a qualificação desejadas), prazos de para finalização de atividades complexas, que muitas vezes sofrem atrasos; entre outros (SUBRAMANYAN, H.; SAWANT, P. H.; BHATT, 2012).

Outra razão à qual se deve a presença de riscos intrínsecos a grandes projetos de construção civil é o fato de este ser um ramo (assim como vários outros) o qual funciona como um sistema de livre mercado - governado predominantemente pelas demandas econômicas, não por diretrizes governamentais. Sistema o qual, por sua estrutura em si, possui inúmeros riscos indissociáveis (BALL, 2014; FULFORD e STANDING, 2013; GUO *et al.*, 2014 *apud* BOATENG, CHEN e OGUNLANA, 2015).

Segundo Boateng, Chen e Ogunlana (2015) os processos associados à construção, especialmente de grandes projetos, desde seu início até os estágios finais se tornam cada vez mais complexos e carregados de incertezas suficientes para influenciar negativamente o projeto. Os autores enunciam, ainda, a possibilidade de ocorrência de diversos eventos de potencial risco associados a consequências indesejadas, capazes de afetar o sucesso do projeto. Destacam, também, que os riscos podem influenciar fortemente cada um dos estágios do projeto, sendo, desta forma, praticamente impossível elaborar uma lista contendo todos os potenciais riscos, de maneira generalizada, em projetos grandes e de alta complexidade. Ou

seja, para a elaboração da referida lista, há de se considerar o tamanho, tipo e escopo de cada projeto de forma mais cuidadosa.

Além disso, grandes projetos são, por natureza, permeados por riscos únicos devido às suas complexidades, à ampla necessidade de recursos, aos longos períodos envolvidos e à exposição dos projetos a fontes de risco inter-relacionadas e difusas. Dessa forma, esses empreendimentos frequentemente acabam por exceder os recursos disponíveis para sua realização (BOATENG et al., 2013; BROOKES, 2014; GHARAIBEH, 2013 *apud* BOATENG, CHEN e OGUNLANA, 2015).

Esses recursos, em se tratando de projetos na esfera da indústria da construção civil, estão relacionados predominantemente aos recursos financeiros e ao tempo; no sentido de que há uma expectativa de que um projeto atenda ao orçamento e ao prazo pré-estabelecidos quando do seu planejamento.

No que concerne a riscos ligados a tempo (ou prazo), destaca-se que estes podem ser definidos como aqueles que ocasionam atrasos nos projetos. Pickavance (2005) define "atraso" como algo acontecendo num tempo posterior ao planejado, esperado e especificado no contrato ou de forma a exceder a data combinada entre as partes interessadas para a entrega do projeto. Sabe-se que atrasos num projeto podem levar a inúmeras consequências, desde gastos extras com mão de obra e com aluguel de equipamentos por tempo adicional, até litígios judiciais por insatisfação de clientes em função de entrega de imóvel *a posteriori* do que estabelecido em contrato.

Dito isso, fica claro que descumprimentos nos prazos de um projeto ocasionam incremento em seu custo e, assim, extrapolação no orçamento planejado. Sobre projetos que ultrapassam o orçamento, Flyvbjerg et al. (2003) ressaltam que os incrementos no custo inicialmente proposto para projetos de larga escala mundo afora não decresceram nos últimos 70 anos e que isso parece ser um fenômeno global. Este é um fator preocupante, o qual justifica a necessidade de incremento na quantidade de estudos científicos relacionados ao tema e a imprescindibilidade da aplicação de técnicas modernas e eficazes de gerenciamento de riscos pelas empresas que lidam com empreendimentos de construção civil, a fim de buscar levar tais empreendimentos a atingirem melhores performances com relação aos objetivos definidos para eles.

Nesse sentido, Boateng, Chen e Ogunlana (2015) afirmam que extrapolações no orçamento são extremamente comuns em projetos de construção civil de grande escala, mas que, apesar dos riscos financeiros envolvidos, vários projetos na esfera da construção civil estão aptos a serem desenvolvidos e concluídos ainda que além do orçamento. Isso evidencia

um outro dado preocupante, uma vez que deixa transparecer que os riscos têm sido capazes de tirar das mãos dos gerentes de projeto o controle sobre o orçamento. Dessa maneira, verifica-se uma falha conceitual no processo de engenharia, o qual tem como premissa o desenvolvimento da melhor solução da forma mais econômica possível.

Em concordância com o exposto, pode-se dizer, ainda, que o "tempo realista de construção" tem sido comumente utilizado como um marco na avaliação da performance de projetos e da eficiência do adjudicatário (LUU, KIM e HUYNH, 2008; NASIR et al., 2012; NASSAR e ABOURIZK, 2014 *apud* BOATENG, CHEN e OGUNLANA, 2015). Ou seja, se um projeto não é capaz de apresentar a qualidade requerida em sua especificação, sem extrapolar custo ou prazo ou ambos, fica notório que seu processo de gerenciamento de riscos foi deficiente ou inexistente. Uma vez que algo não planejado levou a um resultado divergente do esperado.

Dessa forma, a fim de evitar esse tipo de falha, Giezen (2012) e Kardes et al. (2013) apontam que basta um simples, mas efetivo, gerenciamento de riscos para fornecer uma estrutura que propicie aos gerentes de projeto a possibilidade de identificação de riscos e de geração de respostas de forma rápida, levando essa informação a permear por toda a cadeia de suprimentos do processo construtivo. Assim, torna-se possível contornar o evento de risco, amortizando ou eliminando seus efeitos indesejáveis e impedindo que a situação saia do controle. Este processo incrementa consideravelmente a possibilidade de sucesso do projeto, isto é, de que ele atinja seus objetivos da forma esperada.

De acordo com Sotoodeh Gohar, Khanzadi e Farmani (2012) um eficiente método para identificação de fatores de risco em projetos de construção civil é a análise de causas de falha e sucesso de outros projetos. Assim, considerando os diversos riscos intrínsecos à construção civil, fica claro, portanto, que o sucesso de um projeto está intimamente ligado à presença de uma gestão eficaz de riscos. Isto porque as causas de falha de projetos, em geral, estão relacionadas muito mais às incertezas (para as quais é possível traçar planos de respostas ou garantir reservas de contingência ou gerenciamento, uma vez que seja conhecida a possibilidade de sua ocorrência) do que a falhas de engenharia (no que concerne a dimensionamento das mais diversas estruturas, canteiro de obras, mão de obra, dentre outros fatores) (SUBRAMANYAN, H.; SAWANT, P. H.; BHATT, 2012).

Por fim, analisando-se a literatura, encontram-se diversos trabalhos que enumeram riscos em diferentes tipos de empreendimentos de construção civil, já que este é um tema de grande relevância e interesse. Após uma busca na literatura por esses dados, investigando-se seis diferentes estudos que abordam o tema, os de Bayraktar e Hastak (2009), Yang e Wei

(2011), Subramanyan, Sawant e Bhatt (2012), Kuo e Lu (2013), Boateng, Chen e Ogunlana (2015) e Beltrão (2017), foi possível enumerar diversos riscos em projetos de construção civil. Analisando-se os riscos apresentados por tais estudos, é possível verificar que alguns destes riscos se repetem. Portanto, tais dados foram sintetizados na Tabela 2.1 (apresentada a seguir), adotando-se uma nomenclatura padronizada para eles. Para tal, verificou-se que a nomenclatura utilizada por Beltrão (2017) é a mais conveniente a ser aqui utilizada, bem como as categorias de riscos por ele definidas, uma vez que esta se dá, originalmente, em língua portuguesa, diferentemente dos outros trabalhos, que se apresentam em língua inglesa. Ademais, o autor realizou uma minuciosa identificação de riscos na literatura, além de reunião de *brainstorming* com especialistas, para obter os riscos por ele apresentados, obtendo uma rica lista de riscos descritos de maneira clara e coerente. Esta lista de riscos identificados na literatura servirá de base para a etapa de identificação de riscos a ser executada no presente trabalho.

**Tabela 2.1 Riscos na construção civil com base nas fontes consultadas (modificado – BELTRÃO, 2017)**

Categoria	Risco	Fontes					
		Bayraktar e Hastak (2009)	Yang e Wei (2011)	Subramanyan, Sawant e Bhatt (2012)	Kuo e Lu (2013)	Boateng, Chen e Ogunlana (2015)	Beltrão (2017)
Social	Ação civil pública					✓	✓
	Dificuldade de desapropriação do terreno					✓	✓
	Greves de grupos de trabalhadores que afetem direta ou indiretamente a obra			✓		✓	✓
	Oposição pública e protestos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Questões indígenas, quilombolas e arqueológicas						✓
	Vandalismo					✓	✓
Projeto	Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto			✓		✓	✓
	Complexidade do projeto subestimada			✓		✓	✓
	Edital e Contrato deficientes	✓		✓			✓
	Estimativa de custos subestimada ou superestimada		✓			✓	✓

Categoria	Risco	Fontes					
		Bayraktar e Hastak (2009)	Yang e Wei (2011)	Subramanyan, Sawant e Bhatt (2012)	Kuo e Lu (2013)	Boateng, Chen e Ogunlana (2015)	Beltrão (2017)
	Orçamento subestimado ou superestimado					✓	✓
	Soluções de projeto inadequadas	✓		✓	✓	✓	✓
Construção	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	✓		✓	✓		✓
	Inexperiência no gerenciamento de obra	✓	✓	✓	✓		✓
	Insolvência/falência de subcontratados e/ou fornecedores	✓		✓			✓
	Planejamento falho	✓			✓		✓
	Problemas na implementação e transferência de tecnologia	✓		✓			✓
	Financiamento	Alterações societárias	✓				
Alto custo de financiamento			✓	✓		✓	✓
Alto custo dos seguros				✓			✓
Escassez de fontes privadas de financiamento							✓
Escassez de fontes públicas de financiamento						✓	✓
Falta de atratividade financeira do projeto para investidores				✓			✓
Mudança nas políticas governamentais de financiamento						✓	✓
Econômico	Crise econômica			✓		✓	✓
	Inflação					✓	✓
	Variação dos custos de insumos			✓	✓	✓	✓
	Política monetária			✓			✓
	Variação de alíquotas e bases de cálculo de tributos					✓	✓

Categoria	Risco	Fontes					
		Bayraktar e Hastak (2009)	Yang e Wei (2011)	Subramanyan, Sawant e Bhatt (2012)	Kuo e Lu (2013)	Boateng, Chen e Ogunlana (2015)	Beltrão (2017)
	Variação de câmbio					✓	✓
	Variação dos custos de transporte						✓
Político	Burocracia						✓
	Corrupção						✓
	Corte do projeto						✓
	Criação de tributos					✓	✓
	Disputas políticas				✓	✓	✓
	Ingerência política				✓	✓	✓
	Mudança de governo					✓	✓
	Risco legal e regulatório		✓	✓		✓	✓
Ambiental	Catástrofes naturais		✓	✓	✓	✓	✓
	Condicionantes ambientais desproporcionais e excessivos				✓		✓
	Condições climáticas desfavoráveis	✓				✓	✓
	Dificuldade na obtenção de licenças ambientais						✓
	Impactos ambientais imprevistos					✓	✓
	Gestão	Atraso no pagamento dos serviços prestados			✓		
Comunicação falha entre as partes envolvidas							✓
Disputas contratuais							✓
Falta de transparência							✓
Fiscalização inadequada da obra		✓					✓
Indisponibilidade orçamentária							✓

## **2.3 GERENCIAMENTO DOS RISCOS**

O gerenciamento de riscos é um recurso substancial para qualquer projeto, uma vez que contribui largamente para garantir o sucesso deste. Seus objetivos, segundo o guia PMBOK (2013), são "aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto". O que, claramente, é um anseio de todos os envolvidos em um projeto. Ainda de acordo com este guia, o gerenciamento de riscos de um projeto inclui diversos processos: planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas e controle de riscos do projeto. A Figura 2.1 abaixo fornece uma visão geral dos referidos processos.



Figura 2.1 Visão geral do gerenciamento dos riscos do projeto (modificado – PMBOK, 2013)

Além do exposto, o guia PMBOK (2013) apresenta uma breve definição do que seriam cada um dos processos acima citados, essas informações foram reunidas na Tabela 2.2, apresentada a seguir.

**Tabela 2.2 Definições dos processos que compõe o gerenciamento de riscos de um projeto com base no guia PMBOK (2013) (autoria própria)**

<b>Processo</b>	<b>Definição</b>
Planejamento dos riscos	O processo de definição de como conduzir as atividades de gerenciamento dos riscos de um projeto
Identificação dos riscos	O processo de determinação dos riscos que podem afetar o projeto e de documentação das suas características
Análise qualitativa dos riscos	O processo de priorização de riscos para análise ou ação posterior através da avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto
Análise quantitativa dos riscos	O processo de analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto
Planejamento de respostas aos riscos	O processo de desenvolvimento de opções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto
Controle dos riscos	O processo de implementar planos de respostas aos riscos, acompanhar os riscos identificados, monitorar riscos residuais, identificar novos riscos e avaliar a eficácia do processo de gerenciamento dos riscos durante todo o projeto

Uma vez definido em que consiste o procedimento de gerenciamento de riscos de um projeto, é possível discorrer melhor sobre seu papel e importância. Diversos autores citam o

procedimento de gerenciamento de riscos, bem como suas vantagens, destacando sua importância para que um projeto possa atingir adequadamente seus objetivos.

Segundo Li, Yao e Han (2012), os riscos de um projeto sempre afetam o projeto como um todo e, dessa maneira, o gerenciamento de riscos torna-se parte componente do processo de gerenciamento de projeto. E tal como o gerenciamento de projeto, é plausível dizer que o gerenciamento de riscos de um projeto é indispensável para que o projeto atinja seus objetivos de acordo com o planejado. A falha ou ausência dessa ferramenta pode fazer com que o projeto saia do controle de seus gerentes, tornando-se vulnerável a situações adversas. O gerenciamento de riscos pode ser considerado, então, como um fator chave para o sucesso do projeto (LUO e HAN, 2013).

Complementarmente, é possível identificar diversos outros autores os quais abordam diferentes aspectos do processo de gerenciamento de riscos. Boateng, Chen e Ogunlana (2015) enunciam que o gerenciamento de riscos caracteriza-se por ser um processo vital, contínuo e interativo utilizado na identificação de possíveis fontes de riscos durante as mais diversas fases de desenvolvimento do projeto. Os autores enunciam, ainda, que um dos fatores que destacam a importância desse recurso num projeto é o fato de que sua presença permite às partes interessadas no projeto a possibilidade de que ambas reconheçam a existência e o impacto de incertezas no projeto e, dessa forma, desenvolvam estratégias apropriadas para atenuar seus efeitos no projeto.

Por outro lado, com o desenvolvimento acelerado da economia global e da tecnologia, os processos de fabricação (como pode ser considerado o desenvolvimento de um projeto de construção civil) envolvem cada vez mais incertezas do que no passado e, com isso, o processo de gerenciamento de riscos vem se tornando cada vez mais complexo (YUN-LI e QING-CHUN, 2011). Assim, estes autores trazem uma abordagem sobre um gerenciamento de riscos integrado em relação aos seus objetivos; para tal, constroem seu pensamento definindo os objetivos do processo de gerenciamento de riscos de forma um pouco distinta daquela definida pelo guia PMBOK (2013), citada anteriormente.

Eles consideram que os objetivos do gerenciamento de riscos coincidem com os do gerenciamento do projeto, incluindo qualidade, custo, prazo, segurança e ambiente; e que, por tais objetivos estarem restringindo-se mutuamente, torna-se impossível que todos atinjam sua melhor performance ao mesmo tempo. Portanto, justificam que a integração dos objetivos do gerenciamento de riscos se dá para que se atinja o equilíbrio de todos os referidos objetivos, em vez de atingir-se algum deles em detrimento dos outros.

Luo e Han (2013), em consonância com esta abordagem, enunciam que o processo de gerenciamento de riscos de um projeto deve ser feito de forma integrada, já que está intimamente ligado aos processos de gerenciamento de qualidade, custo e escopo; uma vez que qualquer incerteza ou risco do projeto são advindos do próprio projeto. Além disso, os autores apontam para a necessidade de que o gerenciamento de riscos se estenda por todo o ciclo de vida do projeto.

Ademais, Chapman (1997) também menciona que o gerenciamento de riscos é um recurso o qual deveria ser aplicado não somente nas fases de planejamento e execução de um projeto. Todavia, deveria ser explanado durante todo o ciclo de vida do projeto, por todas as partes envolvidas. Yun-Li e Qing-Chun (2011), bem como Tah e Carr (2001), também apontam fases posteriores do gerenciamento de riscos de tratamento e monitoramento de riscos, reafirmando o conceito de que o gerenciamento de riscos é um processo que deve estar em andamento durante todo o ciclo de vida do projeto e os riscos do projeto, em constante reavaliação. No entanto, Chapman (1997) destaca, adicionalmente, que o desenvolvimento inicial do processo de gerenciamento de riscos deveria avançar o máximo possível durante a fase de definição do escopo do projeto, antes que tal processo - bem como o próprio projeto - avance para fases posteriores. Isto porque, quanto mais partes do processo de gerenciamento de riscos não são finalizadas durante esta fase, menores serão a eficiência e a efetividade de suas etapas posteriores.

A partir disso, fica notória a importância do gerenciamento de riscos nos projetos de engenharia civil. Destaca-se, ainda, que uma cuidadosa análise dos riscos nas fases iniciais de um projeto (especialmente nas fases de planejamento do projeto e desenvolvimento de seu escopo), como é proposta no presente trabalho, além de ser mais eficiente e eficaz, pode trazer inúmeros benefícios ao projeto. É válido citar que as etapas do gerenciamento de riscos a serem realizadas neste trabalho - as fases de identificação e hierarquização dos riscos - serão desenvolvidas com mais detalhes na próxima seção.

