



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**Análise Comparativa de Metodologias de Gerenciamento de Riscos no  
Âmbito Rodoviário**

Letícia Cardoso

*Orientador: Prof. Dr. Jairo Salim Pinheiro de Lima*

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Engenharia Campus de Ilha Solteira –  
UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do  
grau de Engenheiro Civil.*

ILHA SOLTEIRA – SP

Dezembro de 2024

# **LETÍCIA CARDOSO**

## **Análise Comparativa de Metodologias de Gerenciamento de Riscos no Âmbito Rodoviário**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Transportes

Orientador(a): Prof. Dr. Jairo Salim Pinheiro de Lima

Ilha Solteira - SP

2024

## FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Cardoso, Letícia.

C268a      Análise comparativa de metodologias de gerenciamento de riscos no âmbito rodoviário / Letícia Cardoso . -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024  
71 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,  
2024

Orientador: Jairo Salim Pinheiro de Lima

Inclui bibliografia

1. Riscos. 2. Gerenciamento de riscos. 3. Metodologia. 4. Probabilidade. 5.  
Impacto.

**ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURSO:** ENGENHARIA CIVIL  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** TRANSPORTES  
**REALIZADA EM:** 02-12-2024  
**DISCENTE:** Letícia Cardoso

**COMISSÃO EXAMINADORES**

1. Prof. Dr. Jairo Salim Pinheiro de Lima – UNESP/FE Ilha Solteira (Orientador).
2. MSC Luciana Marques da Costa Jacomassi – Caixa Econômica Federal (Examinadora).
3. Prof. Dr. Cesar Gustavo da Rocha Lima – UNESP/FE Ilha Solteira (Examinador).

**Título do trabalho:** **Análise comparativa de metodologias de gerenciamento de riscos no âmbito rodoviário**

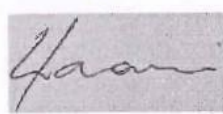
**Local:** Unesp, Departamento de Engenharia Civil (vídeo chamada).


**Horário de início:** 10 h

Em sessão pública, após exposição em torno de 30 (trinta minutos), a discente foi arguida oralmente, e no final da exposição foi "**APROVADA**" pelos membros componentes da Comissão Examinadora. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ATA, a qual é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pelo discente.

Ilha Solteira, 02 de dezembro de 2024.

  
Prof. Dr. Jairo Salim Pinheiro de Lima  
UNESP/FE Ilha Solteira (Orientador)

  
Enga Civil MSC Luciana Marques da Costa Jacomassi  
Caixa Econômica Federal (Examinadora.)

  
Prof. Dr. Cesar Gustavo da Rocha Lima  
UNESP/FE Ilha Solteira

Ciente:   
Discente: Letícia Cardoso

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise comparativa das metodologias de gestão de riscos adotadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), com foco em infraestrutura rodoviária. O estudo tem como objetivo avaliar os processos adotados por cada organização, verificando como cada metodologia se alinha às boas práticas da literatura, especificamente a ISO 31000, IEC 31010 e o Guia PMBOK. Por meio de uma análise documental e aplicação prática das metodologias em um cenário comum foi possível observar que embora ambas as metodologias sejam adaptadas às particularidades de cada instituição, acabam apresentando resultados semelhantes. Pela aplicação do modelo do DNIT chega-se a valores de reserva de contingência, enquanto a metodologia da ANTT resulta em um plano resposta de criar reservas de contingência. Conclui-se que as metodologias ao serem utilizadas separadamente, apresentam limitações quanto ao registro e tratamento completo dos riscos, mas ao serem utilizadas em conjunto elas podem complementar-se, proporcionando gestão de riscos mais eficaz e alinhada às diretrizes internacionais, resultando em maior segurança e confiabilidade para projetos rodoviários de grande porte.

**Palavras-chave:** riscos, gerenciamento de riscos, metodologia, probabilidade, impacto.

### **ABSTRACT**

This study presents a comparative analysis of the risk management methods adopted by the National Department of Transport Infrastructure (NDTI) and the National Land Transport Agency (NLTA), focusing on road infrastructure. The study aims to evaluate the processes adopted by each organization, assessing how each one aligns with the best practices recommended in literature, specifically ISO 31000, IEC 31010 and the PMBOK Guide. Through a documentary analysis and the practical application of the methods in a common scenario, it was observed that although both are adapted to the specific needs of each institution, they yield similar results. The NDTI method leads to determining contingency reserve values, while the NLTA method proposes the creation of contingency reserves. It is concluded that, when used separately, each method presents limitations regarding a complete registry and treatment plans of risks. However, when combined they can complement one other, offering a more effective risk management aligned with international guidelines, resulting in greater safety and reliability for large-scale road infrastructure projects.

**Keywords: risks, risk management, methodology, probability, impact.**

## Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 GERENCIAMENTO DE RISCO .....	1
1.2 RISCOS NA ÁREA DE TRANSPORTE .....	2
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>4</b>
3.1 GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS .....	4
3.1.1 <i>Processo de gerenciamento de riscos</i> .....	4
3.1.2 <i>Arbitrariedade de riscos</i> .....	4
3.2 NORMAS E DIRETRIZES PARA GESTÃO DE RISCOS.....	6
3.2.1 <i>Guia PMBOK</i> .....	6
3.2.2 <i>Normas Nacionais</i> .....	19
3.3 GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA.....	28
3.3.1 <i>Metodologia Dnit</i> .....	28
3.3.2 <i>Metodologia ANTT</i> .....	37
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
4.1 MATERIAIS .....	46
4.2 MÉTODOS .....	46
<b>5. ANÁLISE COMPARATIVA .....</b>	<b>47</b>

5.1 ESTABELECIMENTO DE EXEMPLO EM COMUM .....	47
5.2 METODOLOGIA DNIT .....	48
5.3 METODOLOGIA ANTT .....	54
5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	57
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>62</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 GERENCIAMENTO DE RISCO**

O gerenciamento de projetos acontece mediante a aplicação de conhecimentos, habilidades, técnicas e ferramentas às atividades de um projeto a fim de cumprir com os seus requisitos, permitindo que a execução seja eficiente e eficaz, ou seja, da melhor maneira possível e atingindo os resultados desejados. Pontos como: cumprimento de objetivos, resolução de problemas e questões, otimização de uso de recursos e respostas a riscos em tempo hábil são exemplos de retorno positivo quando tem-se boas práticas estipuladas no gerenciamento de projetos.

De acordo com o Guia PMBOK (2018) temas como escopo, cronograma, custos, qualidade, comunicação, aquisição e riscos são imprescindíveis para uma boa gestão de projeto, direcionando ao sucesso de entrega.

Nesse contexto, o gerenciamento de riscos é uma disciplina fundamental e quando não administrados, tem potencial para desviar o projeto do plano e impedir o alcance dos objetivos pré-definidos. Conseqüentemente, a eficácia da gestão de riscos de projeto está diretamente relacionada ao seu sucesso.

Tomando-se por base essa questão, o termo “risco” segundo ABNT ISO 31000 (2018, p.vi) pode ser entendido da seguinte forma “[...]Organizações de todos os tipos e tamanhos enfrentam influências e fatores internos e externos que tornam incerto se e quando elas atingirão seus objetivos. O efeito que essa incerteza tem sobre os objetivos da organização é chamado de "risco".”

Riscos, mesmo sendo conceituados como incertezas, podem ter impactos negativos ou positivos caso ocorridos. Os riscos positivos são admitidos como oportunidades e os riscos negativos são tratados como ameaças. O gerenciamento dos riscos visa enaltecer as oportunidades e, ao mesmo tempo, reduzir ou até mesmo evitar as ameaças.

Em casos de obras e projetos de engenharia, Limmer (1997) e DNIT (2013) estabelecem que o risco é uma constante ao longo da implementação de uma obra ou projeto e pode ser definido como a perda potencial resultante de um incidente futuro, geralmente superestimado após a sua ocorrência e subestimado previamente.

Durante a avaliação de riscos, os profissionais envolvidos aplicam o seu julgamento crítico para levantar as incertezas e categorizá-las de maneira que mensure a sua probabilidade e impacto de materialização, podendo ser as análises qualitativas e quantitativas. Não sendo uma ciência exata, pois riscos continuarão a surgir durante o ciclo do projeto, fazendo com que o processo de gerenciamento seja contínuo e dependente dos melhores dados disponíveis a respeito do que está ocorrendo ou possa ocorrer num determinado caso.

Com isso, o gerenciamento dos riscos de projeto tem como objetivo identificar e administrar riscos não considerados pelos outros processos de gestão de projetos. E esses, quando não gerenciados, têm potencial de desviar o andamento do projeto e por fim seu escopo original.

## 1.2 RISCOS NA ÁREA DE TRANSPORTE

Embora existam normas brasileiras que estabelecem princípios a serem atendidos para tornar a gestão de risco eficaz e técnicas para o processo de avaliação de riscos, toda organização acaba por ter o seu próprio plano ou modelo de gerenciamento.

No setor de infraestrutura rodoviária, os projetos enfrentam alto grau de complexidade e incerteza devido a fatores como condições climáticas, questões ambientais, acidentes, atrasos regulatórios e problemas técnicos. A importância da gestão de riscos neste contexto é fundamental para assegurar o sucesso dos projetos de construção e manutenção de estradas e rodovias.

Seguindo para o cenário brasileiro, de acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2013), até recentemente qualquer modelo de riscos em obras rodoviárias era inexistente e metodologias de tratamentos de riscos são os menos uniformes e compreendidos na área de transporte, sendo a área com menor padronização de processos, ferramentas e documentações nesse quesito.

Considerando a importância da gestão de riscos em projetos e a falta de uniformidade no âmbito de transportes, será apresentado neste trabalho uma análise comparativa de metodologias de tratamento de riscos adotadas pelos órgãos públicos nacionais DNIT e Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT). Com objetivo de avaliar as semelhanças e diferenças entre as abordagens de cada organização e como cada uma se encaixa com as boas práticas trazidas na literatura.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVOS GERAIS**

Realizar estudo comparativo de metodologias de gestão de riscos no contexto rodoviário nacional.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Examinar as diretrizes dos processos de gerenciamento de risco datados na literatura, conceituadas as normas brasileiras NBR ISO 31000 e NBR IEC 31010; complementares entre si; e o Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK) como embasamento teórico.

Avaliar os processos das metodologias de gestão de risco utilizadas pelas organizações brasileiras Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

Aplicar ambas as metodologias a um cenário idêntico para observar os resultados obtidos, de forma a comparar estes resultados e analisar a aderências das metodologias às boas práticas recomendadas pela literatura considerada como base teórica.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS

##### 3.1.1 *Processo de gerenciamento de riscos*

Na literatura (Guia PMBOK, 2018 e NBR ISO 31000) o processo genérico de gestão de riscos pode ser dividido em cinco etapas principais:

**Identificação dos riscos:** reconhecer as possíveis incertezas que podem impactar o projeto.

**Análise do risco:** avaliação do impacto e da probabilidade de ocorrência dos riscos.

**Respostas aos riscos:** planejar ações para administrar o risco.

**Monitoramento e controle:** acompanhar os riscos ao longo do projeto, garantindo que as respostas aos riscos sejam eficazes.

Sendo esses passos amplamente aceitos e aplicados em diferentes setores.

##### 3.1.2 *Arbitrariedade de riscos*

Um risco, mesmo sendo definido com incerteza com potencial de desviar o objetivo original de um projeto, pode ser mensurado como positivo ou negativo. Sendo riscos positivos tratados como oportunidades e riscos negativos como ameaças. Estes também não são informações de ocorrência e valor absoluto, mas sim uma análise de probabilidade de ocorrência e possibilidade de impacto (PINTO, 2003).

Na prática, porém, não basta conceituar risco como uma relação objetiva de “probabilidade de ocorrência de um evento” relativo a “uma dada magnitude de consequência”, é necessário também quantificar esta relação (PINTO, 2003). Mas este resultado só tem significado comparativo, pois trata-se de uma relação e não de um número absoluto. O “risco” pode ser apresentado como uma relação objetiva, mas o seu discernimento é condicionado pelas preferências e interesses das diferentes partes interessadas.

Tomando essa premissa como referência, é importante definir os níveis aceitáveis de exposição do risco. Elementos que auxiliam nesse processo fazem parte da contextualização da metodologia de cada organização, onde são estabelecidos elementos como categorização, definições

de probabilidade e impacto e apetite do risco. Onde é refletida a subjetividade de cada incerteza identificada no projeto.

Categorias dos riscos estipulam meios para agrupar riscos individuais de projeto. Uma forma comum para estruturar categorias dos riscos é a estrutura analítica dos riscos (EAR), indicada no Guia PMBOK (2018) e ilustrada na Figura 1, com a hierarquia de possíveis fontes de riscos. Uma EAR pode ser genérica ou personalizada, a critério da equipe de gestão de riscos para melhor tratar os riscos de um projeto. A importância de definir uma EAR também inclui uniformidade e padronização de documentação.

Figura 1: Exemplo de estrutura analítica dos riscos (EAR)

EAR NÍVEL 0	EAR NÍVEL 1	EAR NÍVEL 2
0. TODAS AS FONTES DE RISCO DO PROJETO	1. RISCO TÉCNICO	1.1 Definição do escopo
		1.2 Definição dos requisitos
		1.3 Estimativas, premissas, e restrições
		1.4 Processos técnicos
		1.5 Tecnologia
		1.6 Interfaces técnicas
		Etc.
	2. RISCO DE GERENCIAMENTO	2.1 Gerenciamento de projetos
		2.2 Gerenciamento de portfólio/programa
		2.3 Gerenciamento de operações
		2.4 Organização
		2.5 Recursos
		2.6 Comunicação
		Etc.
	3. RISCO COMERCIAL	3.1 Termos e condições do contrato
		3.2 Aquisição interna
		3.3 Fornecedores e prestadores de serviços
		3.4 Subcontratos
		3.5 Estabilidade do cliente
		3.6 Parcerias e joint ventures
		Etc.
	4. RISCO EXTERNO	4.1 Legislação
		4.2 Taxas de câmbio
		4.3 Local/instalações
4.4 Meio ambiente/clima		
4.5 Concorrência		
4.6 Regulamentação		
Etc.		

As definições de probabilidade e impacto dos riscos devem ser ajustadas e refletir o apetite do risco, essas definições de impacto e probabilidade podem ter definições específicas de níveis ou definições gerais fornecidas pelas partes interessadas. O número de níveis traduz o grau de detalhe exigido para o processo de gerenciamento de risco, tendo tipicamente cinco níveis em uma abordagem mais detalhada e três em um processo simplificado. A Figura 2 é um exemplo de definição de probabilidade e impacto para três objetivos (Guia PMBOK, 2028).

Figura 2: Exemplo de definições de probabilidade e impacto

ESCALA	PROBABILIDADE	+/- IMPACTO SOBRE OBJETIVOS DO PROJETO		
		TEMPO	CUSTO	QUALIDADE
Muito alto	>70%	>6 meses	> US\$ 5 milhões	Impacto muito significativo sobre a funcionalidade geral
Alto	51-70%	3-6 meses	US\$ 1M-US\$ 5M	Impacto significativo sobre a funcionalidade geral
Médio	31-50%	1-3 meses	US\$ 501.000 - US\$ 1 milhão	Algum impacto em áreas funcionais essenciais
Baixo	11-30%	1-4 semanas	US\$ 100.000 - US\$ 500.000	Impacto secundário sobre a funcionalidade geral
Muito baixo	1-10%	1 semana	< US\$ 100.000	Impacto secundário sobre funções secundárias
Nulo	<1%	Sem mudança	Sem mudança	Nenhuma mudança em funcionalidade

Fonte: Guia PMBOK, 2018

Os indicadores mostrados acima (Figura 2) conseguem auxiliar na avaliação de ameaças, riscos negativos, e oportunidades, riscos positivos.

Os apetites dos riscos são expressos como limites dos riscos mensuráveis de cada objetivo do projeto, determinando o nível aceitável de variação acerca deste, sendo diretamente informativo para as definições de probabilidade e impacto e escala de priorização de cada risco.

## 3.2 NORMAS E DIRETRIZES PARA GESTÃO DE RISCOS

### 3.2.1 Guia PMBOK

Neste guia de gestão de projetos, antes de entrar nas atividades de avaliação de risco, é recomendado elaborar um Plano de Gestão de Riscos. Neste plano serão detalhadas as arbitrariedades a serem levadas em conta durante as análises da gestão, bem como as informações de apetite do risco e o intervalo de exposição aceitável. Os processos para o gerenciamento de riscos sugeridos pelo Guia PMBOK constituem seis etapas.

- a. Identificar os riscos - processo de identificação dos riscos individuais do projeto e de documentar suas características.
- b. Análise qualitativa dos riscos - processo de priorização de riscos individuais do projeto para análise ou ação posterior.
- c. Análise quantitativa dos riscos - processo de analisar numericamente o efeito combinado dos riscos individuais identificados.
- d. Planejar as respostas aos riscos - processo de desenvolver alternativas, estratégias, ações para lidar com a exposição de riscos e tratar os riscos do projeto.
- e. Implementar respostas a riscos - processo de implementar planos acordados de resposta aos riscos.
- f. Monitorar os riscos - processo de monitorar a implementação do gerenciamento de riscos e avaliar a eficácia do mesmo ao longo do projeto.

