



Modelo de Gestão de Risco em Obras de Escavação de Túneis em Rocha

Teresa Lopes Serra Ramalhão Fortunato

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil

Júri

Presidente: Prof. Luís Manuel Alves Dias

Orientador: Prof. Doutor Pedro Miguel Dias Vaz Paulo

Vogal: Prof. Doutor Fernando António Baptista Branco

Janeiro de 2013

*À minha avó,
pelo exemplo de luta, coragem
e dedicação.*

Agradecimentos

Ao longo dos meses de trabalho para a execução da dissertação, várias foram as pessoas que me apoiaram e ajudaram, a todas elas gostaria de deixar uma palavra de gratidão.

Ao Professor Pedro Paulo, pela orientação desta dissertação.

Aos meus pais e às minhas irmãs, pelo amor e apoio incondicional, pelas palavras de conforto e por terem acreditado no meu potencial ao longo de todo o meu percurso acadêmico.

A toda a minha família pela força que me transmitiram, não só ao longo da dissertação como ao longo de todo o curso.

Ao João Maria, que apesar de estar longe, me animou em momentos de menos força com toda a sua boa disposição e me transmitiu todo o seu amor e carinho, sem os quais teria sido impossível atingir a meta.

À Eng.^a Elisabete por todos os conhecimentos de gestão de risco que me transmitiu, por toda a ajuda e disponibilidade prestada ao longo da execução da dissertação.

À Eng.^a Marta pela disponibilidade, esclarecimento de dúvidas e transmissão de conhecimentos na área da gestão de risco.

A todos os colaboradores do ACE da Venda Nova III, pela excelente forma como me acolheram, e em especial a todos os intervenientes da apreciação dos riscos, pela preciosa ajuda e sem a qual esta dissertação não teria a mesma qualidade.

À Eng.^a Anderleia, minha companheira de casa, pela muita companhia que me fez e por todo o apoio, principalmente nos momentos menos bons da minha estadia.

A todos os meus amigos: amigos do colégio, amigos de faculdade, amigos do grupo dos cavalos que sem eles os meus objetivos eram bem mais difíceis de alcançar.

Obrigada a todos pela preciosa compreensão e apoio constante.

Resumo

A gestão de risco é um tema que tem vindo a suscitar crescente atenção na Construção Civil, devido aos inúmeros os riscos associados ao setor.

Tendo em consideração a crise económico-financeira a nível mundial que tem vindo afetar consideravelmente o setor da Construção Civil as empresas vêem-se obrigadas a adotar atitudes preventivas, com planeamento de custos e prazos rigorosos. Como tal torna-se coerente as organizações criarem metodologias de gestão de risco para as suas obras.

Esta dissertação apresenta uma pesquisa no conhecimento da área de gestão de risco, dando enfoque a três modelos de risco: COSO; PMBOK Guide e ISO 31000: 2009 na qual se inclui o Guia ISO 73: 2009 e IEC/ISO 31010:2009.

Optou-se por criar uma metodologia baseada na proposta na ISO 31000:2009 e no PMBOK (2008), com o objetivo de auxiliar as empresas de Construção Civil no processo de identificação e avaliação de potenciais riscos na fase de construção.

Esta metodologia tem como principal alvo as empresas que pretendam implementar um processo de apreciação de riscos a atividades da empreitada individualmente, para que o estudo seja mais pormenorizado e focalizado. Por fim a metodologia foi testada na fase de construção, na atividade de escavação subterrânea.

Palavras-chave: Gestão de Risco na Construção Civil, Identificação de Risco em Atividades, Análise de Risco

Abstract

Risk Management is a field of study that has been growing in prominence in particular within the Civil Engineering discipline, largely as a result of the complex nature of the industry and its inherent several risks.

Considering the grievous impact of the financial and economic worldwide crisis in the Civil Engineering sector, companies were forced to adopt preventive measures such as strict cost and deadline planning and controlling activities. Henceforth, it becomes critical for companies to create risk management methodologies applied to its construction operations.

The following thesis presents a detailed research on the Risk Management discipline applied to Civil Engineering, analysing three main risk models: COSO, PMBOK Guide and ISO 31000:2009 which includes both the ISO Guide 73:2009 and the IEC/ISO 31010:2009.

The author created a method based on both ISO 31000:2009 and PMBOK (2008) approaches, with the goal of assisting Civil Engineering companies in the process of identification and evaluation of potential risks within the construction phase of the operations.

This methodology is mainly applied to companies that wish to implement a risk assessment process for activities of individual contracts, in order to assure an extensive and detailed study. Finally, the above-mentioned methodology was tested in the construction phase in a tunnelling activity.

Key words: Risk Management in Civil Engineering, Activity Risk Assessment and Risk Analysis.

Índice Geral

Agradecimentos.....	iii
Resumo	v
Abstract.....	viii
1. Introdução	1
1.1. Considerações Gerais	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Estrutura da Dissertação.....	2
2. Estado de Arte	5
2.1. Definições.....	5
2.1.1. Conceito de Risco	5
2.1.2. Conceito do Risco na Construção.....	6
2.1.3. Conceito de Gestão de Risco.....	7
2.1.4. Conceito de Risco e Incerteza	11
2.1.5. Conceito de Probabilidade vs Impacto.....	13
2.2. Cronologia dos Modelos de Referência	14
2.3. Metodologias de Gestão do Risco	14
2.3.1. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO); Enterprise Risk Management (ERM)	15
2.3.2. Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)	18
2.3.3. International Standards Organization 31000:2009 (ISO 31000: 2009) “Risk management – Principles and guidelines”	23
2.4. Técnicas de Identificação do Risco.....	29
2.5. Análises de Risco Qualitativas e Quantitativas	31
2.5.1. Análises de Risco Quantitativas.....	32
2.5.2. Análises de Risco Qualitativas	33
Síntese Final.....	35
3. Metodologia Proposta para Gestão de Risco.....	37
3.1. Introdução da Metodologia.....	37
3.2. Organização da Metodologia	38
3.2.1. Comunicação e Consulta	38
3.2.2. Estabelecimento do Contexto	39
3.2.3. Apreciação dos Riscos	40
3.2.4. Tratamento dos Riscos.....	44
3.2.5. Monitorização e Revisão	44
Síntese Final.....	45

4. Aplicação da Metodologia Proposta: Caso de Estudo	47
4.1. Estabelecimento do Contexto	47
4.1.1. Identificação da Empreitada	47
4.1.2. Descrição Geral da Empreitada	48
4.1.3. Identificação e Descrição da Atividade	51
4.2. Apreciação dos Riscos por Subatividades	56
4.2.1. Identificação dos Riscos.....	56
4.2.2. Análise dos Riscos	60
4.2.3. Avaliação dos Riscos	62
4.2.4. Tratamento dos Riscos.....	66
5. Análise de Resultados	67
5.1. Identificação dos Intervenientes	67
5.2. Tratamento de Dados.....	68
5.3. Análise dos Dados.....	71
6. Conclusões	74
6.1. Conclusões Gerais	75
6.2. Trabalhos Futuros	77
Referências Bibliográficas	79

Anexos

Anexo I- Lista de Identificação dos Riscos

Anexo II- Ficha de Avaliação de Riscos

Anexo III- Plano de Trabalhos da Empreitada

Índice de Figuras

Figura 1 - O verdadeiro custo do risco.	7
Figura 2 - Custos do risco ao longo do Projeto	8
Figura 3 - Esquema das fases da gestão de risco.....	10
Figura 4 - Risco, incerteza e níveis de informação	12
Figura 5 - Escala de impacto.....	13
Figura 6 - Probabilidade e Matriz de Impacto	14
Figura 7 - Cubo Framework COSO II / Enterprise Risk Management.	16
Figura 8 - Esquema do processo de gestão de risco.....	19
Figura 9 - Planear a gestão de risco: entradas, ferramentas e saídas	20
Figura 10 - Identificar os riscos: entradas, ferramentas e saídas	20
Figura 11 - Analisar qualitativamente os riscos: entradas, ferramentas e saídas.	21
Figura 12 - Analisar quantitativamente os riscos: entradas, ferramentas e saídas	22
Figura 13 - Planear as respostas aos riscos: entradas, ferramentas e saídas.....	22
Figura 14 - Monitorizar e controlar os riscos: entradas, ferramentas e saídas.....	23
Figura 15 - Relações entre a ISO 31000 e outros temas normativos.....	24
Figura 16 - Estrutura proposta pela ISO 31000.	26
Figura 17 - Processo proposta pela ISO 31000.....	27
Figura 18 - Vantagens e desvantagens das análises qualitativas e quantitativas.....	32
Figura 19 - Estrutura das análises dedutivas	32
Figura 20 - Estrutura das análises indutivas	34
Figura 21 - Foco principal de estudo da metodologia.	37
Figura 22 – Estrutura da metodologia.	38
Figura 23 - Identificação das responsabilidades dos stakeholders na gestão do risco.....	39
Figura 24 - Sistema Integrado de Gestão	41
Figura 25 - Matriz de avaliação dos riscos – Probabilidade versus Impacto.	43
Figura 26 - Representação da implementação da central de Venda Nova III	47
Figura 27- Representação da implementação da central de Venda Nova III e sua constituição	49
Figura 28 - Localização esquemática das componentes do Projeto	50
Figura 29 - Gráfico representativo do valor estimado da empreitada	51
Figura 30- Fases do ciclo da escavação subterrânea (subatividades).	52
Figura 31 – Fotografia da marcação da frente.	52
Figura 32 - Fotografia da furação da frente.....	53
Figura 33 - Fotografia da furação da frente.....	53
Figura 34 - Fotografia do carregamento dos explosivos.....	53
Figura 35 – Fotografia do camião tanque de explosivos a granel.	53
Figura 36 – Fotografia da frente antes da detonação	53
Figura 37 – Fotografia do resultado da detonação.	53
Figura 38 – Fotografia da rega do escombro	53
Figura 39 – Fotografia da remoção do escombro	53

Figura 40 – Fotografia da colocação de pregagens.....	53
Figura 41 – Fotografia da colocação de cambotas.....	53
Figura 42 – Representação dos riscos associados à marcação da frente na matriz.	62
Figura 43 - Representação dos riscos associados à furação da frente na matriz.	63
Figura 44 - Representação dos riscos associados ao carregamento dos explosivos na matriz.	63
Figura 45 - Representação dos riscos associados à detonação na matriz.	64
Figura 46 - Representação dos riscos associados à rega, remoção e saneamento na matriz.	64
Figura 47 - Representação dos riscos associados ao suporte para avanço na matriz.	65
Figura 48 - Representação dos riscos comuns a todas as fases na matriz.	65
Figura 49 - Gráfico representativo do grau académico dos intervenientes	67
Figura 50 - Gráfico representativo da experiência profissional dos inquiridos.	68
Figura 51 – Gráfico representativo dos riscos durante a marcação da frente.	68
Figura 52 - Gráfico representativo dos riscos durante a furação da frente.....	69
Figura 53 - Gráfico representativo dos riscos durante o carregamento dos explosivos.	69
Figura 54 - Gráfico representativo dos riscos durante a detonação.	70
Figura 55 - Gráfico representativo dos riscos durante a rega, remoção e saneamento.....	70
Figura 56 - Gráfico representativo dos riscos durante o suporte para avanço.	70
Figura 57 - Gráfico representativo dos riscos comuns.....	71
Figura 58 - Gráfico representativo dos riscos da escavação subterrânea.....	71
Figura 59 - Gráfico representativo dos riscos que aparecem em mais do que uma fase e a sua avaliação.....	72

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Cronologia de modelos de referência	14
Tabela 2 - Descrição das fases de apreciação do risco	28
Tabela 3 - Escala de probabilidade.....	41
Tabela 4 - Escala do subfactor 1 (Custo).....	42
Tabela 5 - Escala do subfactor 2 (Prazo).....	42
Tabela 6 - Escala do subfactor 3 (Imagem)	43
Tabela 7 - Identificação dos riscos associados à marcação da frente.	56
Tabela 8 - Identificação dos riscos associados à furação da frente.	57
Tabela 9 - Identificação dos riscos associados ao carregamento de explosivos.	57
Tabela 10 - Identificação dos riscos associados à detonação.	58
Tabela 11 - Identificação dos riscos associados à rega, remoção do escombros e saneamento.	58
Tabela 12 - Identificação dos riscos associados ao suporte para avanço.....	59
Tabela 13 - Identificação dos riscos comuns a todas as fases.....	60
Tabela 15 - Riscos que requerem medidas de tratamento.	66

1. Introdução

1.1. Considerações Gerais

As empresas e organizações de todos os tipos e tamanhos enfrentam influências dos fatores internos ou externos, o que torna ainda incerto se conseguirão e quando atingirão os seus objetivos e metas. O efeito que esta incerteza tem sobre os objetivos da organização é chamado de risco.

Mais concretamente as empresas de Construção Civil trabalham num mercado cada vez mais competitivo, com o rápido avanço das tecnologias, e também com as mudanças na economia, na legislação aplicável e nas preocupações com o ambiente, fazendo com que cada vez mais as empresas procurem melhorias em geral, soluções inovadoras, novos materiais, novas técnicas de construção. As empresas são cada vez mais confrontadas com a emergência de novos riscos. Como tal a gestão de risco começou a ser parte integrante da estratégia das empresas para que eventos de riscos não causem desvios ou impactos sobre os objetivos e pode ser definida como o processo que trata da análise do risco. Segundo Nabil A. Kartam, Saied A. Kartam (2001), a análise e a gestão do risco passaram a ser consideradas como partes importantes do processo de tomada de decisão nas empresas de construção.

A crescente complexidade dos riscos, o seu carácter global e a sua plural natureza nos domínios, coloca às empresas grandes desafios. Riscos globais reclamam respostas globais, num esforço de contextualização e análise atento e rigoroso pelo seu impacto a longo prazo. Julgando por isso que a gestão do risco se deve operar no quadro de uma estrutura clara e consolidada, assente numa cultura forte e de valores partilhados, suscitando o relacionamento e envolvimento com as partes interessadas, indispensáveis à avaliação, gestão e partilha de riscos.

A área da Construção Civil é bastante distinta das outras indústrias devido às suas particularidades, o que a tornam uma área muito sujeita ao risco. Tendo por base esta evidência, torna-se fundamental o conhecimento de técnicas capazes de identificar e tratar os riscos para que seja possível prever e atuar na derrapagem de planeamento e custos do projeto bem como na qualidade do mesmo. Segundo Silva (2012) as especificidades do setor devem-se a fatores como:

- Cada projeto que se inicia é tratado como um projeto praticamente novo, não havendo, muitas vezes, repetição das características dos empreendimentos.
- O local onde se desenvolve o projeto é diferente do local onde se desenrola a obra, o que por si só cria incertezas que podem condicionar a qualidade final do projeto.
- O trabalho ser realizado em condições precárias, uma vez que, a fase de construção se processa em contacto com o meio externo, estando, muitas vezes, as pessoas, os materiais, os equipamentos e a própria obra expostos a intempéries que podem causar danos e, conseqüentemente, atrasos na obra e desvios de custos.
- Existir a necessidade da intervenção de várias pessoas de áreas, na maior parte das vezes, distintas, o que origina conflitos, quebras de informação e dificuldades de comunicação.

A gestão de risco tem sido reconhecida como uma ferramenta importante na gestão dos projetos de construção e tem estado especialmente focada na análise dos objetivos do projeto em termos de tempo, custos, qualidade, segurança e sustentabilidade (Zou, P. X. W., Zhang, G., & Wang, J. Y., 2006).

De acordo com Mladen Radajlcovic, (1996), os dados da indústria da Construção evidenciam que esta tem estabelecido uma má reputação, no que diz respeito ao excedente de custos e prazos dos projetos. Como tal, é bastante pertinente a implementação mais sólida de modelos de gestão de risco nesta área, que permitam perceber os riscos a que nos projetos estão sujeitos e os seus efeitos. Segundo o Instituto Nacional de Estatística, o indicador de confiança da Construção, em Maio de 2012, foi de - 71,4%. Também o Tribunal de Contas chegou à conclusão que são frequentes tanto as derrapagens financeiras (25% e 295% acima dos valores contratualizados) como os desvios de prazos (entre 1,4 a 4,6 anos a mais do que o estipulado em projeto) nesta área, após a realização de auditorias a cinco Empreendimentos de Obras Públicas.

1.2. Objetivos

Os objetivos específicos definidos para esta dissertação foram:

- Desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica que permitisse compreender todos os conceitos relacionados com a gestão de risco;
- Estudo dos conceitos fundamentais encontrados na pesquisa bibliográfica;
- Compreensão de algumas metodologias de gestão do risco: COSO, PMBOK e ISO 31000;
- Desenvolvimento de uma metodologia de apreciação de risco para obras de Construção Civil;
- Aplicação da metodologia proposta a um caso de estudo real, apreciando os riscos para a escavação subterrânea da obra em causa;
- Compreensão das limitações e mais-valias da metodologia desenvolvida.

1.3. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação foi organizada em seis principais capítulos com a seguinte estruturação:

No Capítulo 1, “Introdução”, é feita uma introdução geral da dissertação onde são expostos o âmbito e os principais objetivos do trabalho, bem como os motivos que levaram à sua realização;

No Capítulo 2, “Estado de Arte”, são apresentados os conceitos fundamentais recolhidos durante a pesquisa bibliográfica associados ao risco, ao risco na Construção Civil, à gestão de risco, ao risco e incerteza e à probabilidade e impacto, e são descritas as principais metodologias existentes, bem como as técnicas de identificação de risco e as análises de risco mais utilizadas;

No Capítulo 3, “Metodologia Proposta para Gestão de Risco”, é caracterizada e justificada a metodologia de gestão de risco criada para a apreciação de riscos por atividade, baseada na norma ISO 31000: 2009 e no PMBOK;

No Capítulo 4, “Aplicação da Metodologia Proposta: Caso de Estudo”, é apresentada e descrita a empreitada em estudo, a atividade escolhida e a apreciação de risco obtida de acordo com a metodologia proposta;

No Capítulo 5, “Análise de resultados”, consiste na recolha e análise crítica dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia à escavação subterrânea, elaborando gráficos e histogramas;

No Capítulo 6, “Conclusão”, são apresentadas e discutidas as conclusões mais relevantes da dissertação, é verificado o cumprimento dos objetivos propostos inicialmente bem como as limitações da metodologia e são sugeridas pesquisas futuras que possam complementar o trabalho realizado.

2. Estado de Arte

2.1. Definições

2.1.1. Conceito de Risco

A definição de risco no sector da Construção Civil tem sido um tema bastante estudado e debatido desde há vários anos. No entanto ainda não existe nenhuma definição exata, clara e globalmente aceite. A Construção Civil é das áreas que mais se preocupa com esta temática devido às derrapagens de custos e prazos, e aos acidentes associados a perdas de vidas humanas, que geralmente estão associadas a este tipo de projetos.

Esta temática é abordada desde as décadas 70 e 80, e é desde essa altura que alguns investigadores associam o risco apenas a situações de perda ou perigo e outros defendem a possibilidade da existência de algo benéfico associado às situações de risco, defendem que há muito mais na sua definição do que simplesmente a implicação do conceitos de perigo ou perda, segundo Akintoye e MacLeod (1997).

Na mesma década, e de acordo com Solomon e Pringle (1981), o risco não é mais que o grau de incerteza que se tem em relação a um evento, e onde haverá incerteza, haverá sempre um risco associado.

Machado (1987), estudou a origem etimológica da palavra e concluiu que esta se encontra associada ao castelhano *riesgo*, sinónimo de perigo. Atualmente o termo risco continua a ser associado a perigo ou perda, todos os dicionários o definem nesse sentido. O Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea define *risco* como a *possibilidade de inconveniente ou fatalidade*.

De acordo com Bernstrein (1997), a história do risco desde os primórdios da humanidade e defende que:

- O risco é inerente à natureza humana;
- Aceitar o risco é próprio do *homo economicus*;
- A aversão calculada ao risco e não instintiva é o que diferencia o homem dos outros animais.

Nesta obra o autor explica que o aparecimento de organizações como a Companhia das Índias e das primeiras seguradoras se deu na época dos Descobrimentos, pois foi nessa época que o risco deixou de ser encarado de forma passiva e passou a ser encarado como um facto concreto, ou seja, como um desafio permanente face ao desconhecido. Estas organizações procuraram dar algum tipo de suporte às extremamente arriscadas aventuras e expedições colonialistas e comerciais. A matemática teve também um grande desenvolvimento nesta época, tanto aplicada a questões militares, como a rotas de expedições e, até no entretenimento, com os jogos de azar, sendo que se desenvolveram estudos para a resolução de problemas algébricos numa tentativa inicial de quantificação do risco.

Também segundo Bernstrein (1997), a Teoria das Probabilidades e da ferramenta da lei das probabilidades tiveram um papel fundamental para o processo de quantificação do risco. Com o

avançar do capitalismo mercantil a noção de risco foi-se modificando, com um grande ascendente devido ao advento do capitalismo industrial financeiro, que permitiu o surgimento das Bolsas de Valores. Como resposta à procura de medir o risco através de movimentos gráficos foi criada a Escola de Análise Gráfica, que desenvolveu a Teoria das Ondas de Down.

Berstein (1997) define risco, associado à construção, como uma variável no processo cuja variação resulta em incerteza no que ao custo, duração e qualidade do projeto diz respeito.

Para Krugman (1997) o risco é inerente à história da humanidade e, sobretudo, ao estágio atual do capitalismo caracterizado pela extrema volatilidade.

Segundo Miller e Lessard (2001) o risco é a possibilidade de ocorrência dos eventos, assim como os seus impactos e interações dinâmicas se revelarem diferentes do que havia sido antecipado.

Hillson (2002) chama à atenção que apesar de a generalidade dos autores caracterizar o risco como uma ameaça, este também pode, e deve, ser encarado como uma oportunidade. Quando se aposta na lotaria, estamos a apostar no risco de ganharmos. Mas efetivamente, quando os riscos se materializam, na generalidade são ameaças. Fazer um bom balanço de riscos entre ameaças e oportunidades é uma perspetiva inovador que poderá agregar valor ao nosso projeto, segundo Kähkönen e Artto (2001).

De acordo com Frame (2003) uma situação arriscada pode ser vista segundo duas perspetivas diferentes: é possível ganhar e também possível perder. Se escolhermos um investimento mais arriscado, podemos extrair dele bastante mais benefícios, mas caso não corra tudo como previsto, os prejuízos associados a esta tomada de decisão seriam também eles bastante mais avultados.

O Project Management Institute - PMI (2004) define risco como um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo ou negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto, como tempo, custo ou qualidade.

Mbachu e Vinasithamby (2005) defendem que a definição de risco no âmbito da gestão de projetos tem de ser feita através de uma definição à priori e uma à posteriori:

- Priori: o risco é a probabilidade de que o que é esperado possa não ser realizado, o que obviamente conduz a prejuízo ou perda se os resultados diferirem consideravelmente do que era previsto;
- Posteriori: implica a avaliação do risco como o atual prejuízo sofrido como resultado do não cumprimento de metas ou objetivos devido a circunstâncias controláveis ou incontrolláveis.

2.1.2. Conceito do Risco na Construção

Atualmente, com a ampliação e propagação da utilização de práticas de gestão de projetos, estas começam a chegar a todos os setores da atividade industrial, inclusive à Construção Civil.

Ainda assim, a aplicação dos conceitos e procedimentos trazidos pelas modernas teorias de gestão encontra algumas dificuldades e deve sofrer adaptações, para permitir a sua implementação

no sector da Construção, devido a um conjunto particular de características, de natureza do processo produtivo e do próprio mercado. Esta imprevisibilidade, assim como a complexidade dos projetos e a exigência cada vez maior dos clientes tornam essencial o estudo e a análise dos riscos.

A Construção tem enfrentado nos últimos anos acentuadas dificuldades, passando por diferentes crises de mercado, o que faz com que as empresas do ramo restrinjam os investimentos, tanto na execução quanto na gestão de seus projetos.

De acordo com Mladen Radujkovic (1996), para a gestão de projetos os riscos mais alarmantes são:

- O não cumprimento do orçamento estipulado;
- O não cumprimento do prazo de projeto;
- A falha na qualidade do produto final.

Com a finalidade de evitar que tais situações aconteçam deve-se optar por considerar o estudo dos riscos logo numa fase inicial do projeto. Essa atitude, permitirá identificar os riscos a tempo para que seja possível estudar e definir estratégias de tratamento dos mesmos. Além disso, segundo PMBOK Guide (2004), o risco é maior no início do projeto e vai diminuído com o avançar deste.

O verdadeiro custo do risco é muito maior do que aquilo que é visível segundo CIRIA (1996). A figura 1 retrata esta visão, onde os custos indiretos são superiores aos custos diretos. Esta dificuldade em prever os custos dos riscos reforça, ainda mais, o facto de que é necessário considerar os riscos nos projetos de construção e de que esta análise deve ser efetuada o mais cedo possível.

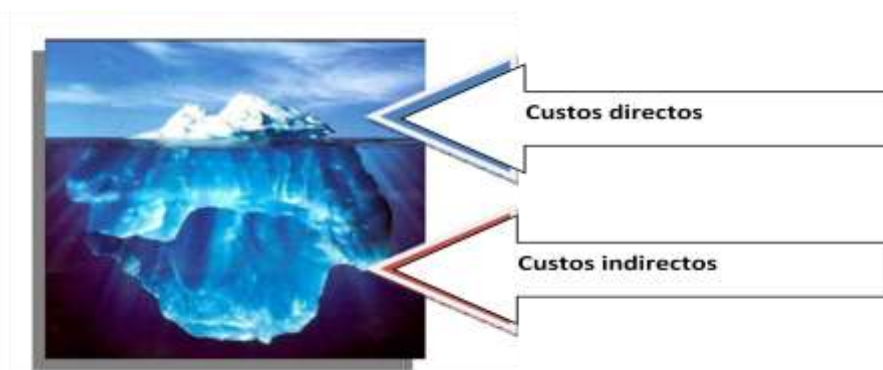


Figura 1 - O verdadeiro custo do risco (adaptado de CIRIA 1996).

2.1.3. Conceito de Gestão de Risco

Qualquer projeto possui um pouco de incerteza. A função fundamental da Gestão do Risco é tratar desta incerteza, para saber como lidar com esta e tentar compreender a sua influência no projeto. Os riscos do projeto podem ser vistos como ameaças ou como oportunidades, pelo que, face à primeira situação, o risco deverá ser atenuado, enquanto face às oportunidades teremos um risco calculado que poderá trazer, por exemplo, vantagens competitivas para um produto ou

empreendimento, com consequentes benefícios nos custos e durações das catividades (Estrela, 2008).

Efetuar apenas a identificação dos riscos, não é condição suficiente para se conseguir evitar, ou diminuir, efetivamente os riscos e conseqüentemente reduzir as perdas provenientes dos impactos negativos, nem aumenta as hipóteses de conduzir um projeto rumo ao sucesso. Contudo, a gestão dos riscos também representa custos, a figura 2 demonstra a diferença de analisar e corrigir um risco no início de um projeto, e os custos afetos a este no final do projeto. São consideravelmente maiores uma vez que quanto mais tarde se agir, mais drásticas terão de ser as medidas implementadas, sendo mais pró-ativas do que preventivas. É forçoso que se identifique os riscos assim que o se dá início ao projeto, sendo este um processo contínuo é importante que continue a identificar e a controlar, os riscos, durante toda a vida deste. Só assim será possível anteciparmos a sua ocorrência, para poder agir em tempo útil.



Figura 2 - Custos do risco ao longo do Projeto (Ribeiro 2007).