### **2.3.1 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE QUALITATIVA DOS RISCOS**

O processo de gerenciamento dos riscos de um projeto envolve diversas fases, como citado na seção anterior. Dentre elas, destaca-se, de acordo com o escopo deste trabalho, primeiramente o estabelecimento do contexto do projeto, ou seja, a determinação das características específicas do tipo de empreendimento a ser avaliado. Destacam-se, também,

as etapas de identificação e priorização dos riscos. No que concerne à relevância das referidas etapas, pode-se dizer que ela consiste no fato de basear-se nos riscos certos e conferir a eles a importância adequada (de acordo com o que representam para o projeto) é crucial para um adequado desempenho das etapas posteriores do gerenciamento de riscos.

A identificação dos riscos, de acordo com o guia PMBOK (2013), corresponde a determinar os riscos que possam afetar o projeto e documentá-los. Já a priorização dos riscos, citada no guia como uma abordagem qualitativa<sup>1</sup> para eles, corresponde ao procedimento de analisar os riscos destacando a importância relativa de cada um deles em relação aos outros. Dessa maneira, visa a obter uma documentação dos riscos não apenas como uma lista aleatória, mas com os riscos enumerados em ordem decrescente de importância, com aqueles que mais afetam o projeto no topo da lista, ou seja, um *ranking* dos riscos identificados.

Este procedimento deve garantir, além do benefício já previsto pelo guia PMBOK (2013) de fornecer à equipe do projeto o conhecimento e a capacidade de antecipar os eventos (a partir da documentação dos riscos), a vantagem de que a etapa de análise qualitativa dos riscos – no caso deste trabalho, por meio da hierarquização dos riscos – já possibilita a elaboração, por parte da equipe de gerenciamento de riscos, de respostas aos riscos definidos e analisados qualitativamente. Sem a obrigatoriedade de que, para tal, tenha havido análise quantitativa dos referidos riscos.

Além do mais, a elaboração do *ranking* de riscos oferece à equipe de gerenciamento a oportunidade de concentrar seus esforços nos riscos efetivamente responsáveis pela maior parte dos impactos nos objetivos de projeto. Já que, assim como sugerido por Beltrão (2017), é interessante e coerente considerar o que determina o conhecido princípio de Pareto – também chamado Regra do 80-20. Segundo o qual apenas 20% dos riscos seriam responsáveis por 80% dos impactos de todos os riscos no projeto. Dessa forma, a hierarquização dos riscos pode ser considerada uma etapa intermediária de pré-avaliação dos riscos do projeto, que, com base no exposto, contribui para um melhor desempenho e maior eficácia do processo de gerenciamento de riscos como um todo.

Ademais, há, na literatura, diferentes abordagens sobre as fases de gerenciamento de riscos. Para o presente trabalho, é de interesse citar a abordagem de Yun-Li e Qing-Chun (2011) - a qual se aproxima do que será aqui realizado. Para os autores, a fase de identificação

---

<sup>1</sup> Podendo a priorização de riscos ser definida, ainda, como uma análise semiquantitativa dos riscos, se considerada a abordagem da NBR ISO 31000:2009.

de riscos envolve duas outras fases: a primeira é a de buscar fatores de risco (que pode ser realizada por diversos meios, tais quais entrevistas, elaboração de *checklists* ou métodos gráficos, por exemplo) e a segunda consiste em listar os riscos encontrados.

De forma similar, Tah e Carr (2001) enunciam que a fase de identificação dos riscos objetiva identificar todas as fontes de riscos envolvidas com o projeto de forma exaustiva, bem como os fatores que causam tais riscos. De acordo com os autores, a identificação inicial de riscos pode ser realizada de várias maneiras (decisão que cabe à equipe de gerenciamento), dentre as quais citam-se visitas ao local onde será executado o projeto, dados de entrada advindos de pessoal qualificado, sessões de *brainstorming* envolvendo a equipe de gerenciamento de riscos e informações obtidas de bancos de dados baseados em experiências prévias dos profissionais envolvidos.

Já sobre o processo aqui identificado como priorização, os autores citam, analogamente, uma etapa de avaliação de riscos, em que é realizado um procedimento tal qual ocorre no método AHP – método adotado no presente trabalho para a hierarquização dos riscos. Tal procedimento propõe o uso de uma escala semântica para a avaliação da importância dos riscos (identificados na fase anterior) para o projeto. No proposto pelos autores, os riscos são definidos com adjetivos como "baixo", "médio" e "alto" e algumas escalas intermediárias envolvendo adicionalmente advérbios como "muito" e "um pouco", linguagem compatível com aquela costumeiramente utilizada pelas equipes responsáveis pelo gerenciamento de riscos de projetos. Os autores apontam, ainda, que esta maneira é mais adequada e aconselhável do que o processo errôneo de aplicarem-se meios estatísticos indevidamente, uma vez que esta prática, apesar de comum, não é compatível com essa fase do gerenciamento de riscos.

Além do exposto, merece destaque a abordagem de Tah e Carr (2001) no que diz respeito às interdependências existentes entre os riscos. Segundo os autores, essas relações entre os riscos devem ser consideradas ainda nas fases nomeadas por eles de identificação e avaliação dos riscos por meio de cadeias de dependência.

Assim, e considerando a intenção de uma abordagem um pouco mais integrada dos riscos, que leve em conta a comparação da importância de cada risco em relação aos outros, pode-se justificar o uso, no presente trabalho, de uma hierarquia analítica ou, como definido pelo guia PMBOK (2013), de uma estrutura analítica de riscos (EAR), que será apresentada no desenvolvimento do trabalho. No entanto, neste trabalho, a análise irá se limitar à ordenação do nível de importância de cada risco em relação aos outros e não serão considerados, portanto, os impactos da interdependência entre os riscos no projeto.

Adicionalmente, após definido o método a ser utilizado na priorização dos riscos neste trabalho, no que concerne à identificação de riscos, é possível notar que um modo conveniente para realizar tal fase do gerenciamento dos riscos de um projeto é a busca na literatura por riscos anteriormente identificados em outros projetos com características em comum. Nesse sentido, Sotoodeh Gohar, Khanzadi e Farmani (2012) enunciam que a análise de fatores críticos que tenham contribuído para o sucesso e fracasso de projetos anteriores é um método oportuno para a identificação de fatores de riscos de um projeto. Portanto, justifica-se a utilização, para a realização da etapa de identificação dos riscos no presente trabalho, da técnica de busca na literatura por riscos característicos de projetos similares aos que serão aqui avaliados.

No que concerne à etapa de priorização dos riscos, mais detalhes sobre o que será realizado neste trabalho quanto à realização desta etapa será apresentado mais adiante, no capítulo de Método de Pesquisa.

Ilustrativamente, como exemplo de riscos priorizados pode-se citar o estudo realizado por Kuo e Lu (2013), no qual foram identificados e avaliados os riscos de projetos metropolitanos de construção, obtendo-se como um dos resultados a priorização destes riscos. Estes dados encontram-se na Tabela 2.3 a seguir.

**Tabela 2.3 Impactos relativos dos riscos de projetos metropolitanos de construção e de suas categorias resultados do estudo de Kuo e Lu (2013) (modificado – KUO e LU, 2013)**

<b>Fatores de risco e suas categorias</b>	<b>Valores de importância na categoria</b>	<b>Valores de importância geral</b>
<i>C1</i> Projeto de Engenharia		0.384
<i>F1</i> Erros nos desenhos de projeto	0.463	0.178
<i>F2</i> Itens da obra com interfaces conflitantes	0.375	0.144
<i>F3</i> Deficiência de informações sobre o terreno	0.110	0.042
<i>F4</i> Projeto inapropriado e pouco uso da engenharia	0.051	0.020
<i>C2</i> Fenômenos Naturais		0.384
<i>F5</i> Infiltração de águas subterrâneas	0.354	0.136
<i>F6</i> Tufão	0.331	0.127
<i>F7</i> Chuva intensa	0.240	0.092
<i>F8</i> Tremores de terra	0.076	0.029

<i>C3</i> Relativos à Segurança Construtiva		0.126
<i>F9</i> Proteção insuficiente de edificações e instalações adjacentes	0.466	0.059
<i>F10</i> Segurança inadequada dos trabalhadores	0.370	0.047
<i>F11</i> Controle e gerenciamento de tráfego inefetivos	0.112	0.014
<i>F12</i> Inefetiva proteção do ambiente ao redor	0.052	0.007
<i>C4</i> Sociais e Econômicos		0.063
<i>F13</i> Incrementos nos preços dos materiais de construção	0.498	0.032
<i>F14</i> Protestos e interferências dos moradores vizinhos	0.244	0.016
<i>F15</i> Interferência política	0.150	0.009
<i>F16</i> Incrementos salariais de trabalhadores e funcionários	0.108	0.007
<i>C5</i> Gerenciamento da Construção		0.043
<i>F17</i> Experiência e habilidade insuficientes em processos construtivos	0.454	0.019
<i>F18</i> Planejamento construtivo deficiente	0.365	0.016
<i>F19</i> Atraso na realocação de tubulações e instalações existentes	0.131	0.006
<i>F20</i> Instabilidade no suprimento de materiais críticos para os processos construtivos	0.050	0.002

## 2.4 PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

Existem inúmeras ferramentas disponíveis na literatura as quais são passíveis de serem utilizadas para hierarquização dos riscos de um projeto. Dentre elas, destaca-se o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que pode ser traduzido como Processo de Análise Hierárquica.

O AHP, o qual foi desenvolvido por Saaty (1990) e tem sido muito difundido e utilizado em diversos estudos científicos envolvendo tomadas de decisão multi-critério (MCDM) nas últimas décadas, possui ampla aplicabilidade devido à sua simplicidade, facilidade de utilização e considerável flexibilidade (HO, 2008). Além disso, o uso deste método se mostra muito vantajoso na avaliação de riscos na construção civil, uma vez que se

verifica a ausência de dados de entrada de qualidade ou válidos para a realização dos métodos tradicionais, como Monte Carlo (BELTRÃO, 2017).

A seguir, apresenta-se uma breve descrição sobre como se dá a aplicação do AHP de acordo com o enunciado por Saaty (1990, 1991). Os procedimentos envolvidos na utilização do método, bem como as considerações e simplificações adotadas na realização deste trabalho, encontram-se detalhados no capítulo de Método de Pesquisa.

A aplicação do AHP se dá em três etapas principais: elaboração da estrutura hierárquica (EAR), verificação de consistência dos dados gerados e análises de prioridades.

A primeira etapa visa à modelagem do problema, simplificando-o de maneira a possibilitar julgamento da importância dos elementos dos diferentes níveis (critérios e atividades relativos ao problema MCDM em questão) da EAR uns em relação aos outros, considerando seus impactos nos objetivos do problema MCDM (representados pelo nível superior da EAR).

Na segunda etapa, é necessário verificar a consistência dos dados gerados, já que, considerando as limitações humanas, é comum que os julgamentos realizados pelos especialistas possuam certo nível de inconsistência. Pois, sendo a comparação dos elementos uma análise subjetiva, nem sempre é possível realizar todos os julgamentos da mesma maneira.

E a terceira etapa objetiva a obtenção de dados resultantes da comparação entre os elementos supracitados, executada por especialistas (que possuam conhecimento, envolvimento e experiência suficiente com o problema MCDM que está sendo analisado). Obtém-se, então, por meio da conversão de julgamentos originalmente realizados em escala semântica em valores numéricos - de acordo com escala proposta por Saaty (1990) e que será apresentada no capítulo de Método de Pesquisa - uma representação numérica da importância dos elementos dos níveis inferiores da EAR (critérios e atividades), em relação aos objetivos contidos em seu nível superior. Por fim, parte-se para a aplicação dos procedimentos complementares de cálculo do método, os quais fornecerão os pesos de todas as atividades avaliadas.

Para efeito do presente trabalho, os níveis da EAR definidos serão: na parte superior da hierarquia, “objetivos”, seguidos por “categorias de riscos” (equivalente aos critérios) e por “riscos” (equivalente às atividades) respectivamente. Dessa forma, o emprego do AHP

possibilitará a obtenção do *ranking* dos riscos equivalentes ao escopo deste trabalho, como resultado da priorização destes.

Ainda sobre o método AHP (e suas variações, isto é, ele combinado ou integrado com outros métodos), é válido citar que este tem sido largamente utilizado no gerenciamento de riscos em projetos de construção civil, o que pôde ser constatado por meio de revisão da literatura e pode ser ilustrado pelos exemplos de utilização do método apresentados a seguir.

Acharya, Lee e Kim (2006) empregaram o AHP para identificar alguns dos fatores críticos que levam a conflitos em projetos de construção civil; Wang, Liu e Elhag (2008) utilizaram o AHP integrado com uma análise de envolvimento de dados para a avaliação dos riscos em obras de pontes; Li, Yao e Han (2012) mostram um exemplo de aplicação do AHP para análise e avaliação de riscos em um projeto de reconstrução de instalação de tratamento de esgoto; Gudiené et al. (2014) recorreram ao AHP como ferramenta para hierarquizar os fatores críticos de sucesso de projetos de construção na Lituânia; Silva et al. (2015) recorreram ao *fuzzy-AHP* para realizar a hierarquização dos riscos inerentes às fases de elaboração, análise e execução de obras do Programa Minha Casa, Minha Vida; Beltrão (2017) valeu-se do método *fuzzy-AHP* para realizar a hierarquização dos riscos em obras públicas; entre outros.

Todavia, ressalta-se que o método possui certas limitações. A principal delas, que pôde ser observada por meio da análise da literatura, se relaciona ao fato de os estudos realizados utilizando o AHP puro, sem integrá-lo com outros métodos, não consideram separadamente probabilidade e impacto dos riscos sobre os objetivos do projeto. Mas consideram apenas a importância nas comparações paritárias, como também será realizado no presente estudo.

No entanto, ainda com essa limitação, a utilização do AHP se mostra muito vantajosa, pela sua facilidade de aplicação e pela maneira como o método propõe a apresentação das comparações paritárias aos especialistas. A apresentação dos julgamentos em forma de questionários e não de matrizes de comparação torna o processo de julgamento muito mais confortável e menos desgastante para os especialistas. Isto colabora para a obtenção de resultados mais fiéis à realidade e com menos erros sistemáticos, que poderiam ocorrer com a confusão entre elementos por má visualização de uma matriz de comparação, por exemplo.

Dessa forma, pode-se concluir que o AHP é uma ferramenta muito conveniente a ser aplicada nos processos de análise e avaliação dos riscos, com diferentes abordagens nos mais distintos tipos de projetos na esfera da construção civil.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

O método escolhido para a priorização dos riscos neste trabalho foi o Processo de Análise Hierárquica (AHP – *Analytical Hierarchy Process*). Para alimentar o método, no entanto, são necessárias, como dados de entrada, a estrutura analítica de riscos (EAR - advinda de um processo anterior de identificação dos riscos relevantes de acordo com as características do tipo de projeto a ser analisado) e avaliações de especialistas quanto à importância dos riscos uns em relação aos outros e das classes de riscos em relação aos objetivos do projeto. Dessa forma, fez-se necessária, também, a adoção de métodos adicionais para a realização das referidas etapas intermediárias. Nesse sentido, adotou-se a metodologia de revisão da literatura para a identificação dos riscos e, para a obtenção dos julgamentos dos especialistas, foi adotada a prática da aplicação de questionários, elaborados no contexto do AHP.

Quanto à metodologia, de consulta à literatura, adotada para a identificação dos riscos, pode-se dizer que esta foi escolhida por ser uma das formas mais comuns para esse fim, no âmbito da construção civil, como constatado por Beltrão (2017), o qual realizou um meticuloso estudo buscando identificar os mais significativos fatores desencadeadores de riscos em obras públicas.

Já quanto à escolha do AHP, levando-se em consideração a existência de inúmeras ferramentas disponíveis na literatura para priorização dos riscos de um projeto, tal escolha se deve ao fato de este ser um método que tem sido muito difundido e utilizado em diversos estudos científicos envolvendo tomadas de decisão multicritério (MCDM) nas últimas décadas. Já que possui ampla aplicabilidade devido à sua simplicidade, facilidade de utilização e considerável flexibilidade (HO, 2008). Além disso, sendo o AHP muito utilizado para tratar de problemas MCDM, especialmente para análises qualitativas, se faz compatível para a avaliação de riscos na construção civil (PIÑA, 2017 *apud* WANG, LIU e ELHAG, 2008). Podendo-se, ainda, citar, como já comentado No capítulo anterior deste trabalho, que a falta de dados de qualidade ou válidos torna o AHP um dos métodos mais viáveis de se utilizar em avaliação de riscos na construção civil (BELTRÃO, 2017).

Uma vez selecionados os métodos a serem empregados, é possível iniciar as etapas do estudo. Primeiramente, e a fim de identificarem-se os riscos que mais se encaixam de acordo com o tipo de empreendimento a ser analisado, recorre-se à literatura. De modo a realizar a

leitura de diversos trabalhos relacionados e ponderar o que cabe ou não para o caso em questão, computando esses dados para uso nas etapas seguintes.

Depois, utilizaram-se os riscos identificados para a elaboração da EAR e de questionários por meio dos quais os especialistas realizariam, os julgamentos necessários à aplicação do AHP. Apresentaram-se, posteriormente, esses documentos para os especialistas, os quais avaliaram os riscos e suas categorias, realizando comparações par a par para julgar a importância relativa entre os riscos de cada categoria (em relação à respectiva categoria) e entre as categorias (com relação aos objetivos do projeto). Tais comparações foram realizadas levando-se em conta os níveis de importância desses elementos uns em relação aos outros, de acordo com uma escala semântica - a qual corresponde àquela definida por Saaty (1990).