Durante as etapas do gerenciamento de projetos, as técnicas de habilidade interpessoal de equipe e acesso à opinião especializada são imprescindíveis para todos os processos. As habilidades interpessoais trazem para a equipe de gerenciamento facilitadores capacitados que aprimoram o processo como um todo ao estabelecer entendimento claro das informações, garantindo consenso entre as partes envolvidas e assegurando foco em momentos de conflitos interpessoais e fontes de parcialidade. Opiniões especializadas agregam credibilidade e conhecimento às informações, bem como experiências que podem ajudar nas análises a serem exploradas. A seguir são feitas descrições de cada etapa de acordo com o Guia PMBOK.

#### 1) Identificar os riscos

A identificação dos riscos é o processo de identificação dos riscos individuais do projeto, junto de suas fontes e documentação das devidas características. O principal benefício deste processo, além de registrar cada risco de projeto existente e as suas fontes, é reunir informações para que a equipe do projeto possa responder de forma apropriada aos riscos identificados.

As principais técnicas para esta etapa consistem em:

a) Coleta de dados

- Brainstorming

O brainstorming tem o objetivo de obter uma lista abrangente de cada risco de projeto e as fontes principais dos riscos. Sendo feita com um conjunto multidisciplinar de especialistas e atenção especial em descrever claramente os eventos de incertezas.

- Listas de verificação

As listas de verificação se baseiam em informações históricas e conhecimento registrado de projetos semelhantes, trazendo lições aprendidas e possíveis riscos de projetos anteriores. Esse método é recomendado e frequentemente utilizado como lembrete de itens, ações e pontos a serem considerados.

b) Análise de dados

- Análise de causa raiz

Esta análise é usada para descobrir as causas que levam a um problema, iniciando com a especificação de um evento (problema) e explorando quais ações resultariam na ocorrência do dito evento (causa).

Por exemplo, tendo como problema o atraso do projeto, será explorado quais ameaças resultarão nesse possível atraso.

- Análise de premissas e restrições

A análise das premissas e restrições de um projeto irá explorar informações contidas na linha base do escopo e objetivos do projeto, podendo determinar possíveis riscos. Exemplos de ameaças encontradas seriam instabilidade, inconsistência ou inexatidão das premissas estipuladas.

- Análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (SWOT)

A técnica começa com a identificação das fraquezas e forças da organização, com foco no projeto. Em seguida são identificadas as oportunidades do projeto resultantes das forças da organização, assim como as ameaças decorrentes das fraquezas.

- Análise de documentos

Pode-se identificar riscos a partir da revisão estruturada de documentos do projeto, como planos, premissas, arquivos de projetos anteriores, contratos, restrições, documentação técnica e acordos. Fatores como ambiguidade ou inconsistência nos documentos do projeto são indicadores de possíveis riscos.

O resultado desses processos resultará em um dossiê com o relatório de riscos registrados que influenciarão na atualização de documentos do projeto. As informações obtidas nesse processo podem ser limitadas ou extensas, sendo dependente das variáveis do projeto, trazendo dados como título do risco, categoria, status, causas, um ou mais efeitos sobre os objetivos, eventos ou condições indicadoras de ocorrência do risco, referência sobre a atividade afetada e cronologia do risco.

Esta etapa como um todo é iterativa e ocorrerá durante todo o ciclo do projeto, trazendo peças-chaves para os processos seguintes dele.

## 2) Realizar a Análise Qualitativa dos Riscos

A análise qualitativa dos riscos é o processo de priorização de riscos individuais do projeto para análise ou ação posterior, categorizando de acordo com sua probabilidade e impacto de ocorrência. As avaliações feitas nesta etapa são subjetivas, baseando-se em percepções do risco pela equipe e das partes interessadas, estando sujeitos ao apetite do risco estipulado. O benefício deste processo é concentrar os esforços em riscos de alta prioridade, sendo base indicadora para o processo de análise quantitativa.

O dossiê obtido na etapa de identificação de riscos destaca os riscos que serão avaliados nessa etapa.

As principais técnicas para esta etapa consistem em:

- a) Análise de dados
- Avaliação de qualidade dos dados sobre riscos

Este passo avalia o grau em que os dados obtidos são confiáveis e precisos como base para a análise qualitativa. Dados de baixa confiabilidade causa a necessidade de retorno do risco para coletar dados complementares.

- Avaliação de probabilidade e impacto dos riscos

A avaliação de probabilidade de um risco considera a probabilidade de ocorrência deste risco, enquanto a avaliação de impacto considera o efeito em potencial sobre os objetivos do projeto; como cronograma, custo, qualidade e desempenho. A probabilidade e o impacto dos riscos são avaliados usando as definições para o gerenciamento de risco, como exemplificado na As definições de probabilidade e impacto dos riscos devem ser ajustadas e refletir o apetite do risco, essas definições de impacto e probabilidade podem ter definições específicas de níveis ou definições gerais fornecidas pelas partes interessadas. O número de níveis traduz o grau de detalhe exigido para o processo de gerenciamento de risco, tendo tipicamente cinco níveis em uma abordagem mais detalhada e três em um processo simplificado. A Figura 2 é um exemplo de definição de probabilidade e impacto para três objetivos (Guia PMBOK, 2028).

Figura 2.

- Avaliação de outros parâmetros de riscos

A equipe do projeto pode considerar características específicas para a priorização dos riscos analisados, como urgência, capacidade de detecção e impacto estratégico.

b) Categorização dos riscos

Nesta etapa a equipe do projeto irá agrupar os riscos em categorias, como fontes de risco (Figura 1), ajudando a determinar as áreas do projeto mais expostas aos efeitos de incertezas.

c) Representação de dados

- Matriz de probabilidade e impacto

A matriz de probabilidade e impacto é uma técnica de mapeamento que combina a probabilidade de ocorrência e impacto dos objetivos de cada risco analisado, permitindo dividir os riscos em grupos prioritários, conforme exemplificado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3: Exemplo 1 de Matriz de Probabilidade e Impacto [Esquema de pontuação]

		Ameaças					Oportunidades				
		Muito baixa	Baixa	Moderado	Alto	Muito alto	Muito alto	Alto	Moderado	Baixa	Muito baixa
Probabilidade	Muito alta 0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
	Alta 0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
	Média 0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
	Baixa 0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
	Muito baixa 0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
		Muito baixo 0.05	Baixo 0.10	Moderado 0.20	Alto 0.40	Muito alto 0.80	Muito alto 0.80	Alto 0.40	Moderado 0.20	Baixo 0.10	Muito baixo 0.05
		Impacto negativo					Impacto positivo				

Fonte: Guia PMBOK, 2018

Figura 4: Exemplo 2 de Matriz de Probabilidade e Impacto

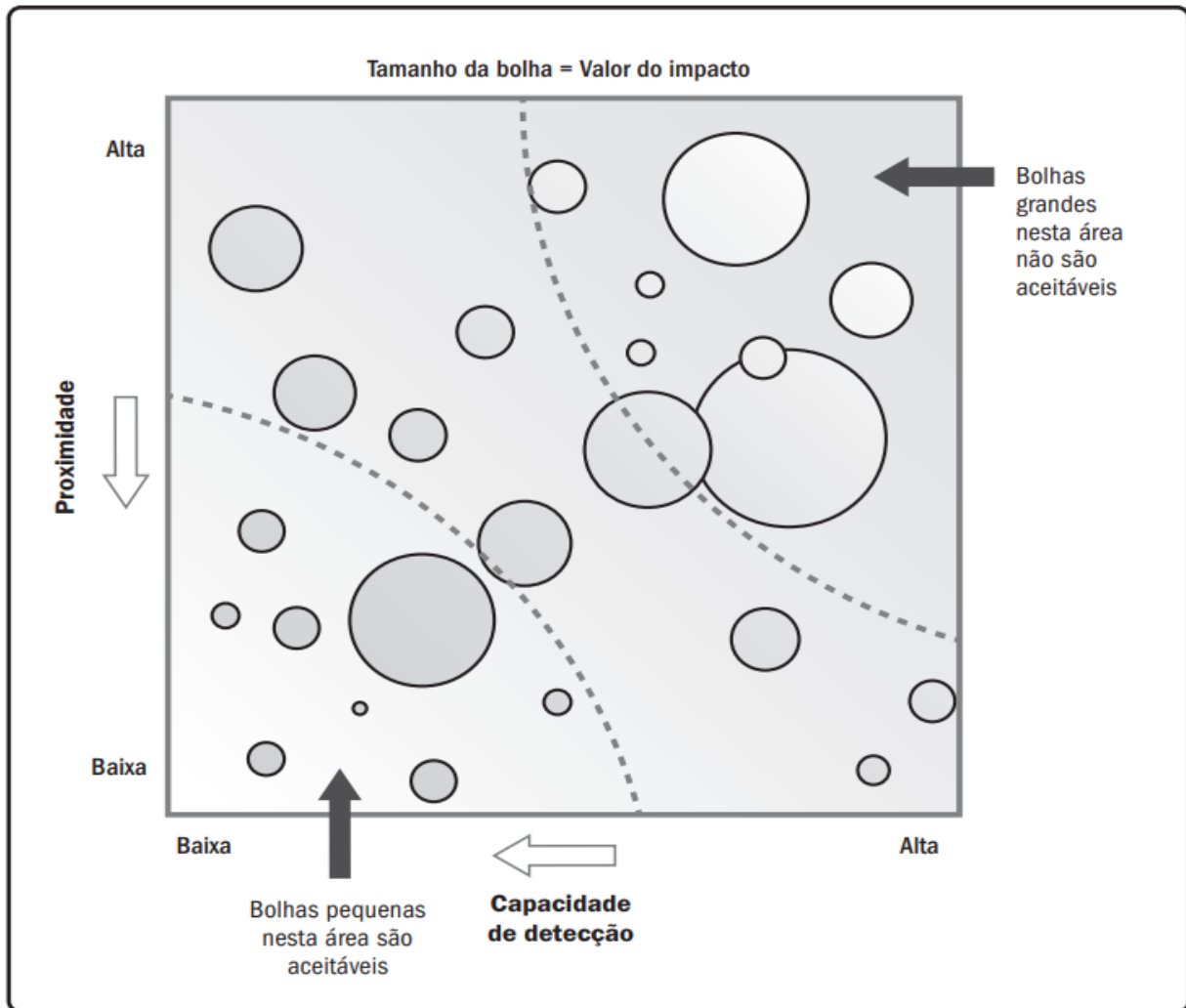
		AMEAÇAS					OPORTUNIDADES				
		MUITO ALTA	ALTA	MODERADA	BAIXA	MUITO BAIXA	MUITO ALTO	MUITO ALTO	ALTO	MODERADO	BAIXO
PROBABILIDADE	MUITO ALTA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	BAIXA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA
	ALTA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA
	MODERADA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	ALTA	ALTA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	ALTA	ALTA
	BAIXA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA
	MUITO BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
		MUITO BAIXO	BAIXO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	ALTO	MODERADO	BAIXO	MUITO BAIXO
		IMPACTO									

Fonte: ANTT, 2022

- Gráficos hierárquicos

Em casos de categorizações de mais com dois parâmetros, a matriz de probabilidade e impacto acaba sendo ineficiente, sendo necessárias outras representações gráficas. Um bom exemplo recomendado é o gráfico de bolhas, exibindo três dimensões de dados representados nos eixos x, y e o tamanho da bolha, exemplificado na Figura 5.

Figura 5: Exemplo de gráfico de bolhas



Fonte: Guia PMBOK, 2018

### 3) Análise quantitativa dos riscos

Essa etapa consiste em analisar numericamente o efeito combinado dos riscos individuais identificados. Um exemplo desta análise numérica seria a precificação de um risco ou a quantificação de tempo de atraso ou adiantamento. Este processo não é necessário para todos os projetos ou riscos listados, mas caso utilizado, deve ser mantido durante todo o projeto. O benefício deste processo é quantificar a exposição do risco no projeto.

As principais técnicas para esta etapa consistem em:

- a) Representação da incerteza

As incertezas registradas para uma atividade planejada geram faixas de valores que devem ser representadas como uma distribuição de probabilidade, podendo tomar diversas formas. As mais comuns são as distribuições normais, triangulares, betas, uniformes ou discretas.

Um exemplo de distribuição de faixa de valor seria mostrar os valores de probabilidade mínimo, médio e máximo de um risco.

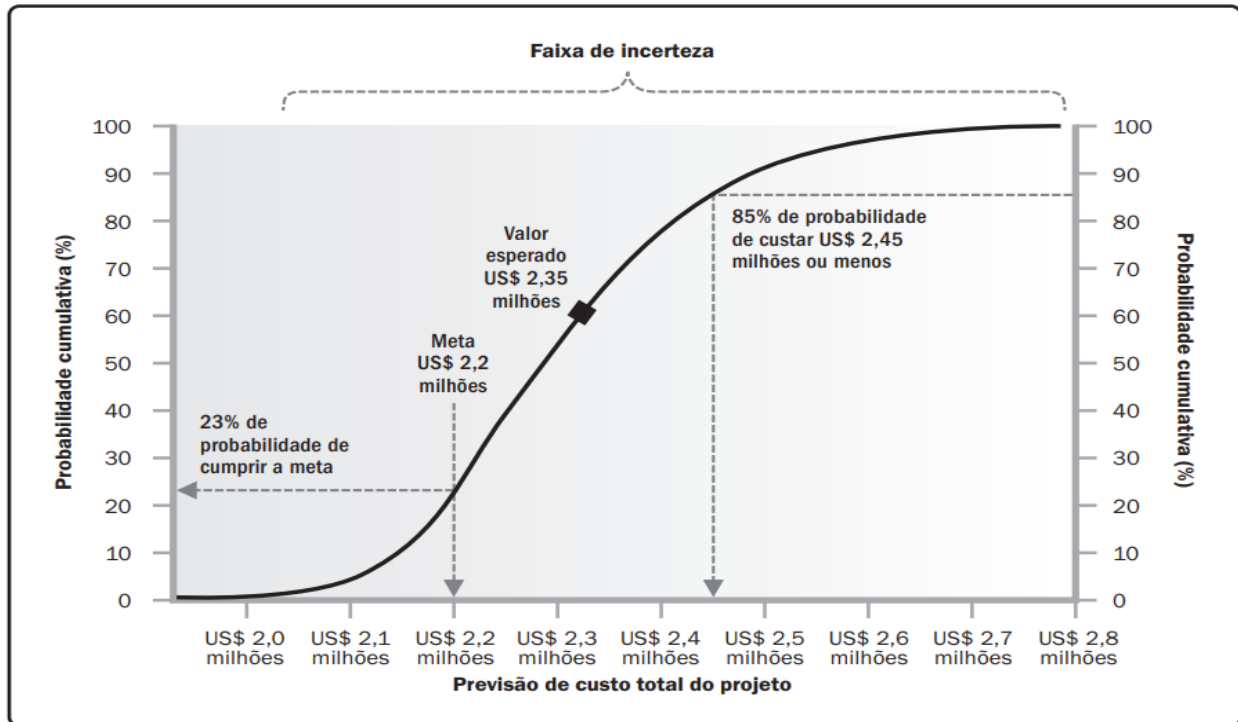
b) Análise de dados

- Simulações

De maneira geral, as simulações são feitas utilizando o método de Monte Carlo, um modelo de cálculo estatístico, em que são simulados efeitos combinados dos riscos individuais e avaliam o possível impacto do projeto.

Por exemplo, em Monte Carlo, ao executar uma análise de risco de custo, a simulação usará estimativas de custo do projeto. Com um software utilizado para gerar as iterações, são escolhidos valores aleatórios de entrada para cada iteração. As saídas representarão a faixa de resultado possível para o projeto em forma de uma curva S, apresentando uma distribuição de probabilidade cumulativa onde vê-se a probabilidade de alcançar um determinado resultado. Pode-se visualizar este exemplo na Figura 6 a seguir:

Figura 6: Exemplo de Curva S de análise quantitativa de risco de custo



Fonte: Guia PMBOK, 2018

A lógica é a mesma para outros parâmetros, como cronograma ou custo – cronograma.

- Análise de sensibilidade

Essa etapa faz a correlação das variações nos resultados do projeto, impactos, com os elementos do modelo de análise quantitativa dos riscos, mostrando uma comparação de importância relativa à base de objetivo do projeto.

A exibição típica dessa análise é o diagrama de tornado, exemplo (Figura 7), onde as barras de variações negativas afetam negativamente a relação do objetivo (ameaças), e quanto maior a barra, maior seu efeito de variação.