Torna-se errado identificar riscos somente no início do projeto, e apenas monitorizar o seu estado, e conseqüente progresso destes. Está à vista de todos, que todos os projetos sofrem alterações desde a sua fase inicial, sejam estas externas ou internas. Assim, a lista inicial de riscos deve ser revista com periodicidade, para adicionar qualquer risco recém identificado, ou alterar os já definidos. Desta forma considera-se que a análise qualitativa do risco deverá ser um processo iterativo, com períodos corretamente definidos consoante o tipo de projeto, duração total, e recursos disponíveis.

De acordo com Öztas e Ökmen, (2005) a gestão de riscos pode ser definida como um procedimento sistemático de controlo dos eventos que previsivelmente afetam um determinado investimento ou projeto.

Reporta à literatura dos anos 90, as primeiras referências nesta matéria, dizendo esta respeito à aplicação da gestão de riscos. Esta definição estendeu-se posteriormente ao ciclo de vida de um projeto, dando origem à gestão de riscos de projetos (Zafra-Cabeza et al, 2007).

A execução da gestão de riscos na Construção Civil é cada vez mais importante, devido a diversos fatores, como a maior complexidade e dimensão dos projetos, as crescentes exigências por parte dos clientes, os problemas políticos e económicos ou as difíceis condições materiais por vezes

enfrentadas (Öztas e Ökmen, 2005). Segundo Akintoye e MacLeod (1997), a indústria da Construção Civil enfrenta de forma continuada uma grande variedade de situações que envolvem diversas situações desconhecidas, frequentemente desagradáveis e imprevisíveis.

Com o passar do tempo, a gestão de riscos tornou-se um dos elementos mais importantes para a conclusão de projetos cumprindo prazos e custos (Öztas e Ökmen, 2005). Segundo Baloi e Price (2003), o estabelecimento não sistemático ou arbitrário da gestão de riscos pode mesmo aumentar os riscos afetos a um determinado projeto, já que estes são dinâmicos ao longo do seu ciclo de vida.

Os vários processos de gestão de riscos, criados nos últimos anos são constituídos basicamente pelas mesmas fases, sendo que o que varia entre eles é o nível de detalhe destas. A gestão do risco deve ser implementada logo no seu início, quando ainda existe a possibilidade de serem feitas alterações significativas. Segundo Klemetti (2006), o projeto deve ser cuidadosamente analisado de modo a que sejam determinados que métodos devem ser aplicados em que fases do processo. De acordo com Jaafari (2001), a gestão de risco deve ser vista como um meio de desenvolvimento e aplicação de uma filosofia, acrescida de uma estrutura associada a ferramentas e sistemas que possibilitam avaliação e otimização dos objetivos dos projetos/obras.

Tendo em conta o aparecimento de “um guia” para o processo de gestão de riscos, tornou-se importante a instituição de diretivas globais neste âmbito. O Project Management Institute (PMI), através da sua publicação Project Management Body of Knowledge Guide (PMBOK Guide), tem desempenhado um importante papel no estabelecimento de ferramentas de gestão de riscos. No entanto segundo Nielsen (2006) a sua aceitação não é ainda unânime.

Na opinião de Jaafari (2001), a realidade é que os projetos estão sujeitos a constantes mudanças devido a fatores externos, mudanças de objetivos e métodos ineficientes para realização do projeto. Segundo Kutsch e Hall (2005), os objetivos da gestão de risco são reduzir os impactos dos eventos adversos ou inesperados e não previstos no projeto. No entanto, Raz (2002) afirma que os projetos tendem a sofrer resultados indesejados. Nesse sentido é fundamental aprender a aceitar esses resultados como parte da realidade e preparar-se reduzir os riscos, sempre que possível, de forma sistemática e metodológica, por meio das técnicas da gestão de risco.

2.1.3.1. Fases da Gestão do Risco

No processo de gestão de riscos, o estabelecimento das etapas ou fases a serem seguidas, não é unânime entre os autores. Este fato deve-se à forte ligação entre cada passo do processo, sendo que, embora não haja um consenso quanto ao estabelecimento das etapas, todos os autores mantêm a mesma coerência em suas abordagens.

Praticamente todos os autores dividem o processo de gestão do risco em três fases: identificação dos riscos, análise e avaliação dos riscos, identificação das alternativas de ação de modo a promover o seu tratamento (figura 3).

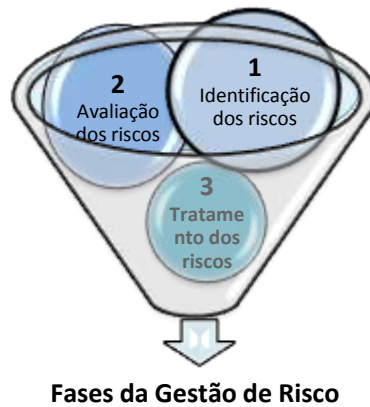


Figura 3 - Esquema das fases da gestão de risco.

2.1.3.1.1. Identificação dos Riscos

Dentro desta fase de identificação dos riscos cabem as atividades nas quais procuram-se situações, combinações de situações e estados de um sistema que possam levar a um evento indesejável.

Para Oliveira (1991), todas as técnicas de análise e avaliação de riscos passam primeiramente por uma fase de identificação dos riscos.

A identificação dos riscos tem como principal objetivo gerar uma lista organizada e estruturada dos riscos identificados, as suas características, causas e conseqüências para que possa ser utilizada nas fases seguintes, ou mesmo, noutros projetos.

As técnicas mais utilizadas na identificação de riscos, por serem de aplicação mais fácil e eficaz são: *checklists*, *brainstorming* e entrevistas estruturadas. Estas e outras técnicas são descritas no subcapítulo 2.4.

2.1.3.1.2. Avaliação dos Riscos

A avaliação de riscos tem como objetivo a quantificação de um evento gerador de possíveis adversidades. Assim, o risco identificado é através de duas variáveis: a frequência ou probabilidade do evento e as possíveis causas expressas que possam causar danos, sendo estes pessoais, materiais, financeiros ou outros. Todavia, estas variáveis nem sempre são fáceis de quantificar. Por conseguinte, em algumas situações, se proceda a uma análise qualitativa do risco.

Segundo Hammer (1993), o risco pode ser definido de diversas maneiras, porém, com uma consideração comum a todas elas: a probabilidade de ocorrência de um evento adverso.

Os três tipos de avaliação da frequência e consequência mais frequentes, dos eventos indesejáveis são: avaliação qualitativa, avaliação semi-quantitativa e a avaliação quantitativa. A descrição mais pormenorizada das avaliações quantitativa e qualitativa será feita no subcapítulo 2.5.

2.1.3.1.3. Tratamento dos Riscos

Após devidamente identificados, analisados e avaliados os riscos, o processo de gestão de riscos é complementado pela etapa de tratamento dos riscos. Esta fase contempla a tomada de decisão quanto à eliminação, redução, retenção ou transferência dos riscos detetados nas etapas anteriores.

A deliberação quanto à eliminação ou redução diz respeito às estratégias preventivas definidas e não se trata do financiamento dos riscos, mas sim, da realimentação das etapas anteriores.

O principal objetivo desta etapa consiste em atribuir medidas que alterem os riscos e em avaliar a eficácia e eficiência dessas medidas.

De acordo com a ISO 31000 e de forma resumida, o tratamento dos riscos pode ser definido através do seguinte processo:

- Escolha da medida de tratamento do risco;
- Decidir até que ponto é que o nível de risco residual é tolerável;
- Se não for tolerável, adotar uma nova medida de tratamento;
- Avaliar a eficácia desse tratamento.

2.1.4. Conceito de Risco e Incerteza

Durante todo o processo de planeamento e de construção de um projeto, muitas decisões são tomadas com base nas expectativas sobre o futuro do mesmo, que é amplamente desconhecido. Isto significa dizer que as decisões que são tomadas baseadas em hipóteses, previsões, estimativas ou expectativas de possíveis situações futuras que implicam aceitar riscos e incertezas. O risco e a incerteza são conceitos abstratos e naturais ao ser humano, uma vez que o mesmo já nasce com eles e usa-os no seu dia-a-dia, na realização planos e projeções com relação ao futuro.

Os riscos são eventos sobre os quais podemos incidir em termos de probabilidade de ocorrência e grau de impacto e quantificar de algum modo, enquanto a incerteza entra no domínio do inesperado, daquilo sobre o qual não se pode elaborar previsões.

Segundo Morgan e Henrion (1990), não há risco se não houve incerteza, porém poderá haver incerteza sem haver risco.

As duas grandezas mais críticas dos riscos são, no fundo, a sua probabilidade de ocorrência, associada ao seu grau de impacto se este acontecer, ou seja, se tal probabilidade realmente se concretizar. Não faz sentido, considerar como risco, um evento que tenha probabilidade de ocorrer, mas que tenha impacto nulo, ou o inverso. Estando a nossa percepção do risco essencialmente dependente de dois fatores, o fator Medo, ou seja o quanto se teme o possível impacto de um evento, e o fator Controle, que será até que ponto poderemos ou não controlar como irá decorrer de um determinado evento, podemos afirmar, tal como disse Olsson (2002), que o risco está nos olhos de quem vê. Isto porque indivíduos diferentes fazem escolhas diferentes em condições diferentes! A título de exemplo, certas pessoas quando estão a ganhar expõem-se mais ao risco, enquanto por

outro lado, outras expõem-se mais apenas quando estão a perder de modo a conseguir recuperar a desvantagem que possuem.

Importa referir que, apesar de a generalidade dos autores caracterizar o risco como uma ameaça, este também pode, e deve, ser encarado como uma oportunidade. Quando se aposta na lotaria, estamos a apostar no risco de ganharmos. Mas efetivamente, quando os riscos se materializam, na generalidade são ameaças, Hillson (2002). E na construção, o gestor poderá tirar partido desta visão, porque será apenas em atividades com risco associado, que poderá reduzir a respetiva duração estimada, procurando atingir uma previsão otimista. Note-se que como já referimos anteriormente, onde não há risco significativo associado aos prazos, o desvio padrão será pequeno, e por conseguinte, o desvio positivo possível também será.

Frame (2003) estabelece a distinção entre os dois termos explicando que quando uma decisão é tomada sob uma condição de risco, a probabilidade de ocorrência desse evento arriscado é conhecida. A decisão pode ser então baseada em distribuições estatísticas que se podem considerar ferramentas poderosas. Pelo contrário, tal não acontece quando uma decisão é tomada sob condições de incerteza. O autor fornece mesmo um exemplo simples em que é perceptível a sua visão do problema: quando alguém decide levar o guarda-chuva para a rua ao sair de casa porque antes de o fazer olhou pela janela e achou que aparentemente iria chover, está a tomar uma decisão baseada em incerteza. Quando essa decisão é baseada numa informação fornecida pelo instituto meteorológico que indica que existe uma probabilidade de 80% de chover nesse dia, é tomada em condições de risco.

A figura 4 relaciona os termos risco e incerteza com a quantidade de informação disponível.

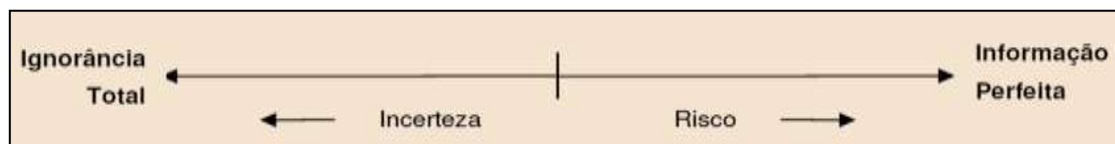


Figura 4 - Risco, incerteza e níveis de informação (adaptada de Frame 2003).

A incerteza é relacionada com as situações em que não existem registos históricos, sendo que o risco pode ser usado para situações em que o sucesso ou o fracasso possam ser determinados probabilisticamente, a partir de dados obtidos existentes. O risco é causado pela falta de certeza.

Segundo Öztas e Ökmen (2005), o termo *risco* acaba por ser o mais consistente, uma vez que à maioria dos acontecimentos incertos relacionados com projetos de construção podem ser associados valores probabilísticos. A incerteza representada quantitativamente deixa de ser incerteza; a partir dessa representação torna-se um risco, que necessita de ser gerido.

Para Klemetti (2006), o termo *incerteza* possui também uma conotação negativa, não só na língua inglesa como na maior parte delas. Desta forma, pode inferir-se que não preenche na perfeição a necessidade da existência de um termo que dissipe as nuances positivas ou negativas associadas à sua empregabilidade.

2.1.5. Conceito de Probabilidade vs Impacto

Probabilidade e Impacto são variáveis independentes e fazem parte de uma análise qualitativa, a probabilidade é a possibilidade de um evento de risco ocorrer o impacto é o efeito no projeto se o evento de risco ocorrer.

De acordo com Verzuh (2000) antever a probabilidade de um problema ocorrer é tão difícil como qualquer outra estimativa. Muitas regras iguais aplicam-se em ambos os casos. Os dados históricos tal como vivências advertirão melhor para possíveis problemas. Mas mesmo quando gestores experientes usam todos os instrumentos ao seu alcance, a designação de uma probabilidade dos riscos continua a ser tanto uma arte e uma ciência.

Os riscos podem ter maior ou menor grau de impacto e probabilidade de ocorrência. Diante disso, torna-se necessário priorizá-los com o intuito de aumentar o desempenho do projeto. É necessário concentrarmo-nos nos riscos de alta prioridade, porém sem ignorar os riscos com prioridade inferior. Estes, por sua vez devem compor uma lista de observação.

Mas essa análise de impacto e probabilidade dos riscos é muito subjetiva. A fim de mitigar esse risco da subjetividade da análise, o PMBOK assegura que o estabelecimento de definições dos níveis de probabilidade e impacto pode reduzir a influência de parcialidade.

Este guia sugere a definição de uma escala de impactos para os quatro objetivos do projeto (figura 5).

Condições definidas para escalas de impacto de um risco em objectivos importantes de projecto (os exemplos são mostrados somente para impactos negativos)					
Objectivo de Projecto	São mostradas escalas relativas ou numéricas				
	Muito baixo / 0.05	Baixo / 0.10	Moderado / 0.20	Alto / 0.40	Muito alto / 0.80
Custo	Aumento de custo não significativo	Aumento do custo <10%	Aumento de custo de 10% a 20%	Aumento de custo de 20% a 40%	Aumento de custo >40%
Tempo	Aumento de tempo não significativo	Aumento do tempo <5%	Aumento de custo de 5% a 10%	Aumento de custo de 10% a 20%	Aumento de custo >20%
Objetivo	Diminuição do escopo quase imperceptível	Áreas menos importantes do escopo afetadas	Áreas importantes do escopo afetadas	Redução do escopo inaceitável para o patrocinador	Item final do projecto sem nenhuma utilidade
Qualidade	Degradação da qualidade quase imperceptível	Somente as aplicações mais críticas são afetadas	Redução da qualidade exige a aprovação do patrocinador	Redução da qualidade inaceitável para o patrocinador	Item final do projecto sem nenhuma utilidade

Figura 5 - Escala de impacto (PMBOK Guide, 2008).

Os níveis de probabilidade e impacto podem ser adaptados a cada projeto de acordo com o ambiente organizacional. É importante ainda salientar que tabelas semelhantes podem ser definidas para os riscos positivos do projeto.

Segundo o PMBOK Guide (2008), torna-se necessário encontrar uma ferramenta que possibilite priorizar os riscos a que qualquer projeto se encontra exposto de forma, no mínimo, aceitável. É nesse cenário que surge a matriz de probabilidade e impacto (figura 6). Elas especificam as combinações de probabilidade e impacto que resultam numa classificação dos riscos como de prioridade baixa, moderada ou alta.

Prob.	Ameaças					Oportunidades				
	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05

Figura 6 - Probabilidade e Matriz de Impacto (PMBOK Guide, 2008).

As células a azul-escuro são as que apresentam maiores valores e representam alto risco, enquanto que as preenchidas com azul médio são riscos baixos. As azul-claro representam riscos moderados. Por exemplo, um risco negativo com probabilidade de ocorrência estimada em 0,70 e impacto de 0,10 representa uma ameaça de valor 0,07, o que é considerada como moderada.

2.2. Cronologia dos Modelos de Referência

Estes modelos de referência (tabela 1) sem dúvida foram grandes motivadores da visão de que controlar e gerir os riscos são fundamentais.

Tabela 1 - Cronologia de modelos de referência

Modelo	Ano	Descrição	Autor
COSO	1992	Framework para implementação de uma estrutura de controles internos a partir de cinco componentes integrados: ambiente de controle; avaliação de riscos; atividade de controle; informação e comunicação; monitorização.	Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission
ERM	2004	Ampliação do conceito abordado pela COSO alinhado de forma integrada e estratégia da organização. Introduce novos conceitos.	Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission
PMBOK	2008	Promove os conceitos fundamentais da gestão de projetos e identifica as melhores práticas aplicáveis a essa gestão, ajustáveis à maioria dos projetos e durante as fases do seu tempo de vida.	PMI (Project Management Institute) é uma associação internacional sem fins lucrativos
ISO 31000	2009	Referência mundial para a prática de gestão de riscos. Apresenta onze princípios de gestão de risco, modelos de orientação para desenvolver e controlar um Framework de riscos e um processo genérico de gestão de riscos.	ISO –International Organization for Standardization

2.3. Metodologias de Gestão do Risco

O aparecimento de metodologias estruturadas para a gestão de projeto, nomeadamente as sugeridas pelo COSO através de ERM pelo Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, PMI através do PMBOK pelo Body of Knowledge (BOK) e atualmente através da ISO 31000, originou um avanço muito significativo para a gestão do risco de forma sistemática e estruturada. Isto porque todas estas sociedades, nas suas publicações mais recentes, possuem capítulos exclusivamente dedicados à gestão do risco. Até então apenas surgiam esforços conjugados de forma isolada para fazer frente ao risco.

Muitas abordagens para a gestão de risco tiveram a sua origem nas disciplinas de engenharia ou surgiram de normas e procedimentos, como é o caso da análise preliminar de riscos, análise de modos de falha e efeitos, técnica de incidentes críticos, análise de árvores de falhas, e algumas

tendo-se tornado independentes como é o caso da norma AS/NZS 4360, desenvolvida por um grupo de especialistas Australianos e Neo Zelandeses denominado por Joint Technical Committee OB/7 – Risk Management, que pode ser usada para qualquer sector económico ou indústria.

2.3.1. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO); Enterprise Risk Management (ERM)

2.3.1.1. Enquadramento Geral

O COSO é uma organização sem fins lucrativos dedicada à melhoria dos relatórios financeiros publicados pelas entidades, por meio da ética, efetividade dos controles internos e governança corporativa.

No ano de 1992, o COSO emitiu um relatório intitulado de Internal Control – Integrated Framework, ou seja, “Estrutura Integrada de Controles Internos”. De acordo com este relatório, inicialmente o objetivo principal era a definição comum de controlos internos para que todas as entidades, independente da natureza jurídica, porte ou segmento, pudessem avaliar seus sistemas de controlo, e procurar melhorá-los. Entende-se que o documento disponibilizado pelo COSO em 1992 veio para atender as necessidades das entidades.

Em meados de 2001, o COSO iniciou um estudo com o objetivo de ajudar as organizações a gerirem os riscos. O estudo terminou com a emissão de uma nova publicação, Enterprise Risk Management Integrated Framework, em Setembro de 2004. Este relatório foi constituído sobre as bases do Internal Control – Integrated Framework e descreve os elementos fundamentais, princípios e conceitos da gestão de riscos para qualquer organização. Tem como principal objetivo auxiliar as organizações a trabalhar com os riscos inerentes ao alcance de seus objetivos.

De acordo com o COSO, são os seguintes os conceitos fundamentais da gestão de risco:

- Um processo contínuo e que flui pela organização;
- Conduzido pelos profissionais em todos os níveis da organização;
- Aplicado à definição das estratégias;
- Aplicado em toda a organização, em todos os níveis e unidades, e inclui a formação de uma visão de portfólio de todos os riscos a que ela está exposta;
- Formulado de modo que identifique eventos em potencial, cuja ocorrência poderá afetar a organização, e que administre os riscos de acordo com o seu apetite a risco;
- Capaz de propiciar garantia razoável para a diretoria executiva e para o conselho de administração de uma organização;
- Orientado para à realização de objetivos em uma ou mais categorias distintas, mas dependentes.

O método apresentado pelo COSO II defende que na gestão de risco existe uma relação direta entre os objetivos que a organização pretende alcançar e os meios que vai utilizar para os atingir.

A matriz tridimensional, em forma de cubo, representa na figura 7, representa essa relação:

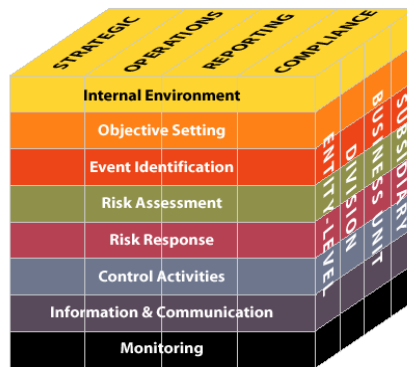


Figura 7 - Cubo Framework COSO II / Enterprise Risk Management.

A primeira dimensão corresponde às oito componentes da metodologia (linhas horizontais), a segunda dimensão corresponde às quatro categorias dos objetivos (colunas verticais) e a terceira dimensão está relacionada com a abrangência de aplicação da metodologia às diferentes unidades da organização.

2.3.1.2. Objetivos

A estrutura da gestão de risco é desenvolvida para que a organização atinja objetivos, que nesta metodologia são divididos em quatro categorias:

- Estratégicos: objetivos gerais, alinhados e que dão suporte à missão da organização;
- Táticos / Operacionais: eficiência e eficácia na utilização dos recursos;
- Comunicação: confiabilidade nos relatórios divulgados;
- Regulamentação e Conformidade Legal: cumprimento das leis e regulamentos aplicáveis.

2.3.1.3. Componentes

Segundo o COSO, a gestão de riscos é constituída por oito componentes inter-relacionados. Estes componentes são desenvolvidos tendo por base a forma como a organização pretende integrar o processo de gestão. Os componentes são os seguintes:

2.3.1.3.1. Ambiente Interno

No ambiente interno a organização deve definir a filosofia e os conceitos básicos associados à gestão de risco que pretende implementar na organização, reconhecendo a possibilidade de existência de ocorrências inesperadas. A organização deve estabelecer a política que pretende ter face aos níveis de aceitação do risco e às medidas de tratamento dos mesmos, nunca esquecendo os valores éticos e o ambiente em que a organização atua.

2.3.1.3.2. Fixação de Objetivos

A organização deve estabelecer os seus objetivos antes de identificar os potenciais eventos de risco que podem afetar a sua atividade. Esta metodologia de gestão de riscos defende a existência de um processo para estabelecer objetivos, de modo a que os objetivos escolhidos sirvam de suporte e sejam coerentes com a missão da organização e com o nível de risco a organização está disposta a aceitar.

2.3.1.3.3. Identificação de Acontecimentos

Nesta fase devem ser identificados acontecimentos internos e externo à organização que possam afetar a sua estratégia e pôr em causa os objetivos definidos pela mesma. Os acontecimentos devem ser separados em riscos e oportunidades, isto é, acontecimentos que podem ter impacto negativo representam riscos, ocorrências que podem ter impacto positivo representam oportunidades.

2.3.1.3.4. Avaliação de Riscos

A avaliação dos riscos identificados tem como principal objetivo fazer com que a organização compreenda qual o impacto dos potenciais acontecimentos nos seus objetivos, bem como a sua probabilidade de ocorrência.

A avaliação dos riscos deverá ser feita tendo em consideração os seus efeitos inerentes e residuais.

2.3.1.3.5. Resposta / Tratamento do Risco

Nesta fase a organização deve identificar e avaliar as hipóteses de tratamento dos riscos, tendo em consideração o nível de aceitação que a organização definiu para os riscos e deve ser elaborada uma análise da custo/benefício da resposta a ser dada.

O processo de tratamento dos riscos é constituído pelas seguintes estratégias:

- Evitar o risco: consiste em eliminar completamente o risco e pode implicar a descontinuação das atividades que geram os riscos.
- Reduzir o risco: consiste em reduzir o risco através da prevenção ou antecipação. A redução do risco pode ser conseguida adotando medidas que reduzam a probabilidade e/ou a consequência do risco.
- Partilhar o risco: consiste em reduzir a probabilidade e/ou impacto do risco, partilhando ou transferindo o risco para outra pessoa, grupo ou organização.
- Aceitar o risco: consiste em aceitar a opção de conviver com o impacto do risco, ou seja, não é tomada nenhuma para afetar a probabilidade e/ou o impacto do risco. Deve-se utilizar esta estratégia quando se pode viver com a perda provocada pelo risco.

2.3.1.3.6. Atividades de Controlo

Engloba todas políticas e procedimentos que são promovidos de maneira a assegurar que as respostas aos riscos são implementadas corretamente e de uma maneira oportuna, como a organização pretende.

2.3.1.3.7. Informação e Comunicação

Todas as informações relevantes relacionadas com a gestão de risco devem ser identificadas, registadas e comunicadas formal e periodicamente a todas as pessoas da organização que estejam ligadas à gestão de risco, de forma clara e atempada.

2.3.1.3.8. Monitorização

A gestão de riscos deve ser acompanhada e monitorizada, de maneira a que sejam realizadas todas as alterações necessárias para sua melhoria contínua. A monitorização é efetuada mediante atividades de gestão contínuas, avaliações separadas ou por ambas.

2.3.2. Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)

O PMBOK é um guia sobre gestão de projetos escrito pelo PMI (*Project Management Institute*).

O PMI (*Project Management Institute*) é uma associação internacional sem fins lucrativos que associa profissionais de gestão de projetos, atualmente com meio milhão de membros em mais de 180 países, fundada nos Estados Unidos em 1969.

Os principais objetivos do PMI na expansão do conhecimento em gestão de projetos são:

- Fomentar as certificações profissionais em gestão de projetos;
- Desenvolver padrões globais de gestão de projetos, programas e portfólio, sendo a mais popular delas o "Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gestão de Projetos (Guia PMBOK" - *Project Management Body of Knowledge*);
- Gerar conhecimento por recorrendo à investigação.

O Guia PMBOK descreve os conceitos fundamentais da gestão de projetos e identifica as melhores práticas aplicáveis a essa gestão, ajustáveis à maioria dos projetos e durante as fases do seu tempo de vida:

- Início do projeto;
- Planeamento do projeto;
- Execução do projeto;
- Monitorização e controlo projeto;
- Encerramento do projeto.

Normalmente a maior parte do tempo e custo do projeto está na fase de execução do projeto, sendo que quanto mais cedo forem identificadas mudanças no projeto menores serão os custos e prazos com gestão de recursos.

De acordo com o PMBOK, o conhecimento necessário para gerir projetos está dividido em nove áreas:

- Gestão da integração do projeto;
- Gestão do objetivo do projeto;
- Gestão dos prazos do projeto;
- Gestão dos custos do projeto;
- Gestão da qualidade do projeto;
- Gestão dos recursos humanos do projeto;

- Gestão da comunicação do projeto;
- Gestão dos riscos do projeto;
- Gestão das aquisições do projeto.

Um fator importante a ter em consideração é que todas as áreas de conhecimento utilizadas pelo PMBOK para a gestão de projetos são integradas, desta forma as necessidades e objetivos dos projetos ficam definidos mais facilmente.

Tendo em consideração que o tema da tese está relacionado com a gestão do risco será apenas sobre esta área objeto de uma análise mais aprofundada.