De posse, então, das respostas dos especialistas aos questionários, foi possível aplicar o AHP. Em que as avaliações dos especialistas foram convertidas em matrizes de comparação, as quais se utilizaram para obter os valores de importância relativa de cada um dos riscos. Tendo, então, os valores de prioridade de cada um dos riscos, obteve-se a lista de riscos priorizados. Foi possível, assim realizar a organização desses riscos em um *ranking*, comparando os resultados obtidos com os de outros estudos.

Ademais, a metodologia adotada nesta pesquisa encontra-se descrita de forma mais detalhada nas subseções deste capítulo.

### **3.1 AMOSTRA**

Para o presente trabalho, foi definido que a amostra seria composta de especialistas com experiência na fase construtiva de empreendimentos de incorporação realizados no Distrito Federal. Para a escolha dos especialistas, o critério utilizado relacionou-se à facilidade de contato com estes.

Não foram estabelecidos critérios adicionais para a seleção dos especialistas (como, por exemplo, tempo de experiência), visto que este não era o foco desta pesquisa, por mais que seja um dado relevante. Além disso, devido à dificuldade de encontrar profissionais com disponibilidade e tempo para colaborar com a pesquisa, critérios adicionais poderiam inviabilizá-la.

Portanto, encontraram-se 25 especialistas que estariam aptos a participar da pesquisa, para os quais foram enviados os questionários por meio de correio eletrônico. No entanto, apenas cinco deles realmente se dispuseram a colaborar com a pesquisa. Dessa forma, a amostra foi composta por cinco especialistas engenheiros civis atuantes na fase de construção de empreendimentos de incorporação realizados no Distrito Federal. Mais detalhes a respeito do perfil dos especialistas que compuseram a amostra encontram-se descritos na Tabela 3.1 a seguir.

**Tabela 3.1 Perfil dos especialistas componentes da amostra (autoria própria)**

Especialista	Porte da Empresa	Experiência (anos)	
		Construção Civil	Gerenciamento de Riscos
A	Médio	3	3
B	Não informado	4	0
C	Não informado	3	0
D	Médio	24	18
E	Médio	4	1

Assim, observa-se que não se conseguiu respostas de especialistas atuantes em empresas de grande porte. Acredita-se que os especialistas que não informaram maiores detalhes sobre a empresa em que atuam tenham tido experiência recente em incorporadoras, mas não se encontram atuantes nestas atualmente. Nota-se, também, que a faixa de experiência dos especialistas no ramo da construção civil é próxima, com exceção do especialista D, que possui um grande tempo de experiência. Já no gerenciamento de riscos, três dos especialistas apresentam experiência, sendo que o especialista A possui experiência consideravelmente maior do que o especialista E, e o especialista D possui vasta experiência, bem superior à dos outros dois.

Com base no exposto, pode-se afirmar que não houve grande variedade na composição da amostra. Isso porque ela envolve especialistas atuantes apenas em empresas de médio porte e, também, porque os especialistas participantes possuem tempos de experiência muito próximos, com exceção do especialista D. Sendo assim, os resultados obtidos considerando esta amostra tendem a refletir o perfil dos especialistas apresentados por ela.

Além disso, quanto ao número de especialistas participantes, considera-se que houve uma taxa de retorno de 20%, já que, dos 25 especialistas inicialmente convidados a participar, cinco retornaram. Dessa forma, pode-se afirmar que foi atingido um percentual de retorno aceitável – de acordo com o que se apresenta em outras pesquisas relacionadas ao assunto (Beltrão, 2017 *apud* Liu, Zhao e Yan, 2016) – viabilizando a continuidade da pesquisa. No entanto, se fosse possível contar com a colaboração de mais profissionais da área, esta amostra poderia ser mais diversificada e os resultados obtidos provavelmente seriam diferentes.

### 3.2 QUESTIONÁRIOS

A fim de denotar a importância relativa dos riscos identificados, apresentados no capítulo de Resultados, uns em relação aos outros e das categorias de riscos em relação aos objetivos do projeto, o meio utilizado consistiu na elaboração de questionários a serem respondidos pelos especialistas componentes da amostra.

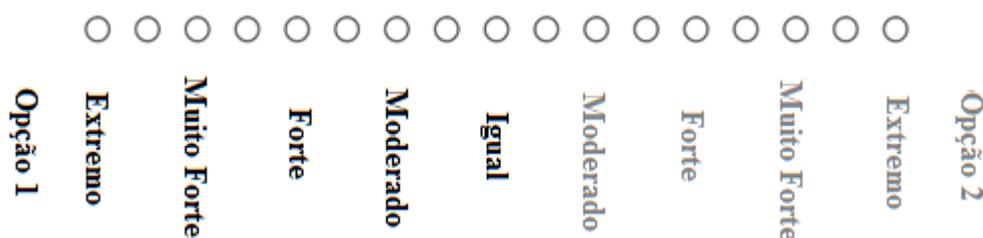
Estes questionários continham dois tipos de avaliação par-a-par:

1. de cada risco em relação aos outros, considerando sua importância para a categoria à qual cada par de riscos pertence;
2. de cada classe de riscos em relação às outras, considerando os potenciais impactos de cada uma das duas categorias a serem comparadas em relação aos objetivos do projeto.

Assim, realizaram-se tantas comparações quantas foram necessárias para se obter todos os dados de importância relativa dos elementos dos dois níveis inferiores da EAR, ou seja, riscos e suas categorias.

Ademais, para responder aos questionários, os especialistas tiveram acesso à EAR e a uma breve apresentação sobre de que se trata a pesquisa, os quais foram enviados a eles por correio eletrônico, juntamente com o arquivo referente aos questionários. Com relação ao referencial que se devia adotar para o preenchimento dos questionários, os especialistas foram encorajados a realizar os julgamentos de forma subjetiva, levando em consideração a sua experiência prévia em obras do tipo avaliado.

No entanto, buscando-se obter uma maior acurácia nos resultados obtidos, evitando que se identificassem valores elevados de inconsistência das matrizes de comparação resultantes e pretendendo que os julgamentos pudessem ser realizados de forma mais rápida e prática do que seria pelo tradicional preenchimento das matrizes de comparação (LI et al., 2013 *apud* BELTRÃO, 2017), foi escolhido o modelo de questionário apresentado na Figura 3.1 a seguir.



**Figura 3.1 Modelo de questionário (modificado – DOLAN, 2008)**

De acordo com o referido modelo e com base nos questionários desenvolvidos por Beltrão (2017), utilizando-se o *software Excel*, foram elaborados os questionários relativos à presente pesquisa.

Estes continham abas com breve explicação geral, instruções e exemplos sobre o preenchimento dos questionários. Além de nove outras diferentes abas, uma contendo as comparações par-a-par a serem realizadas entre as categorias de riscos e as outras oito contendo as comparações par-a-par a serem realizadas entre os riscos de cada categoria. Em cada uma destas abas havia campos para marcação com um “X” nos espaços relativos aos julgamentos a serem realizados pelos especialistas, seguindo o proposto por Dolan (2008), como está ilustrado na Figura 3.1 acima.

Além do exposto, julgou-se necessário incluir nos questionários um campo que indicasse se os julgamentos ali realizados eram ou não consistentes, identificado como “teste de consistência”. Isso porque, se retornassem questionários com dados inconsistentes, não seria possível utilizá-los na pesquisa, surgindo necessidade de reenvio destes questionários aos especialistas que realizassem julgamentos inconsistentes. A fim de se evitar esse tipo de retrabalho, já que não havia tempo hábil para tal, incluiu-se nas instruções uma explicação quanto a possíveis inconsistências, o que significavam e como poderiam se originar. Buscou-se, também, encorajar os especialistas a monitorarem o campo “teste de consistência” ao

acabar de realizar os julgamentos de cada aba. Dessa forma, se fosse verificada inconsistência, orientaram-se os especialistas a reavaliar seus julgamentos, buscando realizá-los da forma mais coerente com sua experiência quanto fosse possível, porém, sempre de forma consistente. É válido citar, que não se buscou forçar a consistência das respostas, uma vez que o mais importante era obter julgamentos os mais coerentes possíveis com a opinião dos especialistas, baseada em sua experiência profissional.

Vale citar que, para possibilitar a inclusão do campo “teste de consistência” nos questionários, foi realizada a automatização tanto da conversão dos julgamentos realizados (em termos semânticos e por meio de marcação de “X”) em matrizes de comparação, quanto de todo o cálculo relativo ao AHP, o qual será detalhado na seção 3.3.3 deste trabalho.

Assim, os questionários foram elaborados de acordo com o que se encontra descrito acima – considerando os riscos e a EAR os quais se encontram no capítulo de Resultados – e apresentam-se no Apêndice A.

### **3.3 PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA**

A seguir, será realizada a descrição sobre os procedimentos envolvidos na aplicação do AHP, método selecionado para realizar a hierarquização dos riscos no presente trabalho, de acordo com o enunciado por Saaty (1990, 1991) e adaptando-se os processos às particularidades do presente trabalho.

O método consiste em quatro etapas principais: elaboração da estrutura hierárquica (EAR), análises subjetivas de prioridades, verificação de consistência dos dados gerados e cálculo dos valores de prioridades. Estas etapas serão descritas mais detalhadamente ao longo deste capítulo.

#### **3.3.1 ELABORAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA DE RISCOS**

Na primeira etapa, o sistema de MCDM - com toda a sua complexidade - deve ser decomposto numa hierarquia com diferentes níveis, relativos aos objetivos, critérios e atividades ou outras categorias capazes de representar uma simplificação adequada do

problema. Vale destacar que, no topo da hierarquia, devem estar os objetivos, logo abaixo, os critérios e, por último, as atividades relativas ao problema MCDM em questão. Sendo as relações entre os elementos de cada nível, quando houver, indicadas por linhas conectando os elementos envolvidos, dois a dois. Neste trabalho, estes níveis referem-se aos objetivos do projeto, às categorias de riscos e aos riscos, respectivamente.

A EAR foi montada considerando-se as categorias definidas por Beltrão (2017) e os riscos identificados neste trabalho (ambos apresentados no capítulo de Resultados), também baseados, majoritariamente, na identificação realizada pelo autor. Foram necessários alguns agrupamentos de riscos (como será explicado mais detalhadamente no capítulo de Resultados), mas sempre levando em consideração que estes devem ser o mais independentes quanto for possível, porém, comparáveis para que se viabilizem os julgamentos (BELTRÃO, 2017).

Além disso, todos os níveis definidos já possuíam menos do que nove elementos, como recomendado por SAATY (1990) para se buscar aumentar os níveis de consistência e acurácia. Mas, ainda assim, optou-se por transferir alguns riscos para categorias diferentes daquelas inicialmente definidas por Beltrão (2017), uma vez que se verificou que este remanejamento seria necessário para uma melhor adequação da EAR ao tipo de projeto aqui abordado. Essas alterações realizadas até a obtenção da lista final de riscos, na qual foi baseada a montagem da EAR, encontra-se detalhada no capítulo de Resultados, na seção referente à identificação de riscos.

Dessa forma, após a elaboração da EAR, é possível avançar para a próxima etapa, ou seja, realização dos julgamentos pelo time de especialistas.

### **3.3.2 JULGAMENTOS PELO TIME DE ESPECIALISTAS**

Na segunda etapa do processo, são realizadas sucessivas comparações par a par entre os diversos riscos entre si, a fim de expressar sua importância relativa no que concerne ao(s) objetivo(s) do problema. Esses julgamentos devem ser feitos por especialistas naquele tipo de problema, ou seja, pessoas que possuam conhecimento e propriedade sobre o problema MCDM (neste caso, projetos de construção civil) em questão e estejam aptas a julgar a importância dos fatores que o compõe. Para ser capaz de realizar o julgamento, o agente deve

se fazer uma pergunta do tipo: qual dos dois riscos a serem comparados possui maior importância para o projeto com respeito aos seus objetivos gerais? Para a realização dos referidos julgamentos, é utilizada uma escala semântica definida por Saaty (1991), a qual organiza termos adjetivos frequentemente utilizados por gerentes de riscos numa escala numérica de 1 a 9, de acordo com o que está exposto na Tabela 3.2 a seguir.

**Tabela 3.2 A escala fundamental para comparações par a par em sistemas MCDM (modificado - SAATY, 1990)**

<b>Intensidade de importância numa escala absoluta</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Igual importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderada importância de um sobre o outro	Experiência e julgamento moderadamente favorecem uma atividade em relação à outra
5	Forte importância	Experiência e julgamento fortemente favorecem uma atividade em relação à outra
7	Muito forte importância	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática
9	Extrema importância	As evidências que favorecem uma atividade em relação à outra são as maiores possíveis
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando é necessário facilitar compromisso entre dois julgamentos levemente diferentes
Recíprocos	Se a atividade $i$ possui um dos números acima determinados quando comparada com a atividade $j$ , então $j$ possui o valor recíproco quando comparado a $i$	

Após realizados os julgamentos, de forma subjetiva, pelos especialistas, parte-se à conversão dos julgamentos em matrizes de comparação e verificação da consistência dos dados gerados.

### 3.3.3 DETERMINAÇÃO DAS MATRIZES DE COMPARAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE SUA CONSISTÊNCIA

Nesta etapa, os dados relativos aos julgamentos devem ser organizados de forma matricial, de modo que, se houver  $m$  riscos (R1 a R $m$ ) e  $n$  categorias de riscos para um determinado tipo de projeto, deverão ser formadas  $n+1$  matrizes ( $n$  matrizes, uma para cada categoria, em que cada uma delas possui ordem  $k$  igual ao número de riscos da categoria à qual ela pertence, e uma de ordem  $n$ ) para cada especialista que estiver realizando os julgamentos. Sendo uma matriz para comparação dos riscos de cada categoria e uma relativa à comparação das categorias. Assim, representam-se todas as comparações par a par realizadas pelos especialistas. Cada uma das matrizes de comparação deve ser de acordo com o apresentado nas Equações 3.1 (para os riscos dentro de uma categoria) e 3.2 (para as categorias de riscos) a seguir.

$$A = (a_{ij})_{k \times k} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & \cdots & a_{kk} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

$$B = (b_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

Todos os procedimentos de cálculo que forem citados a serem realizados para as matrizes  $A$  deverão ser realizados de maneira semelhante para as matrizes  $B$ , trocando-se  $a_{ij}$  por  $b_{ij}$  e  $k$  por  $n$ , onde tais elementos estiverem indicados nas equações.

Os riscos (em cada categoria) e as categorias devem ser identificados por uma ordem numérica, do primeiro até o  $k$ -ésimo e do primeiro até o  $n$ -ésimo, respectivamente, para possibilitar a disposição dos dados matricialmente. Essas matrizes são compostas por elementos numéricos  $a_{ij}$ , em que  $a_{ij}$  corresponde ao resultado obtido para a comparação da importância do risco enumerado coincidentemente com o número da linha  $i$  em relação ao risco enumerado coincidentemente com o número da coluna  $j$ . Isto é, a convenção adotada prevê que as comparações sejam realizadas sempre da característica (risco ou categoria,

dependendo da matriz) que aparece na coluna à esquerda com relação àquela que aparece na linha superior. O elemento posicionado onde se encontram, por outro lado, a linha  $j$  com a coluna  $i$  (ou seja, o elemento  $a_{ji}$ ) será considerado o recíproco de  $a_{ij}$ , o que significa que  $a_{ji}$  deverá ter valor numérico igual a  $1/a_{ij}$ . Esses procedimentos e os seguintes, que serão aqui citados, baseiam-se no que enuncia Saaty (1991) e foram adaptados para o problema em questão.

Ainda com o intuito de deixar claro o procedimento de conversão dos dados dos julgamentos em matrizes de comparação, encoraja-se o leitor a considerar o seguinte exemplo. Se o risco 1 for considerado moderadamente mais importante do que o risco 2, dentro de uma determinada categoria, o elemento  $a_{12}$  da matriz que diz respeito àquele risco será 3, já o elemento  $a_{21}$  desta mesma matriz será  $1/3$ . Note que elementos destinados à comparação de um risco com relação a ele mesmo sempre terão valor unitário (considerando a escala apresentada), já que é lógico que um risco sempre será igualmente importante do que ele mesmo. Assim, vale ressaltar que as diagonais principais das matrizes de comparação par a par sempre serão compostas apenas de elementos unitários.

Depois de obtidas as matrizes de comparação, o passo seguinte consiste em verificar a consistência dos dados gerados. A necessidade desta etapa justifica-se pelo fato de que, no caso geral, é comum que não haja consistência nas matrizes de comparação advindas de respostas de especialistas. Uma vez que, considerando as limitações humanas, nem sempre é possível que estes forneçam respostas padronizadas. Ou seja, quando uma pessoa compara muitos elementos, fica difícil garantir que todas as comparações façam sentido.

O significado da inconsistência fica mais claro tomando-se, ilustrativamente, o seguinte exemplo. Se um especialista julga que o risco 1 é duas vezes mais importante do que o risco 2, por outro lado, julga que o risco 2 é três vezes mais importante do que o risco 3. Quando este especialista julgar a importância do risco 1 em relação ao 3, 1 deveria ser exatamente seis vezes mais importante do que 3, considerando que estes julgamentos são consistentes. Contudo, muitas vezes não é isso que ocorre nos julgamentos reais (SAATY, 1991).

Portanto, tem-se que, não havendo harmonia entre as comparações realizadas, a representação das inter-relações entre os fatores avaliados fica prejudicada, o que torna a matriz inconsistente. Todavia, considerando a inevitabilidade de certa inconsistência, é definido um nível aceitável de inconsistência, como será apresentado mais à frente.