Figura 7: Exemplo de Diagrama de Tornado

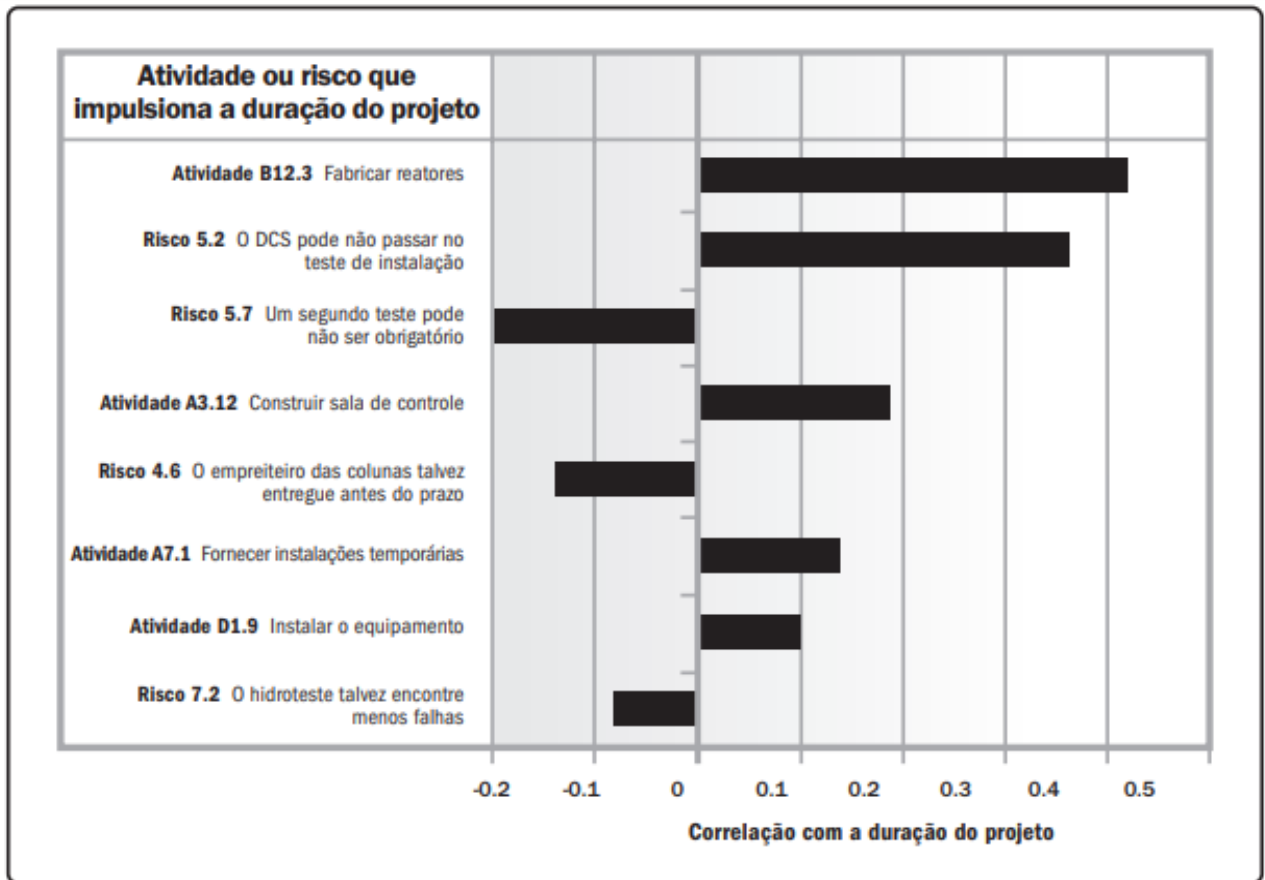


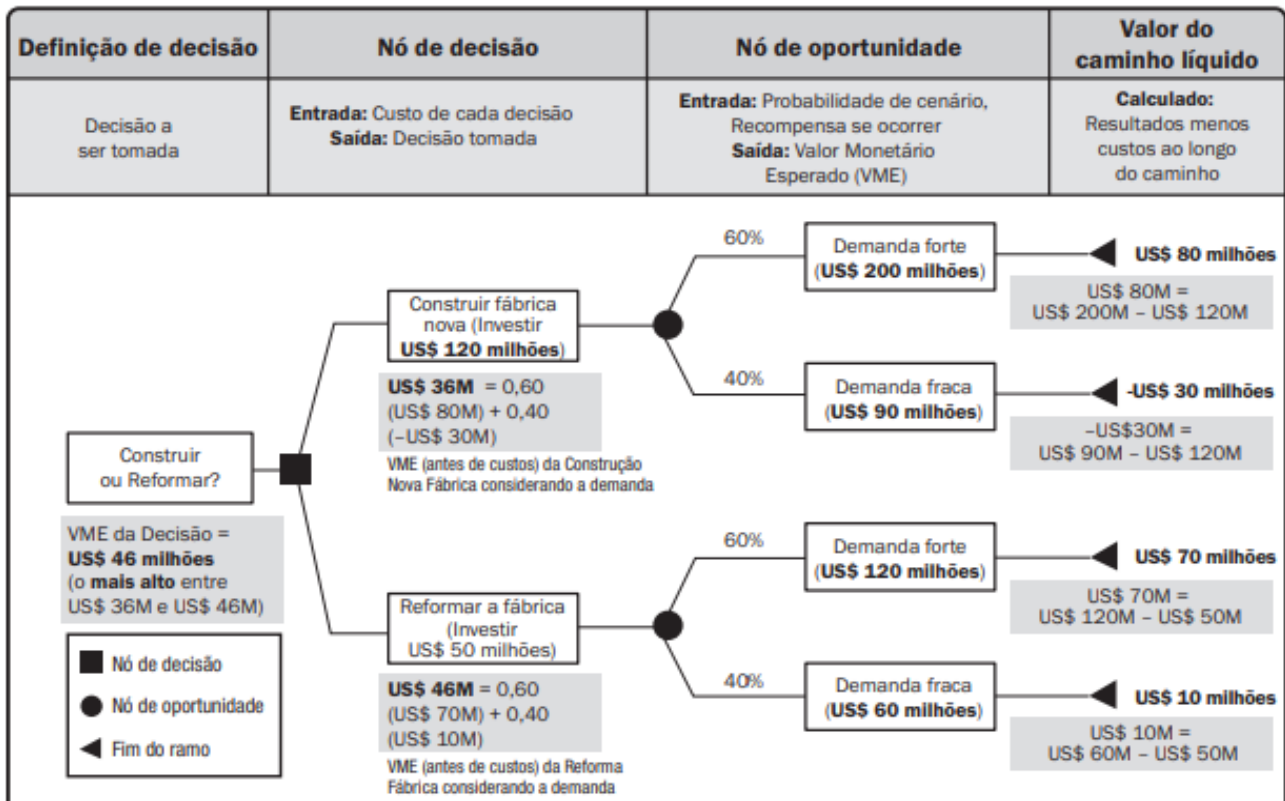
Figura 11-14. Exemplo de Diagrama de Tornado

Fonte: Guia PMBOK, 2018

- Análise da árvore de decisão

Esse método é utilizado para apoio de tomada de decisões, demonstrando diversos caminhos alternativos de eventos e decisões facilitando na seleção do melhor curso a ser tomado. A árvore de decisão (Figura 8) avalia com base no cálculo do valor monetário esperado em cada ramo.

Figura 8: Exemplo de Arvore de Decisão



Fonte: Guia PMBOK, 2018

#### 4) Planejar as Respostas aos Riscos

Após as análises dos riscos, será feito o processo de desenvolvimento de alternativas, estratégias e ações para tratar a exposição dos riscos. O principal benefício desta fase é a identificação de formas apropriadas de abordagens aos riscos. Este processo também é realizado ao longo do projeto, a depender de atualizações das análises quantitativas e qualitativas.

As principais estratégias para esta etapa consistem em:

##### a) Escalar

Essa estratégia é utilizada tanto para tratamentos de oportunidades, quanto ameaças. Sendo recomendada quando a equipe do projeto concorda que a incerteza está fora do escopo do projeto ou exceda a alçada do proprietário do projeto.

Desse modo, os riscos escalados serão gerenciados no nível do portfólio e partes relevantes da organização, e não no nível total do projeto. Também não serão monitorados pela equipe do projeto, podendo ser incluídos nos documentos do projeto para registro.

b) Prevenir

O método de prevenção ocorre exclusivamente em ameaças, sendo utilizado pela equipe do projeto com o objetivo de eliminar a incerteza ou proteger o projeto do impacto desta incerteza.

Alguns exemplos de prevenção seriam: prorrogar cronograma, remover causa de ameaça, mudança de estratégia do projeto e redução de escopo.

c) Transferir

A transferência de riscos também é utilizada prioritariamente com ameaças, onde é transferida a responsabilidade do evento (incerteza) para terceiros, ficando como a obrigação deles gerenciar e suportar o impacto da incerteza.

A transferência é usualmente realizada a partir de bônus de desempenho, cauções, uso de seguros e garantias. Sendo estabelecidos com acordos oficiais entre as partes envolvidas.

d) Mitigar

A mitigação de riscos é proposta para ações de redução de probabilidade e/ou impacto de ameaças. Este processo é recomendado como estratégia antecipadamente à ocorrência do risco, sendo quase sempre mais efetiva do que a reparação do dano já decorrido.

e) Aceitar

A aceitação de risco significa que a equipe reconhece a existência de incerteza, sendo ameaça ou oportunidade, e não é tomada ação proativa para tratar tal incerteza. A aceitação pode ser passiva ou ativa, ocorrendo quando uma ameaça é de baixa prioridade ou quando não é levantado ações factíveis para tratamento.

Ações ativas de aceitação seria estabelecer reservas de contingência, incluindo recursos ou tempo para cuidar da ameaça, caso essa ocorra. Enquanto aceitação passiva consta apenas com revisões periódicas do risco, acompanhando caso haja alterações significativas.

f) Explorar

A exploração de risco acontece quando a organização aspira pela realização da oportunidade datada. Procurando capturar os benefícios associados ao impacto do risco encontrado.

Ações como esforços investidos para o retorno de menor custo e prazo são exemplos de exploração.

g) Compartilhar

A ação de compartilhamento de risco é semelhante à ação de transferência, sendo a proposta para incertezas positivas, oportunidades. Nesse contexto, os responsáveis terceiros serão beneficiados pela ocorrência do risco.

h) Melhorar

A ação de melhoramento de risco é semelhante à ação de mitigação, sendo a proposta para incertezas positivas, oportunidades. Nesse contexto, a ação de melhoria antecipada é quase sempre mais efetiva do que aprimorar o benefício após a realização do risco.

i) Contingência

Finalmente, algumas ações de tratamento são estipuladas somente após a ocorrência de certos eventos. Caso acreditem que haverá alerta suficiente para implementar planos de resposta, é apropriado estabelecer contingências, sendo executadas sob determinados gatilhos predefinidos, como aumento de prioridade e marcos intermediários.

## 5) Implementar Respostas a Riscos

O processo de implementação de respostas é garantir que as respostas acordadas aos riscos sejam executadas conforme planejado na etapa de Planejar as Respostas aos Riscos.

Ferramentas como sistemas de informações de gerenciamento de projetos integrados às atividades das equipes de gerenciamento de projetos são importantes. Assim como a capacitação dos integrantes da equipe e pessoas envolvidas para incentivar na tomada de decisões quando necessário.

## 6) Monitorar os Riscos

Nesta etapa final tem-se o processo de monitoramento da implementação dos planos estipulados de resposta aos riscos, avaliação da eficácia do processo de riscos, acompanhamento dos riscos identificados e, principalmente, do início de todo o ciclo para a identificação e análise de novos riscos. O benefício deste é garantir a constante atualização das informações das incertezas contidas nos projetos.

A monitoração dos riscos pode ser feita por meio de auditorias, possibilitando a reflexão da eficácia do processo de gerenciamento de riscos, levantando indicadores como:

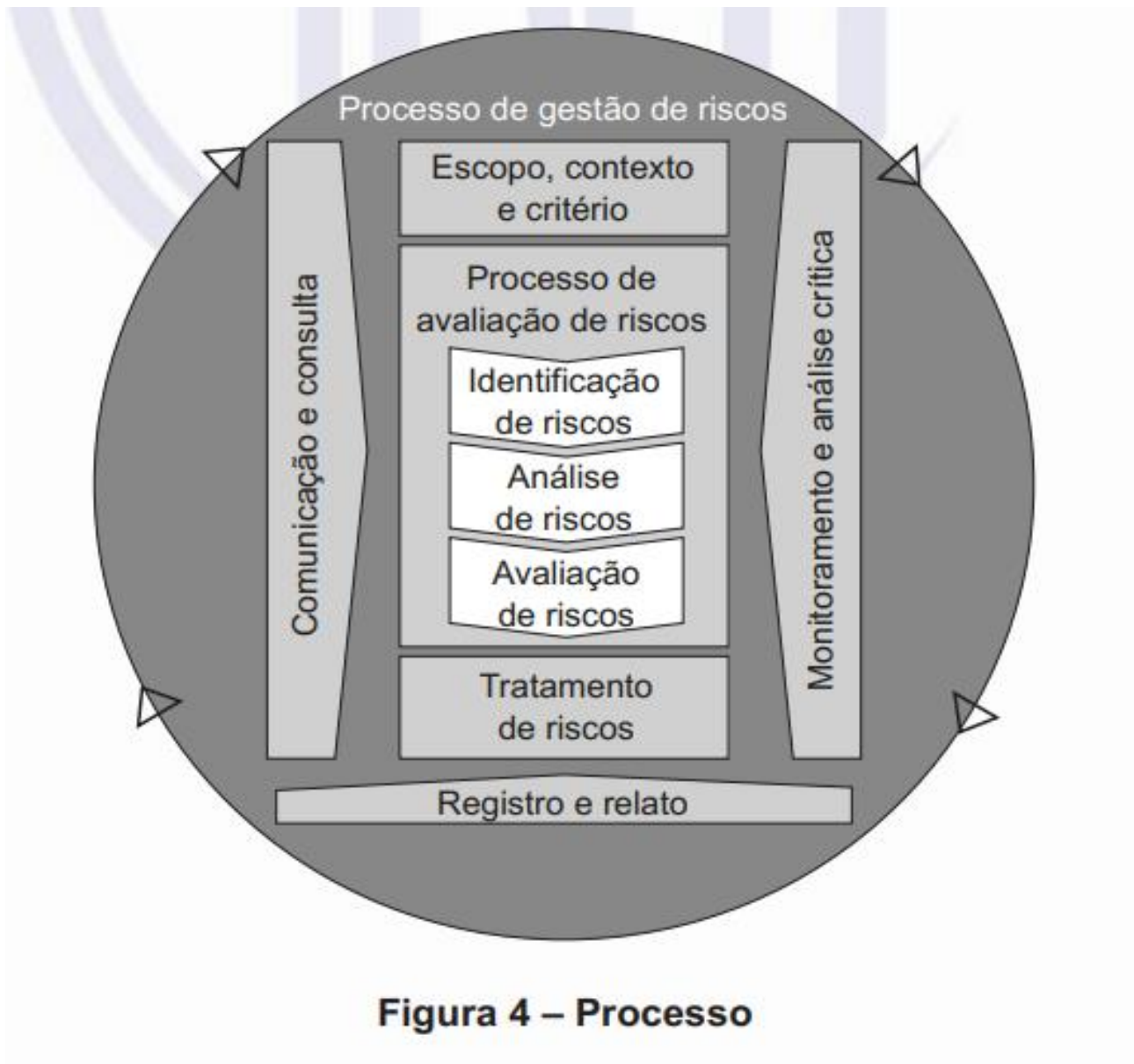
- as premissas do projeto ainda são válidas;
- surgiram novos riscos individuais;
- as estratégias pré-estabelecidas ainda são válidas;
- os planos/reservas de contingência são efetivos;
- quais riscos aconteceram;
- os procedimentos de gerenciamento de riscos estão sendo seguidos;
- o status dos riscos identificados sofreram alterações;
- atualizações de dados de lições aprendidas.

### 3.2.2 Normas Nacionais

As principais normas nacionais sobre planejamento de riscos são as NBR ISO 3100 e a ISO/IEC 31010. Sendo a primeira regida por informações de princípios e diretrizes para gestão de risco eficaz, bem como sugestão de estrutura para bom plano de gerenciamento de risco. Enquanto a IEC 31010 complementa a primeira, trazendo técnicas e ferramentas para o processo de avaliação de riscos estabelecido nos processos da ISO31000.

Os processos de gerenciamento de riscos sugeridos pela NBR ISO31000 consistem no ciclo informado na Figura 9.

Figura 9: Processo de gestão de riscos - ISO 31000

**Figura 4 – Processo**

FONTE: NBR ISO 31000:2018

Onde comunicação e consulta são estabelecidas na norma como técnica contínua e iterativa, conduzida para fornecer, compartilhar ou obter informações e envolver ligação direta com as partes interessadas com o gerenciamento de riscos. Servindo como meio para facilitar o caminho de informações de maneira pertinente, exata, compreensível e sempre levando em consideração os aspectos de integridade e confidencialidade necessários, comunicação e consulta são imprescindíveis em todas as etapas do gerenciamento de risco.