2.3.2.1. Gestão de Riscos do Projeto

Foi na revisão de 1987 do PMBOK que a gestão de riscos ganhou maior importância, tornando-se então uma área de conhecimento. Até então a gestão de riscos era abordada em segundo plano, dentro das outras áreas de conhecimento.

Segundo o PMBOK, a gestão de riscos do projeto inclui os processos referentes ao planeamento da gestão de riscos, à identificação, à análise, ao planeamento das respostas e ao controle e à monitoração dos riscos em um projeto. Esses processos interagem entre si e com os processos das outras áreas do conhecimento.

De acordo com o PMBOK os principais objetivos da gestão de risco são:

- Aumentar a probabilidade de ocorrência e o impacto de eventos positivos
- Diminuir a probabilidade ocorrência e o impacto de eventos negativos

O PMBOK divide a gestão de riscos em seis processos. Cada um destes processos ocorre pelo menos uma vez ao longo do ciclo de vida do projeto e caracterizam-se por terem forte integração com processos de outras áreas de conhecimento.

Em cada área de conhecimento, o PMBOK utiliza informações de entrada, ferramentas e saídas como forma de implementar os seus processos.

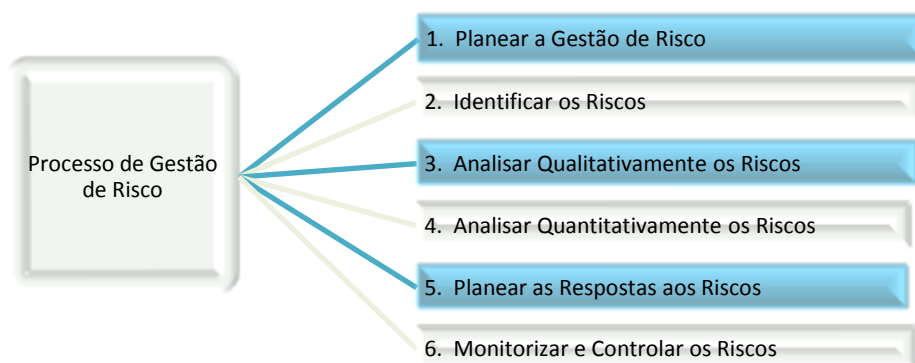


Figura 8 - Esquema do processo de gestão de risco (adaptado do PMBOK Guide 2008).

2.3.2.1.1. Planear a Gestão de Risco

Nesta etapa deve ser criado um plano que define como será desenvolvido o processo de gestão do risco, o custo estimado e investido e onde devem estar descritas as responsabilidades dos gestores e envolvidos.

De modo a garantir o sucesso dos processos seguintes de gestão de risco, o plano de gestão de risco deve ser cuidadoso, rigoroso e explícito. Este plano é importante para se prever os recursos necessários para todo o processo de gestão de risco.

Com a elaboração deste plano é importante garantir que o grau, o tipo e a visibilidade atribuída à gestão de riscos é proporcionais aos riscos e à importância do projeto para a organização.

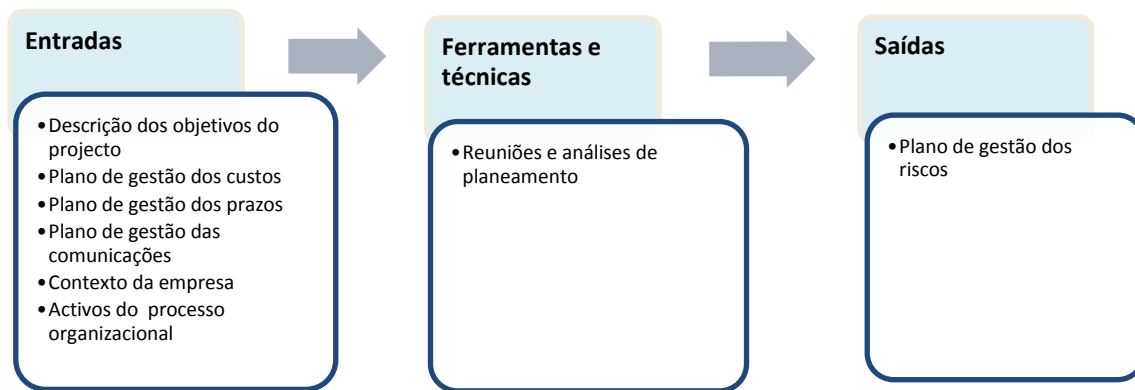


Figura 9 - Planear a gestão de risco: entradas, ferramentas e saídas (adaptado do PMBOK Guide 2008).

2.3.2.1.2. Identificar os Riscos

Nesta fase devem ser identificados todos os potenciais riscos do projeto e devem ser registadas todas as suas características. Deve fazer parte desta fase a seguinte equipa: gestor do projeto, elementos da equipa do projeto, equipa de gestão de riscos, clientes, especialistas que não façam parte da equipa do projeto, partes interessadas e especialistas em gestão de riscos.

Esta fase é iterativa uma vez que podem sempre surgir novos riscos ou desaparecer riscos antigos durante o ciclo de vida do projeto. A frequência da iteração bem como a equipa de identificação de riscos de cada ciclo variam com a situação.

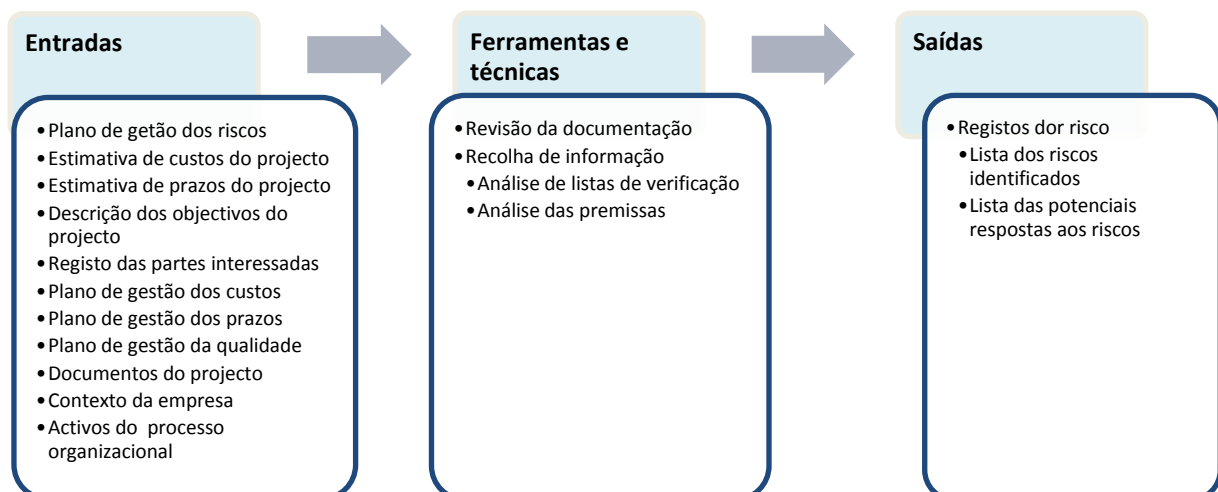


Figura 10 - Identificar os riscos: entradas, ferramentas e saídas (adaptado do PMBOK Guide 2008)

2.3.2.1.3. Analisar Qualitativamente os Riscos

Nesta fase temos como objetivo avaliar o impacto e a probabilidade dos riscos identificados, para ser conseguir qualificar e classificar os riscos em função do seu efeito potencial individual e priorizá-los em função do seu efeito potencial para o projeto como um todo.

A análise qualitativa de riscos avalia a prioridade dos riscos identificados usando a probabilidade de eles ocorrerem, o impacto correspondente nos objetivos do projeto se os riscos realmente ocorrerem, além de outros fatores, como o prazo e tolerância a risco das restrições de custo, prazo, objetivos e qualidade do projeto.

Esta fase é normalmente uma maneira rápida e econômica de definir prioridades para o plano de respostas a riscos e determinar a base para a análise quantitativa de riscos, se esta for necessária. A análise qualitativa de riscos deve ser revista durante o ciclo de vida do projeto para acompanhar as mudanças nos riscos do projeto.

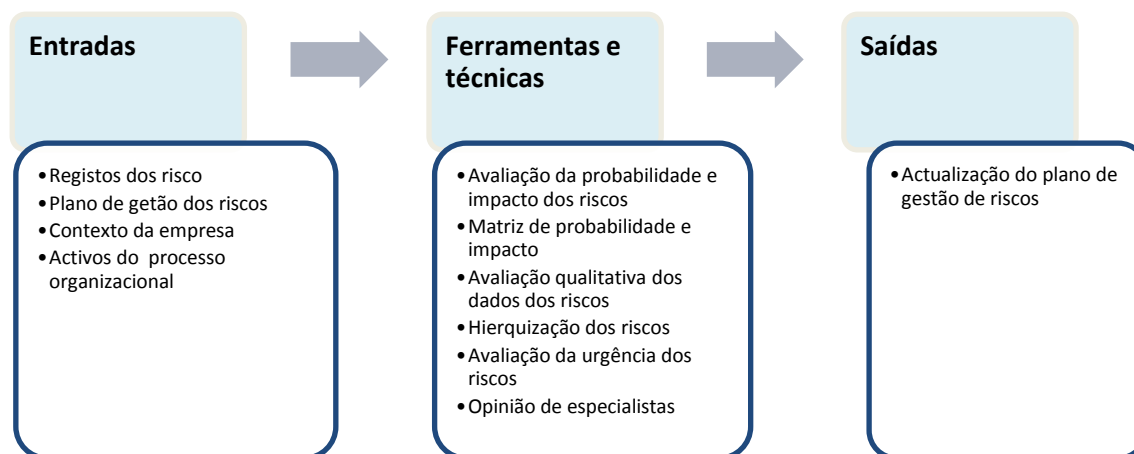


Figura 11 - Analisar qualitativamente os riscos: entradas, ferramentas e saídas (adaptado PMBOK Guide 2008).

2.3.2.1.4. Analisar Quantitativamente os Riscos

Nesta fase pretende-se analisar numericamente o efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto, medindo a probabilidade de ocorrência, as consequências e estimar as implicações dos riscos no projeto.

Geralmente a abordagem quantitativa contribui para a tomada de decisões na presença da incerteza e sucede a análise qualitativa. Este processo permite:

- Quantificar os possíveis resultados do projeto e suas probabilidades;
- Avaliar a probabilidade de atingir objetivos específicos do projeto;
- Identificar os riscos que exigem mais atenção quantificando a sua contribuição relativa para o risco total do projeto;
- Identificar metas realistas e alcançáveis de custo, prazo ou objetivos, quando fornecidos os riscos do projeto;
- Determinar a melhor decisão de gestão de projetos quando algumas condições ou resultados forem incertos.

Em alguns casos, pode não ser necessária a análise quantitativa de riscos para desenvolver respostas a riscos. A disponibilidade de tempo e orçamento e também a necessidade de declarações qualitativas ou quantitativas sobre risco e impactos determinarão essa necessidade.

Para determinar se o risco total do projeto diminuiu de forma satisfatória, a análise quantitativa de riscos deve ser repetida após o planeamento de respostas a riscos e durante a monitorização e controlo de riscos. As alterações podem indicar uma necessidade de aumentar ou diminuir as ações de gestão de riscos.

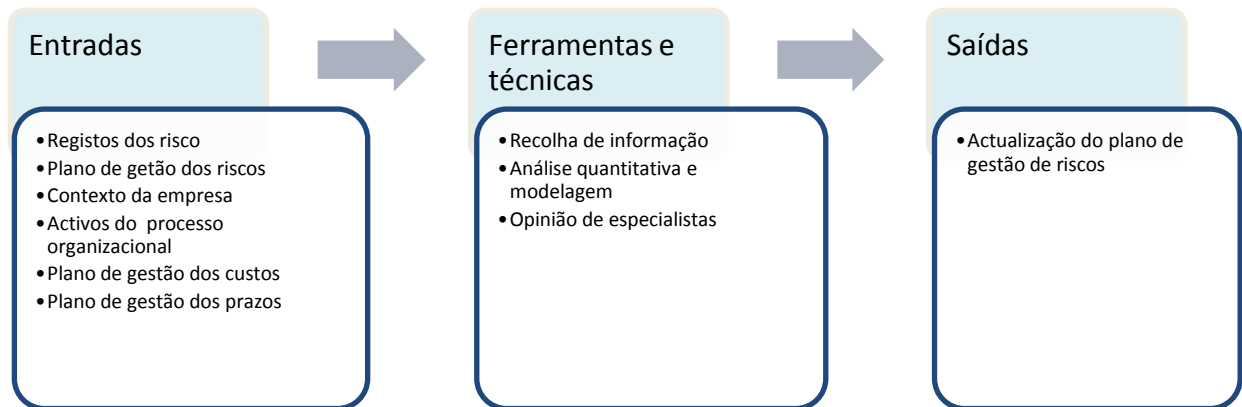


Figura 12 - Analisar quantitativamente os riscos: entradas, ferramentas e saídas (adaptado do PMBOK Guide 2008).

2.3.2.1.5. Planear as Respostas aos Riscos

Nesta fase são desenvolvidas medidas de resposta aos riscos para aumentar as oportunidades e diminuir ou eliminar as ameaças ao projeto. O plano inclui a identificação e avaliação da pessoa financeiramente responsável pela resposta ao risco.

A eficácia do plano de resposta determinará diretamente se o risco do projeto cresce ou diminui. O plano de resposta ao risco deve ser apropriado à importância do risco, estimando um custo real, o tempo necessário para ser bem-sucedido, dentro de um contexto realístico, acordado por todas as partes envolvidas e designado um responsável.

Quando nos deparamos com ameaças devemos evitar os riscos, transferi-los, reduzir os seus efeitos e aceitá-los. Em relação às oportunidades devemos explorá-las, partilhá-las, aumentá-las e aceitá-las.

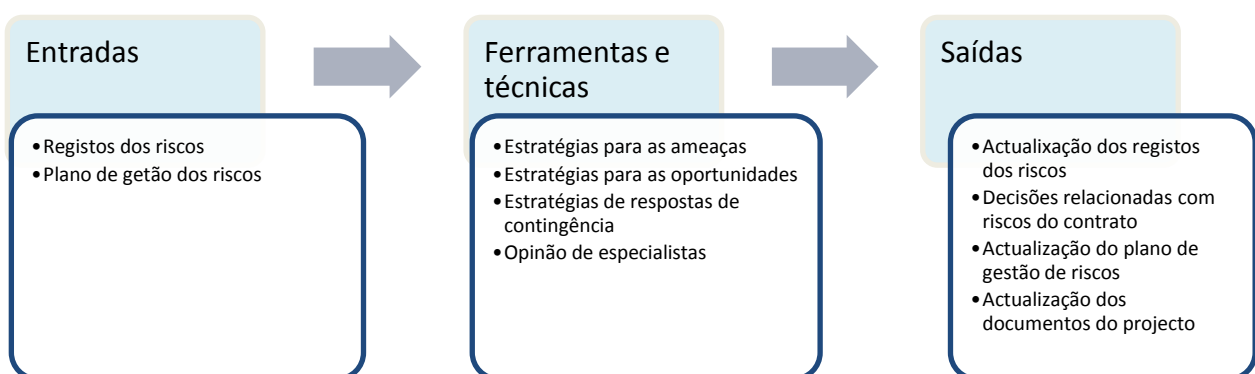


Figura 13 - Planear as respostas aos riscos: entradas, ferramentas e saídas (adaptado do PMBOK Guide 2008).

2.3.2.1.6. Monitorizar e Controlar os Riscos

Nesta fase são implementados os planos de resposta aos riscos, acompanhados os riscos identificados, monitorizados os riscos residuais, identificados novos riscos e é feita a avaliação da eficácia de todo o processo de gestão de riscos. Esta fase deve acompanhar todo o ciclo de vida do projeto.

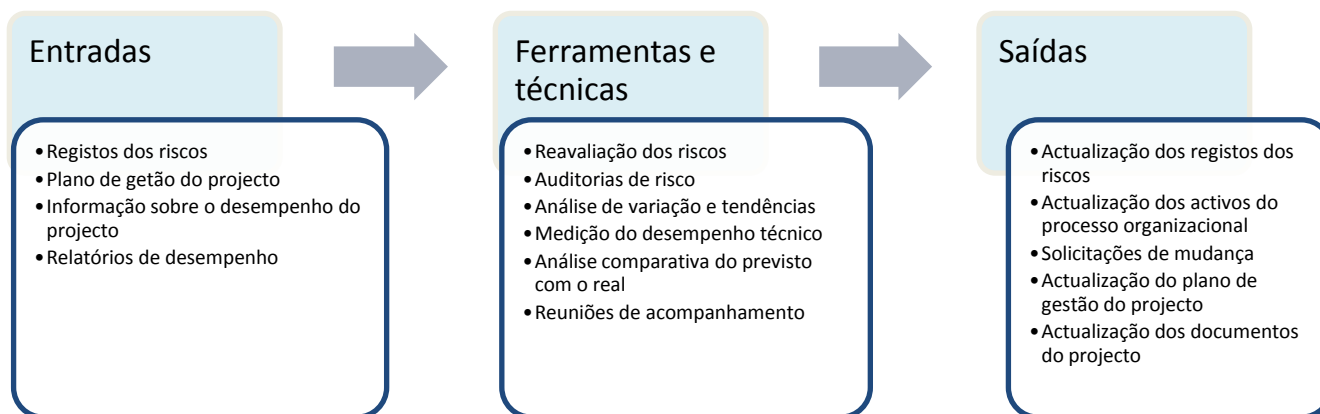


Figura 14 - Monitorizar e controlar os riscos: entradas, ferramentas e saídas (adaptado do PMBOK Guide 2008).

2.3.3. International Standard Organization 31000:2009 (ISO 31000: 2009) “Risk management – Principles and guidelines”

2.3.3.1. Enquadramento Geral

A norma ISO 31000:2009 foi editada pela ISO (*International Standard Organization*) em 2009 e difere de várias outras normas ISO no sentido de não permitir a certificação. Para além desta norma, a ISO editou no mesmo ano outras normas que complementam a ISO 31000, nomeadamente a ISO Guide 73:2009 (*“Risk management – Vocabulary”*) e ISO 31010: 2009 (*“Risk management – Risk assessment techniques”*).

A ISO 31000 possui como grande desafio estabelecer uma linguagem uniforme, bem como padronizar as melhores práticas e abordagens para que as organizações possam implementar a gestão de riscos nos seus processos. Esta norma não concorre com outras orientações já existentes, apenas fornece orientações e alinhamento com outros conjuntos de regras específicos.

Difere do tratamento de riscos definido no PMBOK, uma vez que a ISO 31000 estabelece princípios para o tratamento de riscos em geral, e não apenas no contexto de projetos. Ela vem de encontro ao entendimento de que todas as atividades de uma organização possuem riscos, e que todos estes riscos devem ser identificados, analisados e quantificados para poderem ser modificados, segundo o critério de tratamento de riscos.

A norma pode ser aplicada em todas as organizações, independentemente do tipo, tamanho ou ramo de atuação. Por essa razão, possui uma abordagem genérica, fornecendo apenas os

princípios e diretrizes, não determinando o “como fazer”, deixando sob a responsabilidade de cada organização estabelecer seus próprios critérios.

Segundo a literatura a norma ISO 31000:2009 é certamente um dos mais importantes documentos apresentados. As suas recomendações têm em conta não só a Gestão do Risco propriamente dita mas também as outras vertentes da gestão, que com ela têm de conviver (figura 15).

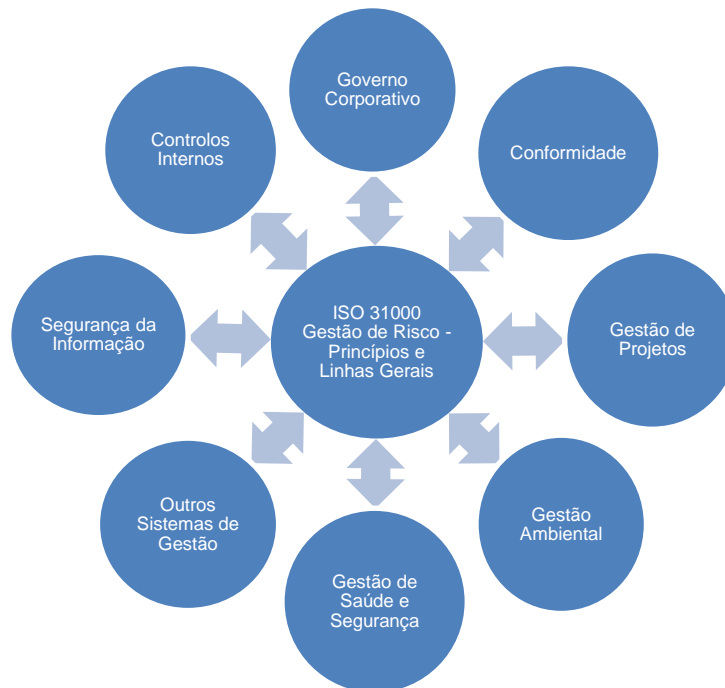


Figura 15 - Relações entre a ISO 31000 e outros temas normativos.

2.3.3.2. Objetivo

O principal propósito da ISO 31000 é fornecer uma estrutura de orientação da gestão de risco para que qualquer organização consiga de uma forma equitativa de tratar os riscos.

De acordo com a própria norma, a sua correta implementação e manutenção pode permitir a melhoria de diversos aspetos da organização, tais como:

- Aumentar a probabilidade de atingir os seus objetivos;
- Incentivar a gestão pró-ativa;
- Estar ciente da necessidade de identificar e tratar os riscos em toda a organização;
- Identificar mais facilmente oportunidades e ameaças;
- Respeitar as exigências legais e regulamentares e as normas internacionais;
- Melhorar a informação financeira;
- Melhorar a governação corporativa;
- Melhorar a confiança das partes interessadas;
- Estabelecer uma base confiável para a tomada de decisão e planeamento;
- Melhorar os controlos;

- Alocar e utilizar recursos para o tratamento de risco;
- Melhorar a eficácia operacional e a eficiência da gestão;
- Reforçar a proteção da saúde e de segurança, bem como do ambiente interno;
- Melhorar a prevenção de perdas e gerenciamento de incidentes;
- Minimizar as perdas;
- Melhorar a aprendizagem organizacional;
- Melhorar a capacidade de resistência organizacional.

2.3.3.3. Abordagem

A ISO 31000 é constituída por quatro secções fundamentais: definições, princípios, estrutura (*framework*) e processo.

No capítulo de definições propostas pela norma, as mesmas são resultantes da ISO Guide 73:2009. De uma forma bastante resumida para além da própria definição de risco (efeito da incerteza nos objetivos), são definidos diversos conceitos e etapas técnicas da Gestão do Risco, tais como “atitude face ao risco, apetite pelo risco, aversão ao risco, dono do risco, determinação do risco, identificação do risco, perfil do risco, análise do risco, avaliação do risco, tratamento do risco, meio de controlo e risco residual”.

O capítulo de princípios da ISO 31000 lista aspetos essenciais da Gestão do Risco, que são especialmente úteis quando os processos em causa não estão detalhadamente descritos. Este tem como função orientar a melhor forma de endereçar as questões.

Segundo a norma, para a Gestão do Risco ser extremamente eficaz, esta deve ter as seguintes características:

- Deve criar e proteger valor;
- Deve ser parte integrante dos processos organizacionais;
- Deve ser uma componente do processo de tomada decisão;
- Deve endereçar a incerteza;
- Deve desenvolver-se segundo um processo sistemático, estruturado e contínuo;
- Deve basear-se na melhor informação possível;
- Deve moldar-se à organização;
- Deve ter em consideração a cultura da organização e os fatores humanos;
- Deve ser transparente e inclusiva;
- Deve desenvolver-se de forma dinâmica, iterativa e adaptada à mudança;
- Deve inserir-se nos outros esforços de melhoria contínua e de excelência da organização.

2.3.3.3.1. Estrutura da Gestão de Risco

Segundo a ISO 3100, a estrutura da Gestão divide-se em cinco secções (figura 16).

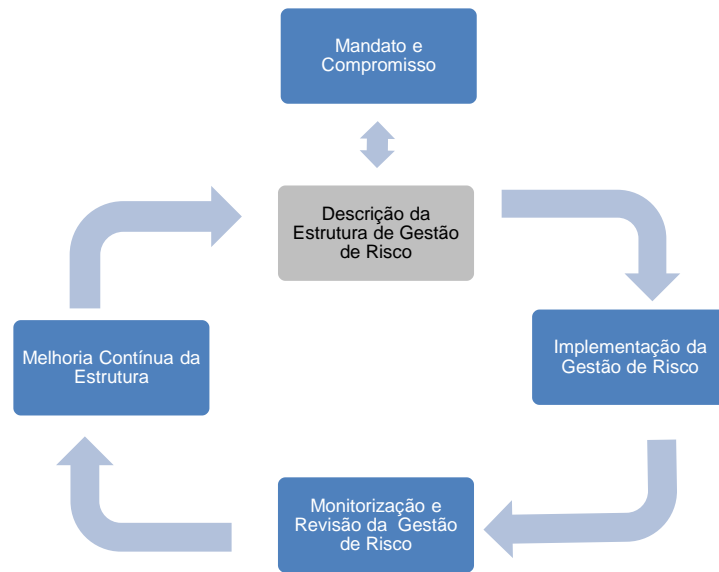


Figura 16 - Estrutura proposta pela ISO 31000.

2.3.3.3.1.1. Mandato e Compromisso

Nesta fase a gestão de topo da organização toma a decisão de implementar um sistema de gestão de risco e assume esse compromisso. A organização deve implementar a gestão de risco coerente com os objetivos e estratégia já existentes e implementadas na mesma. O compromisso deve ter um planeamento estratégico e rigoroso para que atinja todos os níveis da organização. A gestão de topo deve definir:

- A política de gestão de risco que pretender implementar;
- Os indicadores de desempenho da gestão de risco;
- Os objetivos da gestão de risco;
- As normas e requisitos legais que têm de ser cumpridos;
- Os recursos que irá despender na gestão de risco;
- A forma de comunicar a todas as partes interessadas, internas ou externas, as vantagens da gestão de risco;
- A estrutura que vai fazer a gestão de risco e garantir que esta é a apropriada ao longo de todo o processo.

2.3.3.3.1.2. Implementação da Gestão de Risco

Nesta fase da gestão do risco, a ISO 31000 considera relevante definir, de acordo com o plano adotado, os prazos mais adequados e a garantia da sua monitorização.

2.3.3.3.1.3. Monitorização e Revisão da Gestão de Risco

A monitorização e revisão de toda a estrutura de gestão de risco é extremamente importante para garantir que a gestão de risco foi corretamente implementada e que está a ser bem aplicada por todas as partes integrantes.

2.3.3.3.1.4. Melhoria Contínua da Estrutura

A estrutura, a política e o plano de gestão de risco devem ser melhorados continuamente tomando decisões que conduzam a melhorias da gestão de risco e da cultura de gestão de risco implementadas na organização, tendo por base os elementos recolhidos na monitorização de revisão da mesma.

Igualmente fundamental é o próprio processo de Gestão do Risco da norma ISO 31000, constituído pelas atividades que conduzem à redução e ao controlo do risco. Este processo sucede das definições já apresentadas.