Definida a relevância da verificação de consistência das matrizes de comparação, parte-se para a identificação do atendimento ou não das condições que garantem tal consistência. Para tal, é necessário, primeiramente, determinar o principal autovetor de cada matriz de comparação (indicado por  $W$ ) e, depois, o seu principal autovalor (indicado pelo símbolo  $\lambda_{max}$ ), o qual representa a medida de consistência do julgamento realizado.

O cálculo do principal autovetor ( $W$ ) de uma matriz de comparação  $A$  poderá ser obtido por diferentes meios matemáticos, devendo-se ponderar precisão do resultado e complexidade de cálculo; aqui este será calculado por um dos meios sugeridos por Saaty (1991), considerado de precisão aceitável sem uso de programação meticolosa, o qual se encontra descrito nas Equações 3.3 e 3.4 a seguir.

$$W = (w_{1j})_{1 \times k} = [w_{11} \dots w_{1k}] \quad (3.3)$$

em que:

$$w_{1j} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^k a_{ij}} \right) \quad j = 1, \dots, k \quad (3.4)$$

Já o principal autovalor ( $\lambda_{max}$ ) poderá ser obtido de acordo com os passos descritos a seguir. Primeiro, multiplica-se a matriz  $A$  (ou  $B$ ), à direita, pelo autovetor  $W$  reescrito em forma de coluna ( $W'$ ), obtendo-se um vetor  $AW'$ , como apresentado nas Equações 3.5, 3.6 e 3.7 a seguir.

$$AW' = (y_{i1})_{k \times 1} = A_{k \times k} \times W'_{k \times 1} \quad (3.5)$$

em que:

$$W' = (w'_{i1})_{k \times 1} = \begin{bmatrix} w'_{11} \\ \vdots \\ w'_{k1} \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

e

$$w'_{i1} = w_{1j} \quad i = j = 1, \dots, k \quad (3.7)$$

Depois, calcula-se um novo vetor  $AW'/W'$ , dividindo-se cada elemento do vetor  $AW'$  pelo elemento correspondente de  $W'$ , como indicado nas Equações 3.8 e 3.9 a seguir.

$$AW'/W' = (z_{i1})_{k \times 1} = \begin{bmatrix} z_{11} \\ \vdots \\ z_{k1} \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

em que:

$$z_{i1} = y_{i1}/w'_{i1} \quad (3.9)$$

E, por fim, tira-se a média de todos os elementos do vetor  $AW'/W'$ , obtendo-se o valor de  $\lambda_{max}$ . O que pode ser expresso pela Equação 3.10 a seguir.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^k z_{i1}}{k} \quad (3.10)$$

De posse desta grandeza, é possível testar a consistência das matrizes de comparação valendo-se de sua razão de consistência (RC), caracterizada como a relação entre o seu índice de consistência (IC) e seu índice randômico (IR). Tendo-se os valores de  $\lambda_{max}$  calculados, de IR (da Tabela 3.3) e de IC (da Equação 3.11), é possível identificar se as matrizes de comparação são ou não consistentes, considerando-se o limite apresentado na Equação 3.12.

**Tabela 3.3 Valores de IR de acordo com a ordem da matriz de comparação (modificado - SAATY, 1991)**

<b>Ordem da Matriz de Comparação</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>IR</b>	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41
<b>Ordem da Matriz de Comparação</b>	9	10	11	12	13	14	15	-
<b>IR</b>	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59	-

$$IC = (\lambda_{max} - k)/(k - 1) \quad (3.11)$$

$$RC = \frac{IC}{IR} \leq 0,10 \quad (3.12)$$

Assim, é possível identificar se os dados gerados são ou não consistentes. As matrizes identificadas como suficientemente consistentes, poderiam ser utilizadas para a próxima etapa. No entanto, aquelas que fossem consideradas inconsistentes, deveriam ser reavaliadas.

Desta forma, decidiu-se, como citado anteriormente na seção 3.2 deste trabalho, incluir um teste automático de consistência nos questionários, a fim de se evitar retrabalho pela necessidade de reenvio dos questionários aos especialistas que realizassem julgamentos inconsistentes, já que dados inconsistentes não poderiam ser utilizados na pesquisa.

Este processo foi executado de forma automática, por meio de planilhas de cálculo embutidas nos questionários, por meio do *software Excel*. Sendo possível, assim, garantir o recebimento de dados consistentes sem necessidade de etapas de reenvio, podendo-se prosseguir à etapa de cálculo dos valores de prioridade.

### 3.3.4 CÁLCULO DOS VALORES DE PRIORIDADE

Obtidas matrizes de comparação com consistência adequada, há de se determinar um vetor de prioridades (indicado por  $\bar{W}$ ) para cada uma das matrizes geradas. Este vetor é obtido a partir da normalização do principal autovetor ( $W$ ) da matriz em questão (calculado de acordo com o anteriormente apresentado nas Equações 3.3 e 3.4), procedimento o qual se encontra descrito nas Equações 3.13 e 3.14 a seguir.

$$\bar{W} = (\bar{w}_{1j})_{1 \times k} = [\bar{w}_{11} \dots \bar{w}_{1k}] \quad (3.13)$$

em que:

$$\bar{w}_{1j} = w_{1j} \times \left( \frac{1}{\sum_{j=1}^k w_{1j}} \right) \quad i, j = 1, \dots, k \quad (3.14)$$

Calculado o vetor de prioridades, o qual será um vetor linha, este deverá ser reescrito na forma de coluna e disposto à direita da matriz de prioridades ao qual ele está relacionado.

Por fim, após esse processo, é possível computar a importância final de cada um dos riscos ( $p_{Ri}'$ ) com base nas importâncias calculadas para cada risco em relação às categorias de riscos ( $p_i'$ ) e para cada uma das categorias de riscos ( $p_j'$ ), por meio da Equação 3.15 a seguir.

$$p_{Ri}' = p_j' \times p_i' \quad \begin{cases} i = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, n \end{cases} \quad (3.15)$$

Além disso, é importante citar que, uma vez que foram obtidos dados de cinco especialistas, mas buscava-se um único resultado para a priorização dos riscos identificados, houve a necessidade de juntar os dados obtidos de cada especialista. Assim, considerando que, como citado anteriormente, não foi utilizado nenhum critério adicional para a seleção dos especialistas da amostra (tal como tempo de experiência, por exemplo), não faria sentido utilizar nenhum tipo de ponderação para as respostas de cada especialista. Decidiu-se, portanto, realizar a junção dos dados de todos os especialistas por meio de média aritmética (MAGALHÃES, 2011).

Realizou-se, primeiramente, então, a média aritmética dos cinco (um por especialista) valores de importância calculados para cada risco em relação às categorias de riscos ( $p_i$ ). Depois, realizou-se a média aritmética dos cinco valores de importância calculados para cada categoria de risco ( $p_j$ ). Finalmente, foi possível obter o valor da importância final de cada um dos riscos ( $p_{Ri}$ ), levando em consideração os julgamentos dos cinco especialistas participantes da pesquisa, como descrito na Equação 3.16 a seguir.

$$p_{Ri} = p_j \times p_i \quad \begin{cases} i = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, n \end{cases} \quad (3.16)$$

Todos os cálculos foram realizados por meio de planilhas utilizando-se o *software Excel*.

Dessa forma, com os resultados obtidos da aplicação do AHP, de maneira adaptada a projetos de construção civil, foi possível priorizar os riscos identificados, de modo a organizá-los numa lista em ordem decrescente de importância, como proposto no presente trabalho.

### 3.4 COMPARAÇÃO DOS PRINCIPAIS RISCOS COM OS DE OUTROS ESTUDOS

Finalmente, após a obtenção do *ranking*, restava realizar a comparação dos riscos aqui priorizados com os de outros trabalhos envolvendo riscos.

Para tal, identificaram-se os 20% dos riscos que apareciam nas primeiras posições do *ranking*, a fim de aplicar-se o princípio de Pareto. Princípio pelo qual 20% dos riscos seriam responsáveis por 80% dos impactos negativos sobre o projeto (Beltrão, 2017). Esse grupo de riscos foi aqui nomeado, assim como no estudo de Beltrão (2017), “Grupo R<sub>20%</sub>” (GR20%).

Com base nisso, julgou-se conveniente realizar a comparação dos riscos resultantes da presente pesquisa com aqueles obtidos em outros estudos considerando-se apenas esse grupo prioritário de riscos (o GR20%).

Analisaram-se, para isso, portanto, os riscos obtidos como resultados de seis diferentes estudos disponíveis na literatura, avaliando-se o quanto os riscos do GR20% do presente trabalho assimilavam-se aos riscos destes outros trabalhos.

## 4. RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos da presente pesquisa.

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

Como definido no capítulo anterior, para a identificação dos riscos, foi realizada uma busca na literatura por estudos relacionados ao gerenciamento dos riscos de empreendimentos no âmbito da construção civil que revelassem riscos recorrentes neste tipo de projeto. Assim, verificou-se que as pesquisas que apresentam dados disponíveis de riscos identificados são relacionadas a análises de projetos de diferentes escopos. Considerando este fator, a partir dos riscos apresentados nos trabalhos analisados, foram identificados, dentre eles, aqueles relacionados ao escopo do presente trabalho, riscos de obras residenciais realizadas por incorporadoras.

Essa análise foi feita com base nos estudos dos autores apresentados na Tabela 2.1 (ou seja, Bayraktar e Hastak, 2009; Yang e Wei, 2011; Subramanyan, Sawant e Bhatt, 2012; Kuo e Lu, 2013; Boateng, Chen e Ogunlana, 2015 e Beltrão, 2017), por meio da listagem de todos os riscos encontrados nesses estudos. De forma que se verificou – como pode ser visto na Tabela 2.1 – que todos os riscos apresentados nas outras cinco pesquisas abordadas, apresentam-se, também, na pesquisa de Beltrão (2017). Além disso, a lista de riscos advinda do estudo do autor apresenta, ainda, riscos adicionais, sendo a mais completa encontrada durante a etapa, aqui realizada, de revisão da literatura. Isso posto, utilizou-se a referida listagem (de 54 riscos), prioritariamente baseada no trabalho de Beltrão (2017), como base para a identificação de riscos aqui executada.

No entanto, uma vez que a pesquisa de Beltrão (2017) engloba uma análise de riscos de obras públicas, foi necessário ajustar esta lista ao escopo da presente pesquisa. Para tal, excluíram-se da lista os riscos que não se fazem presentes em projetos da tipologia contratual aqui considerada, ou seja, empreendimentos residenciais, em fase construtiva, realizados por incorporadoras no Distrito Federal.

Estes dados compuseram a lista inicial de riscos identificados, a qual contém 45 riscos e encontra-se na Tabela 4.1, apresentada a seguir.

**Tabela 4.1 Lista inicial de riscos encontrados na etapa de identificação de riscos  
(modificado - BELTRÃO, 2017)**

<b>Categoria</b>	<b>Risco</b>	<b>Código</b>
Social	Ação civil pública	R1
	Greves de grupos de trabalhadores que afetem direta ou indiretamente a obra	R2
	Questões indígenas, quilombolas e arqueológicas	R3
	Vandalismo	R4
Projeto	Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto	R5
	Complexidade do projeto subestimada	R6
	Contrato deficiente	R7
	Estimativa de custos subestimada ou superestimada	R8
	Orçamento subestimado ou superestimado	R9
	Soluções de projeto inadequadas	R10
Construção	Adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.)	R11
	Alterações no projeto durante a execução da obra	R12
	Condições de terreno diferentes das previstas	R13
	Descumprimento de especificações técnicas contratuais	R14
	Indisponibilidade de insumos	R15
	Inexperiência no gerenciamento de obra	R16
	Insolvência/falência de subcontratados e/ou fornecedores	R17
	Planejamento falho	R18
	Problemas na implementação e transferência de tecnologia	R19
Financiamento	Alterações societárias	R20
	Alto custo de financiamento	R21
	Alto custo dos seguros	R22
	Escassez de fontes privadas de financiamento	R23
	Falta de atratividade financeira do projeto para investidores	R24
	Mudança nas políticas governamentais de financiamento	R25
Econômico	Crise econômica	R26
	Inflação	R27
	Variação dos custos de insumos	R28
	Política monetária	R29

<b>Categoria</b>	<b>Risco</b>	<b>Código</b>
	Varição de alíquotas e bases de cálculo de tributos	R30
	Varição de câmbio	R31
	Varição dos custos de transporte	R32
Político	Burocracia	R33
	Corrupção	R34
	Criação de tributos	R35
	Risco legal e regulatório	R36
Ambiental	Catástrofes naturais	R37
	Condicionantes ambientais desproporcionais e excessivos	R38
	Condições climáticas desfavoráveis	R39
	Dificuldade na obtenção de licenças ambientais	R40
	Impactos ambientais imprevistos	R41
Gestão	Atraso no pagamento dos serviços prestados	R42
	Comunicação falha entre as partes envolvidas	R43
	Disputas contratuais	R44
	Indisponibilidade orçamentária	R45

No entanto, posteriormente, verificou-se a necessidade de reavaliação dessa lista inicial de riscos, a fim de que se obtivesse uma lista mais condizente com a realidade do tipo de projeto em questão o possível e uma maior facilidade de manipulação dos dados para a montagem da EAR e aplicação do AHP.

Assim, a lista final de riscos identificados foi obtida por meio de junção de alguns riscos redundantes para o tipo de projeto abordado nesta pesquisa e de mudança de categoria de alguns deles, além da exclusão de outros. Julgou-se necessária a exclusão em casos de riscos os quais haviam sido mantidos na lista no primeiro momento, todavia, após a segunda análise, notou-se que estes eram intrínsecos a obras públicas. A Tabela 4.2 a seguir apresenta os riscos que passaram por alguma das alterações citadas, qual foi a mudança realizada e qual a sua nova forma.

**Tabela 4.2 Descrição das alterações realizadas nos riscos da lista inicial (autoria própria)**

<b>Risco Inicial</b>	<b>Alteração</b>	<b>Nova forma</b>
<i>R8</i> Estimativa de custos subestimada ou superestimada <i>R9</i> Orçamento subestimado ou superestimado	Junção de <i>R8</i> e <i>R9</i>	<i>R8</i> Falhas no orçamento
<i>R11</i> Adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.) <i>R13</i> Condições de terreno diferentes das previstas	Junção de <i>R11</i> e <i>R13</i>	<i>R11</i> Condições de terreno diferentes das previstas e adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.)
<i>R12</i> Alterações no projeto durante a execução da obra (Categoria “Construção”)	Mudança de categoria	<i>R10</i> – Categoria “Projeto”
<i>R16</i> Inexperiência no gerenciamento de obra (Categoria “Construção”)	Mudança de categoria e renomeação	<i>R39</i> – Dificuldade no gerenciamento da obra – Categoria “Gestão”
<i>R19</i> Problemas na implementação e transferência de tecnologia	Exclusão	–
<i>R25</i> Mudança nas políticas governamentais de financiamento	Exclusão	–
<i>R27</i> Inflação <i>R28</i> Variação dos custos de insumos	Junção de <i>R27</i> e <i>R28</i>	<i>R22</i> Variação dos custos de insumos (inflação)
<i>R38</i> Condicionantes ambientais desproporcionais e excessivos	Exclusão	–

Realizadas as mudanças necessárias, foi possível obter a lista final de riscos identificados, que é o resultado da etapa de identificação de riscos aqui realizada e foi utilizada para elaborar a EAR (necessária à aplicação do AHP) e para realizar a priorização dos riscos, a qual também faz parte dos objetivos do presente trabalho. Esta lista é composta por 39 riscos e apresenta-se na Tabela 4.3 a seguir.