No estabelecimento de contexto a organização deverá estipular os objetivos, definindo parâmetros a serem levados em consideração no gerenciamento de riscos, articulando o escopo e critérios a serem levados ao processo. Portanto, estabelecendo as arbitrariedades do risco bem como seu apetite. Essa etapa, mesmo ilustrada como primeira atividade do processo de gerenciamento, acaba por ser uma etapa anterior às ações contínuas do processo de gerenciamento de riscos, sendo revisitada apenas em casos de necessidade, apontados pela técnica de monitoramento e análise crítica.

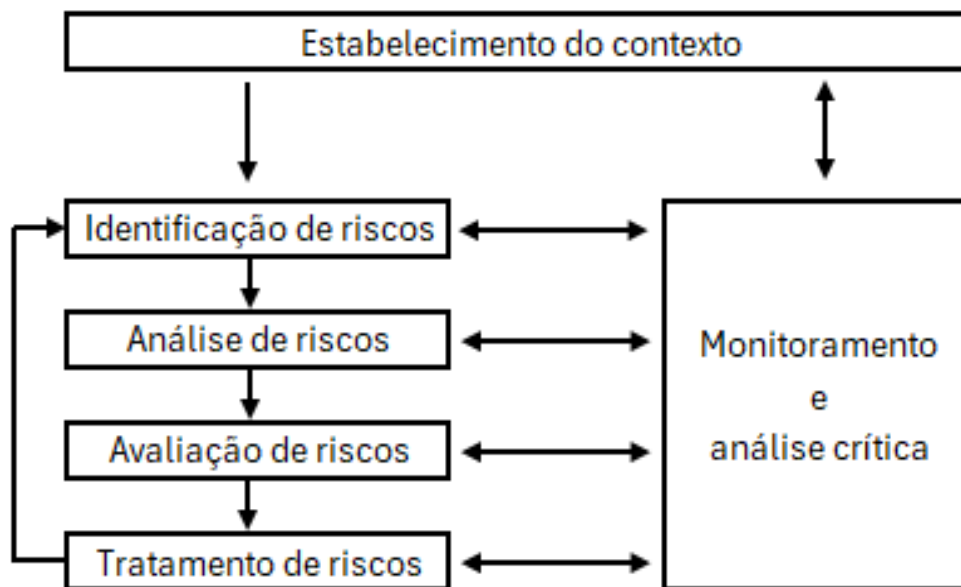
Recomendam-se que o monitoramento e a análise crítica sejam planejados juntamente com o estabelecimento de contexto, sendo parte importante para o processo de gestão de riscos, envolvendo checagem ou vigilância regular. Estas atividades de monitoramento podem ser efetuadas periodicamente ou em resposta a um marco específico. Os aspectos abordados têm a finalidade de:

- a) garantir a eficácia dos controles no projeto e operações
- b) obter informações adicionais para constante melhoria no processo de avaliação de riscos
- c) analisar os eventos e manter um histórico de lições aprendidas
- d) detectar alterações nos critérios, contextos e demais diretrizes que possam exigir revisões no tratamento dos riscos
- e) identificar riscos emergentes

O monitoramento das atividades de gestão de riscos é importante, também, para ter o controle e rastreabilidade do processo de gestão de riscos, sendo uma técnica recomendada em todas as etapas do gerenciamento de risco. Este registro fornece fundamentos de melhoria para com os métodos e ferramentas, bem como para o processo como um todo.

Neste enquadramento de informações, um ciclo de processo de gestão de risco que melhor representaria o processo descrito pela norma é ilustrado conforme Figura 10, onde a característica de comunicação e consulta seria uma técnica abordada em todos os processos, não um processo a mais no ciclo.

Figura 10: Ciclo do processo de gestão de riscos - ISO 31000



Fonte: Produção do próprio autor.

Os processos de ações diretas aos riscos podem ser resumidos em duas etapas.:

- i. Processo de avaliação - processo global de identificação, análise e avaliação dos riscos. Tendo as orientações sobre as técnicas e procedimentos para tal fornecido pela IEC 31010.
- ii. Tratamento de riscos - processo de ações para a modificação do risco.

#### 1) Processo de avaliação

A avaliação de riscos é subdividida em três atividades: identificação, análise e avaliação e garante o entendimento dos riscos, compreender as suas causas, consequências e probabilidades. As técnicas e ferramentas a serem utilizadas em cada etapa é proposta pela IEC 31010.

##### a) Identificação de risco

Esta etapa consiste em apontar, reconhecer e registrar os riscos, com a finalidade de gerar uma lista abrangente de riscos baseada no efeito dessas incertezas em relação aos objetivos do projeto;

podendo aumentar, criar, reduzir, evitar, atrasar ou acelerar a realização dos propósitos estabelecidos. Trazendo informações de área de impacto, fonte de risco, eventos ou mudanças de circunstâncias, causas e consequências dos riscos identificados.

Os métodos para identificar de riscos incluem:

- métodos embasados por evidências: utilização de listas de verificação e análises críticas de dados histórico
- abordagens sistemáticas: seguir um conjunto estruturado de instruções ou perguntas, brainstorming;
- técnicas de raciocínio indutivo: hazop
- método delphi

b) Análise de risco

A análise de risco desenvolve a compreensão do risco, determinando as consequências, probabilidade e outros atributos. Esta etapa fornece entrada para a avaliação de riscos e para as futuras tomadas de decisões relacionadas ao risco.

Convém que a forma que as consequências e probabilidades sejam expressas de modo a refletir o tipo de risco e o seu nível de criticidade apropriado, pois a análise de risco pode ter diversos níveis de detalhamento, a depender da finalidade da análise e dados disponíveis. A análise pode ser qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa e combinação destas, dependendo das circunstâncias. A norma IEC 31010:2021 classifica as tarefas dessa etapa em:

- análise de consequências;
- estimativa qualitativa, semi-quantitativa ou quantitativa da probabilidade;
- estimativa do nível de risco

Nesta etapa também é interessante um início de avaliação da eficácia de controles em andamento.

c) Avaliação de risco

A avaliação visa auxiliar a tomada de decisões baseado nos resultados trazidos pela análise de riscos. A avaliação estipula quais riscos analisados requerem tratamento e a prioridade deste tratamento, comparando os níveis de riscos encontrados durante a análise prévia com os critérios estabelecidos no contexto de gerenciamento de riscos.

Em algumas circunstâncias, esta etapa pode sugerir o retorno à fase de análise, para o risco ser explorado mais profundamente, bem como decidir prosseguir com o tratamento do risco ou até indicar não tratar o risco e apenas manter o seu acompanhamento.

A estrutura mais simples para a tomada de decisão é definir um nível de critério de risco, dividindo os riscos em “necessita de tratamento” e “não necessita”. Deste modo os resultados são simples e atrativos, porém não refletem as incertezas e as estimativas envolvidas nos riscos.

Outra abordagem comum, e mais técnica, é dividir os riscos em três faixas: faixa superior, faixa intermediária e faixa inferior. Esta técnica é altamente utilizada em aplicações de segurança e denominada como ALARP (As Low As Reasonably Practicable) <sup>1</sup>. Sendo:

- i. Faixa superior: nível de risco considerado intolerável, o tratamento do risco é essencial independente do custo;
- ii. Faixa intermediária: custo e benefício são levados em consideração, efetuam-se comparações para a tomada de decisão;
- iii. Faixa inferior: o nível de risco é considerado pequeno bastante para que nenhuma medida de tratamento seja necessária.

Exemplos de técnicas pela norma correlativa IEC 31010 (2012) para o processo de avaliação do risco estão compiladas e listadas no Quadro 1. A sua aplicação para cada etapa é ponderada como não aplicável (NA), aplicável (A) e fortemente aplicável (FA).

---

<sup>1</sup>ALARP (As Low As Reasonably Practicable) sendo traduzido para: Tão baixo quanto razoavelmente praticável.

Quadro 1: Aplicabilidade das ferramentas utilizadas para o processo de avaliação de riscos

Ferramentas e técnicas	Processo de avaliação de riscos				
	Identificação de riscos	Análise de riscos			Avaliação de riscos
		Consequência	Probabilidade	Nível de risco	
Brainstorming	FA	A	NA	NA	NA
Listas de verificação, classificações e taxonomias	FA	NA	NA	NA	NA
Abordagem cindínica	FA	NA	NA	NA	NA
Técnica Delphi	FA	NA	NA	NA	NA
Análise de modos e efeitos de falha	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de modos, efeitos e criticidade de falha	FA	FA	FA	FA	FA
Estudos de perigo e operabilidade (HAZOP)	FA	A	NA	NA	NA
Análise de perigos e pontos críticos de controle (HACCP)	FA	FA	NA	NA	FA
Análise da confiabilidade humana	FA	FA	FA	FA	A
Ishikawa (espinha de peixe)	FA	A	NA	NA	NA
Técnica de grupo nominal	FA	A	A	NA	NA
Análise Bow tie	A	FA	A	A	A
Análise de impacto nos negócios	A	FA	NA	NA	NA
Mapeamento causal	A	A	NA	NA	NA
Análise de causa-consequência	A	FA	FA	A	A
Análise de árvore de falhas	A	NA	FA	A	A
Diagramas F-N	A	FA	FA	A	FA
Teoria dos jogos	A	FA	NA	NA	FA
Análise de camadas de proteção (LOPA)	A	FA	A	A	NA
Análise Markov	A	A	FA	NA	NA
Análise por multicritérios (AMC)	A	NA	NA	NA	FA
ALARP, ALARA e SFAIRP	NA	NA	NA	NA	FA
Análise Bayesiana	NA	NA	FA	NA	NA

Redes Bayesianas	NA	NA	FA	NA	FA
Matriz de probabilidade/ consequência	NA	A	A	FA	A
Análise de custo/benefício	NA	FA	NA	NA	FA
Análise de impacto cruzado	NA	NA	FA	NA	NA
Análise de árvore de decisões	NA	FA	FA	A	A
Análise de árvore de eventos	NA	FA	A	A	A
Simulação Monte Carlo	NA	A	A	A	FA
Gráfico de Pareto	NA	A	A	A	FA

Fonte: NBR IEC 31010:2021

A partir da vasta lista de tipos de técnicas para o processo de avaliação de risco, é necessário estudar os atributos dos métodos para a seleção das técnicas a serem implementadas na gestão dos riscos.

## 2) Tratamento de riscos

O tratamento de risco envolve o planejamento de alternativas para modificar os riscos e a implementação destas. Este processo é cíclico e composto por:

- avaliação de tratamentos já realizados;
- decidir se os níveis de risco residuais são toleráveis;
- ação de contrapartida, caso os níveis residuais não sejam toleráveis;
- avaliação da eficácia do tratamento.

### a) Opções de tratamentos de riscos

As opções de tratamento de risco incluem, mas não são mutuamente exclusivas ou adequadas em todas as circunstâncias:

- evitar o risco, descontinuando ou não iniciando a atividade que originará o risco;

- aumentar o risco, em casos de aproveitamento de uma oportunidade;
- remoção da fonte do risco;
- alteração de probabilidade;
- alteração das consequências;
- compartilhamento do risco com terceiros;
- retenção do risco.

Ao selecionar as opções de tratamento podem ser consideradas ações combinadas ou individuais, sendo sempre recomendado a opção mais adequada para cada risco individualmente. É importante considerar que o fracasso ou ineficácia de um tratamento pode gerar novos riscos, destacando a importância desta etapa.

b) Implementando planos de tratamento

Os planos de tratamento têm como finalidade documentar como as opções de tratamento escolhidas serão implementadas, abordando as seguintes informações:

- motivos para a seleção da opção de tratamento, incluindo os benefícios esperados;
- responsáveis pela aprovação do plano;
- responsáveis pela implementação do plano;
- ações propostas;
- recursos requeridos, incluindo contingências;
- medidas de desempenho;
- cronograma e programação.

Convém que o risco residual seja submetido à monitoração e documentação, bem como ao tratamento apropriado para gestão. Entendem-se como risco residual as incertezas remanescentes

após o tratamento do risco, também podendo ser interpretada como uma versão atualizada do risco em comparação com suas informações iniciais.

### 3.3 GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

#### 3.3.1 *Metodologia Dnit*

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) trabalha ativamente com regimes de contratação intitulados RDC - Regime Diferenciado de Contratações. No RDC é realizada a contratação integrada de obras e serviços, incluindo a elaboração e o desenvolvimento dos projetos básicos e executivos, execução de obras e serviços de engenharia em todos os processos de operação necessárias para a entrega final do objeto. Nesta modalidade de contratação há transferência dos riscos para o contratado, pois não são permitidos aditivos.

Nesse contexto, o DNIT desenvolveu uma metodologia de gerenciamento de risco para aplicação nas contratações integradas, com intuito de regulamentar as reservas de contingência a serem inseridas nos acordos de RDC.

Esta metodologia tem o objetivo de identificar, quantificar e remunerar os riscos transferidos ao contratado.

O RDC determina três partes importantes para o gerenciamento de riscos: (a) identificação, (b) análise e (c) ação. Tendo a forma de análise apenas quantitativa, pois de acordo com (Caltrans, 2012), uma das fontes referenciais para formulação da metodologia, em regimes de contratação integrada não requer uma análise qualitativa para o gerenciamento de riscos.

#### a) Identificação de riscos

Esta etapa consiste em definir os riscos que poderão afetar o empreendimento, elaborando a matriz de riscos que trará informações dos riscos identificados, suas características, determinar respostas e definir as responsabilidades. A matriz de riscos é, além de um registro detalhado dos riscos, instrumento de gestão que subsidiará as etapas seguintes do processo.

A organização elaborou a sua própria matriz de riscos para referência nos seus empreendimentos (Quadro 2), descrevendo os riscos que impactam nos empreendimentos rodoviários. Os riscos elencados na matriz em questão não são imutáveis e podem sofrer alterações e revisões para atualizações.

Os métodos utilizados para a criação do documento consistiram em análise de documentação; dados históricos, documentos específicos do empreendimento, projetos semelhantes e estudos acadêmicos; e coletas de informações; utilizando técnicas como entrevistas com especialistas, brainstorming e premissas do empreendimento.

Quadro 2: Matriz de risco - DNIT

<b>Tipo de risco</b>	<b>Descrição</b>	<b>Materialização</b>	<b>Mitigação</b>	<b>Alocação</b>
Projeto	Inadequação para provimento dos serviços na qualidade, quantidade e custo.	Aumento dos custos de implantação e inadequação dos serviços.	Contratação integrada – responsabilidade da solução de engenharia do contratado; não pagamento se os níveis de serviço não forem atingidos; Contratação de seguro performance; Fornecimento dos elementos de projeto. Remuneração do risco	Contratado Seguradora
Desapropriação/re alocação	Risco de não haver frentes liberadas para o contratado iniciar o empreendimento. Risco de não obter a desocupação de áreas invadidas ou já desapropriadas.	Atraso no cronograma. Aumento no custo	Administração deve fazer levantamento das áreas, cadastro e avaliação. Estimar o custo da desapropriação e relocação, incluindo indenizações. Publicidade. Possibilidade de aditivo de prazo e reajustamento decorrente do atraso nessa atividade, e se for o caso, reequilíbrio.	Atos de levantamento, indenização e demais executórios da expropriação são de responsabilidade da administração.
Construção/Montagem/Implantação	Risco de ocorrerem eventos na construção que impeçam o cumprimento do prazo ou que aumentem os custos	Atraso no cronograma. Aumento no custo	Contratação Integrada. Seguro risco de engenharia. Condições de habilitação	Contratado Seguradora
Risco Geológico	Risco de haver acréscimos nos volumes de escavação, necessidade de tratamentos especiais com maior consumo de aço ou concreto, ou ainda, mudança na técnica de construção prevista.	Atraso no cronograma. Aumento dos custos	Contratação Integrada. Remuneração do risco baseada na avaliação quantitativa. Seguro risco de engenharia.	Contratado Seguradora

Risco Geotécnico	Acréscimos de serviços necessários à estabilização de taludes (maior abatimento, por exemplo): aumento do comprimento ou volume nas fundações.	Atraso na construção. Aumento do custo	Contratação integrada. Remuneração do risco baseada na avaliação quantitativa. Seguro risco de engenharia.	Contratado Seguradora
Licença ambiental/riscos ambientais	Risco de não obtenção das licenças, quando do vencimento ou licenças de canteiro e jazidas. Necessidade de complementação de estudos.	Atraso no início das obras Atraso no cronograma Aumento dos custos	Administração, por meio do gerenciamento ambiental deve prover todos os estudos, estimando custos. Supervisora deve ter o poder de notificar construtora e paralisar serviços	Administração arca com licenças e custos das medidas ambientais. Passivo físico por conta da Construtora. Custos com autuações de responsabilidade da construtora serão arcados por ela
Risco da interrupção do tráfego /Interferência em obra de duplicação	Descontinuidade da prestação do serviço ao usuário. Perda de produtividade.	Interrupção de pista. Aumento do prazo de execução e custo	Contratado deverá propor plano de ataque da obra e simular condições operacionais. Contratação integrada. Remuneração do risco. Seguro risco de engenharia.	Contratado Seguradora
Modificações das especificações de serviço	Administração poderá modificar especificações de serviço, modificar ou ampliar escopo.	Aumento no prazo e custos	Reequilíbrio econômico-financeiro aditivo contratual (excepcional)	Administração
Patrimônio histórico, artístico e cultural	Custos e atrasos associados com descobertas arqueológicas ou outras interferências com patrimônio cultural.	Aumento no prazo e custos	Administração, por meio do gerenciamento ambiental, deve avaliar áreas de relevância arqueológica, tornando público o estudo.	Administração arca com o custo dos aditivos de valor devido ao prazo (reajustamento). Custo de transportes devido à exploração de novas áreas fontes

Obsolescência tecnológica, falta de inovação técnica e deficiência de equipamentos	A contratada não consegue atingir os requisitos de qualidade.	Retrabalhos. Aumento de prazo Aumento de custo	Contratação integrada. Seguro de performance Seguro risco de engenharia	Contratada Seguradora.
Interferências com concessionárias	Interrupção na prestação dos serviços públicos. Relocação de equipamentos fora das normas.	Retrabalho. Atraso no cronograma Aumento dos custos	Contratação integrada. Cadastro por parte das construtoras Seguro performance. Remuneração dos riscos	Contratada Seguradora
Inflação/flutuação de câmbio. Aumento de insumos desproporcionais	Diminuição da lucratividade, perda da performance do fluxo de caixa	Aumento do custo	Reajustamento. Reequilíbrio econômico-financeiro	A flutuação do câmbio, no caso de insumos, aumento do preço desarrazoado do insumo podem gerar reequilíbrio, desde que atestado por meio de notas fiscais, análise que englobará o contrato como um todo
Risco dos títulos minerários	Inexistência de áreas desbloqueadas de exploração	Aumento de custo. Atraso no cronograma	Contratação integrada. Remuneração do risco	Pagamento de royalties caberá, nesse caso, à contratada
Caso fortuito ou força maior	Situações de obra que configurem caso fortuito ou força maior como enxurradas, escorregamentos, desabamentos, perdas de cimbramentos	Aumento de custo. Atraso no cronograma	Seguro risco de engenharia. Remuneração do risco	Contratada Seguradora

Fonte: DNIT, 2013.