2.3.3.3.2. Processo de Gestão do Risco

Para cumprir a norma, o processo de gestão de risco (figura 17) deverá contemplar as seis fases seguintes:

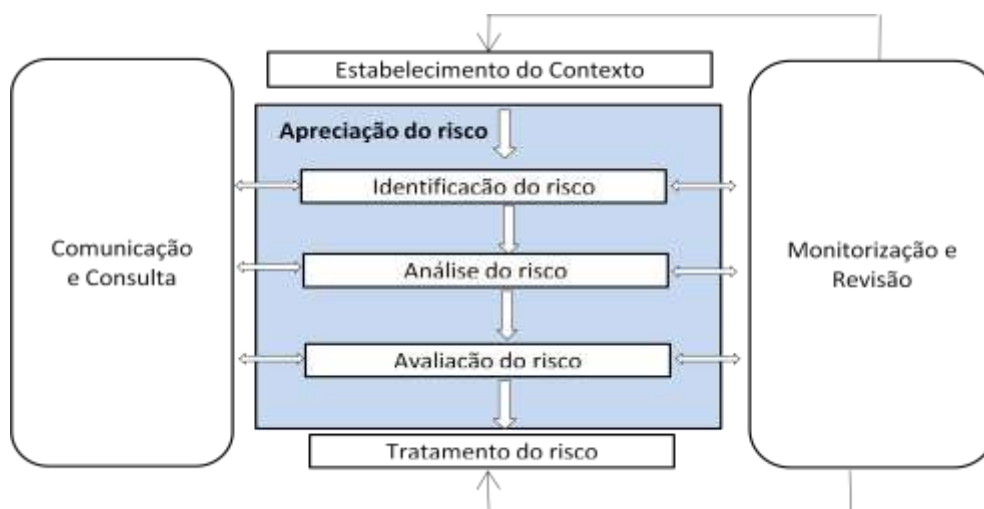


Figura 17 - Processo proposta pela ISO 31000.

2.3.3.3.2.1. Comunicação e Consulta

O principal objetivo desta fase é assegurar que os responsáveis e partes interessadas na gestão de risco, internas ou externas à organização, compreendem os fundamentos sobre os quais as decisões são tomadas e suas respetivas razões.

Nesta fase deve ser definido um plano de comunicação e consulta das partes interessadas na gestão de risco, sejam elas internas ou externas à organização, que deve acompanhar todo o processo de gestão de risco para que a sua implementação corra sem problemas.

2.3.3.3.2.2. Estabelecimento do Contexto Interno e Externo

A identificação do Contexto merece aqui uma descrição suplementar. O sentido de contexto é definido na norma e inclui:

- **Contexto externo:** análise e avaliação de questões externas relacionadas com o ambiente legal, social, cultural, político, financeiro, tecnológico, económico assim como a relação com partes interessadas externas, a sua percepção e seus valores;
- **Contexto interno:** análise da estrutura da organização, das responsabilidades, dos processos, dos sistemas de informação internos e das relações com as partes interessadas;
- **Definição do âmbito da Gestão do Risco:** objetivos, metas, responsabilidades, processos abrangidos, planeamento, relações com outros processos, metodologias, indicadores de progresso, pontos de decisão e recursos necessários;
- **Definição do critério do risco:** estruturas de causas, níveis de efeitos / consequências, níveis de ocorrência, níveis do risco, partes interessadas afetadas, níveis de risco aceitáveis, combinação dos riscos. Definição dos critérios utilizados para avaliar o grau do risco. Os critérios devem refletir os valores da organização objetivos e recursos.

2.3.3.3.2.3. Apreciação do Risco

A fase de apreciação de risco engloba a identificação, análise e avaliação do risco (tabela 2).

Tabela 2 - Descrição das fases de apreciação do risco

Fases	Descrição
Identificação dos Riscos	A organização deve elaborar uma lista extensa e exaustiva de riscos que possam criar, aumentar, evitar, reduzir, acelerar ou atrasar a realização dos objetivos da organização. É extremamente importante que estes riscos sejam bem pensados, uma vez que um risco não identificado nesta fase não será incluído em análises posteriores. Esta fase deve ser melhorada continuamente, de modo a que novos riscos possam ser acrescentados com o aparecimento de novas fontes de risco.
Análise dos Riscos	Todos os riscos identificados anteriormente devem ser analisados nesta fase de modo a que seja feita uma apreciação das causas e fontes de risco, as suas consequências positivas e negativas, e também a probabilidade de que essas consequências possam ocorrer. A análise pode ser qualitativa, semi-quantitativa ou quantitativa, consoante os resultados que a organização pretenda atingir.
Avaliação dos Riscos	Avaliação de riscos envolve comparar o nível de risco encontrado durante o processo de análise com os critérios de risco estabelecidos quando o contexto foi considerado. Os riscos analisados anteriormente devem ser avaliados e hierarquizados. Esta é a altura de decidir, por exemplo, se um risco deve ou não ser tratado e com será a prioridade.

2.3.3.3.2.4. Tratamento dos Riscos

O tratamento de riscos envolve a seleção de opções para modificar os níveis dos riscos e a implementação dos planos de tratamento do risco.

O tratamento dos riscos passa pela implementação de medidas que têm como objetivos:

- Reduzir a probabilidade de ocorrência e/ou o impacto dos riscos;
- Evitar os riscos, não realizando a atividade que os potencia;
- Remover a fonte de risco;
- Aumentar a sua probabilidade de ocorrência e/ou impacto, quando estamos perante uma oportunidade (risco positivo);
- Partilhar os riscos com terceiros (por exemplo, seguros).

2.3.3.3.2.5. Monitorização e Revisão

Com o processo de monitorização e revisão pretende-se que a gestão de risco integre numa política de melhoria contínua e dinâmica, para tal é fundamental definir o processo de monitorização e revisão da gestão do risco, identificando os responsáveis e a periodicidade de realização da mesma que implica a possível alteração dos critérios de risco, incrementação de novos riscos e oportunidades poderão ser consideradas. O contexto interno e externo podem sofrer alterações e a organização aprender com seus sucessos e falhas. Você poderá criar indicadores também para o seu processo de gestão de riscos e identificar pontos de melhoria a cada medição.

2.4. Técnicas de Identificação do Risco

Observa-se através do levantamento bibliográfico realizado a existência de várias técnicas propostas para a identificação de riscos em projetos.

Segundo a literatura pesquisada a seguir apresenta-se de forma resumida as técnicas de identificação de risco mais usuais em projetos.

2.4.1. “Brainstorming”

O *Brainstorming* é uma técnica de recolha de informação (discussão de grupo/debate de ideias) baseada num debate ou discussão livre (em forma de reunião) e espontânea entre os responsáveis das várias categorias, de forma a recolher ideias e opiniões sobre os potenciais riscos.

O *Brainstorming* é uma técnica de criação de ideias em grupo dividida em duas fases:

- Fase criativa, onde os participantes apresentam o maior número possível de ideias.
- Fase crítica, onde cada participante sustenta a sua ideia com o objetivo de convencer o resto do grupo.

Posteriormente são filtradas as melhores ideias, permanecendo somente aquelas aprovadas pelo grupo. Esta técnica é composta por quatro regras básicas:

1. As críticas devem ser banidas, ou seja, a avaliação das ideias deve ser guardada para momentos posteriores;
2. A geração livre de ideias deve ser encorajada;
3. Foco na quantidade, isto é, quanto maior o número de ideias, maiores hipóteses de se ter ideias válidas;
4. Combinação e aperfeiçoamento de ideias geradas pelo grupo.

(Bccarini, 2001); (Chapman, 1997); (Chapman, 1998); (Chapman, 2001); (Dey & Ogunlana, 2004); (Kerzner, 2001); (Morano, 2003); (PMBOK - PMI, 2004); (RAMP, 2006); (Dey, 2001); (Uher & Toakley, 1999) (Nóbrega et al, 1997).

2.4.2. “Técnica Delphi”

Com a aplicação da técnica *Delphi* pretende-se chegar a um consenso de opinião de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros. Esta baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que a apreciação coletiva, quando organizada adequadamente, é melhor que a opinião de um só indivíduo”. (Wright & Giovinazzo, 2000).

Esta técnica de criação de consenso utiliza respostas escritas ao invés de reunir pessoalmente os membros do grupo. É um método de recolha sistemática e comparação crítica de ideias, este é conseguido através da elaboração de um conjunto de questionários cuidadosamente desenvolvidos, intercalados com informações sumarizadas e “feedback” das opiniões, derivadas das respostas anteriores. (Chapman, 1998); (Chapman, 2001); (Dey & Ogunlana, 2004); (Kerzner, 2001); (Morano, 2003); (PMBOK - PMI, 2004); (Beruvides, 1995).

2.4.3. “Entrevista”

Na aplicação desta técnica são feitas entrevistas livres, semiestruturadas ou estruturadas conduzidas individualmente ou em grupo com membros experientes do projeto, envolvidos ou especialistas. (Baccardini, 2001); (Chapman, 1997); (Chapman, 2001); (Kerzner, 2001); (PMBOK - PMI, 2004); (RAMP, 2006); (Dey, 2001).

2.4.4. “Técnica de Grupo Nominal”

A técnica de grupo nominal tem como objetivos:

- Ampliar a produção criativa do grupo;
- Auxiliar as decisões em equipa,
- Estimular a geração de ideias críticas e servir como ferramenta de agrupamento de ideias.

Assim sendo, esta técnica corresponde a ideias escritas; Exposição das várias ideias geradas ao grupo na forma de frases simples em cartões ou tiras de papel; Discussão de cada ideia registada para esclarecimento e avaliação; Votação individual das ideias em ordem de prioridade, com a decisão do grupo sendo trabalhada matematicamente através da classificação por quantidade de votos obtidos ou ordenação por ordem de prioridade. (Cassiani & Rodrigues, 1996) (Chapman, 1998) (Chapman, 2001); (Kerzner, 2001); (Morano, 2003).

2.4.5. “Análise SWOT”

Análise SWOT é abreviatura para *Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*, que em português podemos traduzir como *Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças*. É uma ferramenta de planeamento estratégico, utilizada para análise de projetos e/ou negócios, ou em qualquer outra situação que envolva uma decisão. A aplicação da técnica consiste na avaliação do projeto sob cada uma das quatro perspetivas: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, geralmente apresentadas em forma de quadrantes. (Martins, 2006); (PMBOK - PMI, 2004).

2.4.6. “Checklist”

A *Checklist* consiste na elaboração de uma lista de itens, que vão sendo assinalados com sim ou não, podendo ser utilizada por um membro da equipa, em grupo ou numa entrevista. (Akintoye & Macleod, 1997); (Baccarini, 2001); (Chapman, 1997); (Dey, 2001); (PMBOK - PMI, 2004); (Raz & Michael, 2001); (Uher & Toakley, 1999).

2.4.7. “Diagrama de Causa e Efeito”

O *Diagrama de Causa e Efeito* é também conhecido como *Diagrama de Ishikawa* ou *Espinha-de-peixe*, e é importante para a identificação da causa dos riscos. O diagrama é organizado com o “efeito” à direita e as “causas” à esquerda. Para cada efeito existem categorias de causas. As causas principais podem ser agrupadas por estas categorias. (PMBOK – PMI, 2004); (Martins, 2006); (Uher & Toakley, 1999).

2.5. Análises de Risco Qualitativas e Quantitativas

De forma geral, os métodos de análise de risco dos processos podem ser classificados, como qualitativos ou quantitativos, segundo a metodologia utilizada na execução da análise. Em algumas áreas, é usual utilizar uma metodologia conjunta dessas abordagens no processo de identificação e de estimação dos riscos do sistema em estudo e, neste contexto, essa metodologia é denominada de análise semi-quantitativa.

Pode-se dizer que, os métodos qualitativos e quantitativos não se excluem, mas podem ser complementares, de forma a integrar as duas técnicas, a partir do reconhecimento das especificidades e particularidades de cada uma. Os métodos qualitativos cooperam com a melhor compreensão dos fenômenos e as análises quantitativas dão uma ordem de grandeza do risco vinculado ao fenômeno.

As técnicas quantitativas de análise seguem comportamentos padronizados e objetivos nos quais existem definições claras das hipóteses e das variáveis do problema por meio de dados quantitativos. De forma a aplicar uma análise classificada como quantitativa, torna-se necessário especificar quais os conceitos e métodos que serão usados para definir as hipóteses a serem propostas e as variáveis a serem adotadas. Se o objeto em estudo estiver bem definido, e houver informações suficientes sobre o tema, então, torna-se viável a aplicação da metodologia proposta a situações similares. Por conseguinte, a técnica quantitativa baseia-se em métodos estatísticos e probabilísticos, não podendo ser considerada uma técnica infalível que resulte em verdades plenas pela dificuldade de se moldar fielmente a realidade dos acontecimentos.

No caso de as hipóteses não estarem definidas e não existir clareza nos objetivos da investigação, os métodos qualitativos ajudam no trabalho de construção do objeto em estudo, facilitam a descoberta de grandezas não conhecidas do problema e permitem também formular e comprovar novas hipóteses.

Neste tipo de análises, qualitativas, é necessário assinalar quais são os potenciais modos, panoramas e mecanismos de falha do sistema, bem como prever quais as consequências dos

acontecimentos. No entanto, não é possível determinar a importância do acontecimento, quando comparado a outros, devido à falta de resultados quantificáveis.

Deste modo, ao se integrar as duas técnicas de análise de riscos descritas, é possível quantificar as observações meramente qualitativas e definir uma hierarquia dos riscos.

O tipo de análise a ser utilizada está diretamente relacionada com a quantidade de informação disponível e a própria essência do problema. Na eventualidade da e de informação ser escassa, é recomendável fazer uma análise qualitativa ou semi-quantitativa por meio da observação e da avaliação direta dos itens do sistema em estudo; por outro lado, se existir informação existente for suficiente, de forma a permitir uma modelagem próxima da realidade, seria recomendável fazer análises quantitativas.

Na figura 18, designam-se as principais vantagens e desvantagens das análises qualitativas e quantitativas.

	ANÁLISE QUALITATIVA	ANÁLISE QUANTITATIVA
VANTAGENS	Permite interação entre o objeto de estudo e o analista; Considera a subjetividade dos integrantes da equipe; Permite a compreensão de resultados individualizados; Permite compreender os múltiplos aspectos dos sistemas; Permite avaliar resultados difusos e não-específicos.	Possibilita a análise direta dos dados; Tem força demonstrativa; Permite a generalização com base na representatividade; Permite a aplicação da metodologia para outros contextos.
DESvantagens	Pode conduzir a uma excessiva coleta de dados; Depende de uma capacidade maior de análise por parte do avaliador; Exige maior uso do recurso tempo.	Significado é sempre sacrificado em detrimento do rigor matemático exigido; Não permite análise das relações; Os resultados podem ser considerados como verdade absoluta por parte dos analistas de risco desconsiderando outras variáveis.

Figura 18 - Vantagens e desvantagens das análises qualitativas e quantitativas (Pardo, 2009)

2.5.1. Análises de Risco Quantitativas

Trata-se de uma análise numérica do efeito dos riscos identificados nos objetivos gerais do projeto. A análise quantitativa de riscos é realizada nos riscos que foram priorizados pelo processo.

Estes tipos de análises, quantitativas, são fundamentadas em princípios probabilísticos e estatísticos, sendo aplicadas em situações similares. As análises de risco quantitativas são de carácter dedutivo, ou seja, partem de uma hipótese estruturada e chegam à confirmação da teoria (figura 19).

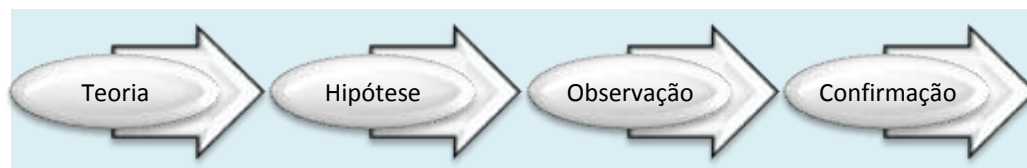


Figura 19 - Estrutura das análises dedutivas (adaptado de Pardo, 2009).

No caso deste tipo de análises, começa com o panorama de rutura do sistema e tenta-se chegar às causas que provocaram a rutura, ou seja, inicia-se o processo pelas situações gerais e direcionam-se as análises a situações específicas que representam as suas causas potenciais.

Conforme exposto anteriormente, este tipo de análises de riscos quantitativas, em alguns casos são dificilmente moldados, mas é possível caracterizar estatisticamente algumas das variáveis fundamentais (geometria, características dos materiais e ações desencadeadoras das ruturas, por exemplo) e realizar o cálculo das probabilidades de ocorrência dos modos de rutura.

Na utilização de análises de risco quantitativas, devem ser consideradas as seguintes incertezas:

- Caracterização da ocorrência dos eventos naturais;
- Deficiência do conhecimento físico dos sistemas naturais e artificiais (sistemas complexos);
- Incerteza da calibração dos modelos utilizados nas análises de risco;
- Probabilidades estimadas para a ocorrência de eventos nos componentes do sistema, com base em valores subjetivos;
- Previsão dos danos (estimativa do número de vítimas afetadas e das possíveis perdas económicas)

2.5.2. Análises de Risco Qualitativas

Este tipo de análise qualitativa confere a priorização dos riscos para análise ou ação adicional decorrente da avaliação e combinação da probabilidade de ocorrência e impacto.

Esta avalia a prioridade dos riscos identificados utilizando a probabilidade deles acontecerem, o impacto correspondente nos objetivos do projeto se os riscos realmente acontecerem, além de outros fatores, como prazo e tolerância a risco das restrições de custo, cronograma e qualidade do projeto.

Através deste tipo de método existe a hipótese de descobrir, revelar e explicar os fenômenos e acontecimentos que podem ocorrer nos processos, além de definir novas relações entre as variáveis envolvidas no processo de análise e tentar prever comportamentos do sistema, não previstos em projeto. Nesse sentido, nas fases preliminares e iniciais da pesquisa, os métodos de análise qualitativos são uma grande ajuda e muito utilizados.

Todavia, segundo Cavalli (1996), a fase preliminar de um projeto pode ser legitimamente considerada o ponto de chegada da pesquisa.

De forma geral, as análises de risco qualitativas são de natureza indutiva (figura 20), de tal forma que o sistema de observação conduz à formulação das hipóteses, das variáveis, dos objetivos da pesquisa e, conseqüentemente, da teoria que explica os fenômenos e os acontecimentos que já ocorreram ou que podem vir a ocorrer. A análise inicia com a observação do sistema e com a identificação dos riscos e, assim, define a hipótese a ser estudada, a influência do risco para o desempenho do sistema e as conseqüências associadas à ocorrência do evento.

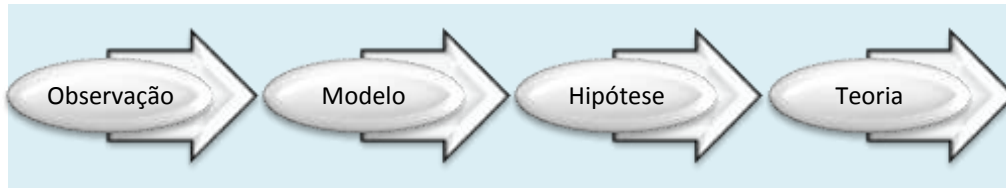


Figura 20 - Estrutura das análises indutivas (adaptado de Pardo, 2009)

Na opinião de Godoy (1995), as metodologias básicas para se estabelecer uma abordagem qualitativa são:

- Pesquisa documental;
- Estudo de caso;
- Etnografia.

Em alguns casos, somente as duas primeiras são aplicáveis, já que a etnografia é usada em antropologia e voltada ao estudo de comunidades.

No segundo ponto, objeto de estudo de caso, como seu nome indica, refere-se à análise intensa de um determinado processo. Esse tipo de análise obriga à existência de um estudo detalhado do ambiente, das situações e dos fenômenos que podem por em risco a segurança do processo em estudo.

Este tipo de observação permite reconstruir a história do processo, registrando todos os fatos passados e marcas deixadas pela ocorrência dos acontecimentos indesejados, além de fornecer informações sobre os fenômenos que podem vir acontecer.

Embora apesar de inúmeras vantagens do uso das análises qualitativas, existem alguns obstáculos relacionados com a sua natureza. As análises qualitativas são de natureza subjetiva, já que dependem da experiência e conhecimento de quem as utiliza. A principal limitação nesse tipo de análise é a divergência dos conceitos na opinião entre os membros da equipa e o fato de codificar e compilar os critérios para realizar a análise. Os critérios e conceitos usados na observação do sistema podem afetar o resultado da análise.

Mediante esta razão, é recomendável reunir a equipa antes de começar a fase de observação, com o intuito de padronizar os conceitos envolvidos na análise e produzir um resumo das definições dos conceitos abordados na reunião e que ajude a resolver as incertezas que possam surgir na recolha dos dados, com o objetivo de diminuir a subjetividade do processo e facilitar a recolha de informações.

De referir que, a recolha e análise de dados são extremamente difíceis e é necessário definir uma ordem de registo e análise dos dados que os torne comparáveis.

Porém, um outro obstáculo identificado associado às análises qualitativas refere-se à falta de confiabilidade nos dados recolhidos e, conseqüentemente, à validação dos resultados.

Bradley (1993) recomenda o uso de quatro critérios para atenuação destes impactos:

- Conferir a credibilidade do material investigado;
- Zelar pela fidelidade no processo de transcrição que antecede a análise;

- Considerar os elementos que compõem o sistema;
- Assegurar a possibilidade de confirmação posterior dos dados pesquisados.

Síntese Final

Através da análise deste capítulo é possível constatar que existem distintas definições e perspectivas para o conceito de risco. Porém, estas definições têm progredido no sentido de que os riscos não podem ser completamente eliminados e que os mesmos podem desencadear efeitos positivos ou negativos sobre os objetivos finais do projeto.

Neste trabalho tornou-se inevitável o estudo do conceito da incerteza, probabilidade e impacto, sendo que estes dois últimos conceitos são aplicados na metodologia criada.

Foram também estudados e apresentados três modelos de gestão do risco, com o objetivo obter conhecimentos para desenvolver o capítulo que se segue. Pela análise dos três modelos, é possível verificar que os mesmos são bastante semelhantes no que concerne às principais fases da gestão do risco.

Conclui-se que os modelos são bastante completos e que podem ser adaptados a qualquer circunstância, como tal o autor achou conveniente utilizá-los como base para desenvolver uma metodologia que permita identificar, analisar e avaliar os riscos de uma atividade.

3. Metodologia Proposta para Gestão de Risco

3.1. Introdução da Metodologia

Este capítulo tem como objetivo desenvolver uma metodologia que permita orientar as empresas da área da Construção Civil na implementação de um processo de identificação e avaliação de potenciais riscos nas suas empreitadas. Esta metodologia foi desenvolvida de modo a que a sua aplicação seja feita a cada atividade da empreitada individualmente, para que o estudo seja mais pormenorizado e focalizado. Desta forma pretende-se que os riscos identificados e avaliados sejam específicos para a atividade em análise. A análise que se pretende é uma análise geral do risco da atividade e não uma análise do risco da sua execução. A construção desta metodologia foi realizada tendo por base a análise e estudo dos modelos tratados no capítulo anterior.

Esta metodologia tem como foco principal de estudo (figura 21) a fase de construção da empreitada, uma vez que é a fase mais importante de todo o processo, e deve servir de linha de orientação ainda que a sua aplicação possa ser adaptada e modificada a cada empreitada em concreto.

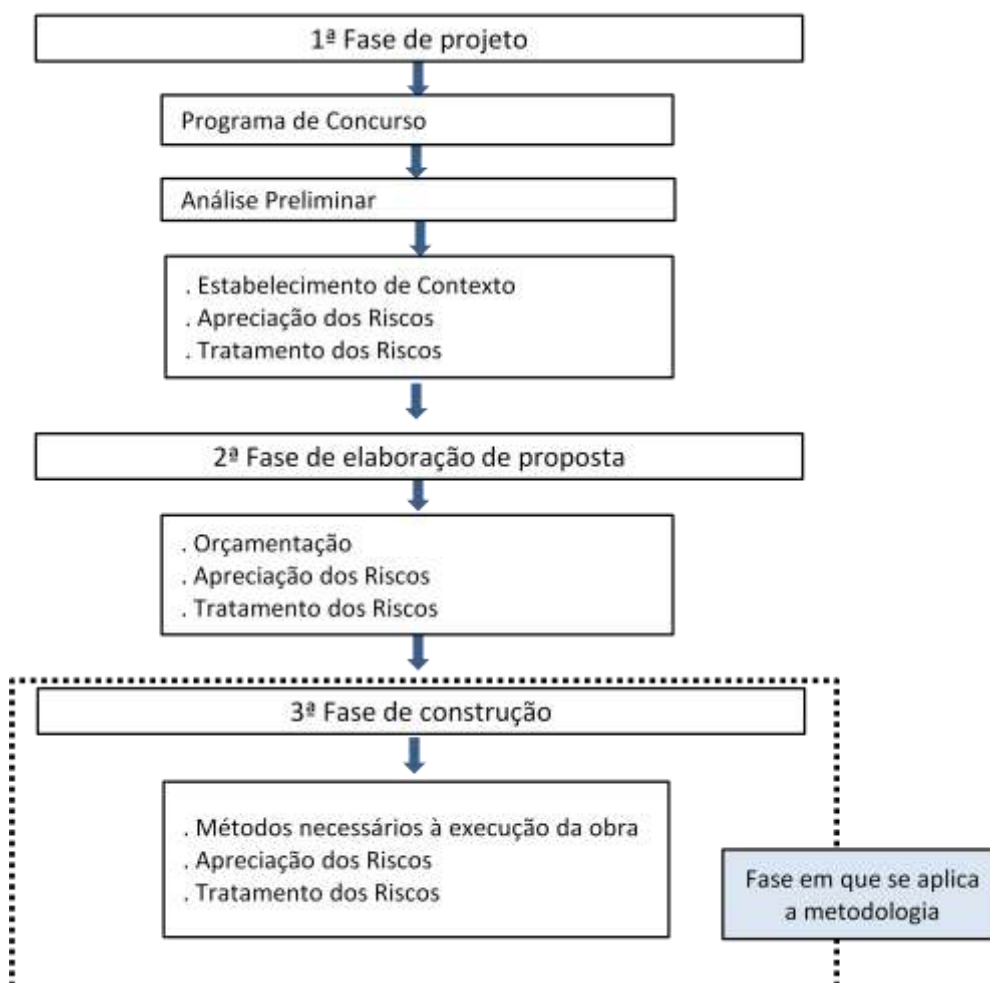


Figura 21 - Foco principal de estudo da metodologia.

3.2. Organização da Metodologia

A metodologia de Gestão de Risco desenvolvida pode ser adaptada e implementada em qualquer atividade de qualquer obra de Construção Civil e foi desenvolvida tendo por base de referência:

- Norma internacional ISO 31000:2009 (gestão do risco – princípios e diretrizes);
- Guia ISO 73: 2009 (gestão do risco – vocabulário);
- IEC/ISO 31010:2009 (gestão do risco – técnicas de apreciação do risco);
- PMBOK Guide, 2008.

A implementação da metodologia de gestão do risco permite identificar, analisar, mitigar e controlar os riscos da obra no referente à fase de construção. De acordo com as orientações metodológicas acima referidas a metodologia proposta será composta pelas etapas representadas na figura 22.