**Tabela 4.3 Lista final de riscos encontrados na etapa de identificação de riscos  
(modificado - BELTRÃO, 2017)**

<b>Categoria</b>	<b>Risco</b>	<b>Código</b>
Social	Ação civil pública	R1
	Greves de grupos de trabalhadores que afetem direta ou indiretamente a obra	R2
	Questões indígenas, quilombolas e arqueológicas	R3
	Vandalismo	R4
Projeto	Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto	R5
	Complexidade do projeto subestimada	R6
	Contrato deficiente	R7
	Falhas no orçamento	R8
	Soluções de projeto inadequadas	R9
	Alterações no projeto durante a execução da obra	R10
Construção	Condições de terreno diferentes das previstas e adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.)	R11
	Descumprimento de especificações técnicas contratuais	R12
	Indisponibilidade de insumos	R13
	Insolvência/falência de subcontratados e/ou fornecedores	R14
	Planejamento falho	R15
Financiamento	Alterações societárias	R16
	Alto custo de financiamento	R17
	Alto custo dos seguros	R18
	Escassez de fontes privadas de financiamento	R19
	Falta de atratividade financeira do projeto para investidores	R20
Econômico	Crise econômica	R21
	Variação dos custos de insumos (inflação)	R22
	Política monetária	R23
	Variação de alíquotas e bases de cálculo de tributos	R24
	Variação de câmbio	R25
	Variação dos custos de transporte	R26
Político	Burocracia	R27

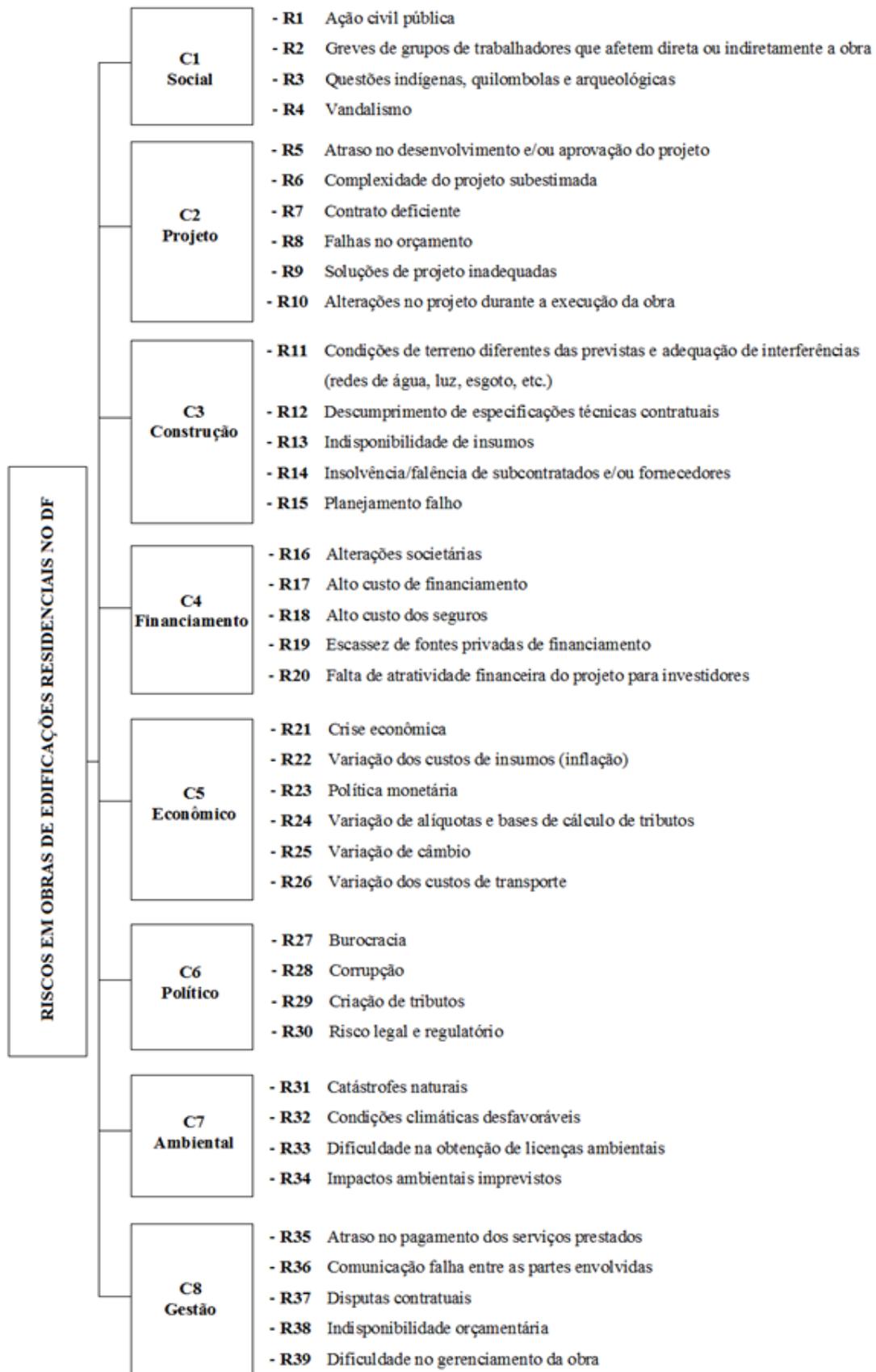
<b>Categoria</b>	<b>Risco</b>	<b>Código</b>
	Corrupção	R28
	Criação de tributos	R29
	Risco legal e regulatório	R30
Ambiental	Catástrofes naturais	R31
	Condições climáticas desfavoráveis	R32
	Dificuldade na obtenção de licenças ambientais	R33
	Impactos ambientais imprevistos	R34
Gestão	Atraso no pagamento dos serviços prestados	R35
	Comunicação falha entre as partes envolvidas	R36
	Disputas contratuais	R37
	Indisponibilidade orçamentária	R38
	Dificuldade no gerenciamento da obra	R39

É válido citar, que, uma vez que a lista de riscos identificados foi obtida apenas com base nos riscos encontrados na literatura, especialmente na lista de Beltrão (2017), obteve-se uma lista de riscos numa escala macro. Desta forma, não se incluíram riscos na escala micro, mais relativos a obras específicas da tipologia contratual abordada, resultando numa análise mais geral e que poderia ser mais aprofundada em futuros trabalhos.

Ademais, vale ressaltar que a lista de riscos acima apresentada impacta diretamente os resultados obtidos nas etapas posteriores. De modo que, se considerada uma lista distinta e, conseqüentemente, a montagem de outra EAR, seriam obtidos resultados diferentes. Sendo os resultados aqui encontrados válidos apenas para a EAR desenvolvida nesta pesquisa.

## **4.2 ESTRUTURA ANALÍTICA DE RISCOS**

A EAR obtida de acordo com os riscos identificados, como foi mais bem detalhado no capítulo de Método de Pesquisa, encontra-se na Figura 4.1 a seguir. Para a sua montagem, foi considerada a lista final de riscos identificados.



**Figura 4.1 Estrutura Analítica de Riscos (EAR) obtida para os riscos identificados (autoria própria)**

### 4.3 PRIORIZAÇÃO DOS RISCOS

Como resultado principal desta pesquisa, obteve-se, por meio da aplicação do método AHP, de acordo com o que já foi descrito no presente trabalho, um *ranking* de riscos priorizados relativos à etapa de construção de empreendimentos residenciais de incorporação, executados em Brasília, Distrito Federal.

Para tal, primeiro foram calculados os valores de importância de cada um dos riscos identificados (geral -  $p_{Ri}$  - e dentro de sua categoria -  $p_i$ ) e de cada uma das categorias de riscos ( $p_j$ ), a partir dos dados obtidos nos questionários respondidos pelos especialistas componentes da amostra. Tais questionários respondidos geraram matrizes de comparação, as quais se apresentam no Apêndice B. E os citados valores de prioridade apresentam-se discriminados na Tabela 4.4 a seguir.

**Tabela 4.4 Valores de importância dos riscos identificados e das categorias de riscos (autoria própria)**

<b>Riscos e suas categorias</b>	<b>Valores de importância na categoria</b>	<b>Valores de importância geral</b>
<i>C1 Social</i>		0,0432
<i>R1</i> Ação civil pública	0,3229	0,0140
<i>R2</i> Greves de grupos de trabalhadores que afetem direta ou indiretamente a obra	0,2672	0,0116
<i>R3</i> Questões indígenas, quilombolas e arqueológicas	0,0920	0,0040
<i>R4</i> Vandalismo	0,3179	0,0137
<i>C2 Projeto</i>		0,4022
<i>R5</i> Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto	0,1874	0,0754
<i>R6</i> Complexidade do projeto subestimada	0,0966	0,0388
<i>R7</i> Contrato deficiente	0,1065	0,0428
<i>R8</i> Falhas no orçamento	0,1603	0,0645
<i>R9</i> Soluções de projeto inadequadas	0,1449	0,0583
<i>R10</i> Alterações no projeto durante a execução da obra	0,3043	0,1224
<i>C3 Construção</i>		0,1468

<b>Riscos e suas categorias</b>	<b>Valores de importância na categoria</b>	<b>Valores de importância geral</b>
<i>R11</i> Condições de terreno diferentes das previstas e adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.)	0,1819	0,0267
<i>R12</i> Descumprimento de especificações técnicas contratuais	0,1903	0,0279
<i>R13</i> Indisponibilidade de insumos	0,0947	0,0139
<i>R14</i> Insolvência/falência de subcontratados e/ou fornecedores	0,0981	0,0144
<i>R15</i> Planejamento falho	0,4349	0,0638
<b>C4</b> Financiamento		0,0830
<i>R16</i> Alterações societárias	0,1112	0,0092
<i>R17</i> Alto custo de financiamento	0,2645	0,0219
<i>R18</i> Alto custo dos seguros	0,1024	0,0085
<i>R19</i> Escassez de fontes privadas de financiamento	0,1558	0,0129
<i>R20</i> Falta de atratividade financeira do projeto para investidores	0,3661	0,0304
<b>C5</b> Econômico		0,0803
<i>R21</i> Crise econômica	0,4568	0,0367
<i>R22</i> Variação dos custos de insumos (inflação)	0,1117	0,0090
<i>R23</i> Política monetária	0,1085	0,0087
<i>R24</i> Variação de alíquotas e bases de cálculo de tributos	0,1196	0,0096
<i>R25</i> Variação de câmbio	0,0794	0,0064
<i>R26</i> Variação dos custos de transporte	0,1240	0,0100
<b>C6</b> Político		0,0658
<i>R27</i> Burocracia	0,1927	0,0127
<i>R28</i> Corrupção	0,5414	0,0356
<i>R29</i> Criação de tributos	0,1279	0,0084
<i>R30</i> Risco legal e regulatório	0,1381	0,0091
<b>C7</b> Ambiental		0,0681
<i>R31</i> Catástrofes naturais	0,0925	0,0063
<i>R32</i> Condições climáticas desfavoráveis	0,1179	0,0080

<b>Riscos e suas categorias</b>	<b>Valores de importância na categoria</b>	<b>Valores de importância geral</b>
R33 Dificuldade na obtenção de licenças ambientais	0,4923	0,0335
R34 Impactos ambientais imprevistos	0,2972	0,0202
C8 Gestão		0,1106
R35 Atraso no pagamento dos serviços prestados	0,1367	0,0151
R36 Comunicação falha entre as partes envolvidas	0,1824	0,0202
R37 Disputas contratuais	0,0722	0,0080
R38 Indisponibilidade orçamentária	0,1888	0,0209
R39 Dificuldade no gerenciamento da obra	0,4199	0,0465

De posse dos valores de importância geral de cada risco, foi possível organizar os riscos em forma de *ranking*. O *ranking* de riscos obtido encontra-se na Tabela 4.5 a seguir.

**Tabela 4.5 Lista de riscos priorizados (autoria própria)**

<b>Código</b>	<b>Risco</b>	<b><math>p_i</math></b>	<b><math>p_{Ri}</math></b>	<b>Ranking</b>
R10	Alterações no projeto durante a execução da obra	0,3043	12,24%	1°
R5	Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto	0,1874	7,54%	2°
R8	Falhas no orçamento	0,1603	6,45%	3°
R15	Planejamento falho	0,4349	6,38%	4°
R9	Soluções de projeto inadequadas	0,1449	5,83%	5°
R39	Dificuldade no gerenciamento da obra	0,4199	4,65%	6°
R7	Contrato deficiente	0,1065	4,28%	7°
R6	Complexidade do projeto subestimada	0,0966	3,88%	8°
R21	Crise econômica	0,4568	3,67%	9°
R28	Corrupção	0,5414	3,56%	10°
R33	Dificuldade na obtenção de licenças ambientais	0,4923	3,35%	11°
R20	Falta de atratividade financeira do projeto para investidores	0,3661	3,04%	12°
R12	Descumprimento de especificações técnicas	0,1903	2,79%	13°

<b>Código</b>	<b>Risco</b>	<b><math>p_i</math></b>	<b><math>p_{Ri}</math></b>	<b>Ranking</b>
	contratuais			
R11	Condições de terreno diferentes das previstas e adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.)	0,1819	2,67%	14°
R17	Alto custo de financiamento	0,2645	2,19%	15°
R38	Indisponibilidade orçamentária	0,1888	2,09%	16°
R34	Impactos ambientais imprevistos	0,2972	2,02%	17°
R36	Comunicação falha entre as partes envolvidas	0,1824	2,02%	18°
R35	Atraso no pagamento dos serviços prestados	0,1367	1,51%	19°
R14	Insolvência/falência de subcontratados e/ou fornecedores	0,0981	1,44%	20°
R1	Ação civil pública	0,3229	1,40%	21°
R13	Indisponibilidade de insumos	0,0947	1,39%	22°
R4	Vandalismo	0,3179	1,37%	23°
R19	Escassez de fontes privadas de financiamento	0,1558	1,29%	24°
R27	Burocracia	0,1927	1,27%	25°
R2	Greves de grupos de trabalhadores que afetem direta ou indiretamente a obra	0,2672	1,16%	26°
R26	Variação dos custos de transporte	0,1240	1,00%	27°
R24	Variação de alíquotas e bases de cálculo de tributos	0,1196	0,96%	28°
R16	Alterações societárias	0,1112	0,92%	29°
R30	Risco legal e regulatório	0,1381	0,91%	30°
R22	Variação dos custos de insumos (inflação)	0,1117	0,90%	31°
R23	Política monetária	0,1085	0,87%	32°
R18	Alto custo dos seguros	0,1024	0,85%	33°
R29	Criação de tributos	0,1279	0,84%	34°
R32	Condições climáticas desfavoráveis	0,1179	0,80%	35°
R37	Disputas contratuais	0,0722	0,80%	36°
R25	Variação de câmbio	0,0794	0,64%	37°
R31	Catástrofes naturais	0,0925	0,63%	38°
R3	Questões indígenas, quilombolas e arqueológicas	0,0920	0,40%	39°

É possível notar que na Tabela 4.5 há uma linha vermelha, esta representa a Linha de Pareto (LP), que separa os primeiros 20% dos riscos (ou seja, 8 de um total de 39) em ordem de importância. Esse grupo de riscos foi aqui nomeado, assim como no estudo de Beltrão (2017), “Grupo R<sub>20%</sub>” (GR20%), como citado anteriormente. Tal análise é interessante, como já descrito neste trabalho, pelo que determina o princípio de Pareto (Regra do 80-20), segundo o qual apenas 20% dos riscos seriam responsáveis por 80% dos impactos de todos os riscos no projeto (BELTRÃO, 2017). Assim, conhecendo-se os riscos relativos a esses 20%, é possível tentar gerenciar a obra de forma a prevenir-se de sua ocorrência, poupando esforços e otimizando o gerenciamento de forma a evitar grandes impactos dos possíveis riscos.

Além disso, observando novamente a Tabela 4.5, é possível perceber que se incluíssem nela, também, os valores de importância de cada risco em sua categoria ( $p_i$ ), o que permite observar que a importância da categoria na qual o risco está inserido ( $p_j$ ) influencia muito o seu valor de importância geral ( $p_{Ri}$ ) – o que pode ser notado também pela Equação (3.16) – e, portanto, sua posição no *ranking*. Para melhor visualização da importância das categorias umas em relação às outras, a Tabela 4.6 apresenta estes resultados em forma de *ranking*.

**Tabela 4.6 *Ranking* das categorias (autoria própria)**

<b>Código</b>	<b>Categorias de risco</b>	<b><math>p_j</math></b>	<b><i>Ranking</i></b>
C2	Projeto	0,4022	1°
C3	Construção	0,1468	2°
C8	Gestão	0,1106	3°
C4	Financiamento	0,0830	4°
C5	Econômico	0,0803	5°
C7	Ambiental	0,0681	6°
C6	Político	0,0658	7°
C1	Social	0,0432	8°

Observando o *ranking* das categorias, nota-se que a categoria “Projeto” possui importância consideravelmente maior que todas as outras, de forma que todos os riscos desta categoria estão presentes no GR20%. Já a categoria “Construção”, segunda no *ranking*, possui importância inferior a 50% da importância da categoria “Projeto” – a qual se encontra em primeiro lugar – e possui apenas um risco no GR20%, o risco “R15 – Planejamento falho”. O

fato de apenas este risco da categoria “Construção” estar presente no GR20% provavelmente se dá porque sua importância dentro da categoria ( $p_i$ ) é de 0,4349, valor superior ao dobro da importância de cada um dos outros riscos presentes na categoria. Ademais, acredita-se que a grande diferença entre a importância desta categoria em relação à primeira no *ranking* também possui significativa influência nesse resultado. A terceira categoria com maior prioridade é a categoria “Gestão”, a qual se encontra muito próxima em relação às categorias “Construção” (sua antecessora) e “Financiamento” (sua sucessora), tendo uma diferença de prioridade em torno de 0,0300 em relação a cada uma dessas duas. A categoria “Gestão” também só possui um risco no GR20%, o risco “R39 – Dificuldade no gerenciamento da obra”, o qual possui importância dentro da categoria  $p_i = 0,4199$ . Dessa forma, percebe-se que o caso assemelha-se bastante ao que ocorre com o risco R15 na categoria “Construção”, atribuindo-se os mesmos fatores citados quanto ao risco R15 para o risco R39, ou seja, importância muito elevada dentro da categoria “Gestão” em relação aos outros riscos ali presentes e importância consideravelmente menor que a da categoria “Projeto”.

Já, as categorias “Financiamento”, “Econômico”, “Ambiental”, “Político” e “Social”, as quais aparecem nesta ordem no *ranking* após a categoria “Gestão”, não possuem nenhum risco no GR20%. Na categoria “Financiamento”, os valores de importância dos riscos dentro da categoria estão mais bem distribuídos, no entanto, a importância da categoria não é suficiente para que nenhum dos riscos chegue ao GR20%; porém, há um risco, R20 – “Falta de atratividade financeira do projeto para investidores”, com a maior importância na categoria  $p_i = 0,3661$ , o qual está bem próximo a esse grupo, encontrando-se em 12º lugar no *ranking* dos riscos. Já a categoria “Econômico”, apresenta um de seus riscos com peso muito superior aos outros, “R21 – Crise Econômica”, o qual possui importância  $p_i = 0,4568$ , superior ao triplo dos valores de importância de cada um dos outros riscos da categoria. Acredita-se que, por isso, ainda que o peso da categoria “Econômico” seja baixo, o risco R21 é o nono na lista de riscos priorizados, sendo o primeiro imediatamente após o GR20%. Algo semelhante ocorre com a categoria “Ambiental”, apesar de a categoria possuir um peso bem baixo, há um risco, “R33 – Dificuldade na obtenção de licenças ambientais”, o qual possui prioridade muito elevada dentro da categoria,  $p_i = 0,4923$ . Desta forma, apesar de o peso da categoria não ser alto o suficiente para levar o risco ao GR20%, ele se encontra logo abaixo, em 11º lugar no *ranking* geral dos riscos. Com a categoria “Político” ocorre o mesmo, a categoria possui prioridade muito baixa, porém há um risco “R28 – Corrupção” com importância dentro da categoria  $p_i = 0,5414$  muito elevada, fator que leva este risco à décima posição na lista de

riscos priorizados, bem próximo ao GR20%. Quanto à categoria “Social”, esta foi a categoria com menor prioridade entre todas, de forma que nenhum de seus riscos está nem próximo ao GR20%. O primeiro de seus riscos a aparecer no *ranking* é o risco “R1 – Ação Civil Pública”, o qual aparece na vigésima primeira posição.