O modelo desenvolvido pelo Dnit, mesmo sendo enxuto, engloba as necessidades rastreadas nos históricos de empreendimentos com regime contratual em questão.

Os riscos identificados ainda serão categorizados, agrupados por uma estrutura analítica de riscos (EAR), ordenada por categorias e subcategorias, associadas às famílias de serviço e causa raiz do risco, como na Figura 11.

*Figura 11: Agrupamento dos riscos em famílias de serviço*

**ANEXO 2 – AGRUPAMENTO DOS RISCOS NAS FAMÍLIAS DE SERVIÇO**

Nível 1 – Categoria de Riscos (Famílias de serviço)	Nível 2 – Subcategoria de Riscos (Tipo de risco do Anexo 1 – Matriz de Riscos)
Terraplenagem	Projeto/ Construção/ Risco Geológico/Risco Geotécnico/ Caso fortuito ou força maior
Drenagem e Obras-de-Arte Correntes	Projeto/ Construção/ Risco Geológico/Risco Geotécnico/ Caso fortuito ou força maior
Pavimentação	Projeto/ Construção/ Risco Geológico/Risco Geotécnico/ Caso fortuito ou força maior
Sinalização	Projeto/ Construção
Obras Complementares	Projeto/ Construção/ Caso fortuito ou força maior
Meio ambiente e paisagismo	Projeto/ Licença ambiental /riscos ambientais
Obras-de-Arte Especiais	Projeto/ Construção/ Risco Geológico/Risco Geotécnico/ Caso fortuito ou força maior

Fonte: DNIT, 2013.

É interessante ressaltar que, mesmo não havendo a etapa de análise qualitativa no processo de gestão de riscos, a priorização de riscos é refletida na forma com que os riscos são categorizados.

**b) Análise quantitativa de riscos**

Nesta metodologia, a análise quantitativa concentra-se em mensurar o custo do risco do empreendimento, em decorrência da matriz de riscos. Essa mensuração gera a estimativa de reserva de contingência que será transferida ao contratado.


A técnica utiliza simulações iterativas pelo método de Monte Carlo e análise de sensibilidade por Diagramas de Tornado; por meio de distribuições de PERT geradas; com entradas de informações sendo a matriz de risco registrada, orçamento estimado, opiniões de especialistas e dados históricos de aditivos em obras. As simulações em questão são realizadas pelo software *@Risk*, pronúncia “at

risk”, uma implementação *ad-in* para o Microsoft Excel, possibilitando as iterações necessárias de Monte Carlo e de diversas análises estatísticas.

A primeira avaliação a ser feita durante a análise dos riscos são os componentes de probabilidade e impacto, ambos estimados de dados históricos relativos ao impacto financeiro das Revisões de Projeto em Fase de Obra. Relatando a frequência de ocorrência de aditivos e os percentuais de aditivos.

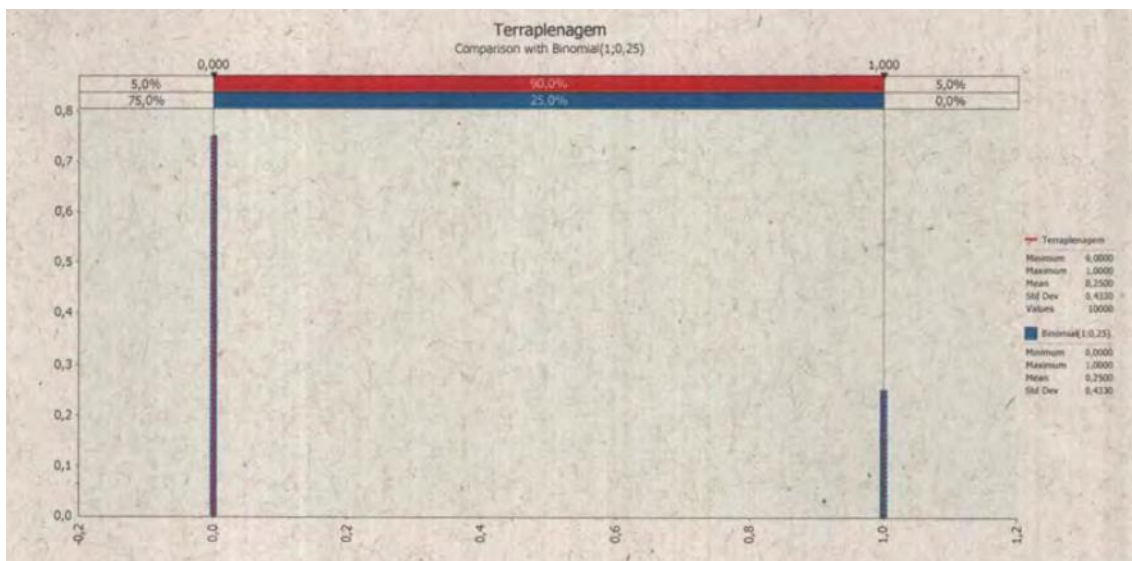
Em casos de ausência de dados históricos, a organização elaborou um Formulário para avaliação de riscos, conforme a Figura 12.

Figura 12: Formulário para avaliação de riscos

 Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes					
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT					
DIRETORIA EXECUTIVA - DIREX					
GERÊNCIA DE RISCOS					
FORMULÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS					
IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO:					
DATA DA REUNIÃO:					
NOME DO ESPECIALISTA 01:			Assinatura: _____		
NOME DO ESPECIALISTA 02:			Assinatura: _____		
NOME DO ESPECIALISTA 03:			Assinatura: _____		
Riscos de aumento ou diminuição de custos		Probabilidade <sup>1</sup>	Impacto <sup>2</sup>		
Famílias de serviços			OPORTUNIDADE	AMEAÇA	
PROJETO BÁSICO/EXECUTIVO					
CANTEIRO E MOBILIZAÇÃO					
TERRAPLENAGEM					
DRENAGEM					
OBRAS DE ARTE CORRENTES					
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS					
PAVIMENTAÇÃO					
OBRAS COMPLEMENTARES					
ILUMINAÇÃO					
SINALIZAÇÃO					
<sup>1</sup> Frequência de ocorrência					
<sup>2</sup> Variação com relação ao orçamento referencial. A oportunidade representa uma redução de custos. A ameaça representa um aumento de custos.					
ESCALA DE REFERÊNCIA PARA A PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO EVENTO DE VARIAÇÃO DO PREÇO:					
PONTUAÇÃO	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Probabilidade	5%	25%	50%	75%	95%
ESCALA DE REFERÊNCIA PARA O IMPACTO NO PREÇO:					
PONTUAÇÃO	Muito baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Oportunidade	insignificante	< 5% diminuição de custo	10% diminuição de custo	15% diminuição de custo	25% diminuição de custo
Ameaça	< 5% aumento de custo	15% aumento de custo	25% aumento de custo	50% aumento de custo	> 100% aumento de custo

Seguindo os parâmetros de probabilidade e impacto é feita a distribuição de probabilidade. Sendo adotado uma distribuição de probabilidade discreta, indicando o número de sucesso de “n” eventos com “sim” ou “não”, cada um com sua probabilidade de ocorrência, modelando se um evento ocorre ou não, pois nem sempre ocorre um aditivo em terraplenagem por exemplo (DNIT, 2013). Tal distribuição é visualizada na Figura 13, onde 0 representa “não” e 1 representa “sim”, com um número “n” de 25 eventos.

Figura 13: Exemplo de distribuição de probabilidade discreta - Binomial



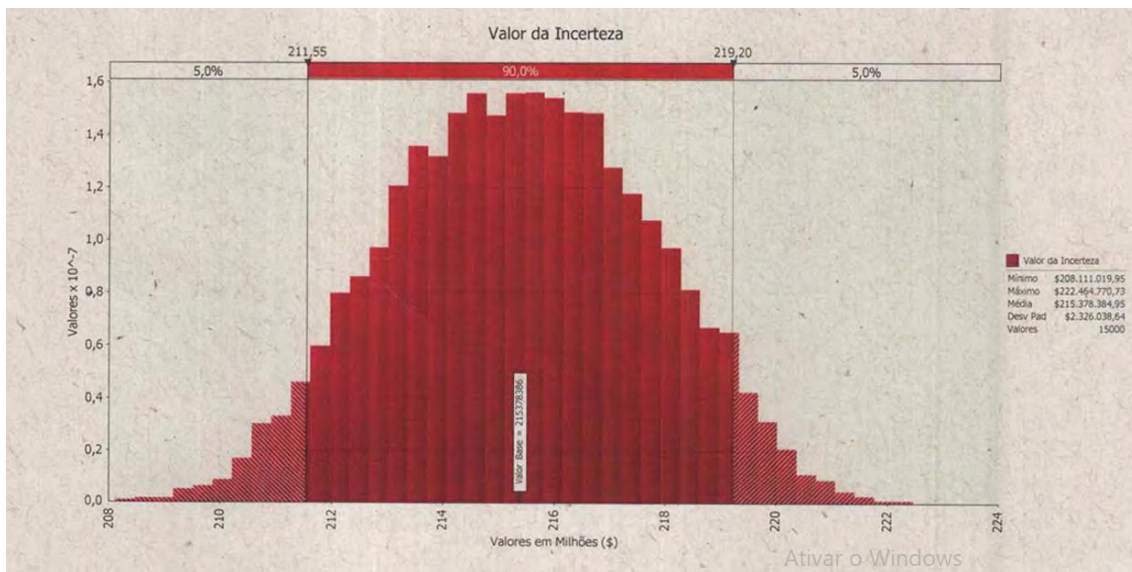
Fonte: Nota Técnica nº05/2013/DIREX/DNIT

Também será feita uma distribuição de probabilidade para o cálculo do impacto, trazendo os valores máximo, mínimo e mais provável de aditivo para ser aplicada a técnica de PERT. A técnica de PERT para o cálculo do impacto é descrita pela Equação 1.

$$\frac{\text{mín} + (4 \times \text{mais provável}) + \text{máx}}{6} \quad (1)$$

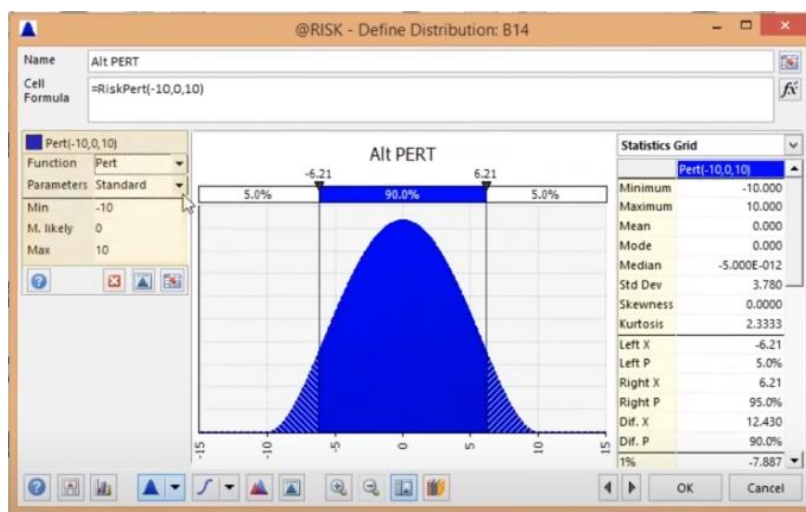
Com os parâmetros estatísticos estipulados utiliza-se o método de Monte Carlo pelo ad-in @Risk para trazer uma amostra com os possíveis cenários de orçamento, que irão refletir em gráfico de distribuição de PERT, um modelo de diagrama de tornado, como ilustrado nas Figuras 14 e 15.

Figura 14: Exemplo de gráfico de distribuição PERT para modelagem de impacto com amostras tomadas por Monte Carlo.



Fonte: Nota Técnica nº05/2013/DIREX/DNIT

Figura 15: Distribuição PERT para modelagem de impacto com amostras tomadas por Monte Carlo no software @RISK



Fonte: IziRisk, 2020.

Ao final, cabe ao gestor definir o melhor cenário e quantificar a reserva de contingência.

### c) Tratamento do risco

No contexto dessa metodologia, as estratégias de ação para os riscos são:

- aceitação passiva

- transferência

Riscos de tipo desapropriação/realocação e licenças ambientais/riscos ambientais serão assumidos e gerenciados pelo DNIT, sendo uma ação reativa à ocorrência do risco, portanto aceitação passiva.

Enquanto a estratégia de transferência é feita pela contratação integrada, por meio de acréscimo ao orçamento estimado, a reserva de contingência é calculada pelo método de gerenciamento de riscos.

### 3.3.2 Metodologia ANTT

A ANTT estabeleceu a sua política de gestão de riscos com finalidade de disseminação e implementação do processo de gestão de riscos no âmbito da Agência.

A etapas estabelecidas pela metodologia são:

- a. levantamento e identificação;
- b. mensuração do risco inerente;
- c. identificação dos controles existentes;
- d. mensuração do risco residual;
- e. estabelecimento das medidas de tratamento;
- f. monitoramento

As atividades da Agência classificam-se em duas: processos organizacionais e projetos. Onde o primeiro refere-se às atividades cíclicas e rotineiras, com os mesmos objetivos ao longo do tempo, enquanto os projetos são atividades estipuladas para um objetivo em específico com tempo limitado. Para fins do foco deste estudo, será dado foco a referências de projetos.

- a) Levantamento e Identificação

Nesta etapa é feito o levantamento dos eventos de riscos e identificação de suas causas e consequências. Sendo necessário o registro de forma clara, consistente e coerente. As técnicas utilizadas para a identificação dos riscos são:

- brainstorming
- Delphi
- entrevistas
- listas de verificação
- análise de decisão por multicritério (MCDA)

Para identificar os eventos de riscos é importante observar os objetivos do projeto sob análise, restringindo-se a avaliação a estes eventos para não haver perda de foco da gestão de riscos.

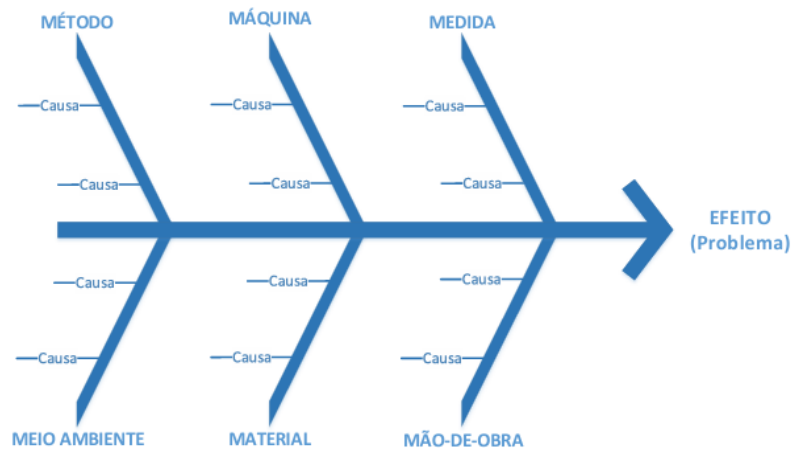
Após a identificação dos riscos, deve-se determinar as suas causas e consequências. A ferramenta destacada para esta atividade é o Diagrama de Ishikawa, ou “espinha de peixe”, que auxilia a indicar a relação entre o efeito e as causas. A aplicação do diagrama inicia-se com a identificação do problema (risco) e a identificação das causas originadoras.