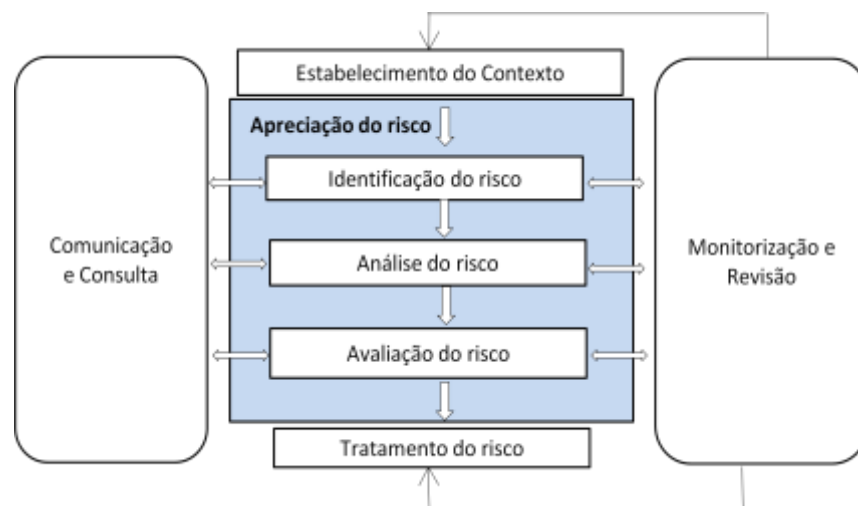


Figura 22 – Estrutura da metodologia (ISO 31000:2009).

Com a implementação do processo de Gestão de Risco nas obras e sua atualização permanente, pretende-se incrementar as probabilidades de sucesso de serem alcançados os objetivos primordiais no que respeita aos vetores fundamentais de risco, nomeadamente o seu prazo de execução, o seu custo e o modo como o Dono da Obra e outras entidades externas de relevante importância percecionam a evolução dos trabalhos e o seu produto final (imagem).

Esta metodologia de Gestão do Risco visa minimizar os impactos de eventos potencialmente negativos e tirar pleno partido de possíveis oportunidades de melhoria.

3.2.1. Comunicação e Consulta

A comunicação é um elemento importante em cada fase da estrutura da metodologia, uma vez que é essencial todos os intervenientes neste processo entendam e partilhem as razões da necessidade de implementar determinadas ações ou de tomar determinadas decisões em relação à gestão de risco.

Pretende-se desse modo seguir uma abordagem de comunicação por todos os intervenientes na gestão de risco da empreitada e elaborar uma lista de responsabilização. Esta deve ser desenvolvida numa fase inicial e incumbindo esta responsabilidade aos donos do risco (*stakeholders*).

Os donos do risco (*stakeholders*) devem ser pessoas experientes e com condições mínimas para exercerem essas funções, tais como: grau académico a licenciatura, cinco anos de experiência profissional na área que irá representar e um ano de experiência em obras semelhantes.

O organograma apresentado na figura 23 é um organograma tipo e tem como objetivo servir de base para a identificação das responsabilidades dos donos do risco (*stakeholders*) da empreitada.

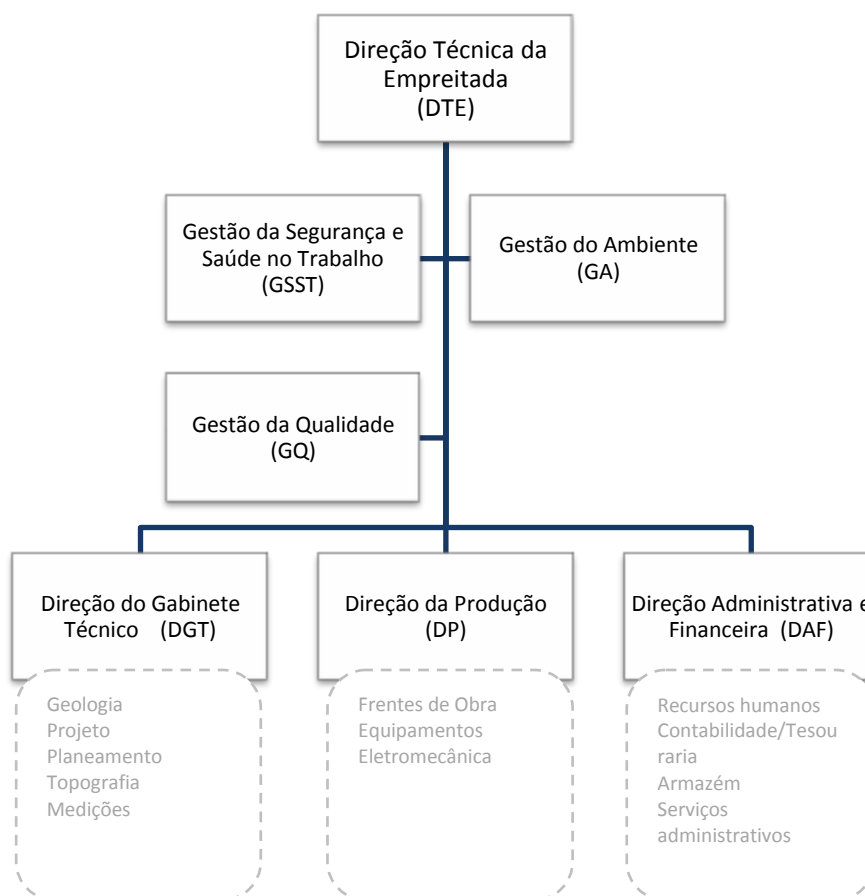


Figura 23 - Identificação das responsabilidades dos stakeholders na gestão do risco

3.2.2. Estabelecimento do Contexto

De acordo com a norma, a fase seguinte do processo de gestão de risco é o estabelecimento de contexto interno e externo e o contexto da gestão de risco.

Tendo em conta que o âmbito de aplicação da metodologia proposta é a fase de construção e que se pretende apreciar os riscos apenas de uma atividade da empreitada fazendo uma análise geral do risco da atividade e não uma análise do risco da sua execução, não faz sentido analisar e

considerar fatores externos à empreitada, e os internos a considerar deverão ser somente os diretamente relacionados com a atividade em causa.

Em termos práticos o estabelecimento de contexto aplicado a uma atividade de uma empreitada envolve o desenvolvimento dos seguintes pontos:

- 1) Identificação da empreitada;
- 2) Descrição geral da empreitada;
- 3) Identificação e descrição da atividade: divisão desta em subatividades e identificação de equipamentos e materiais envolvidos.

Este entendimento do contexto estratégico, da divisão da atividade em subatividades permite garantir que todos os riscos significativos sejam conhecidos.

Apresentam-se aspetos relevantes à obra no que se refere a aspetos técnicos e outros que enriqueçam o enquadramento da mesma. Começando por se fazer uma identificação mais rigorosa da obra e das suas entidades executantes, refere-se também algumas quantidades de trabalho relevantes para a mesma assim como características gerais da obra.

3.2.3. Apreciação dos Riscos

Na apreciação dos riscos será utilizada uma análise qualitativa devidamente fundamentada que permite ajustar os riscos à realidade.

3.2.3.1. Identificação dos Riscos

O principal objetivo desta fase é a identificação dos riscos existentes nas subatividades da atividade em análise, mediante a auscultação de cada um dos intervenientes através da utilização de técnicas para o efeito. Técnicas estas, já referenciadas no capítulo anterior. A técnica escolhida para esta fase foi o *brainstorming* (PMBOK Guide, 2008).

Esta fase tem como resultado a definição dos riscos, da qual resulta uma listagem dos riscos identificados (Anexo I) e sua ligação às subatividades, os quais serão classificados de acordo com as categorias de risco. Serão ainda identificados os *stakeholders* envolvidos nos riscos identificados.

Tendo em conta o organograma apresentado no subcapítulo anterior, consideraram-se as seguintes categorias como potenciais geradoras de riscos: Planeamento/Projeto, Construção e Execução, Segurança, Ambiente, Qualidade Técnica e Administrativa Financeira.

Categoria Planeamento/Projeto: Considera-se os riscos associados aos prazos de execução das diferentes atividades que compõem a obra e riscos associados à conceção e dimensionamento dos diversos elementos da obra;

Categoria Construção e Execução: Riscos associados aos métodos construtivos e operacionais envolvidos na concretização dos elementos da obra;

Categoria Segurança: Riscos relacionados com a segurança de trabalhadores, dependente dos métodos operacionais e relacionada com o PSS;

Categoria Ambiente: Riscos associados a “acidentes” ambientais, oriundos da sua conceção como da sua materialização e relacionados com a PGA;

Categoria Qualidade Técnica: Riscos relacionados com o cumprimento das especificações técnicas legais e contratuais relativas aos diversos elementos da obra e relacionados com o PGQ;

Categoria Administrativa Financeira: Riscos associados à gestão financeira da empreitada.

Como se representa na figura 24, a elaboração e operacionalização da metodologia definida pela presente, deve beneficiar dos Planos de Segurança, Qualidade e Ambiente desenvolvidos, assim como das restantes ferramentas de gestão relativas ao planeamento da obra (Plano de Trabalhos) e de otimização de processos operacionais (Memória Descritiva e Justificativa da Empreitada).

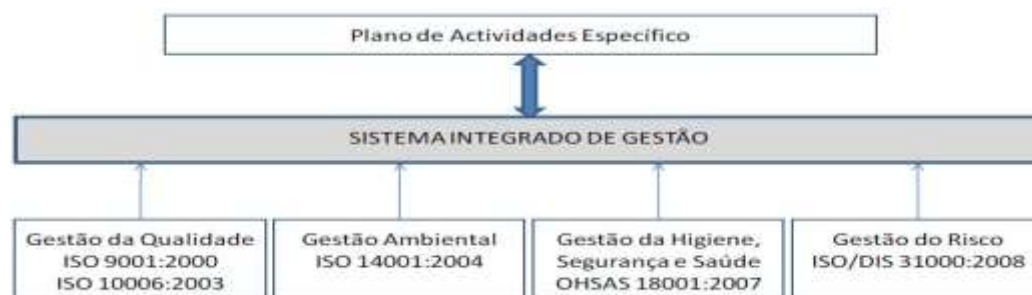


Figura 24 - Sistema Integrado de Gestão (Sousa et al, 2012).

3.2.3.2. Análise dos Riscos

Nesta fase, análise do risco, deve-se aprofundar a compreensão da natureza dos riscos identificados e determinar o respetivo nível do risco associado. Esta atividade serve de base à fase seguinte avaliar os riscos e às decisões relacionadas com o tratamento do risco. De referir que a análise final dos riscos deve ser efetuada através da reunião de todos os intervenientes através da utilização da técnica já referenciada na identificação dos riscos o *brainstorming* (Anexo II).

A incerteza dos eventos de risco pode ser medida em dois vetores: *probabilidade* e *impacto*, consistindo a primeira na hipótese da ocorrência da sua manifestação, e a segunda na potencial magnitude dos seus resultados. A tabela 3 define a escala de probabilidade (p), que deverá ser usada para a classificação dos eventos de risco:

Tabela 3 - Escala de probabilidade

Pont.	Escala da probabilidade de ocorrência	Intervalos da probabilidade (p)
5	Muito alta	81% a 100%
4	Alta	61% a 80%
3	Moderado	41% a 60%
2	Baixa	21% a 40%
1	Muito Baixa	0% a 20%

Os impactos (I) devem ser expressos através de parâmetros relacionados com os subfactores fundamentais “custo”, “prazo” e “imagem”, que devem ser apurados em função da natureza do risco em análise e compreendidos pelos intervenientes na atividade de análise do risco. No que diz respeito aos impactos, nos subfactores identificados deverão ser considerados os seguintes critérios:

I 1 - Custo da obra

Os custos inerentes à exposição de cada um dos riscos podem influenciar mais ou menos a gravidade dessa exposição e até colocar em causa o cumprimento dos objetivos. A tabela 4 define a escala do subfactor 1 – custo.

Tabela 4 - Escala do subfactor 1 (Custo)

Escala	Classificação	I1 – Custo
1	Muito baixo	Pequeno aumento (quase nulo) do custo numa subatividade, sem aumento de custo da atividade em análise.
2	Baixo	Aumento do custo numa subatividade, com aumento moderado de custo da atividade em análise. Desvio de custo associado ao risco superior a 2,5% do custo da atividade pelo risco ou a 0,625% do custo total da empreitada.
5	Moderado	Aumento do custo numa subatividade, com aumento significativo do custo da atividade em análise. Desvio de custo associado ao risco superior a 5% do custo da atividade pelo risco ou a 1,25% do custo total da empreitada.
10	Alto	Aumento do custo numa subatividade, com aumento elevado do custo da atividade em análise. Desvio de custo associado ao risco superior a 10% do custo da atividade pelo risco ou a 2,5% do custo total da empreitada.
20	Muito alto	Aumento do custo da atividade em análise, que provoca aumento significativo do custo final da empreitada. Desvio de custo associado ao risco superior a 20% do custo da atividade ou a 5% do custo total da empreitada.

I2 - Prazo de obra

A influência para o bom resultado de um projeto começa com a capacidade cumprir prazos. Sejam eles parcelares ou totais. A análise da influência de cada um dos prazos planeados sobre as restantes atividades é relevante para valoração da gravidade da exposição a um determinado risco. A tabela 5 define a escala do subfactor 2 – prazo.

Tabela 5 - Escala do subfactor 2 (Prazo)

Escala	Classificação	I2 – Prazo
1	Muito baixo	Pequeno atraso numa subatividade, suscetível de recuperação com recurso aos meios existentes em obra sem esforço consideráveis e sem atraso da atividade em causa.
2	Baixo	Atraso moderado numa subatividade, suscetível de recuperação com recursos existentes em obra mas com esforço considerável e com atraso da atividade. Variação de prazo superior a 2,5% na atividade pelo risco ou a 0,625% no total da empreitada.
5	Moderado	Atraso importante numa atividade, só passível de recuperação com a incorporação de meios adicionais. Variação de prazo superior a 5% na atividade ou a 1,25% no total da empreitada.
10	Alto	Atraso muito importante numa atividade, só passível de recuperação com a incorporação de meios adicionais e esforço considerável. Variação de prazo superior a 10% na atividade ou a 2,5% no total da empreitada.
20	Muito alto	Atraso numa atividade que provoca aumento irrecuperável do prazo da obra. Variação de prazo superior a 20% na atividade ou a 5% no total da empreitada.

I3 – Imagem / Reputação

A garantia de uma boa percepção pública de acordo com os padrões definidos por lei, pelo Caderno de Encargos, no rigoroso respeito pelos valores da Higiene e Segurança no Trabalho, pelo Ambiente e pelos padrões de Qualidade. A tabela 6 define a escala do subfactor 3 – imagem.

Tabela 6 - Escala do subfactor 3 (Imagem)

Escala	Classificação	I3 – Imagem
1	Muito baixo	Sem modificação da reputação.
2	Baixo	Modificação da reputação a nível de terceiros individuais.
5	Moderado	Modificação da reputação a nível institucional (Dono da Obra/Cliente) e no seio da comunidade técnica nacional.
10	Alto	Modificação da reputação a nível regional/local.
20	Muito alto	Modificação da reputação a nível nacional e/ou internacional.

3.2.3.3. Avaliação dos Riscos

Esta fase tem como objetivo a avaliação das atividades e subatividades tendo em consideração os processos, procedimentos ou controlos existentes que permitam a gestão, controlo e monitorização dos riscos identificados.

A avaliação de riscos tem como referência a avaliação dos impactos e probabilidade do qual resulta a matriz do risco representada na figura 25, em que o produto impacto x probabilidade constitui o nível do risco (NR).

$$\text{Nível do Risco (NR)} = \text{Probabilidade (p)} \times \text{Impacto (I)}$$






Nesta metodologia considera-se que os três subfactores, custo, prazo e imagem, têm o mesmo peso para a determinação do nível de risco e como tal é feita uma média dos valores atribuídos a cada.

$$NR = \frac{NR1 + NR2 + NR3}{3}$$

		Impacto				
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
Probabilidade	Muito Alta	5	10	25	50	100
	Alta	4	8	20	40	80
	Moderada	3	6	15	30	60
	Baixa	2	4	10	20	40
	Muito Baixa	1	2	5	10	20

Figura 25 - Matriz de avaliação dos riscos – Probabilidade versus Impacto.

Na figura 25, os números representam o limite à direita, uma vez que pelo facto de termos três subfactores associados ao impacto, ao ser calculado o nível de risco de cada risco, obtemos um valor médio entre os valores apresentados na tabela.

-  **Risco Muito Alto** – São os riscos que requerem uma ação imediata prioritária, pela implementação de novas atividades, processos, procedimentos ou controlos ou remediação dos atualmente existentes. $50 \geq NR \leq 100$
-  **Risco Alto** – São os risco que continuam a ser inaceitáveis e requererem uma ação imediata, sendo ainda justificável proceder ao seu tratamento. $25 \geq NR < 50$
-  **Risco Moderado** – São os riscos que requerem ações com vista à sua redução para níveis considerados aceitáveis $15 \geq NR < 25$
-  **Risco Baixo** – São os riscos aceitáveis, os quais requerem a monitorização periódica das atividades, processos, procedimentos ou controlos existentes. $5 > NR < 15$
-  **Risco Muito Baixo** – São os riscos aceitáveis, permite negligenciar o risco e não implica a necessidade de quaisquer medidas de tratamento para além das que já estão subjacentes a manter os controlos existentes. $1 \geq NR \leq 5$

3.2.4. Tratamento dos Riscos

Esta fase tem como objetivo a definição das estratégias de gestão e tratamento de riscos com vista à redução dos níveis de risco determinados a um nível aceitável, os quais deverão ser consubstanciados nos processos, procedimentos e controlos existentes.

Esta fase tem como resultado a priorização da melhor combinação de opções a seguir, dado que a implementação de todas as opções de tratamento pode não ser economicamente viável. Tomada de decisão relativamente às opções a seguir e implementação das medidas adequadas à redução dos níveis de risco a um nível aceitável.

3.2.5. Monitorização e Revisão

Dado que os fatores que afetam a probabilidade e impacto dos riscos estão sujeitos a mudanças, afetando desta forma o custo e viabilidade das opções de tratamento dos mesmos, é necessária a monitorização e revisão periódica do processo de gestão de risco de modo a garantir que o planeamento realizado se mantém pertinente.

Esta fase tem como resultado a definição do ciclo de aplicação, monitorização e revisão da metodologia de gestão de risco para incorporação nas operações da empreitada geral de construção com o objetivo de avaliar sobre a efetividade dos planos de tratamento adotados e/ou capturar a existência de novos riscos.

Síntese Final

Neste capítulo foi criada uma metodologia de gestão de risco que tem como objetivo orientar as empresas da área da Construção Civil na implementação de um processo de identificação e avaliação de potenciais riscos na sua atividade. Após a análise das metodologias estudadas no capítulo anterior, optou-se por elaborar a metodologia tendo por base ISO 31000:2009 e no PMBOK (2008).

A metodologia desenvolvida tem como âmbito de aplicação uma atividade da empreitada que deve ser dividida em subatividades e analisada individualmente, para que o estudo seja mais pormenorizado e focalizado. Desta forma pretende-se que os riscos identificados e avaliados sejam específicos para a atividade em análise.

A estrutura da metodologia proposta resume-se em cinco grandes etapas, são elas:

- Comunicação e Consulta;
- Estabelecimento do Contexto;
- Apreciação dos Riscos;
- Tratamento dos Riscos;
- Monitorização e Revisão.

Na fase da apreciação dos riscos foram criados os critérios de análise e avaliação dos riscos. Para a análise dos riscos foram apresentadas as escalas de probabilidade e impactos a seguir e para a avaliação dos riscos foi desenvolvida a matriz de risco bem como a sua hierarquização.

4. Aplicação da Metodologia Proposta: Caso de Estudo

Neste capítulo pretende-se dar a conhecer como pode ser aplicada a metodologia de gestão de risco proposta no capítulo anterior, com o objetivo de aferir a sua aplicabilidade num caso concreto e avaliar as suas limitações.

A empreitada alvo de análise e aplicação da metodologia foi a obra do Reforço de Potência da Barragem de Venda Nova III, uma vez que foi a obra onde o autor esteve a estagiar. Neste âmbito, foi selecionada a atividade de escavação subterrânea para a qual foi detalhada a análise do risco.

4.1. Estabelecimento do Contexto

Neste ponto é feita a descrição de todo o enquadramento onde ocorreu o estudo que se apresenta, nomeadamente identificando a localização e âmbito da empreitada onde se inclui a atividade estudada e o detalhe das características da atividade escolhida.

4.1.1. Identificação da Empreitada

A presente empreitada insere-se na zona do Aproveitamento Hidroelétrico de Venda Nova – Reforço de Potência de Venda Nova II (Central de Frades), que se situa na região entre o Douro e Minho.

As principais zonas de intervenção, relacionadas com a implantação do novo reforço de potência, estão localizadas nas freguesias de Campos, Ruivães e Salamonde, pertencentes ao concelho de Vieira do Minho, distrito de Braga (figura 26).

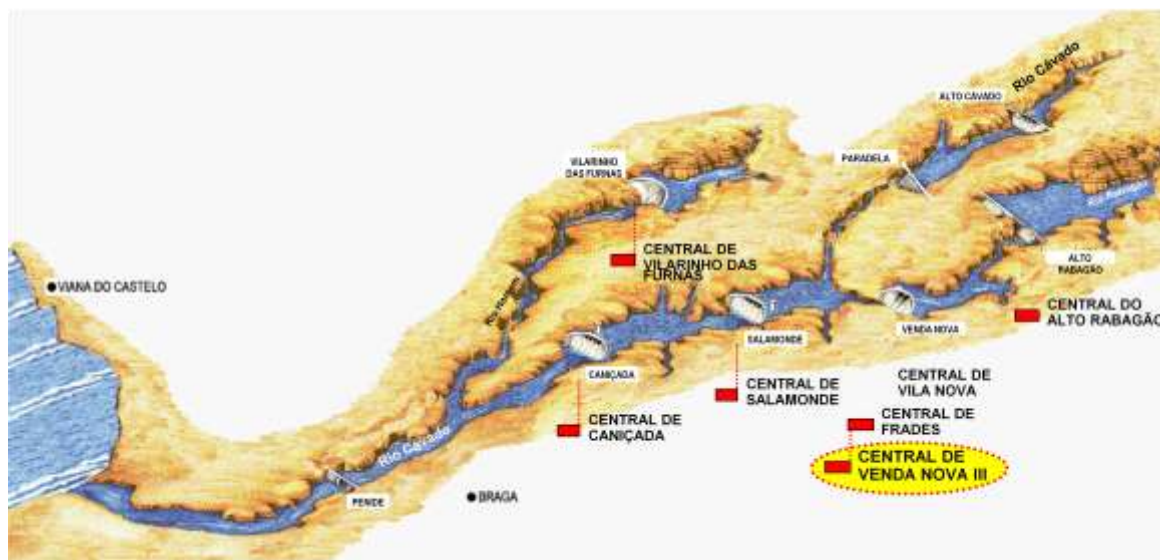


Figura 26 - Representação da implementação da central de Venda Nova III (Memória Descritiva - Projeto).

A identificação da empreitada é apresentada da seguinte forma:

- Dono de Obra: EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.
- Fiscalização: FASE – Estudos e Projetos SA e GIBB Portugal – Consultores de Engenharia, Gestão e Ambiente, S.A.
- Coordenação de Segurança e, Obra: Tabique Engenharia, LDA

- Entidade Executante: “Reforço de Potência da Barragem da Venda Nova, ACE” (ACE constituído pelas empresas: MSF / Somague / Mota-Engil / Spie Bagtinnolles)
- Nome da Obra: Empreitada Geral de Construção – VN III
- Reforço de Potência do Aproveitamento de VN
- Data de Início dos Trabalhos: 15 de Março de 2010
- Previsão para Conclusão dos Trabalhos: 15 de Agosto de 2015
- Valor da Empreitada: 131.000.000,00 €

A identificação dos trabalhos a realizar considerados mais significativos nesta empreitada são os apresentados a seguir:

- Escavação a céu aberto – 150.000m³
- Escavação subterrânea – 950.000m³
- Furação para Ancoragens Passivas – 600.000m
- Furação de Pregagens tipo *Swelllex's* – 265.000m
- Betão Projetado – 29.000m³
- Betão Estrutural – 162.000m
- Aço em Armaduras – 10.000.000Kg
- Quantidade de Betão só em soleiras dos túneis – 14.490m³
- Quantidade de Betão das Ensecadeiras, as quais vão ser demolidas à posteriori – 19.360m
- Distância entre as Frentes de Trabalho mais afastadas – 8Km

4.1.2. Descrição Geral da Empreitada

O desnível entre as albufeiras de Venda Nova e de Salamonde começou a ser aproveitado no início da década de 1950 com a entrada em serviço da central de Vila Nova em 1951, a qual se constituiu na época como o primeiro grande esquema hidrelétrico tendo como objetivo o abastecimento público de eletricidade.

As importantes disponibilidades hídricas da região, associadas ao seu alto nível de pluviosidade (o mais elevado do País), potenciadas pela existência de significativa capacidade de regularização de afluências (albufeiras do Alto Rabagão e de Venda Nova), e a possibilidade de tirar partido de uma queda de cerca de 420 m através da construção de obras de derivação com comprimentos da ordem dos 4 km, motivaram, desde a década de 1970, o interesse no reforço da potência hidrelétrica instalada neste local.

Com este objetivo entrou em serviço industrial em 2005 o reforço de potência do aproveitamento de Venda Nova (Venda Nova II), com o qual se procurou essencialmente tirar partido da instalação de equipamento reversível utilizando as albufeiras já existentes (Venda Nova e Salamonde), possibilitando também a recuperação de alguns descarregamentos nas épocas mais húmidas.

Os fatores condicionantes da concepção geral do novo reforço de potência do aproveitamento de Venda Nova (Venda Nova III) são muito idênticos aos do primeiro reforço - Venda Nova II, quer no que diz respeito aos aspetos geotécnicos e estruturais quer no se refere à componente hidráulica e operacional.

As principais obras associadas à Empreitada são as relacionadas com o circuito hidráulico propriamente dito, com a caverna da central, onde se inserem os grupos geradores e a câmara dos transformadores e, por fim, com as obras anexas, referentes às galerias de acesso definitivo e de ataque, ao posto de corte e ao edifício de apoio (figura 27).



Figura 27- Representação da implementação da central de Venda Nova III e sua constituição (adaptado da Memória Descritiva - Projeto).

1 A Tomada de Água é constituída por um bocal com secção transversal retangular a que se segue um trecho com secção constante onde se instalam a comporta ensecadeira do tipo corrediça e a comporta de segurança do tipo vagão, as quais são movimentadas a partir de uma torre de manobra em betão armado sobre a qual estão instalados todos os equipamentos necessários à sua operação e manutenção.

2 Um Túnel em Carga com inclinação de cerca de 13,81 %, em toda a sua extensão de 2840,0 m, e com secção transversal do tipo circular modificada com diâmetro característico de 12,0 m, não revestida, que se desenvolve entre o fim da transição secção revestida da tomada de água - secção não revestida e o início do trecho revestido que faz a transição para o desarenador superior.

3 Uma Chaminé de Equilíbrio Superior, constituída por dois poços verticais de ligação entre o túnel em carga e o poço da chaminé propriamente dito, cuja ligação à superfície se realiza através de um reservatório que constitui uma câmara de expansão e que é dotado de uma câmara de alimentação que tira partido da necessidade construtiva de acesso ao topo dos referidos poços verticais de ligação.

- Injeções;
- Aparelhagem de Observação;
- Eléctrodo de Terra;
- Acabamento de construção civil e serralharias;
- Recuperação e integração paisagística final;
- Pavimentações;
- Outros trabalhos diversificados de construção civil.

4.1.3. Identificação e Descrição da Atividade

O objetivo deste subcapítulo é identificar e descrever a atividade selecionada para a aplicação do caso prático, serão também referenciadas quais as razões para a tomada de decisão. É feita a descrição do processo construtivo bem como a enumeração dos equipamentos e materiais envolvidos, de modo a apresentar as principais características e fases desse processo.