Com base no exposto, ratifica-se que os valores de importância das categorias influenciam grandemente na priorização dos riscos, sendo importante alocar os riscos de forma mais coerente possível dentro de cada categoria, considerando o tipo de obra a ser analisado. Vale citar, ainda, que esse é um dos fatores que destaca a relevância da reavaliação da lista de riscos identificados e realocação de alguns deles em categorias diferentes, processo o qual foi realizado neste estudo antes do envio dos questionários aos especialistas e que já foi descrito na seção 4.1 deste capítulo.

Além disso, ressalta-se a grande influência do peso de cada categoria nos valores de importância dos riscos pertencentes a ela como uma espécie de erro sistemático, pois gera uma tendência criada pelo método. Dessa forma, nota-se que se o perfil dos especialistas componentes da amostra é parecido, alguma das categorias – relativa à maior dificuldade encontrada por eles na sua área de atuação – terá um peso consideravelmente mais elevado que as outras. Sendo que foi isso o que ocorreu na análise aqui realizada, já que os riscos da categoria “Projeto” influenciam grandemente a fase construtiva, fase em que os especialistas da amostra possuem mais experiência.

#### **4.4 ANÁLISES COMPLEMENTARES**

A fim de se verificar se os resultados aqui obtidos se assemelham aos de outros estudos similares, buscaram-se na literatura outros estudos como este, de forma a poder comparar os riscos apresentados nessas pesquisas aos aqui encontrados e realizar esta análise. Já que, tanto aqui quanto nos estudos a serem comparados, estão sendo avaliados projetos de construção civil, ainda que de diferentes tipologias contratuais.

Para tal, foram considerados apenas os riscos do GR20%, já que se considera que sejam eles os riscos capazes de causar a maior parte dos possíveis danos nos objetivos do projeto.

Realizou-se, então, a comparação dos riscos do GR20% com seis diferentes estudos relacionados ao gerenciamento de riscos, o de Zayed et al. (2008), sobre avaliação dos riscos em obras rodoviárias na China; o de Nieto-Morote e Ruz-Vila (2011), que tratam da avaliação dos riscos numa obra de restauração de um edifício na Colômbia; o de Li e Zou (2011), sobre avaliação dos riscos em obras rodoviárias com parceria público-privada; o de Taylan et al. (2014), que abordam a avaliação dos riscos de obras de edifícios na Arábia Saudita; o de Silva et al. (2015), que realizam a avaliação dos riscos de obras residenciais do programa do governo brasileiro “Minha Casa, Minha Vida”; e o de Beltrão (2017), que trata da avaliação dos riscos de obras públicas brasileiras. A Tabela 4.7 a seguir apresenta essas comparações, indicando, para cada risco, em quais outros estudos ele também aparece.

**Tabela 4.7 Comparação dos riscos priorizados com os encontrados em estudos semelhantes (autoria própria)**

Código	Risco	Pesquisa					
		Zayed et al. (2008)	Nieto-Morote e Ruz-Vila (2011)	Li e Zou (2011)	Taylan et al. (2014)	Silva et al. (2015)	Beltrão (2017)
R10	Alterações no projeto durante a execução da obra*		✓	✓	✓		✓
R5	Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto	✓		✓	✓		✓
R8	Falhas no orçamento*			✓			✓
R15	Planejamento falho	✓		✓	✓		✓
R9	Soluções de projeto inadequadas*	✓	✓	✓	✓	✓	✓
R39	Dificuldade no gerenciamento da obra	✓	✓		✓	✓	✓
R7	Contrato deficiente*	✓					✓
R6	Complexidade do projeto subestimada	✓	✓		✓		✓

\*Riscos que aparecem no GR20% do estudo de Beltrão (2017).

Analisando a Tabela 4.7, é possível concluir que os riscos do GR20% aqui priorizados estão, em geral, presentes em boa parte dos estudos de avaliação de riscos disponíveis na literatura. Observa-se que, dentre eles, os riscos relativos ao orçamento e a questões contratuais são os que menos aparecem em outras pesquisas, no entanto, ambos estão presentes também no GR20% do estudo de Beltrão (2017), o que pode indicar que tais riscos sejam mais comuns em projetos realizados no Brasil.

No entanto, como citado anteriormente neste trabalho, Flyvbjerg et al. (2003) enunciam que extrapolações no orçamento de grandes obras de construção civil parecem ser um fenômeno global. Dessa forma, o fato de riscos orçamentários não aparecerem em muitos dos projetos avaliados tanto aqui, quanto na etapa de identificação de riscos, pode-se dever também à possibilidade de que o aspecto orçamentário não seja o enfoque da maioria dos estudos abordados. Porém, realizando-se uma análise crítica deste resultado, é possível notar que, no Brasil, os processos orçamentários ainda são muito mecânicos, enquanto que, no exterior, há uma maior automatização desses processos por meio da tecnologia BIM, por exemplo. Dessa forma, a questão orçamentária passa a apresentar um menor nível de incerteza em outros países. Este se apresenta como um dos possíveis motivos para o resultado obtido, mas ainda é um fator que deve ser investigado mais a fundo para a identificação dos motivos que de fato são responsáveis pela pouca importância dada aos fatores orçamentários em estudos estrangeiros. Portanto este é um aspecto que poderia ser abordado em futuros trabalhos.

Já o risco relacionado a soluções de projeto inadequadas aparece em todos os estudos analisados, bem como o risco relativo à dificuldade de gerenciamento de obra, que só não aparece em um deles. Dessa forma, é possível concluir que soluções de projeto adequadas são um fator decisivo para o sucesso de uma obra, o que também foi verificado no estudo de Beltrão (2017). Tal resultado também reitera a relevância da atuação de bons profissionais na elaboração de projetos na área da construção civil, a fim de garantir o sucesso de tais projetos.

Além disso, pode-se dizer que os resultados aqui obtidos se assemelham aos de outros estudos da área, uma vez que, como citado acima, os riscos que compõe o GR20% desta pesquisa estão presentes em muitos dos estudos analisados. É importante que este tipo de resultado possa servir para aprimorar o gerenciamento de riscos em projetos reais, a fim de contornar os riscos identificados como mais relevantes, evitando que haja grandes prejuízos nos objetivos dos projetos do tipo analisado.



## 5. CONCLUSÃO

Em sua concepção, o presente estudo objetivou priorizar os riscos de uma das tipologias contratuais mais comuns no Distrito Federal, obras de edifícios residenciais realizados por incorporadoras, por meio da utilização do método AHP.

Para tal, foi realizado, primeiramente, um aprofundamento na literatura, de forma a introduzir e explanar o conceito de risco e sua presença no ambiente da construção civil, bem como entender melhor como se realiza o gerenciamento de riscos de um projeto.

Concluiu-se que riscos são fatores incertos capazes de impactar os objetivos de um projeto, apesar de também poderem ser positivos (oportunidades), consideraram-se no presente estudo apenas os riscos que impactam negativamente o projeto. Concluiu-se, ainda, que os riscos estão totalmente presentes no ambiente da construção civil, considerando que esses projetos envolvem inúmeras variáveis de maneira a ser necessário um cuidadoso processo de gerenciamento para contornar os fatores de risco.

Também foi possível concluir que o processo de gerenciamento de riscos envolve diversas etapas, limitando-se o presente estudo a realizar as etapas de contextualização do tipo de projeto, identificação, hierarquização e priorização de riscos.

Apesar de tal parte deste processo aqui realizada resultar em uma lista de 39 riscos priorizados, julgou-se conveniente aplicar o Princípio de Pareto, que define que 20% dos riscos seriam responsáveis por 80% dos prejuízos em um projeto (BELTRÃO, 2017). Assim, foi possível notar que seria necessário concentrar o gerenciamento de riscos apenas nos oito primeiros riscos do *ranking* (GR20%), o que é capaz de tornar as etapas subsequentes desse processo muito menos onerosas e desgastantes. Facilitando, especialmente, o controle desses riscos durante a execução do projeto.

Comparando-se os riscos do GR20% com os riscos obtidos em estudos semelhantes, os quais apresentam uma lista de riscos como um de seus resultados, foi possível perceber que os riscos aqui obtidos são satisfatoriamente compatíveis com os obtidos em outras pesquisas (apesar de estas outras pesquisas se tratarem de outras tipologias contratuais, considera-se a comparação válida).

Quanto aos riscos que se mostraram mais relevantes, tanto na presente pesquisa, quanto nos outros estudos utilizados como comparativo, é unânime que soluções de projeto inadequadas representam um dos riscos mais relevantes. Seguido por riscos relacionados ao gerenciamento, que só não aparecem em um dos seis estudos comparados, reiterando o fato de que um melhor gerenciamento de projeto seria capaz de controlar consideravelmente os riscos que afetam obras de construção civil, inclusive as da tipologia contratual aqui considerada.

Observa-se, ainda nesta comparação, que dentre os riscos do GR20%, os riscos relativos ao orçamento e a questões contratuais são os que menos aparecem em outras pesquisas, apesar de ambos estarem presentes também no GR20% do estudo de Beltrão (2017), o que pode indicar que tais riscos sejam mais comuns em projetos realizados no Brasil.

Apesar disso, Flyvbjerg et al. (2003) enunciam que extrapolações no orçamento parecem ser um fenômeno global, no que tange às grandes obras de construção civil. Dessa forma, este é um aspecto que poderia ser abordado em futuros trabalhos, já que na maioria das pesquisas estrangeiras aqui analisadas os aspectos orçamentários não aparecem em destaque.

Foi possível perceber, também, que o AHP apresenta uma falha ao não considerar a interdependência entre as categorias e seus riscos, o que resulta numa grande influência da importância de cada categoria nos riscos pertencentes a ela. Dessa forma, cria-se uma tendência, de modo que, se a amostra possui pouca variedade no perfil dos especialistas (como ocorreu na presente pesquisa), uma das categorias se destaca demais em relação às outras, conferindo um peso muito elevado a todos os seus riscos. Neste trabalho a categoria que acabou sendo favorecida foi a relativa a riscos de projeto. O que justifica-se pelo fato de o time de especialistas ser composto por profissionais atuantes na fase construtiva dos empreendimentos em que atuam, fase em que geralmente os riscos de projeto possuem uma grande influência.

Ademais, conclui-se que uma das grandes dificuldades em pesquisas deste tipo é a obtenção da amostra, visto que é difícil encontrar grande quantidade de profissionais com disponibilidade para colaborar respondendo aos questionários. No presente estudo, de 25 profissionais contatados, apenas cinco retornaram e se dispuseram a colaborar como parte do time de especialistas. Apesar de isto representar uma taxa de retorno de 20%, aceitável segundo o encontrado na literatura, nota-se que essa taxa é baixa e reflete a dificuldade citada.

Por fim, encerra-se o presente estudo de forma a afirmar que seus objetivos inicialmente propostos foram cumpridos. De forma que os riscos identificados através da literatura foram priorizados por meio do AHP com base nos julgamentos realizados pelo time de especialistas por meio de questionários e a comparação destes riscos com os disponíveis na literatura foi realizada por meio da aplicação do princípio de Pareto.

É importante citar que os resultados aqui obtidos – apesar de ter sido adotada como referencial uma tipologia contratual muito comum no Distrito Federal – não podem ser generalizados de forma indiscriminada para qualquer projeto da tipologia, sendo válidos apenas para a EAR aqui montada. Isso porque cada projeto apresenta suas próprias particularidades. Além de que foram analisados riscos numa escala macro, não micro. No entanto, a pesquisa aqui realizada serve como um norte e pode facilitar o gerenciamento de riscos e de projeto de obras pertencentes ao seu escopo, podendo se aplicar, em grande parte, a elas.

## 5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Após a realização deste estudo, foi possível verificar pontos que ainda poderiam ser abordados, os quais se apresentam abaixo listados como sugestões para futuros trabalhos.

- Elaborar uma EAR diferente, por meio de métodos adicionais à revisão da literatura, tais como reuniões de *brainstorming* com especialistas na tipologia contratual aqui abordada, verificando quais seriam as alterações da lista final de riscos e da priorização destes.
- Investigar mais a fundo se riscos relacionados a orçamento e a questões contratuais são ou não mais comuns no cenário da construção civil brasileira. Já que esses dois riscos aparecem no GR20% desta pesquisa e da de Beltrão (2017) – ambos estudos brasileiros – enquanto não são tão frequentes nos outros estudos – todos estrangeiros – analisados.
- Realizar uma análise similar, utilizando um método (talvez o AHP combinado com outro método) que leve em conta não somente a importância dos riscos e de suas categorias nas comparações paritárias. Mas que considere probabilidade e impacto em julgamentos separados, verificando se haveria grandes alterações nos resultados.

- Realizar uma análise similar com uma amostra maior, ou seja, um time de especialistas mais numeroso, de forma a investigar se o tamanho da amostra impacta consideravelmente os resultados.
- Avaliar o erro sistemático introduzido nos valores de prioridade dos riscos pela influência das categorias de risco às quais cada risco pertence e tentar verificar se é possível estimar e corrigir essa influência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELGAWAD, M.; FAYEK, A. R. Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 136, n. 9, p. 1028–1036, 2010.

ACHARYA, N. K.; LEE, Y. D.; KIM, J. K. Critical Construction Conflicting Factors Identification Using Analytical Hierarchy Process. *KSCE Journal of Civil Engineering*, v. 10, n. 3, p. 165–174, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 31000: Gestão de Riscos - Princípios e diretrizes*. [S.l.: s.n.], 2009.

BALL, M. *Rebuilding Construction: Economic Change in the British Construction Industry*. New York: Routledge, 2014.

BAYRAKTAR, M. E.; HASTAK, M. A Decision support system for selecting the optimal contracting strategy in highway work zone projects. *Automation in Construction*, v. 18, p. 834-843, 2009.

BELTRÃO, L. M. P. *Priorização de riscos em obras públicas por meio do processo de Análise Hierárquica Fuzzy*. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, 2017.

BOATENG, P.; CHEN, Z.; OGUNLANA, S.; IKEDIASHI, D. A System Dynamics Approach to Risks Description in Megaprojects Development. *Organization, Technology and Management in Construction*, v. 4, n. 3, p. 593-603, 2013.

BOATENG, P.; CHEN, Z.; OGUNLANA, S. O. An Analytical Network Process model for risks prioritisation in megaprojects. *International Journal of Project Management*, v. 33, p. 1795–1811, 2015.

BROOKES, N.J. Mankind and Mega-projects. *Frontiers Engineering Management*, v. 1, n. 3, p. 241–245, 2014.

CHAPMAN, C. Project Risk Analysis and Management - PRAM the Generic Process. *International Journal of Project Management*, v. 15, n. 5, p. 273–281, 1997.

COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION (COSO). *Gerenciamento de Riscos Corporativos - Estrutura Integrada*. 141 p., 2007.

DOLAN, J. G. Shared decision-making—transferring research into practice: The analytic hierarchy process (AHP). *Patient Educ. Counsel.*, v. 73, p. 418–425, 2008.

FLANAGAN, R.; NORMAN, G. *Risk management and construction*. Oxford, U.K.: Blackwell Scientific, 1993.

FLYVBJERG, B.; SKAMRIS HOLM, M.K.; BUHL, S.L. How Common and How Large Are

Cost Overruns in Transport Infrastructure Projects? *Transport Reviews*. v. 23, n. 1, p. 71–88, 2003.

FULFORD, R.; STANDING, C. Construction Industry Productivity and the Potential for Collaborative Practice. *International Journal of Project Management*, v. 32, p. 815–826, 2013.

GHARAIBEH, H. M. Cost Control in Mega Projects Using the Delphi Method. *Journal of Management in Engineering*, v. 30, n. 5, 2013.

GIEZEN, M. Keeping it simple? A case study into the advantages and disadvantages of reducing complexity in mega project planning. *International Journal of Project Management*, v. 30, p. 781–790, 2012.

GUDIENÉ, N.; BANAITIS, A.; PODVEZKO, V.; BANAITIENÉ, N. Identification and Evaluation of the Critical Success Factors for Construction Projects in Lithuania: AHP Approach. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 20, n. 3, p. 350-359, 2014.

GUO, F.; CHANG-RICHARDS, Y.; WILKINSON, S.; LI, T.C. Effects of Project Governance Structures on the Management of Risks in Major Infrastructure Projects: A Comparative Analysis. *International Journal of Project Management*. v. 32, p. 815–826, 2014.

HO, W. Integrated Analytic Hierarchy Process and Its Applications - A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, v. 186, p. 211–228, 2008.

KARDES, I.; OZTURK, A.; CAVUSGIL, S.T.; CAVUSGIL, E. Managing Global Megaprojects: Complexity and Risk Management. *International Business Review*, v. 22, p. 905–917, 2013.

KUO, Y.-C.; LU, S.-T. Using fuzzy multiple criteria decision making approach to enhance risk assessment for metropolitan construction projects. *International Journal of Project Management*, v. 31, n. 4, p. 602–614, 2013.

LI, D.; YAO, Y.; HAN, M. The Analysis and Application of AHP in a Construction Project Evaluation. *Advanced Materials Research*, v. 446–449, p. 3740–3744, 2012.

LI, F.; PHOON, K. K.; DU, X.; ZHANG, M. Improved AHP Method and Its Application in Risk Identification. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 139, n. 3, p. 312–320, 2013.