Pode-se dividir em categorias onde as causas se originam:

- meio ambiente – o problema é relacionado ao ambiente interno ou externo do órgão;
- material – o problema é relacionado ao material utilizado na consecução da atividade;
- mão-de-obra – o problema é relacionado aos recursos humanos necessários e/ou utilizados;
- método – o problema é relacionado à metodologia empregada para execução da atividade;
- máquina – o problema é relacionado ao equipamento empregado na atividade;
- medida – o problema é relacionado à medição utilizada na atividade.

Ao final, o diagrama a forma ilustrada na Figura 16.

Figura 16: Diagrama de Ishikawa



Fonte: ANTT, 2018.

#### b) Mensuração do Risco Inerente

Risco inerente refere-se ao risco inicial, desconsiderando as medidas de controle e tratamento.

Nesta etapa será realizada a análise semiquantitativa, ao calcular o risco inerente e determinar o seu nível, os quais dependem da probabilidade de ocorrência e impacto do risco.

Os critérios e ponderações para a determinação de probabilidade seguem de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3: Critérios de ponderação de probabilidade

Probabilidade	Gradação	Descrição
<b>Muito Baixa</b>	1	Evento pode ocorrer apenas em circunstâncias excepcionais ou ainda não foi verificado na execução do processo
<b>Baixa</b>	2	Evento pode ocorrer em algum momento ou já ocorreu algumas poucas vezes durante a execução do processo
<b>Moderada</b>	3	Evento deve ocorrer em algum momento ou se verifica com certa recorrência durante a execução do processo
<b>Elevada</b>	4	Evento provavelmente ocorra na maioria das circunstâncias ou ocorre com bastante frequência quando o processo é executado
<b>Muito Elevada</b>	5	Evento esperado que ocorra na maioria das circunstâncias ou ocorrer quase todas as vezes em que o processo é executado

Fonte: ANTT, 2018.

Da mesma forma (Quadro 4), os critérios e gradações para a classificação de impacto.

*Quadro 4: Critérios de ponderação de Impacto*

<b>Impacto</b>	<b>Gradação</b>	<b>Descrição</b>
<b>Muito Baixo</b>	1	O impacto do evento sobre objetivos do processo é insignificante
<b>Baixo</b>	2	Evento pouco afeta o alcance dos objetivos do processo
<b>Moderado</b>	3	Evento dificulta o alcance de objetivos do processo e causa impacto moderado em termos de custo, prazo ou qualidade, porém recuperável
<b>Elevado</b>	4	Evento ameaça o sucesso de objetivos do processo e causa impacto substancial em termos de custo, prazo ou qualidade, de difícil reversão
<b>Muito Elevado</b>	5	Evento causa impactos irreversíveis em objetivos do processo

Fonte: ANTT, 2018.

Com a qualificação de probabilidade e impacto com escalas de 1 a 5, onde 1 é a mais baixa e 5 a mais alta, é calculado o risco inerente, conforme Equação 2 e em seguida alocado na matriz de risco (Figura 17), para determinar o nível do risco.

$$\text{Risco Inerente} = \text{Probabilidade} \times \text{Impacto} \quad (2)$$

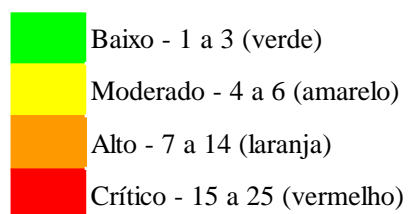
*Figura 17: Matriz de Risco - ANTT*

<b>IMPACTO</b>	Muito Elevado	5	5	10	15	20	25
	Elevado	4	4	8	12	16	20
	Moderado	3	3	6	9	12	15
	Baixo	2	2	4	6	8	10
	Muito Baixo	1	1	2	3	4	5
			1	2	3	4	5
			Muito Baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito Elevada
<b>PROBABILIDADE</b>							

Fonte: ANTT, 2018.

O nível de risco é classificado pelos limites refletidos em cores na Figura 18:

Figura 18: Nível de Risco - ANTT



Fonte: ANTT, 2018.

### c) Identificação dos Controles Existentes

Em situações de riscos já existentes, estes devem ter o registro da atividade realizada para o controle da incerteza, junto com a especificação se o controle é aplicado na causa ou consequência do evento.

A eficácia do controle existente é determinada conforme o seu desenho e operação. Entende-se *desenho* como sendo as normatizações e o estabelecimento de supervisão, e *operação* como a implementação dos procedimentos e suas evidências.

Para esta mensuração são empregadas classificações de 1 a 3 para ambos desenho e operação, conforme os Quadros 5 e 6.

Quadro 5: Critérios de Desenho dos controles

Gradação	Descrição do Desenho	Explicação
1	Controle informal	O controle existe mas não está formalizado em qualquer ato normativo ou instrumento de gestão utilizado pela Agência
2	Controle formal	O controle existe e está formalizado por ato normativo, estando devidamente caracterizado e sujeito a auditorias por instâncias internas ou externas
3	Controle formal e automatizado	Além de atender às exigências do nível de controle formal, o mesmo é automatizado, o que significa que sua alimentação se dá sem intervenção humana direta

Fonte: ANTT, 2018.

Quadro 6: Critérios de Operação dos controles

Gradação	Descrição do Controle	Explicação
1	Pessoas com baixa capacidade na identificação ou interpretação dos controles	Os operadores dos controles possuem pouca familiaridade com os mesmos, não conseguindo interpretar de forma correta os resultados apresentados
2	Pessoas totalmente capazes de apurar os resultados dos controles	Os operadores dos controles conseguem extrair todos os resultados apresentados nas formas que lhes forem solicitadas
3	Pessoas com domínio pleno sobre os controles, interpretando resultados e sugerindo melhorias nos processos	Os operadores dos controles não apenas conseguem extrair todos os resultados, como também conseguem produzir diagnósticos acerca dos mesmos, propondo ainda melhorias em todos os processos (não apenas quanto aos controles em si, como também nos processos que os mesmos monitoram)

Fonte: ANTT, 2018.

Com as qualificações assumidas, é determinado o nível de controle pela média das gradações identificadas, obtendo resultados espelhados na Figura 19 e Fonte: ANTT, 2018.

Quadro 7. Ao verificar o nível de controle é atribuído o percentual de eficácia correspondente à etapa do risco, sendo causa ou consequência.

Figura 19: Matriz de Eficácia dos controles - ANTT

							EFICÁCIA	
							Causa	Consequência
DESENHO	Controle formal e automatizado	3	2	2,5	3	->	80%	40%
	Controle formal	2	1,5	2	2,5	->	60%	30%
	Controle informal	1	1	1,5	2	->	40%	20%
						->	20%	10%
						->	0%	0%
		1	2	3				
		Pessoas com baixa capacidade na identificação ou interpretação dos controles	Pessoas totalmente capazes de apurar os resultados dos controles	Pessoas com domínio pleno sobre os controles, interpretando resultados e sugerindo melhorias nos processos				
		OPERAÇÃO						

Fonte: ANTT, 2018.

*Quadro 7: Percentual de eficácia dos controles*

Nível do Controle	% de Eficácia na Causa	% de Eficácia na Consequência
1	0%	0%
1,5	20%	10%
2	40%	20%
2,5	60%	30%
3	80%	40%

Fonte: ANTT, 2018.

#### d) Mensuração do Risco Residual

Os riscos residuais são resultados dos decréscimos do risco inerente, portanto os “resíduos” dos riscos iniciais após as ações de tratamento. O cálculo do risco residual se dá pela Equação 3.

$$\text{Risco Residual} = \text{Probabilidade Residual} \times \text{Impacto Residual} \quad (3)$$

Onde:

- *Probabilidade Residual* = *Probabilidade Inerente* - *Eficácia do Controle aplicado sobre CAUSA*
- *Impacto Residual* = *Impacto Inerente* - *Eficácia do Controle aplicado sobre CONSEQUENCIA*

Portanto, a mensuração do risco residual espelha os efeitos identificados na etapa de Identificação de Controles nos dados iniciais (inerentes) dos riscos.

Os valores dos riscos inerentes geram matrizes de probabilidade ou impacto pós controles, conforme as Figuras 20 e 21.

Figura 20: Matriz de gradação das probabilidades pós controles

		PROBABILIDADES					RESIDUAIS
		1	2	3	4	5	
% Eficácia dos Controles Aplicados na Causa	0%	1	2	3	4	5	
	20%	1	2	2	3	4	
	40%	1	1	2	2	3	
	60%	1	1	1	2	2	
	80%	1	1	1	1	1	
		1	2	3	4	5	
<b>PROBABILIDADE INERENTE</b>							

Fonte: ANTT, 2018.

Figura 21: Matriz dos impactos pós controles

		IMPACTOS					RESIDUAIS
		3	4	4	5	5	
IMPACTO INERENTE	5	3	4	4	5	5	
	4	2	3	3	4	4	
	3	2	2	2	3	3	
	2	1	1	2	2	2	
	1	1	1	1	1	1	
		40%	30%	20%	10%	0%	
<b>% Eficácia dos Controles Aplicados na Consequência</b>							

Fonte: ANTT, 2018.

e) Estabelecimento das Medidas de Tratamento

As alternativas de tratamentos abordadas pela organização, definidas pela Deliberação ANTT nº 087/2017 são:

- aceitar: decisão de assumir um risco quando não há alternativa e sua probabilidade é alta; sendo este uma oportunidade ou ameaça;

- evitar (mitigar): ação projetada para evitar ocorrência do risco; fundamental para ameaças;
- contingenciar/minimizar: ação positiva de reação, uma vez que o risco ocorrer, a fim de minimizar impactos negativos ou maximizar oportunidades;
- compartilhar: distribuição acordada do risco com demais partes.

As medidas de tratamento devem ser estabelecidas para riscos com limites de exposição superiores aos aceitáveis, definidos anualmente pelo Plano Anual de Gestão de Riscos (PAGR).

#### f) Monitoramento

O monitoramento das atividades é feito em duas etapas. O primeiro é regido pela publicação anual do plano de gestão de riscos (PAGR), um documento com a finalidade de estabelecer as diretrizes para a execução da gestão de riscos. Após a publicação, as unidades são acionadas para a implementação deste monitoramento. Este documento auxilia a constante atualização dos processos, bem como especificar os níveis de risco tolerados pela agência e as metodologias a serem adotadas para a gestão. A segunda etapa é a implementação de planos de ação para tratamento dos riscos.

E o segundo a implementação de planos de ação para tratamento dos riscos. Os resultados dos processos são levantados em fóruns da governança interna para avaliação do desenvolvimento das atividades.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 MATERIAIS**

Este trabalho utilizou de materiais de fontes teóricas e documentos fornecidos pelos órgãos pesquisados, dentre os quais:

- artigos científicos, livros e textos para revisão bibliográfica;
- documentos institucionais incluindo: processos, relatórios, notas técnicas, fornecidos pela Agência Nacional de Transportes e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

### **4.2 MÉTODOS**

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas atividades de inicialização no processo de pesquisa com estudo da literatura em materiais científicos e livros sobre o tema.

1. Revisão bibliográfica sobre as boas práticas de gerenciamento de projetos, com foco na gestão de riscos e os seus parâmetros indicados para melhor entrega.

2. Revisão documental sobre os métodos e planos de gestão de riscos de projetos nos órgãos públicos (ANTT e DNIT).

3. Análise comparativa dos métodos e parâmetros de ambas as organizações a partir da aplicação prática em um cenário em comum, observando os resultados gerados por cada etapa durante as aplicações, junta da discussão de como se encaixam em relação à literatura de boas práticas de gestão de projetos.

4. Conclusões finais do trabalho

## 5. ANÁLISE COMPARATIVA

### 5.1 ESTABELECIMENTO DE EXEMPLO EM COMUM

Para intuito de estudo comparativo, será apresentada a aplicação das metodologias em análise para um mesmo cenário. O cenário a ser explorado será o projeto de Obras de Adequação de Capacidade da Rodovias BR-381/MG, ilustrado em Figura 22, iniciado em 2014 pelo DNIT e com os dados disponibilizados nas Notas Técnicas n°05/2013/DIREX/DNIT e n°10/2013/DIREX/DNIT.

Figura 22: Rodovia BR-381/MG



Fonte: RODOVIA BR-381, 2020

Este projeto foi dividido em 11 lotes, sendo sua extensão total de 303 quilômetros, sendo este trecho desde Belo Horizonte até Governador Valadares. Com isso o exemplo trará o procedimento realizado no Lote 01 (Figura 23), de 72,8 km de extensão (km 155,4 - km 228,2).



Figura 24: Modelo de cálculo de incerteza

Limite

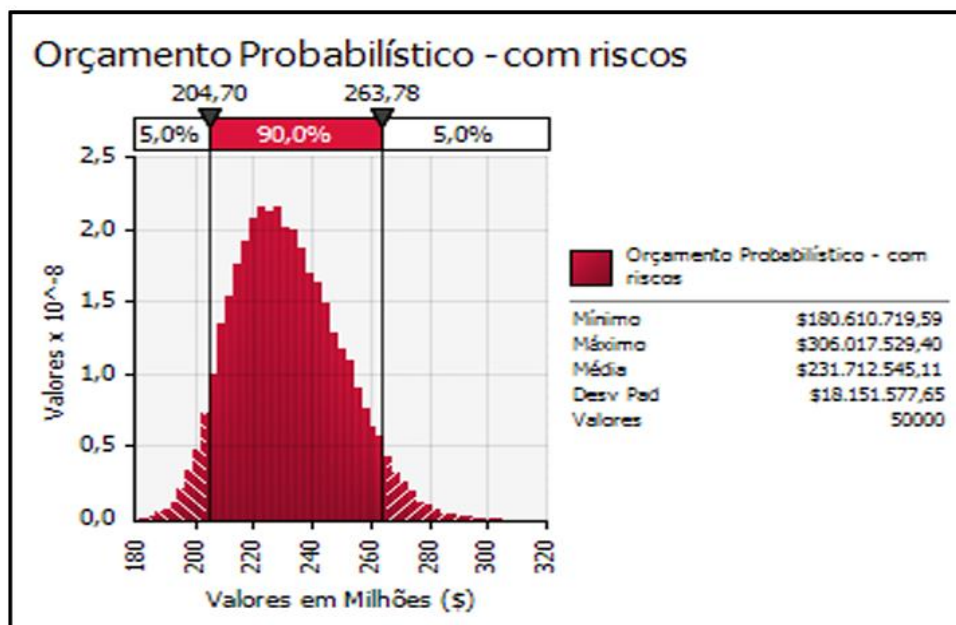
25%

DISCRIMINAÇÃO	MAIS PROVÁVEL \$	MIN	MAX	MIN \$	MAX\$
PROJETO BÁSICO/EXECUTIVO	411.978,24	-1%	1%	407.858,46	416.098,02
TERRAPLENAGEM	20.747.046,53	-5%	5%	19.709.694,20	21.784.398,86
DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	32.249.710,86	-5%	5%	30.637.225,32	33.862.196,40
PAVIMENTAÇÃO	107.042.882,38	-5%	5%	101.690.738,26	112.395.026,50
SINALIZAÇÃO	6.402.606,61	-5%	5%	6.082.476,28	6.722.736,94
OBRAS COMPLEMENTARES	6.437.356,53	-5%	5%	6.115.488,70	6.759.224,36
OAE- OBRA DE ARTE ESPECIAL	28.210.185,00	-5%	5%	26.799.675,75	29.620.694,25
MEIO AMBIENTE	898.079,81	-5%	5%	853.175,82	942.983,80
Paisagismo	1.628.573,92	-5%	5%	1.547.145,22	1.710.002,62
Mobilização e desmobilização	139.499,23	-5%	5%	132.524,27	146.474,19
Instalação e manutenção de caiteiro	1.660.705,41	-5%	5%	1.577.670,14	1.743.740,68
ILUMINAÇÃO	160.497,34	-5%	5%	152.472,47	168.522,21
<b>TOTAL ORÇAMENTO DA OBRA</b>	<b>205.989.121,86</b>				

Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

Partindo dessa base matriz, é executado Monte Carlo cinquenta mil vezes e o resultado é a curva de distribuição de probabilidade na Figura 255:

Figura 25: Distribuição probabilística de orçamento com riscos



Fonte: Nota Técnica nº05/2013/DIREX/DNIT

É possível determinar a probabilidade de ocorrência de um valor determinado de orçamento por esta curva. Assim, o valor de \$205.989.121 tem probabilidade de ocorrência próxima de 5%. Enquanto o orçamento tem 90% de probabilidade de estar no intervalo de \$204,70 e \$263,78 milhões.