Após análise do projeto, no que diz respeito ao caderno de encargos e ao planeamento da Oora, e tendo por base a intenção de selecionar uma atividade que pudesse ser representativa da empreitada em causa, e até para a construção como âmbito de intervenção, a escolha recaiu sobre a atividade de escavação subterrânea, tendo presente que é a que:

- Possui maior percentagem de custo estimado na empreitada em questão (cerca de 28%);
- Apresenta maior tempo de duração;
- Envolve a utilização de diversos equipamentos e materiais relevantes;
- Possui grande influência na prossecução de outras atividades, por ser uma atividade crítica;
- Estava a decorrer aquando da elaboração da tese.

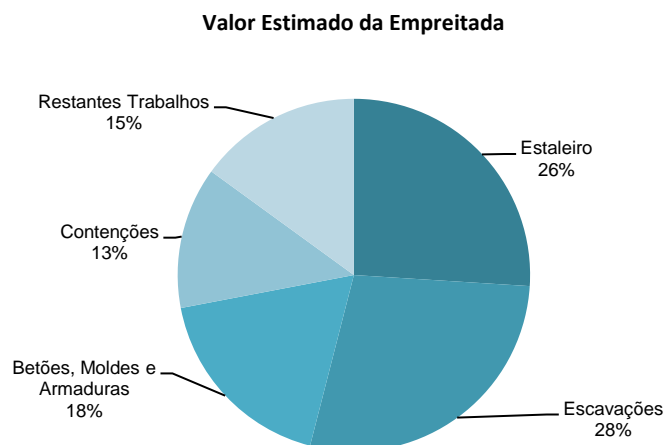


Figura 29 - Gráfico representativo do valor estimado da empreitada.

Para uma maior perceção desta realidade apresenta-se no Anexo III o plano de trabalhos da e na figura 29 o gráfico representativo das percentagens relativas de valor estimado para cada uma das atividades consideradas as principais da empreitada.

A escavação subterrânea é um processo construtivo que, nesta obra, pode ser estudada como sendo constituída por um ciclo com várias fases. Em fase de planeamento, e confirmado na fase de execução da empreitada chegou-se à conclusão que este ciclo implica a sequência das seis fases (subatividades), estando as mesmas esquematizadas na figura 30.



Figura 30- Fases do ciclo da escavação subterrânea (subatividades).

Fase 1: Marcação da Frente

Tendo como base o projeto, nesta fase pretende-se marcar a frente do túnel (figura 31), com os pontos onde posteriormente serão efetuados os furos para introdução dos explosivos. A marcação é efetuada pela equipa de topografia com recurso a equipamentos de medição (laser e estação total). A furação será efetuada de acordo com o diagrama de fogo elaborado pelos responsáveis da frente de trabalho.

De referir que uma equipa tipo de topografia nesta obra é composta por um topógrafo e um porta miras e tem como tarefa definir pontos de referência para a orientação do equipamento de medição.



Figura 31 – Fotografia da marcação da frente.

Fase 2: Furação da Frente

A furação da frente é executada com auxílio do equipamento de furação, *jumbo* (figuras 32 e 33). A sequência da furação tem sempre início pelos furos de cota inferior.

Nesta subatividade é imprescindível que o manobrador do equipamento disponha na frente do diagrama de fogo, introduzindo os dados do mesmo no sistema informático do equipamento. Este sistema tem vantagem de permitir a definição de coordenadas e a profundidade dos furos a realizar.

Esta tarefa é auxiliada por alguns trabalhadores que orientam o manobrador no manuseamento dos braços do equipamento, através do solo e/ou suspensos no cesto de carga. Este equipamento é composto no mínimo por três braços capazes de furar em simultâneo e um cesto de sustentação de cargas.



Figura 33 - Fotografia da furação da frente.



Figura 32 - Fotografia da furação da frente.

Fase 3: Carregamento dos Explosivos e Ligação dos Detonadores

A tarefa de carregamento de explosivos só tem início após conclusão de todos os trabalhos de furação, visto que a esta subatividade podem estar associados acidentes. O carregamento é realizado de acordo com o diagrama de fogo indicado para cada secção e avanço pretendido.

O explosivo, que se utiliza nesta empreitada é a emulsão a granel, sendo o seu abastecimento à obra realizado por camião tanque (figura 35). Por sua vez este tem a função de bombear a emulsão para os furos ao mesmo tempo que faz a mistura com os outros componentes torna-a explosiva.

Após carregamento dos furos (figura 34), são necessários 15 min até que o explosivo reaja e se expanda na sua totalidade. Posteriormente procede-se à ligação dos detonadores de todos os furos carregados com auxílio de ligadores, permitindo estes a temporização da pega.

Depois de concluído este processo encontra-se tudo preparado para a fase seguinte (detonação).



Figura 34 - Fotografia do carregamento dos explosivos.



Figura 35 - Fotografia do camião tanque de explosivos a granel.

Fase 4: Detonação

A fase da detonação da pega é o culminar do grande objetivo do avanço físico da escavação.

Uma vez carregada toda a pega e concluído todo o processo de ligação (figura 36), procede-se à detonação. Nesta fase é necessário desligar a ventilação, parar a frente de trabalho, afastar todos os equipamentos e trabalhadores para as distâncias de segurança definidas. Aquando da ativação do disparador, o trabalhador responsável por ativar a detonação tem com obrigação resguardar-se num “nicho” realizado para sua proteção.

Após a detonação (figura 37) é necessário ventilar a frente de trabalho de modo a que se possa proceder à continuação dos trabalhos.

O sistema de ventilação utilizado nesta obra é composto por equipamentos de insuflação e aspiração de ar. Este sistema tem como função renovar o ar e fazer com que as partículas suspensas (poeiras) e os gases resultantes da detonação se diluam. Antes de dar continuidade aos trabalhos deve ser sempre verificada a qualidade do ar com recurso a equipamento de monitorização, garantindo que este se encontre dentro dos parâmetros definidos, nomeadamente os legais.



Figura 36 - Fotografia da frente antes da detonação.



Figura 37 - Fotografia do resultado da detonação.

Fase 5: Rega, Remoção dos Escombros e Saneamento

Numa fase inicial as zonas detonadas e os escombros resultantes da pega são regados, de modo a reduzir o volume de poeiras no ar (figura 38).

A remoção do escombros (figura 39) é feita recorrendo a equipamento de carregamento e transporte como a pá mineira, carregadora frontal (ITC), “giratória” e camiões ou *dumpers*.

O saneamento consiste na regularização da frente de trabalho, depois de removido todo o escombros resultante do rebentamento. Esta tarefa é feita com a ajuda da escavadora giratória equipada com martelo de saneamento acoplado. Este equipamento tem como principal função eliminar excessos de pedra que não conseguiram ser derrubados com a explosão. Uma vez terminada a regularização da frente, pode passar-se à próxima fase.



Figura 38 - Fotografia da rega do escombro.



Figura 39 - Fotografia da remoção do escombro.

Fase 6: Suporte para avanço

A fase de suporte para avanço, termina o ciclo da escavação subterrânea. É uma fase bastante importante pois tem como objetivo melhorar as características geomecânicas do maciço, conferindo maior segurança no desenrolar dos trabalhos. Estas características são melhoradas fazendo o sustimento dos paramentos escavados (hasteias e abóbada).

O suporte para avanço pode ser conseguido utilizando pregagens do tipo *Swellex's*, betão projetado, pregagens definitivas (figura 40), cambotas (figura 41) e/ou chapéus de enfilagens. A opção por um dos processos ou a sua obrigatoriedade depende das condições do maciço.

Temos como exemplo nesta obra nos maciços de média/boa qualidade a aplicação de pregagens do tipo *Swellex's* e betão projetado, para maciços de muito má qualidade temos a aplicação de cambotas e chapéus de enfilagens.



Figura 40 - Fotografia da colocação de pregagens.



Figura 41 - Fotografia da colocação de cambotas.

4.2. Apreciação dos Riscos por Subatividades

4.2.1. Identificação dos Riscos

Tendo sido feito o estudo da atividade selecionada e acompanhados os trabalhos, deu-se início à identificação dos riscos presentes nas subatividades da escavação subterrânea. Para tal o foi utilizada a técnica *brainstorming*, de acordo com a proposta definida na metodologia, que englobou a realização de reuniões e debates, nos quais foram discutidos não só os possíveis riscos como também possíveis causas e controlos existentes com os 7 intervenientes escolhidos da obra (stakeholders).

A lista de riscos apresentada foi obtida por mútuo acordo entre todos os intervenientes envolvidos (*stakeholders*).

Tabela 7 - Identificação dos riscos associados à marcação da frente.

Nº	Risco	Descrição do risco	Categoria/ Stakeholders	Medidas de Controlo Existentes
1	Discordâncias topográficas no encontro de túneis executados por duas frentes	Risco de não se verificar uma concordância dentro de limites admissíveis no encontro de duas frentes de um túnel executado em dois sentidos.	Categoria Planeamento Projeto/ Direção do Gabinete Técnico (DGT)	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração do boletim de verificação topográfica. - Verificação/calibração de equipamentos topográficos. - Verificação dos alinhamentos por topografia externa (fiscalização e outros).
2	Avarias ou danos em equipamentos	Avarias em equipamentos pela topografia (estação total ou laser).	Categoria Construção e Execução/ Direção da Produção (DP)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência e gestão de peças sobressalentes. - Contratação e realização de serviços de assistência / manutenção em obra. - Oficina eletromecânica especializada em obra. - Acordos com fornecedores com garantia de entregas atempadas de peças. - Montagem e revisão das instalações elétricas de acordo com o decreto-lei aplicável. - Formação de manobreadores e rotinagem de manobreadores.
3	Ocorrência de acidentes de trabalho	Este risco refere-se apenas a acidentes de trabalho aquando da marcação da frente.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um "plano de emergência". - Existência de um "plano de segurança e saúde". - Formação e sensibilização dos trabalhadores no momento de entrada ao serviço.

A tabela 7 descreve os três riscos identificados para a fase 1, marcação da frente, que foram: risco de discordâncias topográficas no encontro de túneis executados por duas frentes, risco de avarias ou danos em equipamentos topográficos e risco ocorrência de acidentes de trabalho desta fase.

Os cinco riscos identificados para a fase 2, furação da frente, estão descritos na tabela 8 e são os seguintes: risco de atrasos na contratação de subempreiteiro especializado na furação, risco de afluência inesperada de águas subterrâneas durante esta fase, risco de avarias ou danos no equipamento de furação - Jumbo, risco de ocorrência de acidentes ambientais e risco de ocorrência de acidentes de trabalho durante a furação.

Na tabela 9 estão descritos os três riscos assimilados durante a análise da 3 fase, carregamento de explosivos e ligação dos detonadores, que foram: risco de atrasos no aprovisionamento dos materiais, risco de atrasos na contratação de subempreiteiro especializado na aplicação de explosivos e risco de ocorrência de acidentes de trabalho durante esta fase.

Tabela 8 - Identificação dos riscos associados à furação da frente.

Nº	Risco	Descrição do risco	Categoria/ Stakeholders	Medidas de Controlo Existentes
4	Atrasos na contratação de subempreiteiro especializado	Este risco analisa de modo genérico a probabilidade e as consequências que podem advir de não se conseguir a contratação de subempreiteiros especializados na furação.	Categoria Construção e Execução/ Direção da Produção (DP)	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção prévia de subempreiteiros preferenciais com quem já existem relações comerciais. - Elaboração de plano de aprovisionamentos e contratação adequada.
5	Afluência inesperada de águas subterrâneas	Este risco refere-se á possibilidade de afluir água em maior quantidade que a prevista, proveniente do Circuito Hidráulico de VN II ou do maciço rochoso.	Categoria Planeamento/ Projeto/ Direção do Gabinete Técnico (DGT)	<ul style="list-style-type: none"> - Relatórios de reconhecimentos geológicos de concurso. - Análise visual (inspeção) da frente de trabalho, por geólogo experimentado. - Cartografia geológica/geotécnica da frente de escavação. - Estudo hidrogeológico. - Metodologia de impermeabilização e drenagem (introdução de drenos). - Sistema de bombagem de emergência. - Perfuração e avanço com recurso aos furos exploratórios que permite avaliar a proveniência da água.
6	Avarias ou danos em equipamentos	Avarias no equipamento utilizado durante a furação (jumbo).	Categoria Construção e Execução/ Direção da Produção (DP)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência e gestão de peças sobressalentes. - Contratação e realização de serviços de assistência / manutenção em obra. - Oficina eletromecânica especializada em obra. - Acordos com fornecedores com garantia de entregas atempadas de peças. - Montagem e revisão das instalações elétricas de acordo com o decreto-lei aplicável. - Formação e rotinagem de manobreadores.
7	Ocorrência de acidentes ambientais	Este risco refere-se apenas a acidentes ambientais provenientes de derrames de equipamento.	Categoria Ambiente/ Gestão do Ambiente (GA)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de Plano de Gestão Ambiental em obra. - Realização de ações de sensibilização/formação. - Existência de um "plano de emergência ambiental" com formação específica.
8	Ocorrência de acidentes de trabalho	Este risco refere-se apenas a acidentes de trabalho relacionados com a furação da frente.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um plano de emergência. - Existência de Plano de Segurança e Saúde. - Formação e sensibilização dos trabalhadores no momento de entrada ao serviço. - Formação específica para a atividade de furação.

Tabela 9 - Identificação dos riscos associados ao carregamento de explosivos.

Nº	Risco	Descrição do risco	Categoria/ Stakeholders	Medidas de Controlo Existentes
9	Atrasos no aprovisionamento dos materiais	Risco associado ao atraso do fornecimento / aprovisionamento de explosivos e cordões.	Categoria Administrativa e Financeira/ Direção Administrativa e Financeira (DAF)	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção prévia de fornecedores preferenciais com quem já existem relações comerciais. - Elaboração e monitorização de um "plano de aprovisionamentos" em conformidade com o "plano de trabalhos" da obra. - Existência de um armazém em obra, com mecanismos de gestão de stocks - Gestão de níveis de stocks de materiais com recurso ao sistema SLIGO-in (Sistema de Local de Informação e Gestão de Obra). - Acordos com fornecedores com garantia de entregas atempadas de materiais.
10	Atrasos na contratação de subempreiteiro especializado	Este risco pode advir de não se conseguir a contratação de subempreiteiros especializados nomeadamente na aplicação dos explosivos.	Categoria Construção e Execução/ Direção da Produção (DP)	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção prévia de subempreiteiros preferenciais com quem já existem relações comerciais. - Elaboração de plano de aprovisionamentos e contratação adequada.
11	Ocorrência de acidentes de trabalho	Este risco refere-se apenas a acidentes de trabalho relacionados com o manuseamento de explosivos.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um plano de emergência. - Existência do Plano de Segurança e Saúde. - Formação e sensibilização dos trabalhadores no momento de entrada ao serviço. - Formação específica para o manuseamento de explosivos.

A tabela 10 descreve os três riscos da fase 4, detonação, que são: risco de afluência inesperada de águas subterrâneas aquando do rebentamento, risco de transmissão de vibrações excessivas devido à propagação das ondas de choque e risco de ocorrência de acidentes de trabalho durante a detonação.

Tabela 10 - Identificação dos riscos associados à detonação.

Nº	Risco	Descrição do risco	Categoria/ Stakeholders	Medidas de Controlo Existentes
12	Afluência inesperada de águas subterrâneas	Este risco refere-se à possibilidade de afluir água em maior quantidade que a prevista, proveniente do Circuito Hidráulico de VN II ou do maciço rochoso.	Categoria Planeamento/ Projeto/ Direção do Gabinete Técnico (DGT)	<ul style="list-style-type: none"> - Relatórios de reconhecimentos geológicos de concurso. - Análise visual (inspeção) da frente de trabalho, por geólogo experimentado. - Cartografia geológica /geotécnica da frente de escavação. - Estudo hidrogeológico. - Metodologia de impermeabilização e drenagem (introdução de drenos). - Sistema de bombagem de emergência. - Perfuração e avanço com recurso aos furos exploratórios que permite avaliar a proveniência da água.
13	Transmissão de vibrações	Este risco refere-se à possibilidade de ocorrência de transmissão de vibrações superiores aos limites estabelecidos.	Categoria Planeamento/ Projeto/ Direção do Gabinete Técnico (DGT)	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptação do plano de fogo de forma a ter em conta, as vibrações induzidas e a transmissividade ao maciço. - Controlo de vibrações com a colocação de sismógrafos. -Verificação da montagem da "pega".
14	Ocorrência de acidentes	Este risco refere-se apenas a acidentes de trabalho aquando da detonação.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um plano de emergência. - Existência do Plano de Segurança e Saúde. - Formação e sensibilização dos trabalhadores no momento de entrada ao serviço. - Existência de avisos sonoros como a advertência para a detonação.

Os dois riscos identificados para a fase 5, rega, remoção do escombros e saneamento, foram: risco de avarias ou danos em equipamentos de remoção e saneamento e ocorrência de acidentes de trabalho e estão descritos na tabela 11.

Tabela 11 - Identificação dos riscos associados à rega, remoção do escombros e saneamento.

Nº	Risco	Descrição do risco	Categoria/ Stakeholders	Medidas de Controlo Existentes
15	Avarias ou danos em equipamentos	Avarias em equipamentos utilizados durante a remoção e saneamento (pá mineira, pá carregadora, carregadora frontal (ITC), camiões e <i>dumpers</i>).	Categoria Construção e Execução/ Direção da Produção (DP)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência e gestão de peças sobressalentes. - Contratação e realização de serviços de assistência / manutenção em obra. - Oficina eletromecânica especializada em obra. - Acordos com fornecedores com garantia de entregas atempadas de peças. - Montagem e revisão das instalações elétricas de acordo com o decreto-lei aplicável. - Formação e rotinagem de manobreadores.
16	Ocorrência de acidentes de trabalho	Este risco refere-se apenas a acidentes de trabalho aquando da remoção de escombros e saneamento.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um plano de emergência. - Existência do Plano de Segurança e Saúde. - Restrição do acesso à frente de trabalho. - Formação e sensibilização dos trabalhadores no momento de entrada ao serviço.

A tabela 12 identifica e descreve os sete riscos da fase 6, suporte para avanço, que são: risco de alteração das condições geológico-geotécnicas do maciço em relação às condições de referência, risco de desmoronamento subterrâneo na frente de escavação, risco de avarias ou danos em equipamentos utilizados durante esta fase, risco de ocorrência de acidentes de trabalho, risco de defeitos de construção/fabrico na aplicação do betão, risco de falta de qualidade no fabrico do betão projetado e risco de incorporação de materiais inadequados no suporte para avanço.

Tabela 12 - Identificação dos riscos associados ao suporte para avanço.

Nº	Risco	Descrição do risco	Categoria/ Stakeholders	Medidas de Controlo Existentes
17	Alteração das condições geológico – geotécnicas do maciço em relação às condições de referência	Alteração do zonamento geotécnico do maciço escavado.	Categoria Planeamento/ Projeto/ Direção do Gabinete Técnico (DGT)	<ul style="list-style-type: none"> - Relatórios de reconhecimentos geológicos de concurso. - Análise visual (inspeção) da frente de trabalho por geólogo experimentado. - Cartografia geológica / geotécnica da frente de escavação. - Monitorização das convergências. - Existência de prospeção geotécnica detalhada com base na experiência da construção de Venda Nova II. - Aprovisionamento de perfis metálicos para colocação de cambotas.
18	Desmoronamento subterrâneo na frente de escavação	Ocorrência de desmoronamento da frente de trabalho enquanto se procede à escavação. Normalmente devido à falta de capacidade de suporte do terreno ou libertação de blocos.	Categoria Planeamento/ Projeto/ Direção do Gabinete Técnico (DGT)	<ul style="list-style-type: none"> - Relatórios de reconhecimentos geológicos de concurso. - Análise visual (inspeção) da frente de trabalho, por geólogo experimentado. - Cartografia geológica / geotécnica da frente de escavação. - Existência de uma metodologia e controlo por cada avanço a realizar. - Monitorização das convergências. - Adequado saneamento da frente antes do início da colocação do suporte para avanço
19	Avarias ou danos em equipamentos	Avaria em equipamentos utilizados durante o suporte para avanço (robot de projeção e Jumbo).	Categoria Construção e Execução/ Direção da Produção (DP)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência e gestão de peças sobressalentes. - Contratação e realização de serviços de assistência/ manutenção em obra. - Oficina eletromecânica especializada em obra. - Acordos com fornecedores com garantia de entregas atempadas de peças. - Montagem e revisão das instalações elétricas de acordo com o decreto-lei aplicável. - Formação e rotinagem de manobreadores.
20	Ocorrência de acidentes de trabalho	Este risco refere-se apenas a acidentes de trabalho provocado por quedas de pedras, desmoronamento de terras, ou até existência de algum pedaço de pedra que esteja inseguro.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um plano de emergência. - Existência do Plano de Segurança e Saúde. - Formação e sensibilização dos trabalhadores no momento de entrada ao serviço. - Restrição do acesso à frente de trabalho.
21	Defeitos de construção/ fabrico	Construção deficiente derivado da má aplicação do betão e/ou betonagens deficientes.	Categoria Qualidade Técnica/ Gestão da Qualidade (GQ)	<ul style="list-style-type: none"> - Revisões de projeto. - Preparação de obra. - Preenchimentos de fichas de controlo aquando da realização das atividades. - Existência de planos de inspeção e ensaios. - Verificações em obra por outra entidade que não a executante (Dono da Obra).
22	Falta de qualidade no fabrico do betão projetado	Aplicação de betão projetado com má qualidade.	Categoria Qualidade Técnica/ Gestão da Qualidade (GQ)	<ul style="list-style-type: none"> - Controlo de qualidade do betão fabricado, a efetuar de acordo com o Caderno de Encargos (por exemplo: ensaios de resistência). - Garantia de qualidade do betão fabricado por parte do fabricante.
23	Incorporação de materiais inadequados	Construção deficiente por incorporação de materiais não adequados, que não cumpram com as exigências do Caderno de Encargos.	Categoria Qualidade Técnica/ Gestão da Qualidade (GQ)	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação prévia dos projetos e Caderno de Encargos. - Existência do Plano de Qualidade. - Validação dos boletins de receção de materiais por parte do "Gestor de Qualidade". - Existência de uma lista disponível e atualizada de materiais aprovados no armazém. - Ações de informação /formações aos demais intervenientes em obra.

Os quatro riscos descritos na tabela 13 são os riscos que foram considerados como comuns a todas as fases da escavação subterrânea, sendo que a sua análise será igual para todas as fases. Os riscos são: risco de atraso na entrega de projeto por parte do Dono de Obra, risco de atraso no início da subatividade, risco de pagamento de multas a entidades oficiais decorrentes de incumprimento de legislação nas áreas de Segurança e Higiene no trabalho e Ambiente.

Tabela 13 - Identificação dos riscos comuns a todas as fases.

Nº	Risco	Descrição do risco	Categoria/ Stakeholders	Medidas de Controlo Existentes
24	Atraso na entrega de projeto por parte do Dono de Obra.	Este risco está associado ao atraso da entrega atempada do projeto "bom para execução" pelo Dono de Obra, no âmbito da escavação.	Categoria Planeamento/ Projeto/ Direção do Gabinete Técnico (DGT)	- Acompanhamento constante da obra por parte do Dono de Obra. - Existência de um plano de trabalhos balizado. - Realização de reuniões de obra entre o Dono de Obra e o Empreiteiro. - Comunicações ao Dono de Obra relativamente a necessidades da entrega de projetos necessários ao cumprimento do plano de trabalhos.
25	Atraso no início da subatividade	Este risco procura analisar os motivos e as probabilidades que levam a que se possa atrasar o início das subatividades que e as consequências que daí podem advir.	Categoria Construção e Execução/ Direção da Produção (DP)	- Programação /Coordenação adequada dos trabalhos. -Elaboração de plano de aprovisionamentos e contratações adequado. -Adequada gestão da obra (técnica, segurança, qualidade e ambiente). -Monitorização contínua do Plano de Trabalhos.
26	Pagamento de multas a entidades oficiais decorrentes de incumprimento de legislação na área da Segurança e Higiene no trabalho	Custos decorrentes do pagamento de coimas relativas a incumprimento de legislação na área de Segurança e Higiene no trabalho.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	- Supervisão das condições de trabalho em respeito pelo PSS por parte de equipa de segurança. - Supervisão do Dono da Obra relativamente às obrigações contratuais no domínio do Segurança e Higiene no trabalho.
27	Pagamento de multas a entidades oficiais devido a incumprimento de legislação na área do Ambiente	Aumento de custos decorrente do pagamento de multas na área do Ambiente.	Categoria Ambiente/ Gestão do Ambiente (GA)	- Supervisão contínua da aplicação do Plano de Gestão Ambiental por equipa independente da Produção. - Ações de formação ao pessoal operário no domínio da Gestão Ambiental. - Existência de Plano de Gestão Ambiental em Obra. - Existência de todas as licenças aplicáveis. - Recrutamento de pessoal especializado (por exemplo: arqueologia).
28	Falta de ventilação	Este risco está associado a avarias no sistema de ventilação.	Categoria Segurança/ Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (GSST)	- Existência de um sistema de ventilação (insuflante e aspirante). - Monitorização da qualidade do ar. - Existência de um plano de emergência.

4.2.2. Análise dos Riscos

Conforme definido na metodologia proposta, o passo que se seguiu à identificação dos riscos, foi a análise dos mesmos como resultado do consenso dos *stakeholders* através da técnica *brainstorming*. Cada risco foi analisado tendo em conta a probabilidade de ocorrência e impacto. Essa análise foi efetuada individualmente para cada variável identificada: custo, prazo e imagem recorrendo aos critérios definidos no capítulo anterior. Na tabela 14 encontra-se explanado o resultado da análise final.