LI, J.; ZOU, P. X. W. Fuzzy AHP-based risk assessment: methodology for PPP projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 137(12), p. 1205-1209, 2011.

LIU, J.; ZHAO, X.; YAN, P. Risk Paths in International Construction Projects : Case Study from Chinese Contractors. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 142, n. 6, p. 1–11, 2016.

LUO, F.; HAN, Y. Integrated Risk Management Based on Life Cycle of Engineering Project.

*Applied Mechanics and Materials*, v. 357–360, p. 2680–2683, 2013.

LUU, V. T.; KIM, S.-Y.; HUYNH, T.-A. Improving Project Management Performance of Large Contractors Using Benchmarking Approach. *International Journal of Project Management*, v. 26, p. 758–769, 2008.

MAGALHÃES, A. P. S. *Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca: processo de escolha pelo Método de Análise Hierárquica (AHP)*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes. Área de Concentração em Planejamento e Operações de Sistemas de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2011.

NASIR, H.; HAAS, C.T.; RANKIN, J.H.; FAYEK, A.R.; FORGUES, D.; RUWANPURA, J. Development and Implementation of a Benchmarking and Metrics Program for Construction Performance and Productivity Improvement. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 39, p. 957–967, 2012.

NASSAR, N.; ABOURIZK, S. Practical Application for Integrated Performance Measurement of Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, v. 30, p. 1-11, 2014.

NIETO-MOROTE, A.; RUZ-VILA, F. A fuzzy approach to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*, v. 29. P. 220-231, 2011.

PICKAVANCE, K. *Delay and disruption in construction contracts*. 3. ed. London, UK: LLP, 2005.

PMBOK, Project Management Institute. *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - Guia PMBOK*. 5. ed. [s.l.], 2013.

PIÑA, A. B. S. *Mapeamento Sistemático Da Literatura – Gerenciamento de Riscos – Ferramentas de Quantificação*. Monografia de Projeto Final em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, 2017.

RAHMAN, I. A.; MEMON, A. H.; KARIM, A. T. A. Relationship between factors of construction resources affecting project cost. *Modern Applied Science*, v. 7, n. 1, 2013.

SAATY, T. L. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, v. 48, p. 9–26, 1990.

SAATY, T. L. *Método de Análise Hierárquica*. Tradução e revisão técnica Wainer da Silveira e Silva. São Paulo: McGraw-Hill, Makron, 1991.

SILVA, D. C.; MILHOMEM, D. A.; OLIVEIRA, T. F. A.; SAMPAIO, D. M. Hierarquização de riscos de projetos pertencente ao programa minha casa minha vida. *SIBRAGEC ELAGEC*, São Carlos – SP, p. 606-613, 2015.

SINDUSCON-DF. Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil, 2017. Disponível em: <[http://www.sinduscondf.org.br/portal/noticia/1926/construcao-civil-representa-6,2\\*-do-pib](http://www.sinduscondf.org.br/portal/noticia/1926/construcao-civil-representa-6,2*-do-pib)

brasil>. Acesso em: 30 de maio de 2017.

SOTOODEH GOHAR, A; KHANZADI, M; FARMANI, M. Identifying and Evaluating Risks of Construction Projects in Fuzzy Environment: a Case Study in Iranian Construction Industry. *Indian Journal of Science and Technology*, v. 5, n. 11, p. 3593-3602, 2012.

SUBRAMANYAN, H.; SAWANT, P. H.; BHATT, V. Construction Project Risk Assessment: Development of Model Based on Investigation of Opinion of Construction Project Experts from India. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 138, n. 3, p. 409–421, 2012.

TAH, J. H. M.; CARR, V. Knowledge-Based Approach To Construction Project Risk Management. *Journal Of Computing In Civil Engineering*, v. 15, n. 3, p. 170–177, 2001.

TAYLAN, O.; BAFAIL, A. O.; ABDULAAL, R. M. S.; KABLI, M. R. Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing*, v. 17, p. 105-116, 2014.

WANG, Y.-M.; LIU, J.; ELHAG, T. M. S. An Integrated AHP-DEA Methodology for Bridge Risk Assessment. *Computers and Industrial Engineering*, v. 54, p. 513–525, 2008.

YANG, Q.; WEI, Y. Risk Evaluation of Highway Engineering Project Based on the Fuzzy-AHP. *International Conference on Graphic and Image Processing*, v. 8285, n. 82852O, p. 1-7, 2011.

YUN-LI, G.; QING-CHUN, W. Research on Integrated Risk Management Framework of Manufacturing Engineering Project. *Advanced Materials Research*, v. 323, p. 217-221, 2011.

ZAYED, T.; AMER, M.; PAN, J. Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway projects using AHP. *International Journal of Project Management*, v. 26, p. 408-419, 2008.

## APÊNDICE A – Planilhas

As planilhas aqui apresentadas foram desenvolvidas com base nas criadas por Beltrão (2017).

### Planilha 1 – Informações Gerais



Universidade de Brasília

Faculdade de Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental



DADOS DO(A) ESPECIALISTA		
Nome completo		
Instituição/ Empresa		
Cargo		
Experiência (anos)	Construção civil	
	Gerenciamento de riscos	

#### Observações

O resultado será amplamente divulgado pela monografia e periódicos científicos, não obstante, a identidade dos participantes será preservada, com o **sigilo** de cada especialista **garantido**.

#### Instruções de preenchimento dos questionários

A sub-etapa "Julgamento pelo time de especialistas" baseia-se em comparações entre os elementos estabelecidos na Estrutura Analítica de Riscos (EAR), a qual se encontra disponível no documento "Lista de riscos e EAR - especialistas", em conjunto com a Lista de Riscos Identificados.

Para tanto, os questionários disponíveis nas planilhas seguintes devem ser preenchidos por meio de julgamentos par-a-par entre os elementos de cada nível da EAR.

Conforme pode ser observado, a EAR apresenta três níveis:

- Nível 1: objeto em estudo;
- Nível 2: categorias de risco;
- Nível 3: riscos.

Comparam-se apenas os elementos do segundo e terceiro níveis.

As oito categorias do Nível 2 devem ser julgadas par-a-par em termos de sua importância em relação ao objeto de estudo.

Então, os riscos do Nível 3 devem ser comparados par-a-par, dentro de cada categoria, em termos de sua importância para os objetivos do projeto, caso ocorram.

Os julgamentos e comparações baseiam-se apenas em termos linguísticos, visando deixar os membros do time de especialistas em uma zona mais confortável para julgar. A tabela abaixo apresenta a escala de termos linguísticos disponibilizada aos especialistas para tanto.

<b>Categorias</b>	<b>Riscos</b>
Igual importância	Igual importância
Moderada importância	Moderada importância
Forte importância	Forte importância
Muito Forte importância	Muito Forte importância
Extrema importância	Extrema importância

É importante destacar que, para que sejam válidas, as comparações par-a-par realizadas devem ser consistentes. Isto é, devem fazer sentido entre si, de forma a não contrariarem umas às outras. O significado da inconsistência fica mais claro tomando-se, ilustrativamente, o seguinte exemplo.

Se um especialista julga que o risco R1 é duas vezes mais importante do que o risco R2, por outro lado, julga que o risco R2 é três vezes mais importante do que o risco R3. Quando este especialista julgar a importância do risco R1 em relação ao R3, R1 deveria ser exatamente seis vezes mais importante do que R3, considerando que estes julgamentos são consistentes. Contudo, muitas vezes não é isso que ocorre nos julgamentos reais

Portanto, sabendo-se que é difícil fornecer respostas padronizadas, considerando as limitações humanas, inseriu-se nos questionários um campo identificado como "Teste de Consistência", o qual indicará se os julgamentos realizados pelo especialista são ou não consistentes. Abaixo, apresentam-se exemplos deste recurso.

Ao final do preenchimento de cada questionário, se as respostas fornecidas forem:

Consistentes, o campo indicará:

Inconsistentes, o campo indicará:

<b>Teste de Consistência</b>	
As comparações par-a-par realizadas são consistentes?	<b>SIM</b>

<b>Teste de Consistência</b>	
As comparações par-a-par realizadas são consistentes?	<b>NÃO</b>

Desta forma, recomenda-se que, ao final do preenchimento de cada um dos questionários, o especialista sempre observe a consistência das respostas fornecidas, a qual será indicada no campo identificado como "Teste de Consistência", semelhante ao exemplificado acima. Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las. Se não houver inconsistência, o especialista poderá prosseguir ao questionário subsequente.

Assim, cada especialista deve responder os 9 questionários disponíveis nas planilhas. São eles:

<b>Planilha</b>	<b>Julgamento</b>
"Categorias"	Importância entre categorias
"C1-Social"	Importância dos riscos
"C2-Projeto"	
"C3-Construção"	
"C4-Financiamento"	
"C5-Econômico"	
"C6-Político"	
"C7-Ambiental"	
"C8-Gestão"	

Antes do início do preenchimento dos questionários, sugere-se observar as ilustrações disponibilizadas na planilha "Exemplo".

Visando facilitar o preenchimento dos questionários, recomenda-se também imprimir tanto a Lista de Riscos Identificados, como a EAR.

Por fim, salienta-se que o objetivo da monografia é priorizar, **genericamente**, os principais riscos de obras de edificações residenciais realizadas no Distrito Federal, uma vez que a análise de riscos é um processo particular e único de cada projeto específico.

Após o término do preenchimento dos questionários, favor remeter o documento respondido para o e-mail da pesquisadora (carol.ignowsky@gmail.com).

## Planilha 2 – Exemplo

### EXEMPLO 1

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os dois elementos destacados abaixo:

Código	Categoria
E1	Elemento 1
E2	Elemento 2

Supondo que E1 possui **muito forte** importância em relação a E2, marcar-se-ia:

E2

<input type="checkbox"/>	Extrema
<input type="checkbox"/>	Muito Forte
<input type="checkbox"/>	Forte
<input type="checkbox"/>	Moderada
<input type="checkbox"/>	Igual
<input type="checkbox"/>	Moderada
<input type="checkbox"/>	Forte
<input checked="" type="checkbox"/>	Muito Forte
<input type="checkbox"/>	Extrema

E1

Agora, supondo que E2 possui **muito forte** importância em relação a E1, marcar-se-ia:

E2

<input type="checkbox"/>	Extrema
<input checked="" type="checkbox"/>	Muito Forte
<input type="checkbox"/>	Forte
<input type="checkbox"/>	Moderada
<input type="checkbox"/>	Igual
<input type="checkbox"/>	Moderada
<input type="checkbox"/>	Forte
<input type="checkbox"/>	Muito Forte
<input type="checkbox"/>	Extrema

E1

## EXEMPLO 2

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os cinco elementos destacados abaixo:

Código	Categoria	Comparação par-a-par	Suposição
E1	Elemento 1	E1-E2	E1 possui <b>igual</b> importância em relação a E2
E2	Elemento 2	E1-E3	E1 possui <b>forte</b> importância em relação a E3
E3	Elemento 3	E1-E4	E4 possui <b>moderada</b> importância em relação a E1
E4	Elemento 4	E1-E5	E5 possui <b>muito forte</b> importância em relação a E1
E5	Elemento 5	E2-E3	E2 possui <b>muito forte</b> importância em relação a E3
		E2-E4	E2 possui <b>igual</b> importância em relação a E4
		E2-E5	E5 possui <b>forte</b> importância em relação a E2
		E3-E4	E4 possui <b>extrema</b> importância em relação a E3
		E3-E5	E5 possui <b>extrema</b> importância em relação a E3
		E4-E5	E5 possui <b>moderada</b> importância em relação a E4

E2	E3	E4	E5	E3	E4	E5
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input checked="" type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input checked="" type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input checked="" type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input checked="" type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input type="checkbox"/> Forte	<input checked="" type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input checked="" type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
E1	E1	E1	E1	E2	E2	E2
E4	E5	E5				
<input checked="" type="checkbox"/> Extrema	<input checked="" type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema				
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte				
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte				
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input checked="" type="checkbox"/> Moderada				
<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual				
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada				
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte				
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte				
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema				
E3	E3	E4				

## Planilha 3 – Categorias

### CATEGORIAS

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre as oito categorias de riscos de obras de edificações residenciais realizadas no Distrito Federal destacadas abaixo.

Após o preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Categoria
C1	Social
C2	Projeto
C3	Construção
C4	Financiamento
C5	Econômico
C6	Político
C7	Ambiental
C8	Gestão

Teste de Consistência
As comparações par-a-par realizadas são consistentes?

C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
C1						

C3	C4	C5	C6	C7	C8	C4
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
C2	C2	C2	C2	C2	C2	C3

C5	C6	C7	C8	C5	C6	C7
Extrema						
Muito Forte						
Forte						
Moderada						
Igual						
Moderada						
Forte						
Muito Forte						
Extrema						
C3	C3	C3	C3	C4	C4	C4

C8	C6	C7	C8	C7	C8	C8
Extrema						
Muito Forte						
Forte						
Moderada						
Igual						
Moderada						
Forte						
Muito Forte						
Extrema						
C4	C5	C5	C5	C6	C6	C7

## Planilha 4 – C1-Social

### RISCOS SOCIAIS

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os quatro riscos da categoria "Social", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco	Teste de Consistência
R1	Ação civil pública	As comparações par-a-par realizadas são consistentes?
R2	Greves de grupos de trabalhadores que afetem direta ou indiretamente a obra	
R3	Questões indígenas, quilombolas e arqueológicas	
R4	Vandalismo	

R2	R3	R4	R3	R4	R4
<input type="checkbox"/> Extrema					
<input type="checkbox"/> Muito Forte					
<input type="checkbox"/> Forte					
<input type="checkbox"/> Moderada					
<input type="checkbox"/> Igual					
<input type="checkbox"/> Moderada					
<input type="checkbox"/> Forte					
<input type="checkbox"/> Muito Forte					
<input type="checkbox"/> Extrema					
R1	R1	R1	R2	R2	R3

## Planilha 5 – C2-Projeto

### RISCOS DE PROJETO

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os seis riscos da categoria "Projeto", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco
R5	Atraso no desenvolvimento e/ou aprovação do projeto
R6	Complexidade do projeto subestimada
R7	Contrato deficiente
R8	Falhas no Orçamento
R9	Soluções de projeto inadequadas
R10	Alterações no projeto durante a execução da obra

Teste de Consistência
As comparações par-a-par realizadas são consistentes?

R6	R7	R8	R9	R10	R7	R8
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
R5	R5	R5	R5	R5	R6	R6

R9	R10	R8	R9	R10	R9	R10
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
R6	R6	R7	R7	R7	R8	R8

R10

	Extrema
	Muito Forte
	Forte
	Moderada
	Igual
	Moderada
	Forte
	Muito Forte
	Extrema

R9

## Planilha 6 – C3-Construção

### RISCOS DE CONSTRUÇÃO

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os cinco riscos da categoria "Construção", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco	Teste de Consistência
R11	Condições de terreno diferentes das previstas e adequação de interferências (redes de água, luz, esgoto, etc.)	As comparações par-a-par realizadas são consistentes?
R12	Descumprimento de especificações técnicas contratuais	
R13	Indisponibilidade de insumos	
R14	Insolvência/falência de subcontratados e/ou fornecedores	
R15	Planejamento falho	

R12	R13	R14	R15	R13	R14	R15
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
R11	R11	R11	R11	R12	R12	R12

R14	R15	R15
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
R13	R13	R14

## Planilha 7 – C4-Financiamento

### RISCOS DE FINANCIAMENTO

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os cinco riscos da categoria "Financiamento", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco	Teste de Consistência	
R16	Alterações societárias	As comparações par-a-par realizadas são consistentes?	
R17	Alto custo de financiamento		
R18	Alto custo dos seguros		
R19	Escassez de fontes privadas de financiamento		
R20	Falta de atratividade financeira do projeto para investidores		

R17	R18	R19	R20	R18	R19	R20
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
R16	R16	R16	R16	R17	R17	R17

R19	R20	R20
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
R18	R18	R19

## Planilha 8 – C5-Econômico

### RISCOS ECONÔMICOS

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os seis riscos da categoria "Econômico", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco	Teste de Consistência	
R21	Crise econômica	As comparações par-a-par realizadas são consistentes?	
R22	Variação dos custos de insumos (inflação)		
R23	Política monetária		
R24	Variação de aliquotas e bases de cálculo de tributos		
R25	Variação de câmbio		
R26	Variação dos custos de transporte		

R22	R23	R24	R25	R26	R23	R24
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
R21	R21	R21	R21	R21	R22	R22

R25	R26	R24	R25	R26	R25	R26
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
R22	R22	R23	R23	R23	R24	R24

R26

	Extrema
	Muito Forte
	Forte
	Moderada
	Igual
	Moderada
	Forte
	Muito Forte
	Extrema

R25

## Planilha 9 – C6-Político

### RISCOS POLÍTICOS

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os quatro riscos da categoria "Político", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco
R27	Burocracia
R28	Corrupção
R29	Criação de tributos
R30	Risco legal e regulatório

Teste de Consistência
As comparações par-a-par realizadas são consistentes?