Feita a simulação do comportamento no orçamento base, seguem as simulações dos riscos. Para viabilizar o estudo de dados históricos fosse viabilizado, adotaram-se 24 contratos indicados pela CGCONT. Ressalta-se que estes contratos são semelhantes à realidade do projeto em análise. A revisão e tratamento destes dados históricos foram organizados na Figura 266.

Figura 26: Dados históricos de impacto financeiro em projetos em fase de obras

TERRAPLENAGEM	PAVIMENTAÇÃO	DRENAGEM E OAC	SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA	OBRAS COMPLEMENTARES	OAE
-21%			-59%		
-19%			-57%		
-15%			-56%		
3%	-21%	-23%	-45%	-28%	-44%
4%	-6%	-17%	-22%	-16%	-33%
6%	-1%	-9%	-11%	-10%	-26%
15%	0%	-5%	0%	0%	-14%
20%	1%	8%	0%	1%	-5%
26%	3%	12%	6%	2%	-5%
36%	4%	23%	8%	6%	0%
37%	5%	25%	13%	15%	3%
38%	5%	26%	15%	16%	5%
50%	6%	27%	21%	26%	6%
52%	10%	28%	27%	58%	15%
68%	11%	32%	36%	67%	20%
70%	14%	35%	44%	92%	22%
73%	15%	38%	54%	104%	23%
99%	18%	39%	61%	112%	36%
102%	23%	47%	86%	119%	37%
108%	34%	52%	92%	155%	38%
131%	35%	55%	93%	166%	
186%	43%	55%		220%	
220%	54%	60%			
		71%			

Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

Pelos dados históricos foi calculada a probabilidade de ocorrência de cada evento, verificando a frequência de ocorrência dos aditivos em relação a cada família de serviço. Estas frequências seguem na Tabela 1.

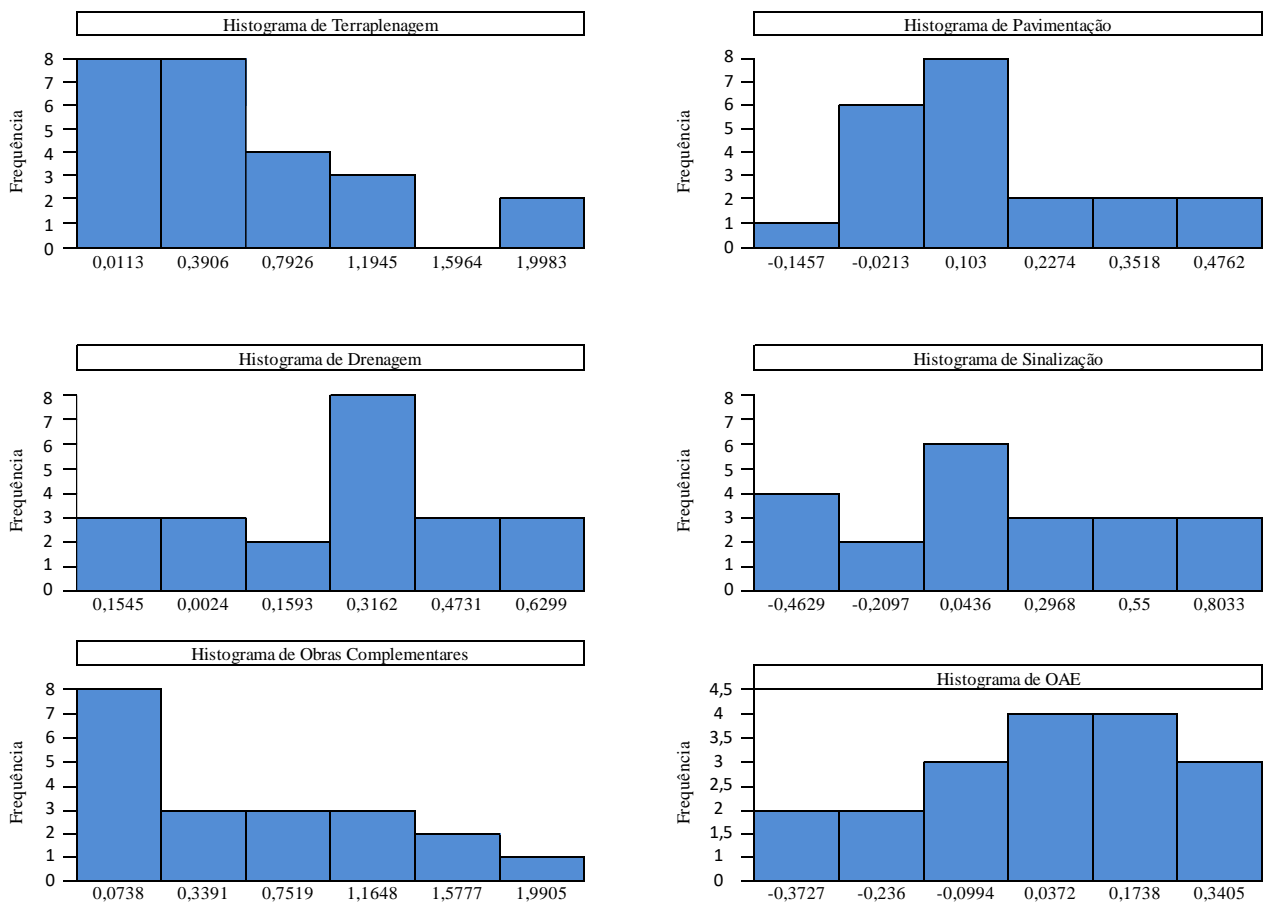
Tabela 1: Frequência de ocorrência de aditivos de acordo com as famílias de serviços

Família de serviços	Frequência
Terraplenagem	86,96%
Drenagem e Obras de Arte Correntes	77,27%
Pavimentação	80,95%
Sinalização	61,90%
Obras Complementares	75,00%
Obras de Arte Especiais	61,11%

Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

Com os mesmos dados dos 24 contratos adotados, geraram-se histogramas (Figura 27) para auxiliar na determinação dos valores mínimo, máximo e mais provável necessários para o cálculo de impacto por PERT.

Figura 27: Histogramas por família de serviço



Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

Os valores mínimos e máximos correspondem aos valores menor e maior registrados na Figura 266, enquanto as variáveis mais prováveis são determinadas pelos valores correspondentes à moda<sup>2</sup> dos histogramas. Portanto as variáveis para o método de determinação do impacto resumem-se na Tabela 2.

Tabela 2: Dados para cálculo do impacto

Risco	Min	Mais provável	Max
Terraplenagem	-21,2%	-1,1%	219,9%
Drenagem e Obras de Arte Correntes	-23,3%	31,6%	70,8%
Pavimentação	-20,8%	10,3%	53,8%
Sinalização	-59,0%	4,4%	93,0%
Obras Complementares	-28,0%	-7,4%	219,7%
Obras de Arte Especiais	-44,1%	3,7%	37,9%

Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

Definidos os parâmetros probabilidade e impacto, é modelada a matriz de orçamento probabilístico considerando os riscos, onde serão calculados os valores de impacto percentuais e de ocorrência de cada família de serviço (Figura 288).

Figura 28: Orçamento estimado considerando riscos

Preço de Referência	\$ 205.989.121,86
Valor limite de Contingência (25%)	\$ 51.497.280,47

Pré mitigação		Cálculo de Impacto					Mitigação	
RISCO	PROB.	MIN	MAIS PROVÁVEL	MAX	IMPACTO	IMPACTO SE OCORRER	ORÇAMENTO PROBABILÍSTICO COM RISCO	ESTRATÉGIA
Terraplenagem	87%	-21,2%	-1,1%	219,9%	32,4%	\$ 6.718.585,23	\$ 27.465.631,76	Transfeir
Drenagem e Obras de Arte Correntes	77%	-23,3%	31,6%	70,8%	29,0%	\$ 9.346.503,70	\$ 41.596.214,56	Transfeir
Pavimentação	81%	-20,8%	10,3%	53,8%	12,4%	\$ 13.237.636,45	\$ 120.280.518,83	Transfeir
Sinalização	62%	-59,0%	4,4%	93,0%	8,6%	\$ 550.624,17	\$ 6.953.230,78	Transfeir
Obras Complementares	75%	-28,0%	-7,4%	219,7%	27,0%	\$ 1.739.159,16	\$ 8.176.515,69	Transfeir
Obras de Arte Especiais	61%	-44,1%	3,7%	37,9%	1,4%	\$ 404.345,99	\$ 28.614.530,99	Transfeir
Meio ambiente		NÃO FOI CONSIDERADO O RISCO DE VARIAÇÃO					\$ 898.079,81	Transfeir
Paisagismo							\$ 1.628.573,92	Transfeir
Mobilização e desmobilização							\$ 139.499,23	Transfeir
Instalação e manutenção de caiteiro							\$ 1.660.705,41	Transfeir
Iluminação							\$ 160.497,34	Transfeir
Projeto básico/executivo							\$ 411.978,24	Transfeir

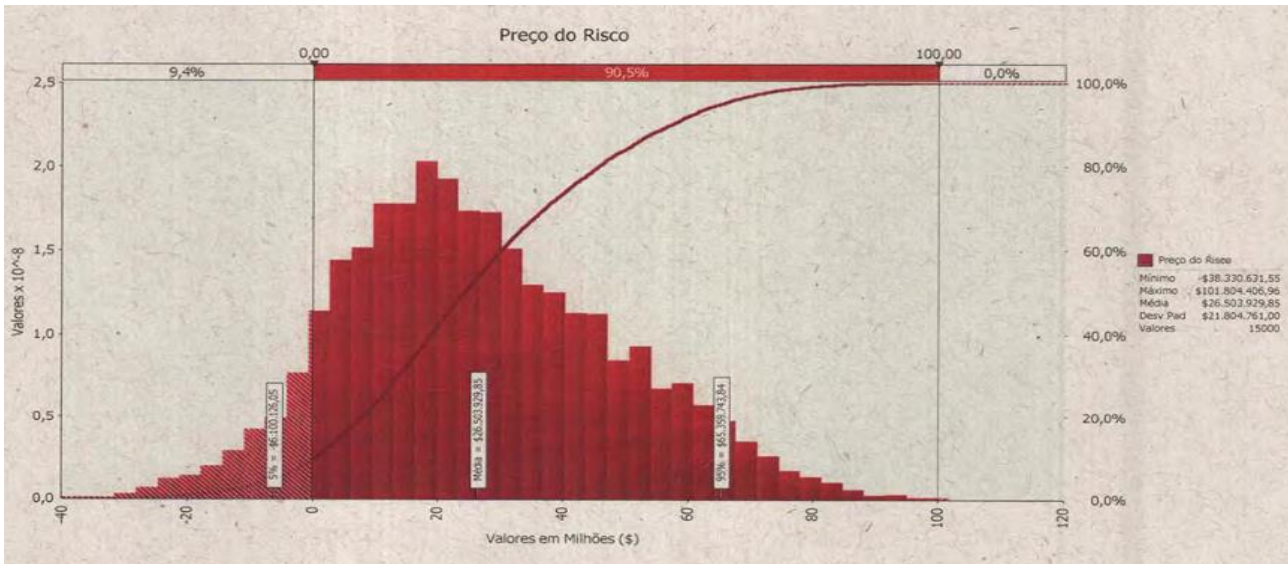
Valor de risco calculado	\$ 31.996.854,70
Orçamento probabilístico	\$ 237.985.976,56

Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

<sup>2</sup> Moda: Em um conjunto de dados, a moda é aquele resultado mais recorrente no conjunto, ou seja, com maior frequência. BrasilEscola (2024)

Rodando Monte Carlo quinze mil vezes novamente, agora para os valores dos riscos, tem-se a curva de distribuição probabilística demonstrada na Figura 29.

Figura 29: Distribuição probabilística de valores de risco



Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

O intervalo da curva mostra que a probabilidade de o montante de risco estar entre \$0,00 e \$100 milhões é de 90,5%. Com isso é finalizada a avaliação do risco, sendo a atividade seguinte desenvolver um sumário para auxiliar os gestores na tomada de decisão quanto à reserva de contingência, como ilustrado na Figura 30. O sumário trará as informações de valores orçamentários com riscos obtidas pela curva probabilística de acordo com a sua porcentagem de confiabilidade.

Figura 30: Sumário de orçamento probabilístico por porcentagem de confiabilidade

Preço Inicial		\$	205.989.122
Análise de riscos		Valores	
Impacto devido aos riscos	Confiabilidade		
	10%	\$	209.351.379
	20%	\$	215.629.933
	30%	\$	220.751.353
	40%	\$	225.435.033
	50%	\$	230.123.426
	60%	\$	235.148.078
	70%	\$	240.758.191
	80%	\$	247.403.275
	90%	\$	256.512.647
Acréscimo devido ao risco %	10%		1,63%
	20%		4,68%
	30%		7,17%
	40%		9,44%
	50%		11,72%
	60%		14,16%
	70%		16,88%
	80%		20,11%
	90%		24,53%

Fonte: Nota Técnica nº10/2013/DIREX/DNIT

As especificações dos relatórios obtidos pelas análises estatísticas pelo @Risk estão do Anexo 1 deste trabalho.

### 5.3 METODOLOGIA ANTT

Para a aplicação dessa metodologia, serão utilizadas as melhores informações disponibilizadas sobre a organização e o projeto em questão.

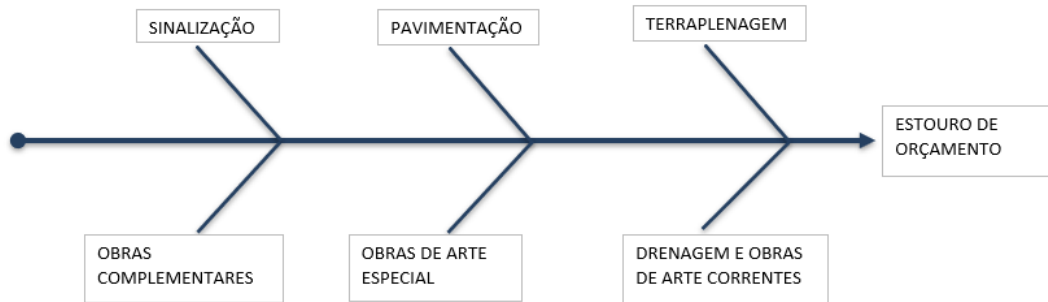
Os limites de exposição ao risco deliberado pelo PAGR, 2022 são:

- Riscos operacionais: alto e crítico
- Riscos relacionados à integridade da organização: moderado

De acordo com as notas técnicas pré-estabelecidas, o risco principal do Lote 01 é estouro de orçamento. E as categorias de causas são: terraplenagem, drenagem e obras de arte correntes,

pavimentação, sinalização, obras complementares e obras de arte especiais. Desta forma, o diagrama de Ishikawa esquematiza a forma indicada na Figura 31:

Figura 31: Diagrama de Ishikawa BR-381/MG



Fonte: Produção do próprio autor.

Seguindo para a mensuração do risco inerente, será aplicado o dimensionamento sobre as categorias de risco.

Para embasamento teórico e histórico, serão consideradas as mesmas informações destacadas anteriormente nas Figuras 26 e 27. Assim, a mensuração dos eventos incertos resulta na Tabela 3:

Tabela 3: Mensuração de risco inerente BR-381/MG

Risco	Probabilidade	Impacto	Nível do risco	
Terraplenagem	5	4	20	Crítico
Pavimentação	4	2	8	Alto
Drenagem e OAC	4	3	12	Alto
Sinalização	3	1	3	Baixo
OAE	2	1	2	Baixo
Obras complementares	3	2	6	Moderado

Fonte: Produção do próprio autor.

Para identificar e mensurar os controles existentes será assumida a ação de criação de uma reserva de contingência aplicada à consequência do risco, diretriz seguida na nota técnica estabelecendo o projeto. Os valores definidos para a gradação dos controles são arbitrários para demonstrar a aplicação da metodologia e resultam na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4: Mensuração de controles BR-381/MG

Risco	Desenho	Operação	Nível de controle	% de Eficácia na consequência
Terraplenagem	2	2	2	<b>20%</b>
Pavimentação	2	1	1,5	<b>10%</b>
Drenagem e OAC	2	2	2	<b>20%</b>
Sinalização	2	1	1,5	<b>10%</b>
OAE	2	2	2	<b>20%</b>
Obras complementares	2	1	1,5	<b>10%</b>

Fonte: Produção do próprio autor.

Para o risco residual, como os controles estabelecidos são atuantes na consequência do risco, isso resultará em uma redução nos Impactos Inerentes, resultando na Tabela 5:

Tabela 5: Mensuração de riscos residuais BR-381/MG

Risco	Impacto Inerente	% de Eficácia na consequência	Impacto Residual	Risco residual
Terraplenagem	4	<b>20%</b>	3	<b>15</b>
Pavimentação	2	<b>10%</b>	2	<b>8</b>
Drenagem e OAC	3	<b>20%</b>	2	<b>8</b>
Sinalização	1	<b>10%</b>	1	<b>3</b>
OAE	1	<b>20%</b>	1	<b>2</b>
Obras complementares	2	<b>10%</b>	2	<b>6</b>

Fonte: Produção do próprio autor.