Tabela 14 - Análise dos riscos

Subatividade	Identificação do risco	Avaliação Subfatores					
		I1 –Custo		I2- Prazo		I3- Imagem	
		Pont.	NR	Pont.	NR	Pont.	NR
Marcação de Frente	Discordâncias topográficas no encontro de túneis executados por duas frentes	P 1 I 10	10	P 1 I 10	10	P 1 I 20	20
	Ocorrência de acidentes	P 1 I 10	10	P 1 I 5	5	P 1 I 20	20
	Avarias ou danos em equipamentos	P 1 I 5	5	P 1 I 5	5	P 1 I 2	2
Furação da Frente	Atrasos na contratação de subempreiteiro especializado	P 2 I 10	20	P 2 I 10	20	P 2 I 5	10
	Afluência inesperada de águas subterrâneas	P 2 I 5	10	P 2 I 10	20	P 2 I 2	4
	Avarias ou danos em equipamentos	P 2 I 10	20	P 2 I 10	20	P 2 I 5	10
	Acidentes ambientais	P 1 I 5	5	P 1 I 2	2	P 1 I 10	10
	Ocorrência de acidentes	P 1 I 10	10	P 1 I 5	5	P 1 I 20	20
Carregamento de Explosivos e Ligação dos Detonadores	Atrasos no provisionamento dos materiais	P 2 I 10	20	P 2 I 10	20	P 2 I 5	10
	Atrasos na contratação de subempreiteiros especializado	P 2 I 10	20	P 2 I 10	20	P 2 I 5	10
	Ocorrência de acidentes	P 2 I 10	20	P 2 I 10	20	P 2 I 20	40
Detonação	Afluência inesperada de águas subterrâneas	P 2 I 5	10	P 2 I 10	20	P 2 I 2	4
	Transmissão de vibrações	P 2 I 5	10	P 2 I 2	4	P 2 I 2	4
	Ocorrência de acidentes	P 2 I 20	40	P 2 I 10	20	P 2 I 20	40
Rega, Remoção do Escombro e Saneamento	Avarias ou danos em equipamentos	P 1 I 10	10	P 1 I 10	10	P 1 I 10	10
	Ocorrência de acidentes	P 1 I 5	5	P 1 I 5	5	P 1 I 5	5
Suporte para Avanço	Alteração das condições geológico – geotécnicas do maciço em relação às condições de referência	P 3 I 5	15	P 3 I 5	15	P 3 I 2	6
	Desmoronamento subterrâneo na frente de escavação	P 2 I 10	20	P 2 I 5	10	P 2 I 20	40
	Avarias ou danos em equipamentos	P 2 I 5	10	P 2 I 5	10	P 2 I 10	20
	Ocorrência de acidentes	P 1 I 5	5	P 1 I 5	5	P 1 I 20	20
	Defeitos de construção / fabrico.	P 1 I 20	20	P 1 I 20	20	P 1 I 20	20
	Falta de qualidade no fabrico do betão projetado	P 1 I 20	20	P 1 I 20	20	P 1 I 20	20
	Incorporação de materiais inadequados	P 1 I 20	20	P 1 I 20	20	P 1 I 20	20
Riscos Comuns	Atraso na entrega de projeto por parte do dono da obra.	P 2 I 5	10	P 2 I 20	40	P 2 I 10	20
	Atraso no início da subatividades	P 2 I 5	10	P 2 I 10	20	P 2 I 10	20
	Pagamento de multas a entidades oficiais decorrentes de incumprimento de legislação na área da Segurança e Higiene no trabalho	P 1 I 20	20	P 1 I 2	2	P 1 I 20	20
	Pagamento de multas a entidades oficiais devido a incumprimento de legislação na área do Ambiente	P 1 I 20	20	P 1 I 2	2	P 1 I 20	20
	Falta de ventilação	P 2 I 5	10	P 2 I 10	20	P 2 I 2	4

4.2.3. Avaliação dos Riscos

A última fase da apreciação dos riscos é a avaliação dos mesmos, valorando-os de acordo com a escala de aceitabilidade acordada. A avaliação foi feita individualmente para cada risco, recorrendo à matriz de risco definida no capítulo anterior e fazendo a média das análises das três variáveis para obtenção de um valor final de nível de risco. Uma vez determinado este valor, foi possível definir os diferentes níveis de risco e classificar-los de maneira a que se definissem posteriormente medidas de atuação.

As tabelas que se seguem apresentam a avaliação final dos riscos presentes na escavação subterrânea, por subatividade.

Analisando a figura 42, da valoração dos riscos para a fase da marcação da frente, verifica-se que os riscos 1 e 2 são os mais significativos desta fase, ainda que com consequências de impacto alto, têm probabilidades de ocorrência muito baixas, não exigindo por isso medidas de atuação imediatas.

$$NR 1 = \frac{10 + 10 + 20}{3} = 13; NR 2 = \frac{10 + 5 + 20}{3} = 12; NR 3 = \frac{5 + 5 + 2}{3}$$

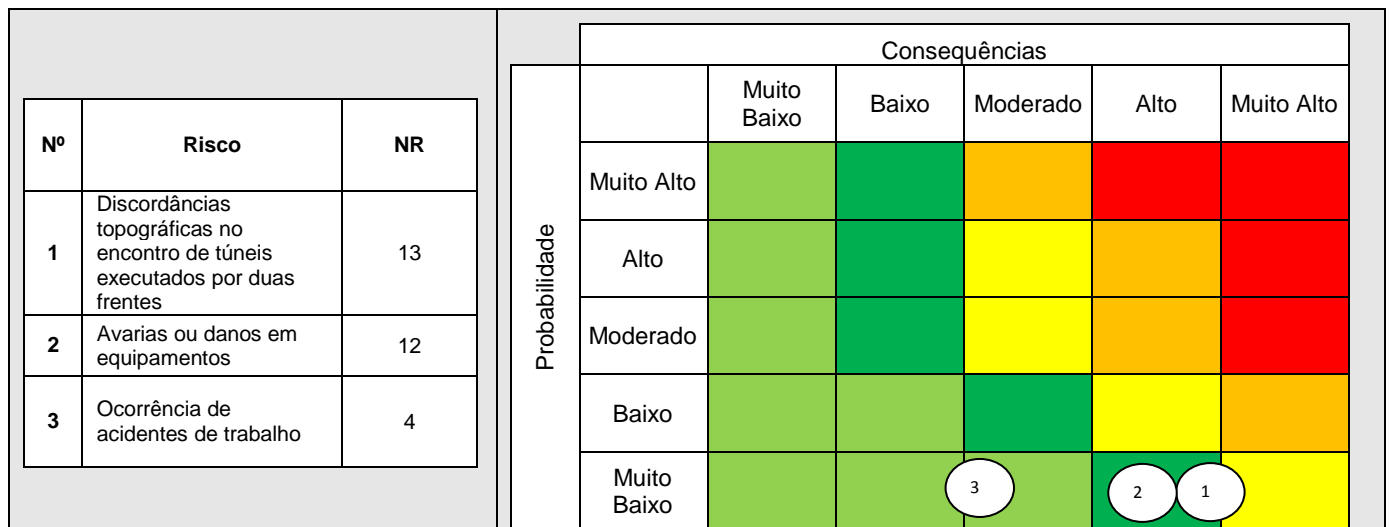


Figura 42 – Representação dos riscos associados à marcação da frente na matriz.

Para a fase de furação da frente e analisando a figura 43 verifica-se que os riscos 4 e 6 são os únicos que exigem medidas de tratamento, ainda que com probabilidade de ocorrência baixa as consequências de impacto são altas.

$$NR 4 = \frac{20 + 20 + 10}{3} = 17; NR 5 = \frac{10 + 20 + 4}{3} = 11; NR 6 = \frac{20 + 20 + 10}{3} = 17$$

$$NR 7 = \frac{5 + 2 + 10}{3} = 6; NR 8 = \frac{10 + 5 + 20}{3} = 12$$

Nº	Risco	NR	Consequências					
			Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	
4	Atrasos na contratação de subempreiteiro especializado	17						
5	Afluência inesperada de águas subterrâneas	11						
6	Avarias ou danos em equipamentos	17						
7	Ocorrência de acidentes ambientais	6						
8	Ocorrência de acidentes de trabalho	12						

Probabilidade	Consequências					
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
	Muito Alto					
	Alto					
	Moderado					
	Baixo					
Muito Baixo						

Figura 43 - Representação dos riscos associados à furação da frente na matriz.

Examinando a figura 44, referente à fase do carregamento de explosivos, verifica-se que todos os riscos requerem medidas de tratamento, ainda que a atuação no risco 11 deva ser mais urgente.

$$NR 9 = \frac{20 + 20 + 10}{3} = 17; NR 10 = \frac{20 + 20 + 10}{3} = 17; NR 11 = \frac{20 + 20 + 40}{3} = 27$$

Nº	Risco	NR	Consequências				
			Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
9	Atrasos no aprovisionamento dos materiais	17					
10	Atrasos na contratação de subempreiteiros especializado	17					
11	Ocorrência de acidentes de trabalho	27					

Probabilidade	Consequências					
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
	Muito Alto					
	Alto					
	Moderado					
	Baixo					
Muito Baixo						

Figura 44 - Representação dos riscos associados ao carregamento dos explosivos na matriz.

Analisando a figura 45, representativa da valoração dos riscos para a fase de detonação conclui-se que o risco 14 é o único que exige medidas de tratamento e imediatas, ainda que com probabilidade de ocorrência baixa, tem consequências de impacto muito alto.

$$NR 12 = \frac{10 + 20 + 4}{3} = 11; NR 13 = \frac{10 + 4 + 4}{3} = 6; NR 14 = \frac{40 + 20 + 40}{3} = 33$$

Nº	Risco	NR	Probabilidade	Consequências				
				Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
12	Afluência inesperada de águas subterrâneas	11	Muito Alto	Verde	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho
13	Transmissão de vibrações	6	Alto	Verde	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho
14	Ocorrência de acidentes de trabalho	33	Moderado	Verde	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho
			Baixo	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo
			Muito Baixo	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo

Figura 45 - Representação dos riscos associados à detonação na matriz.

Fazendo a análise da figura 46, referente à fase saneamento, conclui-se que nenhum dos dois riscos exige medidas de atuação imediatas.

$$NR\ 15 = \frac{10 + 10 + 10}{3} = 10 ; NR\ 16 = \frac{5 + 5 + 5}{3} = 5$$

Nº	Risco	NR	Probabilidade	Consequências				
				Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
15	Avarias ou danos em equipamentos	10	Muito Alto	Verde	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho
16	Ocorrência de acidentes de trabalho	5	Alto	Verde	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho
			Moderado	Verde	Verde	Amarelo	Vermelho	Vermelho
			Baixo	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo
			Muito Baixo	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo

Figura 46 - Representação dos riscos associados à rega, remoção e saneamento na matriz.

Após análise da figura 47, alusiva à valoração dos riscos para a fase de suporte para avanço, verificam-se quatro riscos com necessidade de implementação de medidas de tratamento.

$$NR\ 17 = \frac{15 + 15 + 6}{3} = 12 ; NR\ 18 = \frac{20 + 10 + 40}{3} = 23 ; NR\ 19 = \frac{10 + 10 + 20}{3} = 13$$

$$NR\ 20 = \frac{5 + 5 + 20}{3} = 10 ; NR\ 21 = \frac{20 + 20 + 20}{3} = 20 ; NR\ 22 = \frac{20 + 20 + 20}{3} = 20$$

$$NR\ 23 = \frac{20 + 20 + 20}{3} = 20$$

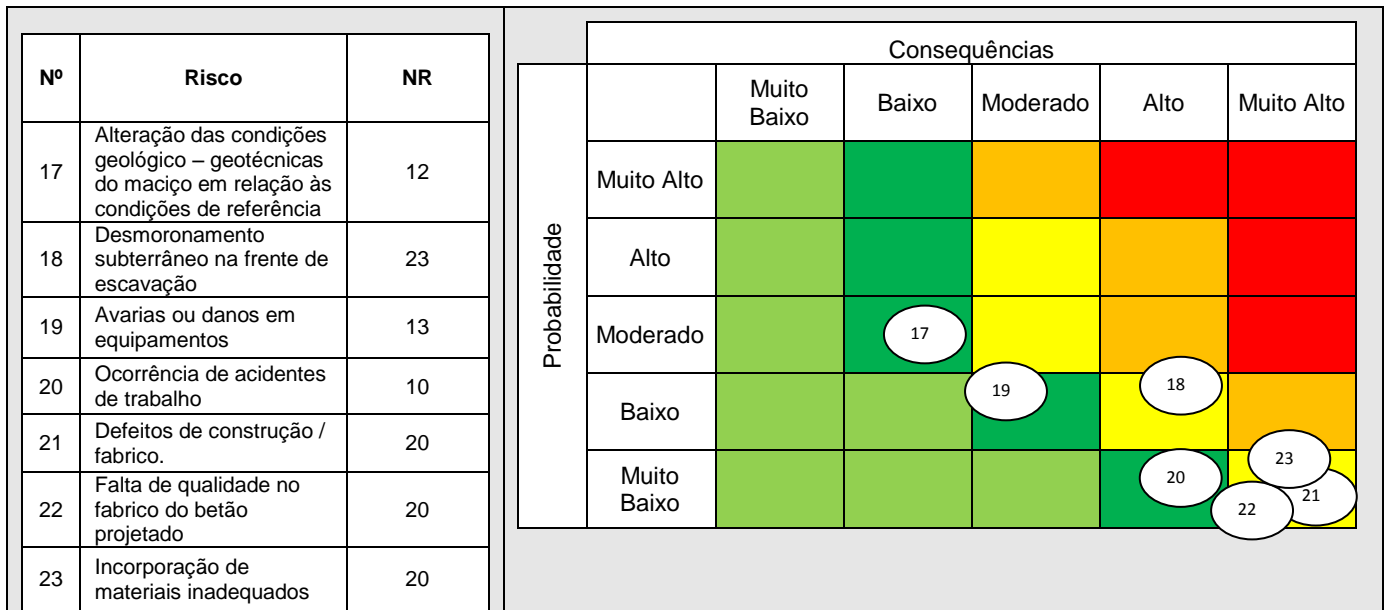


Figura 47 - Representação dos riscos associados ao suporte para avanço na matriz.

Analisando a figura 48, que representa a valoração dos riscos para comuns, verifica-se que os riscos 24 e 25 requerem uma atuação ao nível da implementação de novas medidas.

$$NR\ 24 = \frac{10 + 40 + 20}{3} = 23; NR\ 25 = \frac{10 + 20 + 20}{3} = 17; NR\ 26 = \frac{20 + 2 + 20}{3} = 14$$

$$NR\ 27 = \frac{20 + 2 + 20}{3} = 14; NR\ 28 = \frac{10 + 20 + 4}{3} = 11$$

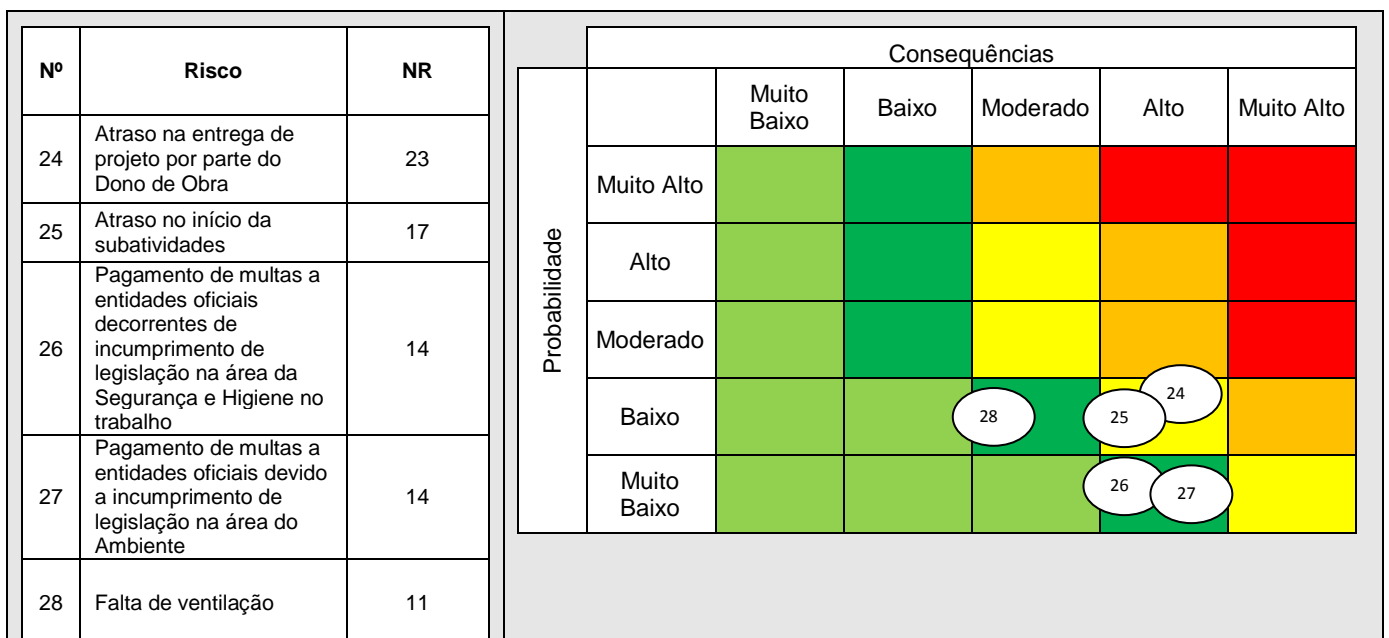




Figura 48 - Representação dos riscos comuns a todas as fases na matriz.

4.2.4. Tratamento dos Riscos

De acordo com a metodologia definida os riscos que requerem tratamento são os que possuem a valor de NR - $15 \leq NR < 25$ requerem ações com vista à sua redução para níveis considerados aceitáveis e os que possuem valor de NR - $25 \leq NR < 50$ requererem uma ação imediata, sendo ainda justificável proceder ao seu tratamento. Para os riscos com valores abaixo de 15 não estão previstas quaisquer ações, devendo manter-se os procedimentos em vigor. A tabela 15 apresenta um resumo dos riscos de requerem medidas de tratamento.

Tabela 15 - Riscos que requerem medidas de tratamento.

Classificação	Nº e descrição do Risco	Medidas de Tratamento propostas
 $25 \leq NR < 50$	Nº 11 - Ocorrência de acidentes Nº 14 - Ocorrência de acidentes	De modo a que o nível de classificação destes riscos diminuía até valores aceitáveis deverão ser: - Revistos os processos, procedimentos e controlos existentes; - Implementadas novas medidas de controlo.
 $15 \leq NR < 25$	Nº 4 - Atrasos na contratação de subempreiteiro especializado Nº6 - Avarias ou danos em equipamentos Nº 9 - Atrasos no aprovisionamento dos materiais Nº 10 - Atrasos na contratação de subempreiteiros especializado Nº18 - Desmoronamento subterrâneo na frente de escavação Nº21 - Defeitos de construção / fabrico. Nº 22 - Falta de qualidade no fabrico do betão projetado Nº23- Incorporação de materiais inadequados Nº 24 - Atraso na entrega de projeto por parte do dono da obra. Nº25-Atraso no início das subatividades	

5. Análise de Resultados

Conforme descrito na metodologia proposta de gestão de risco do capítulo 2, o processo de gestão de risco deve ser monitorizado e acompanhado de forma regular e periódica para que possam ser identificados novos riscos, novas avaliações e/ou removidos os que já não fazem sentido. Neste trabalho este ponto não foi desenvolvido, devido ao âmbito do mesmo que tem como enfoque somente a criação de uma metodologia simplista e validação da mesma redirecionada para uma atividade concreta.

Assim sendo e tendo em conta que não existem registos deste género na obra objeto de estudo não é possível fazer uma análise comparativa que nos permita compreender as mais-valias reais da criação da metodologia proposta de gestão de risco.

Conforme explicado e não sendo possível efetuar uma análise comparativa, optou-se por uma análise final de resultados baseada no estudo estatístico de ocorrência dos riscos identificados.

5.1. Identificação dos Intervenientes

Para a validação do modelo apresentado foram recolhidos dados relativos à formação e experiência dos intervenientes que permitam obter fiabilidade nos resultados. Na fase de identificação e análise de riscos este estudo contou com a participação de 7 colaboradores da obra (*stakeholders*), definidos como principais responsáveis na gestão do risco.

Foi feito, a par das reuniões efetuadas através da técnica de *brainstorming* para estes dois processos, um levantamento dos dados no âmbito das competências destes colaboradores.

Os intervenientes foram questionados quanto à sua. Estas questões permitiram comprovar que os processos avaliados o fossem com fiabilidade. Na figura 49, apresenta-se um gráfico que espelha o levantamento no âmbito da formação académica dos participantes, mostrando que o grau académico é na generalidade “Licenciatura”.

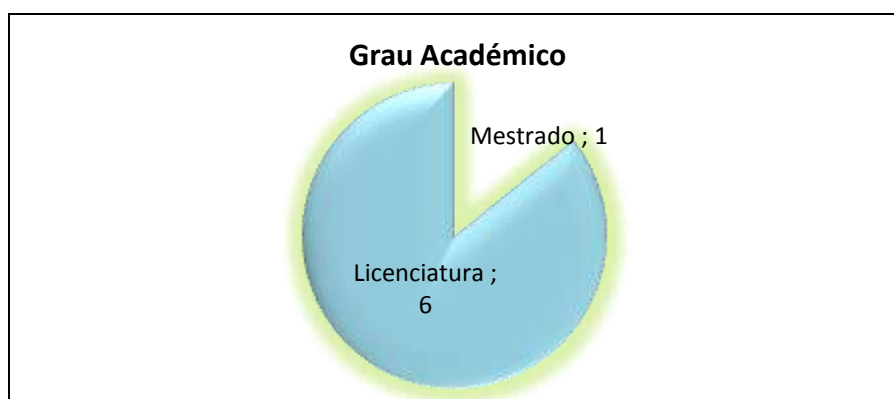


Figura 49 - Gráfico representativo do grau académico dos intervenientes

No que diz respeito à experiência profissional, e como se pode ver na figura 50, dos 7 participantes nenhum tem menos de 5 anos de experiência profissional, o que constitui condição importante para uma obra desta envergadura, e considerada como ajuda fundamental para a identificação e análise dos riscos.



Figura 50 - Gráfico representativo da experiência profissional dos inquiridos.

Para finalizar todo o grupo de participantes apresentavam experiência significativa em obra com atividade de escavação subterrânea.

5.2. Tratamento de Dados

Este capítulo tem como grande objetivo fazer a análise estatística dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia proposta ao caso de estudo. Para facilitar a análise dos resultados, foram elaborados gráficos para cada uma das subatividades onde se deteta facilmente o número de riscos associados a cada uma das fases.

A primeira grande conclusão que podemos retirar dos gráficos é que nenhum dos riscos identificados apresenta nível muito alto, este facto pode ser justificado pelas medidas de controlo já existentes na obra e pela experiência do empreiteiro neste tipo de obras.

Através da análise efetuada é possível verificar que as subatividades que apresentam maior número de riscos são: a furação da frente e suporte para avanço. No entanto as que apresentam riscos com nível de risco mais elevados são: carregamento de explosivos e ligação dos detonadores e a detonação.

A análise das figuras 51 e 55 permite compreender que as fases 1 e 5, marcação da frente e saneamento, respetivamente, são as únicas que apenas apresentam riscos de nível baixo e muito baixo e como tal não necessitam de qualquer tipo de tratamento.

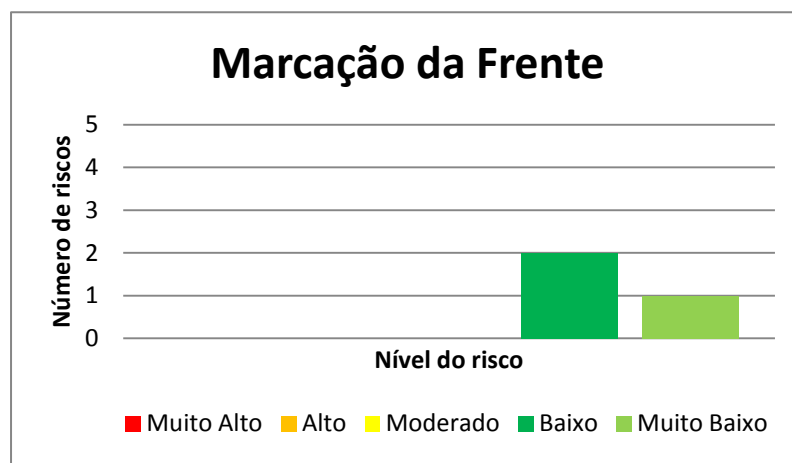


Figura 51 – Gráfico representativo dos riscos durante a marcação da frente.

A furação da frente, apesar de apresentar alguns riscos (cinco) apenas dois apresentam nível moderado, como se pode verificar pela análise da figura 52.

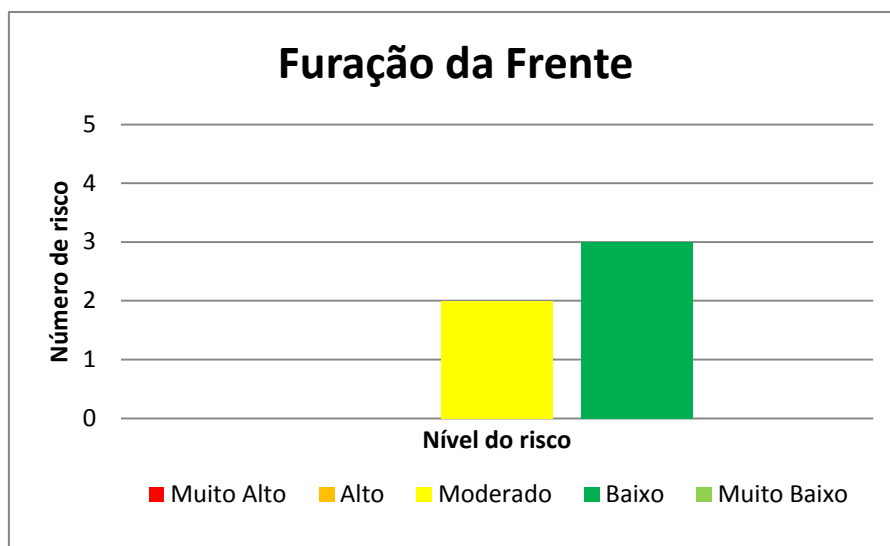


Figura 52 - Gráfico representativo dos riscos durante a furação da frente.

A figura 53 representa os riscos durante o carregamento da frente, dos quais um apresenta nível de risco alto e dois níveis de risco moderado. Apesar de ser uma subatividade com poucos riscos identificados estes possuem alguma gravidade.

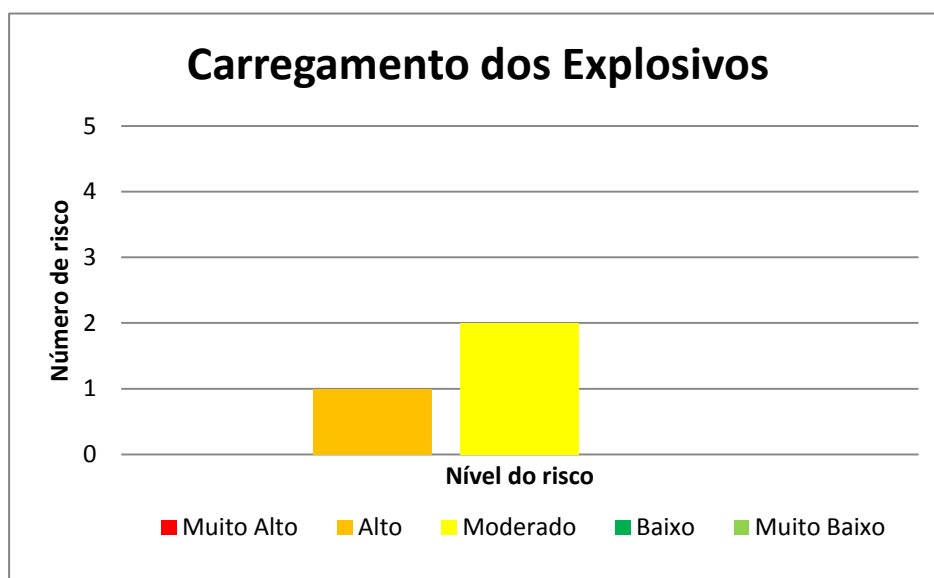


Figura 53 - Gráfico representativo dos riscos durante o carregamento dos explosivos.

Conforme demonstrado na figura 54, a fase da detonação não apresenta muitos riscos e os que apresenta são dois deles muito baixos e o outro moderado. Apesar de aparentemente ser uma fase perigosa, o facto destes resultados serem relativamente baixos são justificados por ser uma subatividade que não necessita de equipamentos e na qual há poucos trabalhadores envolvidos.