R28	R29	R30	R29	R30	R30
<input type="checkbox"/> Extrema					
<input type="checkbox"/> Muito Forte					
<input type="checkbox"/> Forte					
<input type="checkbox"/> Moderada					
<input type="checkbox"/> Igual					
<input type="checkbox"/> Moderada					
<input type="checkbox"/> Forte					
<input type="checkbox"/> Muito Forte					
<input type="checkbox"/> Extrema					
R27	R27	R27	R28	R28	R29

## Planilha 10 – C7-Ambiental

### RISCOS AMBIENTAIS

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os quatro riscos da categoria "Ambiental", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco	Teste de Consistência	
R31	Catástrofes naturais	As comparações par-a-par realizadas são consistentes?	
R32	Condições climáticas desfavoráveis		
R33	Dificuldade na obtenção de licenças ambientais		
R34	Impactos ambientais imprevistos		

R32	R33	R34	R33	R34	R34
<input type="checkbox"/> Extrema					
<input type="checkbox"/> Muito Forte					
<input type="checkbox"/> Forte					
<input type="checkbox"/> Moderada					
<input type="checkbox"/> Igual					
<input type="checkbox"/> Moderada					
<input type="checkbox"/> Forte					
<input type="checkbox"/> Muito Forte					
<input type="checkbox"/> Extrema					
R31	R31	R31	R32	R32	R33

## Planilha 11 – C8-Gestão

### RISCOS DE GESTÃO

Por meio de comparações par-a-par, favor julgar a **IMPORTÂNCIA** relativa entre os cinco riscos da categoria "Gestão", destacados abaixo.

Ao final do preenchimento, sempre observe a **consistência** das suas respostas, a qual será indicada no campo abaixo identificado como "Teste de Consistência".

Se houver inconsistência, será necessário reavaliar os julgamentos realizados, a fim de identificar as comparações par-a-par inconsistentes e retificá-las.

Código	Risco	Teste de Consistência	
R35	Atraso no pagamento dos serviços prestados	As comparações par-a-par realizadas são consistentes?	
R36	Comunicação falha entre as partes envolvidas		
R37	Disputas contratuais		
R38	Indisponibilidade orçamentária		
R39	Dificuldade no gerenciamento da obra		

R36	R37	R38	R39	R37	R38	R39
<input type="checkbox"/> Extrema						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Igual						
<input type="checkbox"/> Moderada						
<input type="checkbox"/> Forte						
<input type="checkbox"/> Muito Forte						
<input type="checkbox"/> Extrema						
R35	R35	R35	R35	R36	R36	R36

R38	R39	R39
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada	<input type="checkbox"/> Moderada
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Forte
<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte	<input type="checkbox"/> Muito Forte
<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema	<input type="checkbox"/> Extrema
R37	R37	R38

## APÊNDICE B – Matrizes de Comparação

A seguir, apresentam-se as matrizes de comparação obtidas com base nos julgamentos realizados por cada um dos especialistas participantes desta pesquisa por meio dos questionários já apresentados.

### Categorias de Risco – Importância

Especialista A

I	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	1/5	1/5	1	1	1	1	1/5
C2	5	1	3	5	3	3	3	1
C3	5	1/3	1	3	3	3	3	1
C4	1	1/5	1/3	1	1	1	3	1/5
C5	1	1/3	1/3	1	1	1	1	1/5
C6	1	1/3	1/3	1	1	1	1	1/5
C7	1	1/3	1/3	1/3	1	1	1	1/5
C8	5	1	1	5	5	5	5	1

$$\lambda_{max} = 8,37; IC = 0,05; RC = 0,04$$

Especialista B

I	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	1/7	1/5	3	1	1/3	1/5	1/5
C2	7	1	3	9	7	5	3	3
C3	5	1/3	1	7	5	3	1	1
C4	1/3	1/9	1/7	1	1	1	1/3	1/3
C5	1	1/7	1/5	1	1	1/3	1/3	1/3
C6	3	1/5	1/3	1	3	1	1/3	3
C7	5	1/3	1	3	3	3	1	3
C8	5	1/3	1	3	3	1/3	1/3	1

$$\lambda_{max} = 8,88; IC = 0,13; RC = 0,09$$

Especialista C

I	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	1/5	1/3	1	1/3	1/3	3	3
C2	5	1	5	3	3	5	5	5
C3	3	1/5	1	1	1	1	3	1
C4	1	1/3	1	1	1	1	3	1
C5	3	1/3	1	1	1	1	3	1
C6	3	1/5	1	1	1	1	1	1
C7	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1	1/3
C8	1/3	1/5	1	1	1	1	3	1

$$\lambda_{max} = 8,79; IC = 0,11; RC = 0,08$$

Especialista D

I	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	1/7	1/5	1/5	1/5	1	1	1/5
C2	7	1	5	3	7	5	7	7
C3	5	1/5	1	3	3	5	3	1
C4	5	1/3	1/3	1	1	3	5	1
C5	5	1/7	1/3	1	1	3	3	1
C6	1	1/5	1/5	1/3	1/3	1	1	1/5
C7	1	1/7	1/3	1/5	1/3	1	1	1/5
C8	5	1/7	1	1	1	5	5	1

$$\lambda_{max} = 8,95; IC = 0,14; RC = 0,10$$

Especialista E

I	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	1/9	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3
C2	9	1	3	5	5	7	9	9
C3	7	1/3	1	3	3	5	7	7
C4	5	1/5	1/3	1	1	3	5	5
C5	5	1/5	1/3	1	1	3	5	5
C6	5	1/7	1/5	1/3	1/3	1	3	3
C7	3	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1	1
C8	3	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1	1

$$\lambda_{max} = 8,88; IC = 0,13; RC = 0,09$$

## Riscos Sociais – Importância

Especialista A

I	R1	R2	R3	R4
R1	1	1/3	3	1
R2	3	1	5	3
R3	1/3	1/5	1	1/3
R4	1	1/3	3	1

$$\lambda_{max} = 4,06; IC = 0,02; RC = 0,02$$

Especialista B

I	R1	R2	R3	R4
R1	1	1	1	1/5
R2	1	1	1	1/5
R3	1	1	1	1/5
R4	5	5	5	1

$$\lambda_{max} = 4,00; IC = 0,00; RC = 0,00$$

Especialista C

I	R1	R2	R3	R4
R1	1	5	5	5
R2	1/5	1	1	1
R3	1/5	1	1	1
R4	1/5	1	1	1

$$\lambda_{max} = 4,00; IC = 0,00; RC = 0,00$$

Especialista D

I	R1	R2	R3	R4
R1	1	1/7	1	1/5
R2	7	1	7	1
R3	1	1/7	1	1/7
R4	5	1	7	1

$$\lambda_{max} = 4,02; IC = 0,01; RC = 0,01$$

Especialista E

I	R1	R2	R3	R4
R1	1	5	7	3
R2	1/5	1	3	1/3
R3	1/7	1/3	1	1/5
R4	1/3	3	5	1

$$\lambda_{max} = 4,18; IC = 0,06; RC = 0,07$$

## Riscos de Projeto – Importância

Especialista A

I	R5	R6	R7	R8	R9	R10
R5	1	1	1	1/5	1/3	1/9
R6	1	1	1	1	1/3	1/5
R7	1	1	1	1/3	1/5	1/3
R8	5	1	3	1	1	1/3
R9	3	3	5	1	1	1/5
R10	9	5	3	3	5	1

$\lambda_{max} = 6,60$ ; IC = 0,12; RC = 0,10

Especialista B

I	R5	R6	R7	R8	R9	R10
R5	1	5	5	1	5	1
R6	1/5	1	1	1/5	1	1/5
R7	1/5	1	1	1/5	1	1/5
R8	1	5	5	1	5	1
R9	1/5	1	1	1/5	1	1/5
R10	1	5	5	1	5	1

$\lambda_{max} = 6,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

Especialista C

I	R5	R6	R7	R8	R9	R10
R5	1	5	5	1	1	1
R6	1/5	1	1/3	1/3	1/5	1/5
R7	1/5	3	1	1	1	1
R8	1	3	1	1	1	1
R9	1	5	1	1	1	1
R10	1	5	1	1	1	1

$\lambda_{max} = 6,35$ ; IC = 0,07; RC = 0,06

Especialista D

I	R5	R6	R7	R8	R9	R10
R5	1	1	5	1	1	1/5
R6	1	1	5	1	1	1
R7	1/5	1/5	1	1/3	1/7	1/7
R8	1	1	3	1	1/5	1/5
R9	1	1	7	5	1	1
R10	5	1	7	5	1	1

$\lambda_{max} = 6,57$ ; IC = 0,11; RC = 0,09

Especialista E

I	R5	R6	R7	R8	R9	R10
R5	1	3	1	3	3	1
R6	1/3	1	1/3	1	1	1/3
R7	1	3	1	3	3	1
R8	1/3	1	1/3	1	1	1/3
R9	1/3	1	1/3	1	1	1/3
R10	1	3	1	3	3	1

$\lambda_{max} = 6,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

## Riscos de Construção – Importância

Especialista A

I	R11	R12	R13	R14	R15
R11	1	1	1/3	1/5	1/7
R12	1	1	1	1	1/7
R13	3	1	1	1	1/7
R14	5	1	1	1	1/7
R15	7	7	7	7	1

$\lambda_{max} = 5,42$ ; IC = 0,11; RC = 0,09

Especialista B

I	R11	R12	R13	R14	R15
R11	1	1	3	3	1
R12	1	1	3	3	1
R13	1/3	1/3	1	1	1/3
R14	1/3	1/3	1	1	1/3
R15	1	1	3	3	1

$\lambda_{max} = 5,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

Especialista C

I	R11	R12	R13	R14	R15
R11	1	3	3	3	1
R12	1/3	1	1	1	1/3
R13	1/3	1	1	1	1/3
R14	1/3	1	1	1	1/3
R15	1	3	3	3	1

$\lambda_{max} = 5,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

Especialista D

I	R11	R12	R13	R14	R15
R11	1	1	1	3	1/5
R12	1	1	1	5	1/5
R13	1	1	1	1	1/5
R14	1/3	1/5	1	1	1/5
R15	5	5	5	5	1

$\lambda_{max} = 5,39$ ; IC = 0,10; RC = 0,09

Especialista E

I	R11	R12	R13	R14	R15
R11	1	1/3	3	1	1/3
R12	3	1	5	3	1
R13	1/3	1/5	1	1/3	1/5
R14	1	1/3	3	1	1/3
R15	3	1	5	3	1

$\lambda_{max} = 5,07$ ; IC = 0,02; RC = 0,02

## Riscos de Financiamento – Importância

Especialista A

I	R16	R17	R18	R19	R20
R16	1	1	1	1	1/7
R17	1	1	1	1	1/7
R18	1	1	1	1	1/7
R19	1	1	1	1	1/7
R20	7	7	7	7	1

$\lambda_{max} = 5,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

Especialista B

I	R16	R17	R18	R19	R20
R16	1	1/5	1/3	1/3	1/3
R17	5	1	3	3	3
R18	3	1/3	1	1	1
R19	3	1/3	1	1	1
R20	3	1/3	1	1	1

$\lambda_{max} = 5,05$ ; IC = 0,01; RC = 0,01

Especialista C

I	R16	R17	R18	R19	R20
R16	1	3	3	1	1
R17	1/3	1	1	1	1
R18	1/3	1	1	1	1
R19	1	1	1	1	1
R20	1	1	1	1	1

$\lambda_{max} = 5,21$ ; IC = 0,05; RC = 0,05

Especialista D

I	R16	R17	R18	R19	R20
R16	1	1/3	1	1/3	1/9
R17	3	1	5	1	1/7
R18	1	1/5	1	1/3	1/7
R19	3	1	3	1	1/5
R20	9	7	7	5	1

$\lambda_{max} = 5,38$ ; IC = 0,10; RC = 0,08

Especialista E

I	R16	R17	R18	R19	R20
R16	1	1/7	1	1/5	1/5
R17	7	1	7	3	3
R18	1	1/7	1	1/5	1/5
R19	5	1/3	5	1	1
R20	5	1/3	5	1	1

$\lambda_{max} = 5,15$ ; IC = 0,04; RC = 0,03

## Riscos Econômicos – Importância

Especialista A

I	R21	R22	R23	R24	R25	R26
R21	1	5	1	3	3	3
R22	1/5	1	1	1	1	1
R23	1	1	1	1	1	1
R24	1/3	1	1	1	3	1
R25	1/3	1	1	1/3	1	1
R26	1/3	1	1	1	1	1

$\lambda_{max} = 6,38$ ; IC = 0,08; RC = 0,06

Especialista B

I	R21	R22	R23	R24	R25	R26
R21	1	3	7	7	5	7
R22	1/3	1	5	5	3	5
R23	1/7	1/5	1	1	1/3	1
R24	1/7	1/5	1	1	1/3	1
R25	1/5	1/3	3	3	1	3
R26	1/7	1/5	1	1	1/3	1

$\lambda_{max} = 6,25$ ; IC = 0,05; RC = 0,04

Especialista C

I	R21	R22	R23	R24	R25	R26
R21	1	3	3	3	5	3
R22	1/3	1	1	1/3	1	1/3
R23	1/3	1	1	1/3	1	1/3
R24	1/3	3	3	1	3	1
R25	1/5	1	1	1/3	1	1/3
R26	1/3	3	3	1	3	1

$\lambda_{max} = 6,23$ ; IC = 0,05; RC = 0,04

Especialista D

I	R21	R22	R23	R24	R25	R26
R21	1	7	5	3	7	7
R22	1/7	1	1/3	1/3	1	1
R23	1/5	3	1	1	3	3
R24	1/3	3	1	1	3	5
R25	1/7	1	1/3	1/3	1	1
R26	1/7	1	1/3	1/5	1	1

$\lambda_{max} = 6,16$ ; IC = 0,03; RC = 0,03

Especialista E

I	R21	R22	R23	R24	R25	R26
R21	1	5	5	7	7	3
R22	1/5	1	1	3	3	1/3
R23	1/5	1	1	3	3	1/3
R24	1/7	1/3	1/3	1	1	1/5
R25	1/7	1/3	1/3	1	1	1/5
R26	1/3	3	3	5	5	1

$\lambda_{max} = 6,26$ ; IC = 0,05; RC = 0,04

## Riscos Políticos – Importância

Especialista A

I	R27	R28	R29	R30
R27	1	1/5	1	1
R28	5	1	3	3
R29	1	1/3	1	1
R30	1	1/3	1	1

$\lambda_{max} = 4,05$ ; IC = 0,02; RC = 0,02

Especialista B

I	R27	R28	R29	R30
R27	1	1/3	1	1
R28	3	1	3	3
R29	1	1/3	1	1
R30	1	1/3	1	1

$\lambda_{max} = 4,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

Especialista C

I	R27	R28	R29	R30
R27	1	1	3	5
R28	1	1	3	3
R29	1/3	1/3	1	3
R30	1/5	1/3	1/3	1

$\lambda_{max} = 4,14$ ; IC = 0,05; RC = 0,05

Especialista D

I	R27	R28	R29	R30
R27	1	1/9	1	1
R28	9	1	9	9
R29	1	1/9	1	1
R30	1	1/9	1	1

$\lambda_{max} = 4,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

Especialista E

I	R27	R28	R29	R30
R27	1	1/3	3	1
R28	3	1	5	3
R29	1/3	1/5	1	1/3
R30	1	1/3	3	1

$\lambda_{max} = 4,06$ ; IC = 0,02; RC = 0,02

## Riscos Ambientais – Importância

Especialista A

I	R31	R32	R33	R34
R31	1	3	1	1/5
R32	1/3	1	1	1/5
R33	1	1	1	1/5
R34	5	5	5	1

$$\lambda_{max} = 4,19; IC = 0,06; RC = 0,07$$

Especialista B

I	R31	R32	R33	R34
R31	1	1/3	1/7	1/5
R32	3	1	1/5	1/3
R33	7	5	1	3
R34	5	3	1/3	1

$$\lambda_{max} = 4,18; IC = 0,06; RC = 0,07$$

Especialista C

I	R31	R32	R33	R34
R31	1	3	1/3	1/3
R32	1/3	1	1/3	1/3
R33	3	3	1	1
R34	3	3	1	1

$$\lambda_{max} = 4,19; IC = 0,06; RC = 0,07$$

Especialista D

I	R31	R32	R33	R34
R31	1	1/3	1/7	1/3
R32	3	1	1/5	1
R33	7	5	1	7
R34	3	1	1/7	1

$$\lambda_{max} = 4,22; IC = 0,07; RC = 0,08$$

Especialista E

I	R31	R32	R33	R34
R31	1	1/5	1/9	1/5
R32	5	1	1/5	1
R33	9	5	1	5
R34	5	1	1/5	1

$$\lambda_{max} = 4,22; IC = 0,07; RC = 0,08$$

## Riscos de Gestão – Importância

Especialista A

I	R35	R36	R37	R38	R39
R35	1	3	3	1	1/5
R36	1/3	1	1	1	1/5
R37	1/3	1	1	1/5	1/7
R38	1	1	5	1	1/5
R39	5	5	7	5	1

$\lambda_{max} = 5,39$ ; IC = 0,10; RC = 0,09

Especialista B

I	R35	R36	R37	R38	R39
R35	1	1/3	3	1/3	1/3
R36	3	1	5	1	1
R37	1/3	1/5	1	1/5	1/5
R38	3	1	5	1	1
R39	3	1	5	1	1

$\lambda_{max} = 5,05$ ; IC = 0,01; RC = 0,01

Especialista C

I	R35	R36	R37	R38	R39
R35	1	3	3	1	1
R36	1/3	1	1	1/3	1/3
R37	1/3	1	1	1/3	1/3
R38	1	3	3	1	1
R39	1	3	3	1	1

$\lambda_{max} = 5,00$ ; IC = 0,00; RC = 0,00

Especialista D

I	R35	R36	R37	R38	R39
R35	1	1	3	1/3	1/5
R36	1	1	1	1/5	1/7
R37	1/3	1	1	1/5	1/7
R38	3	5	5	1	1/3
R39	5	7	7	3	1

$\lambda_{max} = 5,22$ ; IC = 0,05; RC = 0,05

Especialista E

I	R35	R36	R37	R38	R39
R35	1	1/5	1	3	1/5
R36	5	1	3	7	1
R37	1	1/3	1	3	1/5
R38	1/3	1/7	1/3	1	1/7
R39	5	1	5	7	1

$\lambda_{max} = 5,13$ ; IC = 0,03; RC = 0,03