Conforme os limites de exposição definidos, riscos altos e críticos devem ser estabelecidas medidas de tratamento.

Por falta de informações internas mais aprofundadas da organização, as possíveis ações de tratamento resultam arbitrárias e não oficiais.

Assim, para os três riscos com níveis iguais aos limites de exposição estabelecidos inicialmente, alto e crítico, será instituído ação de tratamento. O risco identificado e avaliado é “estouro de orçamento”, deste modo, a ação de tratamento escolhida será a contingência dos riscos por meio de uma reserva de contingência para os riscos em limite de exposição.

## 5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com ambas as metodologias aplicadas em um mesmo exemplo é possível compará-las de acordo com as etapas principais de gestão de risco, como resumido no Quadro 8:

Quadro 8: Comparação de metodologias DNIT x ANTT

Comparação de metodologias	
Identificação dos Riscos	
DNIT	ANTT
Análise de documentação (dados históricos, documentos do empreendimento, projetos semelhantes, estudos acadêmicos)	Brainstorming
	Delphi
	Entrevistas
Coleta de informações (Entrevistas, brainstorming)	Listas de verificação
	MCDA
Categorização por famílias de serviço	Diagrama de Ishikawa
Análise do risco	
DNIT	ANTT
Quantitativa	Semi-Quantitativa
Simulações por Monte Carlo	Matriz 5x5
Diagrama de Tornado	Controles existentes e riscos residuais
Respostas ao risco	
DNIT	ANTT
Aceitação passiva	Aceitar
Transferência	Evitar (Mitigar)
	Contingenciar
	Compartilhar
Monitoramento e Controle	
DNIT	ANTT
Revisão de Matriz de Risco	Plano Anual de Gestão de Riscos
	Planos de Ação

Fonte: Produção do próprio autor.

Observando as técnicas (Quadro 8) é possível confirmar que ambas as organizações abordam as ferramentas e processos recomendados pela literatura internacional, Guia PMBOK, e normas brasileiras, ISO 31000 e IEC 31010.

Interessante destacar os resultados obtidos pelas aplicações de cada metodologia. Enquanto pela metodologia do DNIT chega-se à valores de reserva de contingência, pela metodologia da ANTT é feita uma escolha de plano de ação para os riscos e essa escolha acaba sendo a criação de uma

contingência para os riscos acima da exposição aceitável. Portanto é possível admitir que ambas as metodologias alcançam resultados similares, mesmo que não numericamente idênticos.

Com esta pontuação, é curioso analisar o tratamento dos riscos de cada metodologia: enquanto a metodologia do DNIT chega friamente em um valor numérico dos riscos admitidos, a metodologia da ANTT acaba por qualificar os riscos individualmente, mesmo sendo um método semi-quantitativo. Assim, pode-se entender que a metodologia semi-quantitativa da ANTT complementa e aprofunda as informações e análises da metodologia puramente quantitativa do DNIT, essa possibilidade permite um cenário mais robusto a gestão de risco.

## 6. CONCLUSÃO

Durante este estudo pôde-se afirmar que ambas as organizações estabelecem as suas próprias gestões com as suas próprias particularidades, porém sempre atendendo as diretrizes estabelecidas pela literatura, conforme as normas ISO 31000, IEC 31010 e Guia PMBOK. Também é interessante observar que as metodologias não determinam uma análise especificamente qualitativa dos riscos, mas indiretamente acabam realizando durante as análises de dados e categorização dos riscos, mostrando o quão indispensável é esta análise para o gerenciamento de risco, mesmo não sendo a etapa chave do processo.

É pertinente destacar os resultados obtidos pelas metodologias, pois ao serem aplicadas em um mesmo exemplo trazem apurações semelhantes, sendo eles particularmente complementares entre si. O que mostra a eficácia das gestões de risco sobre o tratamento das incertezas em um projeto, mesmo estas sendo pertencentes a organizações distintas com suas próprias particularidades e utilizando técnicas e ferramentas diferentes.

No entanto, mesmo ambas as metodologias alcançarem resultados semelhantes, é importante destacar as vulnerabilidades dos processos. A metodologia DNIT prioriza a gestão de riscos relacionada ao orçamento, não aprofundando nas subjetividades dos riscos e não tendo controle sobre o tratamento correto das incertezas durante as operações, desde que foram totalmente transferidas aos contratados. Enquanto a metodologia ANTT é subjetiva e dependente da capacidade de julgamento dos responsáveis de avaliar e tratar as incertezas.

Portanto, ambas metodologias atendem às peculiaridades de cada organização, mas apresentam limitações quanto ao registro completo com as informações integrais dos riscos. No entanto, quando utilizadas em conjunto, complementam-se, enriquecendo as análises de dados obtidos e promovendo gestão de risco eficaz e alinhada aos princípios e diretrizes estipulados pela literatura. Tal abordagem no contexto rodoviário proporciona maior segurança e confiabilidade aos projetos de infraestrutura.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. Comitê de Governança, Riscos e Controle. 2018. **Metodologia para Avaliação e Tratamento de Riscos**, Brasília: ANTT, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. Núcleo Estratégico do Comitê de Governança, Riscos e Controle. 2022. **PLANO ANUAL DE GESTÃO DE RISCOS**, Brasília: ANTT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) (Rio de Janeiro). 30/08/2021. **NBR IEC 31010 Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos: Risk management — Risk assessment techniques**, Brasil, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) (Rio de Janeiro). 28/03/2018. **NBR ISO 31000 Gestão de riscos — Diretrizes: Risk management — Guidelines**, Brasil, 2018.

BRASILESCOLA. Moda, média e mediana: Moda. *In*: OLIVEIRA, Raul Rodrigues. **Moda, média e mediana: Moda**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/matematica/moda-media-mediana.htm#Moda>. Acesso em: 19 nov. 2024.

CALTRANS (California (EUA)). **Project Risk Management Handbook: A Scalable Approach**. Brasil: California Department of Transportation, 2012. 51 p. v. 1. 51p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Carlos Eduardo Veras Neves, Iana Araújo Rodrigues, Mariana Campos Porto. 2013. **Guia de Gerenciamento de Riscos de Obras Rodoviárias - Fundamentos**, Brasília: DNIT, 2013.

DIRETORIA EXECUTIVA - DIREX (Brasília (DF)). DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. 2013. **Nota Técnica nº 05/2013/DIREX/DNIT: Modelo de Gerenciamento de Riscos para aplicação na BR-381/MG e demais obras rodoviárias do DNIT**. 2013.

DIRETORIA EXECUTIVA - DIREX (Brasília (DF)). DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. 2013. **Nota Técnica nº**

**10/2013/DIREX/DNIT:** Modelo de Gerenciamento de Riscos para aplicação na BR-381/MG e demais obras rodoviárias do DNIT .2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **A duplicação da BR-381/MG é prioridade do Governo Federal.** Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/a-duplicacao-da-br-381-mg-e-prioridade-do-governo-federal>>. Acesso em: 1 nov. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Processo nº 50600.042793/2012-95, de 22 de maio de 2012.** Solicitação de processo de delegação de competência para realização de audiência pública ref. as obras de modernização e aumento de capacidade. Brasília, 2012.

IZIRISK. **EXERCISE 4: CRITICAL VALUE AND PERT:** @Risk. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Fw5jLlsYvn0>. Acesso em: 1 nov. 2024.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro: editora LTC, 1997.

MICROSOFT. @Risk por Palisade Company. *In: Advanced Risk Analysis for Microsoft Excel using Monte Carlo simulation.*: @Risk. 2024. Disponível em: [https://appssource.microsoft.com/pt-br/product/web-apps/palisadecorp1610462250663.at\\_risk?tab=Overview](https://appssource.microsoft.com/pt-br/product/web-apps/palisadecorp1610462250663.at_risk?tab=Overview). Acesso em: 1 nov. 2024.

PINTO, V. M. S. **Avaliação de um estudo de análise de risco.** Orientador: Renato Lieber. 2003. 35 p. Monografia (Especialização em Tecnologias Ambientais) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Vicente, 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (EUA). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)/Project Management Institute:** Guia PMBOK. 6. ed. EUA: Project Management Institute, 2018.

**RODOVIA BR-381.** Disponível em: <<https://via101.com.br/rodovia-br-381/>>. Acesso em: 1 nov. 2024.

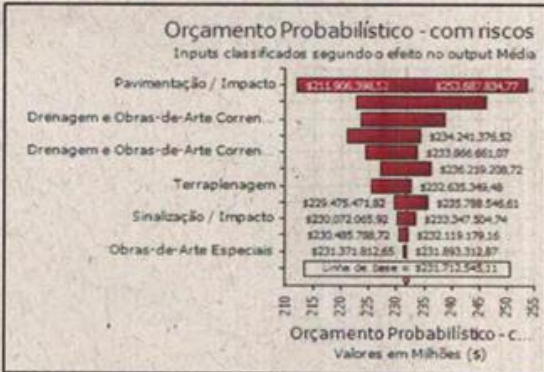
## ANEXO 1

<b>Modelo @RISK Inputs</b>						
Executado por: Mariana Campos Porto						
Data: segunda-feira, 10 de junho de 2013 15:26:06						
Nome	Célula	Gráfico	Função	Min	Média	Max
Terraplenagem	E9		RiskBinomial(D9;C9;RiskName(B9))	0	0,8695652	1
Drenagem e Obras-de-Arte Correntes	E10		RiskBinomial(D10;C10;RiskName(B10))	0	0,7727273	1
Pavimentação	E11		RiskBinomial(D11;C11;RiskName(B11))	0	0,8095238	1
Sinalização	E12		RiskBinomial(D12;C12;RiskName(B12))	0	0,6190476	1
Obras Complementares	E13		RiskBinomial(D13;C13;RiskName(B13))	0	0,75	1
Obras-de-Arte Especiais	E14		RiskBinomial(D14;C14;RiskName(B14))	0	0,6111111	1
Categoria: Drenagem e Obras-de-Arte Correntes						
Drenagem e Obras-de-Arte Correntes / Impacto	I10		RiskPert(F10;G10;H10)	-23,3%	29,0%	70,8%
Categoria: Obras Complementares						
Obras Complementares / Impacto	I13		RiskPert(F13;G13;H13)	-28,0%	27,0%	219,7%
Categoria: Obras-de-Arte Especiais						
Obras-de-Arte Especiais / Impacto	I14		RiskPert(F14;G14;H14)	-44,1%	1,4%	37,9%
Categoria: Pavimentação						
Pavimentação / Impacto	I11		RiskPert(F11;G11;H11)	-20,8%	12,4%	53,8%
Categoria: Sinalização						
Sinalização / Impacto	I12		RiskPert(F12;G12;H12)	-59,0%	8,6%	93,0%
Categoria: Terraplenagem						
Terraplenagem / Impacto	I9		RiskPert(F9;G9;H9)	-21,2%	32,4%	219,9%

## Relatório Output do @RISK para Orçamento Probabilístico - com riscos

Executado por: Mariana Campos Porto

Data: segunda-feira, 10 de junho de 2013 15:25:48



Resumo de informação da simulação	
Nome da planilha	BR-381-MG-Lote01_V.1.3.xlsx
Número de Simulações	1
Número de iterações	50000
Número de Inputs	12
Número de Outputs	2
Tipo de Amostragem	Hipercubo Latino
Tempo de início da simulação	10/06/2013 16:24
Duração da Simulação	00:00:07
Gerador de Aleatório	RAN31
Semente aleatória	41205383

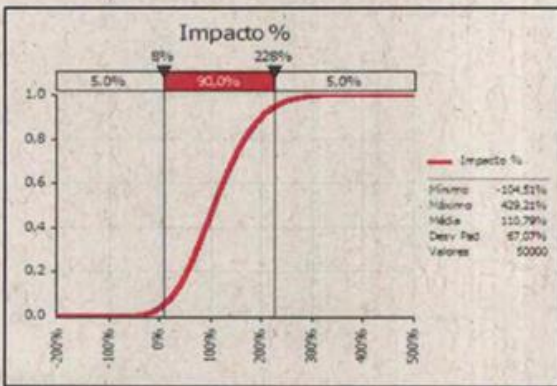
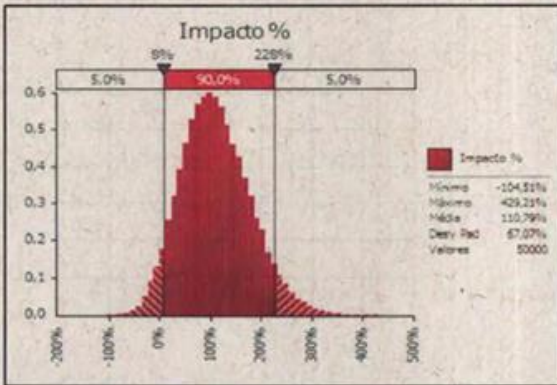
Sumário Estatístico para Orçamento Probabilístico - com riscos				
Estadísticas			Percentil	
Mínimo	\$	180.610.720	5%	\$ 204.704.551
Máximo	\$	306.017.529	10%	\$ 209.351.379
Média	\$	231.712.545	15%	\$ 212.725.447
Desv Pad	\$	18.151.578	20%	\$ 215.629.933
Variância		3,2948E+14	25%	\$ 218.302.641
Assimetria		0,35855632	30%	\$ 220.751.353
Curtose		2,804039889	35%	\$ 223.091.068
Mediana	\$	230.123.426	40%	\$ 225.435.033
Moda	\$	225.228.581	45%	\$ 227.795.967
X Esquerda	\$	204.704.551	50%	\$ 229.123.426
P Esquerda	5%		55%	\$ 232.646.897
X Direita	\$	263.779.465	60%	\$ 235.148.078
P Direita	95%		65%	\$ 237.812.826
Dif X	\$	59.074.913	70%	\$ 240.758.191
Dif P	90%		75%	\$ 243.839.218
Erros	0		80%	\$ 247.403.275
Filtrar Min	Desligado		85%	\$ 251.566.823
Filtrar Max	Desligado		90%	\$ 256.512.647
Filtrados	0		95%	\$ 263.779.465

Mudança na estatística de output de Orçamento Probabilístico - com riscos			
Posto	Nome	Inferior	Superior
1	Pavimentação / Impacto	\$ 211.906.399	\$ 253.687.835
2	Terraplenagem / Impacto	\$ 222.796.482	\$ 246.048.556
3	Drenagem e Obras-de-Arte Correntes / Impacto	\$ 223.573.482	\$ 238.595.514
4	Pavimentação	\$ 221.096.725	\$ 234.241.377
5	Drenagem e Obras-de-Arte Correntes	\$ 224.430.384	\$ 233.866.661
6	Obras-de-Arte Especiais / Impacto	\$ 227.103.367	\$ 236.219.209
7	Terraplenagem	\$ 225.597.161	\$ 232.635.349
8	Obras Complementares / Impacto	\$ 229.475.472	\$ 235.788.547
9	Sinalização / Impacto	\$ 230.072.066	\$ 233.347.505
10	Obras Complementares	\$ 230.485.789	\$ 232.119.179
11	Obras-de-Arte Especiais	\$ 231.371.813	\$ 231.893.313
12	Sinalização	\$ 231.411.665	\$ 231.879.876

# Relatório Output do @RISK para Impacto %

Executado por: Mariana Campos Porto

Data: segunda-feira, 10 de junho de 2013 15:25:51



Resumo de informação da simulação	
Nome da planilha	BR-381-MG-Lote01_V.1.3.xlsx
Número de Simulações	1
Número de Iterações	50000
Número de Inputs	12
Número de Outputs	2
Tipo de Amostragem	Hipercubo Latino
Tempo de início da simulação	10/06/2013 16:24
Duração da Simulação	00:00:07
Gerador de Aleatório	RAN3I
Semente aleatória	41205383

Sumário Estatístico para Impacto %		
Estadísticas		Percentil
Mínimo	-104,5%	5% 7,8%
Máximo	429,2%	10% 27,5%
Média	110,8%	15% 41,5%
Desv. Pad.	67,1%	20% 53,1%
Variância	0,449841239	25% 63,3%
Assimetria	0,346350219	30% 72,3%
Curtose	3,03751633	35% 81,1%
Mediana	106,5%	40% 89,6%
Moda	93,8%	45% 98,0%
X Esquerda	7,8%	50% 106,5%
P Esquerda	5%	55% 115,0%
X Direito	228,3%	60% 123,6%
P Direito	95%	65% 132,9%
Dif X	220,5%	70% 143,2%
Dif P	90%	75% 154,3%
Erros	0	80% 166,5%
Filtrar Min	Desligado	85% 181,3%
Filtrar Max	Desligado	90% 199,9%
Filtrados	0	95% 228,3%

Mudança na estatística de output de Impacto %			
Posto	Nome	Inferior	Superior
1	Obras Complementares / Impacto	62,6%	191,6%
2	Terraplenagem / Impacto	62,0%	190,0%
3	Sinalização / Impacto	65,1%	160,4%
4	Drenagem e Obras-de-Arte Correntes / Impacto	80,3%	138,7%
5	Obras-de-Arte Especiais / Impacto	84,5%	136,0%
6	Pavimentação / Impacto	88,4%	135,8%