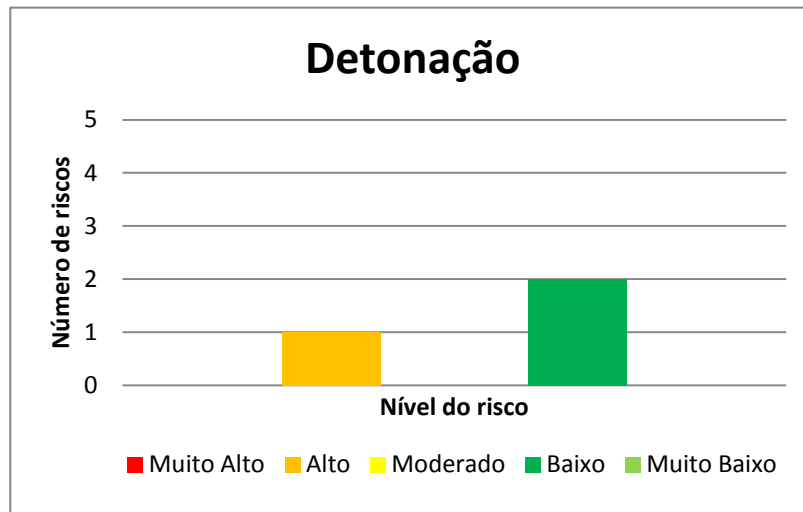


Figura 54 - Gráfico representativo dos riscos durante a detonação.

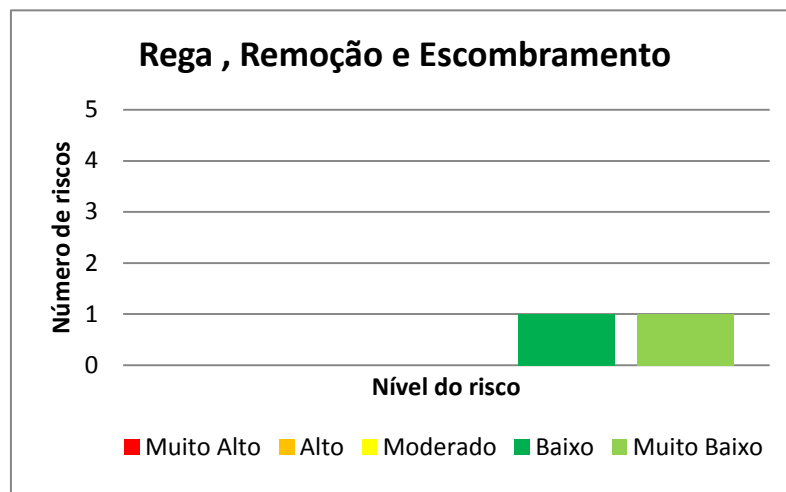


Figura 55 - Gráfico representativo dos riscos durante a rega, remoção e saneamento.

A fase de suporte para avanço é a que apresenta maior número de mais riscos (sete), sendo que três deles têm nível baixo e os restantes nível moderado (figura 56). É uma fase que deve suscitar alguma reflexão, principalmente em relação aos riscos que apresentam nível moderado.

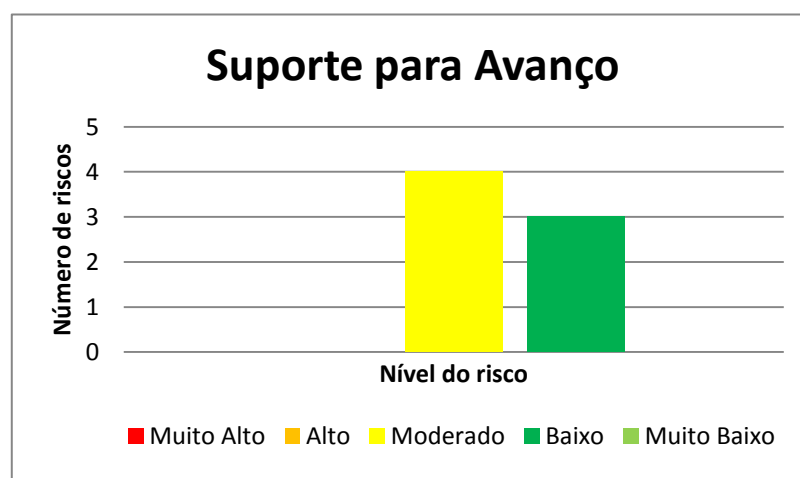


Figura 56 - Gráfico representativo dos riscos durante o suporte para avanço.

Analisando a figura 57 é possível concluir que os riscos comuns não apresentam níveis preocupantes, apenas um deles necessitará de medidas de tratamento, ainda assim deverão ser alvo de uma análise mais cuidada atendendo ao facto de se tratarem de riscos que podem ocorrer durante toda a fase de escavação.

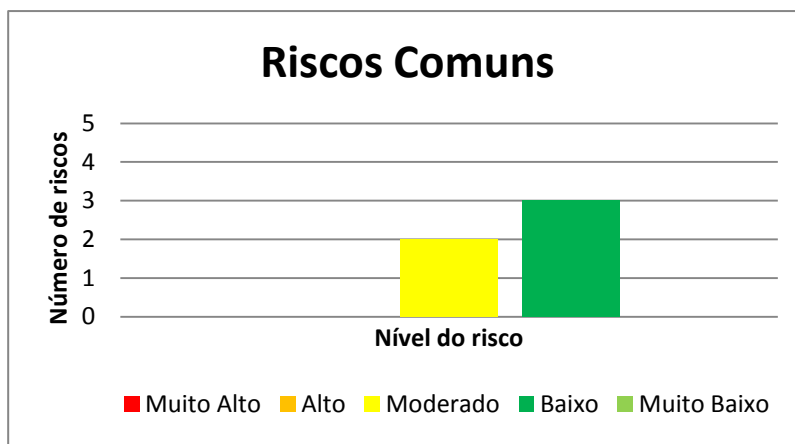


Figura 36 - Gráfico representativo dos riscos comuns.

5.3. Análise dos Dados Finais

A figura 58 engloba todos os riscos identificados para a atividade de escavação subterrânea.

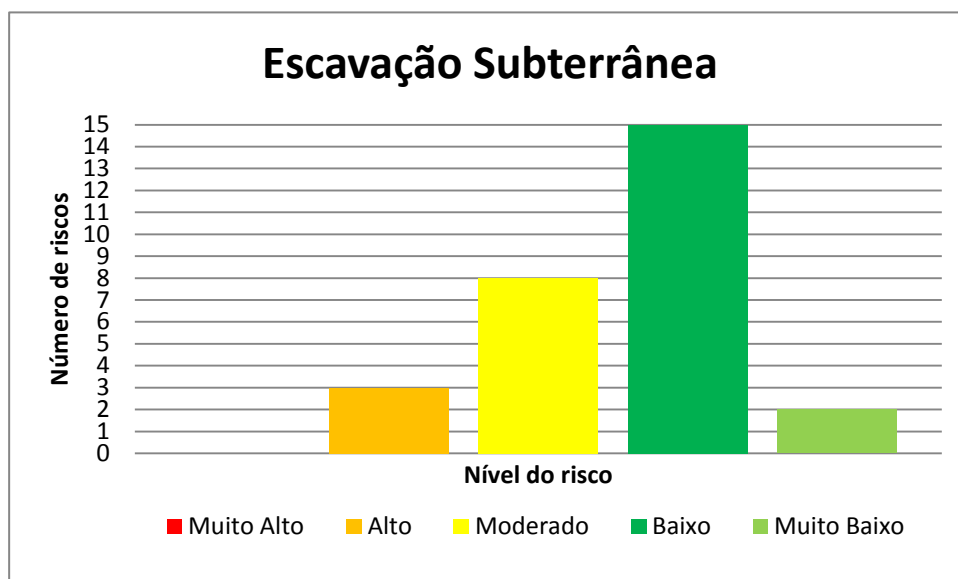


Figura 58 - Gráfico representativo dos riscos da escavação subterrânea.

De modo geral na atividade de escavação subterrânea apresenta a totalidade de vinte e oito riscos (figura 58), divididos por subatividades. Verifica-se que a maioria destes possui um nível de risco aceitável. Pode concluir-se que os principais fatores que contribuem para esta classificação são: os muitos controlos existentes e implementados na organização da obra, a existência de planos de manutenção e controlo dos equipamentos, as inúmeras ações de formação realizadas, a inspeção dos materiais aquando do fabrico, aplicação e receção, o acompanhamento da realização da

atividade, a elevada experiência e espírito de equipa entre os intervenientes e por fim a exigência imposta/estabelecida pelo dono de obra.

É importante realçar, o facto de se ter dividido a atividade em subatividades para o processo gestão de riscos, o que nos permite capturar maior número de riscos e efetuar uma avaliação adequada a cada fase da atividade.

A figura 59 permite avaliar que para os três riscos que se apresentam comuns nas várias fases da atividade possuem níveis de risco diferentes.

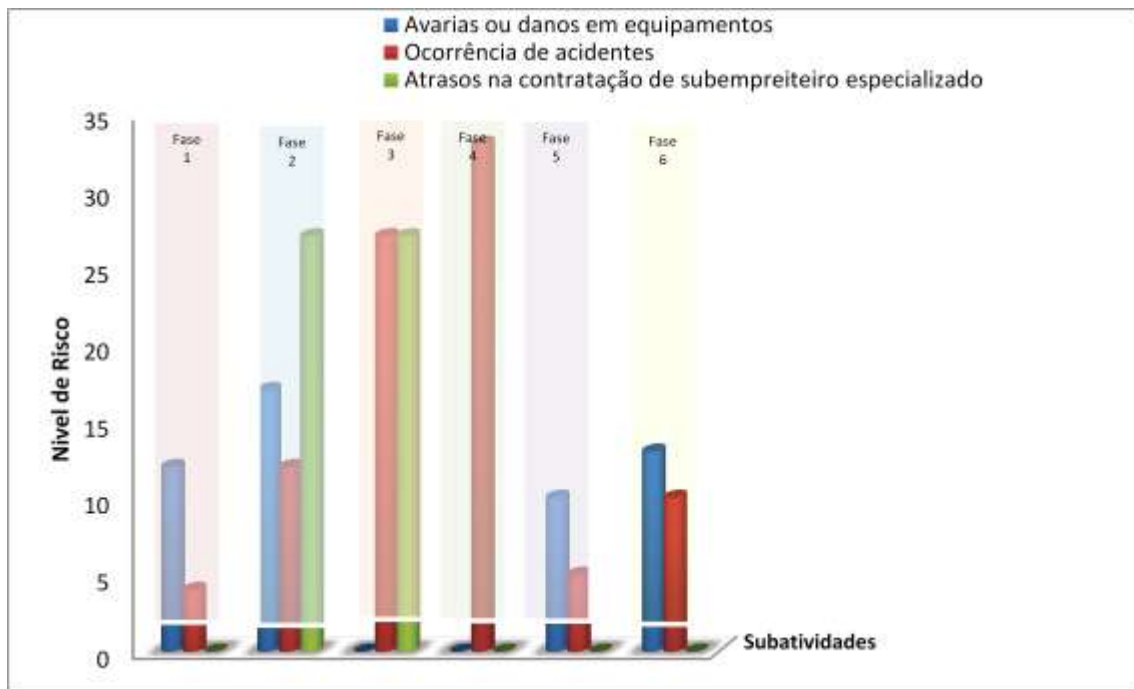


Figura 59 - Gráfico representativo dos riscos que aparecem em mais do que uma fase e a sua avaliação.

Analisando o gráfico é possível perceber que o NR do mesmo risco pode ser diferente tendo em consideração a fase onde se encontra. É fácil entender este fenómeno, se pensarmos que o nível de risco varia de acordo com a probabilidade deste ocorrer, bem como as medidas de controlo existentes. Variando a subatividade em que nos encontramos todos estes fatores se alteram.

O risco de avarias ou danos em equipamentos, foi identificado em quatro fases, sendo o NR superior na fase de furação da frente devido ao Jumbo ser um equipamento bastante sensível, com avarias frequentes, sendo a sua reparação bastante morosa. Por outro lado, o mesmo risco na fase 5 - rega, remoção e saneamento – apresenta o menor valor de NR derivado a que se ocorrer avarias nos camiões de remoção, estes são facilmente substituídos.

Analisando o risco de ocorrência de acidentes, apresenta o maior NR na fase da detonação, uma vez que um acidente nesta fase provavelmente será fatal e como tal terá grande impacto a todos os níveis, ainda que a sua probabilidade de ocorrência seja baixa. O menor valor aparece na fase da marcação da frente, e pode ser explicado pelo facto de termos poucos trabalhadores na frente e apenas equipamentos de topografia, ou seja, menor probabilidade de ocorrência de acidentes, o impacto também não deverá ser muito elevado uma vez que os acidentes que possam ocorrer serão considerados como “acidentes leves”.

O risco de atrasos na contratação de subempreiteiro especializado aparece nas fases da furação da frente e no carregamento de explosivos, que são as duas fases em que existem subempreitadas. O nível de risco apresenta valor igual em ambas as subatividades.

A atitude face a este método, não deve ser a de fixar os valores obtidos. Essa seria uma abordagem completamente desajustada dos princípios fundamentais da gestão de risco, uma vez que cada projeto deve ser abordado de forma única e individual, o objetivo é decidir em função dos valores obtidos se a atividade ou subatividade deve ou não progredir.

6. Conclusões

6.1. Conclusões Gerais

O avanço da ciência e da tecnologia neste século é bastante evidente, o que provoca maior complexidade dos projetos, maior ambição de construir cada vez mais rápido e melhor com a aplicação de materiais mais sofisticados, a procura da inovação como diferencial competitivo e ações estratégicas, são todos fatores que têm contribuído muito para o avanço da construção. A sobrevivência e o posicionamento nos mercados cada vez mais competitivos, requerem que essa inovação seja transformadora, provocando uma procura contínua do conhecimento.

A definição de um modelo de gestão para a construção é impreterivelmente uma das formas de otimizar o bom funcionamento das empresas com base na detecção atempada dos riscos. A gestão de risco que, como foi possível constatar ao longo desta dissertação, é uma ferramenta que propõe uma nova forma de pensar, utilizando uma linguagem universal e aprimorando uma cultura focada nos riscos, esta auxilia as empresas na identificação, análise e tratamento, dos mesmos. Por outro lado a gestão de risco e estudo do risco permite desenvolver competências que permitam aumentar as capacidades das pessoas lidarem com o risco.

Para que a implementação da gestão de risco seja eficaz e eficiente é crucial que seja o Dono de Obra a promover e coordenar a sua implementação, pois só assim será garantido que este irá contribuir para a otimização do desempenho dos empreendimentos que promove.

A escolha do tema da presente dissertação foi motivada pela importância da gestão de riscos na Construção Civil sendo este direcionado no sentido de encontrar caminhos que auxiliem na compreensão dos riscos e apontem alternativas de melhorias.

Como se refere no capítulo introdutório desta dissertação, cujo enfoque é a criação de um modelo de gestão de risco, com o objetivo não só de compreensão e análise do Estado da Arte relativo ao assunto supracitado mas também a elaboração, aplicação e análise de resultados de uma metodologia de gestão de risco em obras de escavação subterrânea.

A metodologia criada teve como principal objetivo tratar o processo de gestão de risco nas diversas etapas – identificação, avaliação e tratamento – e associadas as variáveis importantes como custo, prazo e imagem, com a finalidade de poder ser aplicado em estruturas variáveis utilizado como base a Norma internacional ISO 31000:2009 conjuntamente com o PMBOK Guide.

Assim a análise de risco efetuada obriga a pensar antecipadamente, numa fase inicial das atividades, nos possíveis riscos, facilitando este processo de otimização, e resultando numa maior atenção e consciencialização dos riscos a que a atividade está exposta.

Embora existam muitas críticas em relação à capacidade das metodologias serem reaplicados com sucesso para mais casos, a metodologia proposta é validada nesta dissertação, e possui clareza em relação aos modelos anteriores à Norma internacional ISO 31000:2009, no que concerne a critérios de consistência, fiabilidade resultados e maturidade.

Numa perspetiva mais alargada, é legítimo admitir que a gestão do risco constitui uma ferramenta integrada nos vários sistemas de gestão (ex.: gestão financeira; gestão de recursos humanos; gestão ambiental; gestão da qualidade; gestão da segurança, higiene e saúde no trabalho; gestão de obra), dado que procura resumir de um forma concisa os principais componentes de gestão dos empreendimentos, a metodologia de gestão de risco proposta cria uma plataforma de comunicação comum entre os vários intervenientes envolvidos no processo ao traduzir aspetos técnicos específicos de cada área em termos mais globais e comparáveis.

Em relação à aplicação da metodologia de gestão de risco na escavação subterrânea da empreitada da Venda Nova III, enumeram-se de forma resumida as principais conclusões que se podem retirar:

- Os intervenientes do processo de apreciação de risco (stakeholders) apresentam formação e anos de experiência em obras com atividade de escavação subterrânea que permitem assegurar a fiabilidade dos resultados durante todo o processo.
- Nenhum dos riscos identificados apresenta nível muito alto, este facto pode ser justificado pelas medidas de controlo já existentes na obra e pela experiência do empreiteiro neste tipo de obras.
- As subatividades que apresentam maior número de riscos são: a furação da frente e suporte para avanço. No entanto as que apresentam riscos com nível de risco mais elevados são: carregamento de explosivos e ligação dos detonadores e a detonação.
- Analisando a escavação subterrânea na sua generalidade, a maioria dos riscos possui um nível de risco aceitável. Como já referido este facto pode ser justificado pelos muitos controlos existentes e implementados na organização da obra, a existência de planos de manutenção e controlo dos equipamentos, as inúmeras ações de formação realizadas, a inspeção dos materiais aquando do fabrico, aplicação e receção, o acompanhamento da realização da atividade, a elevada experiência e espírito de equipa entre os intervenientes e por fim a exigência imposta/estabelecida pelo dono de obra.
- O nível de risco do mesmo risco pode ser diferente tendo em consideração a fase onde se encontra. É fácil entender este fenómeno, se pensarmos que o nível de risco varia de acordo com a probabilidade deste ocorrer, bem como as medidas de controlo existentes. Variando a subatividade em que nos encontramos todos estes fatores se alteram.

Considera-se importante que os intervenientes na gestão risco apresentem formação e experiência de forma a facilitar o processo sendo também conveniente a existência do máximo de medidas de controlo logo à nascença da identificação e análise dos riscos que permitam que estes não possuam níveis de risco elevado.

De forma a concluir esta metodologia adequa-se às necessidades de entidades na área da Construção Civil no que respeita ao processo de gestão de risco aplicado a atividades dividido a em subatividades para o processo gestão de riscos, o que nos permite capturar maior número de riscos e efetuar uma avaliação adequada a cada fase da atividade.

As principais limitações que podem ser apontadas a esta dissertação são:

- O facto da gestão de risco ainda estar numa fase muito inicial e de ainda não ser vista como uma ferramenta importante e vantajosa nos projetos;
- A subjetividade que está sempre inerente às metodologias de gestão de risco e consequentemente também está patente na metodologia apresentada e na sua aplicação prática;
- A inexistência de exemplos práticos de aplicação deste tipo de metodologias em obras de construção civil;
- A possibilidade de terem passados despercebidos alguns trabalhos importantes para a revisão bibliografia, apesar da mesma ter sido elaborada com todo o cuidado;
- A falta de registo de permitissem comprovar a existência de mais-valias nas obras com a aplicação de metodologias de gestão de risco.

Como contribuição para o sector esta dissertação acrescenta a apresentação de uma metodologia de gestão de risco que deverá servir de guia para a elaboração de modelos futuros de gestão de risco em qualquer tipo de obra de construção civil, ainda que não deva ser seguido como regra mas sim como orientação, passível de sofrer enumeras alterações para que seja indicado para a obra em causa.

6.2. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros a sugere-se a implementação, de modo contínuo, da metodologia desenvolvida em atividades distintas, para que se averigüe de uma forma mais aprofundada a sua aplicabilidade prática.

Aconselha-se, ainda, na sequência deste aspeto, a criação de uma base de dados onde constem os resultados obtidos ao nível de riscos identificados por atividades, por forma a auxiliar futuros casos de estudo de alguma forma semelhantes. Pressupõe-se que destas bases de dados, poderão eventualmente advir afinações, melhoramentos à metodologia que aqui se apresenta e defende, contribuindo-se assim permanentemente não só para o conhecimento científico mas também para a inovação do processo de gestão de risco na Construção Civil.

Referências Bibliográficas

- ACE - VNIII, Reforço de Potencia da Barragem da Venda Nova III, Empreitada Geral de Construção – Memória Descritiva.
- ACE - VNIII, Reforço de Potencia da Barragem da Venda Nova III, Plano de Gestão de Risco.
- ACE - Reforço de Potência de Salamonde II, Plano de Gestão de Risco.
- Akintoye, A.S. & MacLeod, M.J. (1997). *Risk analysis and management in construction*. International Journal of Project Management, 15(1), 31-38.
- Baccarini, D. (2001). *Risk Management Australian Style – Theory vs. Practice*. Project Management Institute Annual Seminars & Symposium. Nashville, Tennessee, USA.
- Baloi, D. & Price, A. (2003). *Modelling global risk factors affecting construction cost performance*. International Journal of Project Management, 21 (4), 261-269.
- Barros da Silva, Maildo & Cavalcanti, Rodrigo. (2011) *Gerenciamento de Riscos em Projectos: Uma Comparação entre o PMBOK e a ISO 31000*.
- Bernstein, P. L. (1997). *Desafio dos Deuses: A História Fascinante do Risco*. São Paulo: Campus.
- Beruvides, Mario G. (1995). *Group Decision Support Systems and Consensus Building: Issues in Electronic Media*. Computers & Industrial Engineering, 29 (1-4), 601-605.
- Bradley, J. (1993). *Methodological issues and practices in qualitative research*. Library Quarterly, 63 (4), 431-449.
- Cassiani, S. H. de B.; Rodrigues, L. P (1996). *A Técnica de Delphi e a Técnica de grupo Nominal como Estratégias de Coleta de Dados das Pesquisas em Enfermagem*. Acta Paul. Enf., São Paulo,9 (3), 76-83.
- Cavalli, A. (1996). *Per una Ricomposizione tra Qualitá e Quantitá*. In C Cipolla & A De Lillo (orgs.). *II Sociologo e le Sirene: la Sfida dei Metodi Qualitativi, Angeli, Milão*.
- Chapman, R. (1998). *The effectiveness of working group risk identification and assessment techniques*. International Journal of Project Management, 16 (6), 333-343.
- Chapman, R. (2001). *The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management*. International Journal of Project Management, 19 (3), 147-160.
- Chapman, R. & Chris, B. (1997). *Project risk analysis and management – PRAM the generic process*. International Journal of Project Management, 15 (5), 273-281.
- Chapman, R., Chris, B. & Ward, S. (2004). *Why risk efficiency is a key aspect of best practice projects*. International Journal of Project Management, 22, 619-632.
- Chapman, R. & Robert, J. (1998). *The role of system dynamics in understanding the impact of changes to key personnel on design production within construction projects*. International Journal of Project Management, 16 (4), 235-247.
- Construction Industry Research and Information Association (CIRIA). (1996). *Control of risk – A guide to the Systematic Management of risk from construction*. 66, Londres.
- Committee of Sponsoring Organizations of the Theadway Commission (COSO). (2004). *Enterprise Risk Management – Integrated Framework. Executive Summary*. USA.
- Dey, Prasanta K. (2001). *Decision support system for risk management: a case study*. Management Decision, 39 (8), 634-649.

- Dey, Prasanta K. & Ogunlana, Stephen O. (2004). *Selection and application of risk management tools and techniques for build-operate-transfer projects*. Industrial Management & Data Systems, 104 (4), 334-346.
- Diesel, Lilian Elizabeth. (2009). *Proposta de um sistema de gestão de riscos viários usando a geointeligência para rodovias do estado de Santa Catarina – Sul do Brasil*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis.
- Empreitada de Ampliação e Beneficiação da ETAR da Quinta da Bomba – Plano de Gestão de Risco.
- Empreitada Geral de Construção para o reforço de potência de Bemposta, Plano de Gestão de Risco.
- Estrela, Miguel Paulo Medeiros Vieira. (2008). *Metodologia de Análise e Controlo de Risco dos Prazos em Projecto de Construção*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico – IST, Lisboa.
- Faria dos Reis, A. (2004). *O estado da arte em gerenciamento de riscos em projetos*. Bauru, São Paulo, Brasil.
- Frame, D. (2003). *Managing Risk in Organizations*. The Jossey-Bass Business & Management Series, Wiley.
- Godoy, A. S. (1995). *Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades*. In: Revista de Administração de Empresas, 35 (2). Março/Abril.
- Hammer, Michael. (1993). *Reengenharia – revolucionando a empresa*. Rio de Janeiro: Campus.
- Hillson, D. A. (2002). *Extending the risk process to manage opportunities II*, International Journal of Project Management, 20 (3), 235-240.
- Hillson, D. A. (2002). *What is risk? Towards a common definition*. InfoRM, journal of the UK Institute of Risk Management, April 2002, 11-12.
- IPQ (Instituto Português da Qualidade). (2011). *Gestão do risco vocabulário DNP ISO Guia 73: 2011*. Portugal.
- ISO (International Organization for Standardization). (2009). *ISO 31010 - Risk management – Risk assessment techniques*. 93, Suíça.
- Jaafari, A. (2001). *Management of Risks, Uncertainties and Opportunities on Projects: Time for a Fundamental Shift*. International Journal of Project Management, 19.
- Kähkönen, K. & Artto, K. (2001). *Balancing Project risks and opportunities*. Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, Houston: Project Management Institute.
- Klemetti, A. (2006). *Risk management in construction project networks*, Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Management.
- Kerzner, Harold. (2001). *Project Management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. United States: John Wiley & Sons.
- Krugman, P. & Silveira, M. L. N. (1997). *Vendendo prosperidade: sensatez e insensatez económica na era do conformismo*. Rio de Janeiro: Campus.
- Kutsch, E. & Hall, M. (2005). *Intervening Conditions on the Management of Project Risk: Dealing with Uncertainty in Information Technology Projects*. International Journal of Project Management.
- Machado, J. (1987). *Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa*, 5, Livros Horizonte.

- Martins, Claudia Garrido. (2006). *Aplicação das Técnicas de Identificação de Risco em Projetos de E & P*. Monografia (Pós-Graduação - MBA em Engenharia Econômica e Financeira) – Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- Mbachu, J. & Vinasithamby, K. (2005). *Sources of risks in construction project development: an exploratory study*, Proceedings of the QUT Research Week 2005, Brisbane, Australia.
- Miller, R. & Lessard, D. (2001). *Understanding and managing risks in large engineering projects*. *International Journal of Project Management*, 19 (8), 437-443.
- Moio, Joaquim Miguel Mendes. (2007). *Planeamento em Situações de Incerteza e Risco*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico – IST, Lisboa.
- Morano, Cássia Andréa Ruotolo. (2003). *Aplicação das Técnicas de Análise de Risco em Projetos de Construção*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói.
- Morgan, M. G. & Henrion, M. (1990). *Uncertainty: A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Kartam, N. A., & Kartam, S. A. (2001). *Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective*. *International Journal of Project Management*, 19(6), 325-335.
- Neves, J. L. (1996). *Pesquisa Qualitativa: Características, Usos e Probabilidades*. Caderno de Pesquisa em Administração, 1 (3), São Paulo.
- Nóbrega, M. de M., Neto D. L., Santos, S. R. (1997). *Uso da Técnica de Brainstorming para Tomada de Decisões na Equipe de Enfermagem de Saúde Pública*. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 50 (2), 247-256, Brasília.
- Nielsen, K. (2006). *Risk Management: Lessons from Six Continents*, *Journal of Management in Engineering*, 22 (2), 61-67.
- NP (Norma Portuguesa). (2012). *NP ISO 31000:2012 – Gestão do Risco – Princípios e Linhas de Orientação*. Portugal.
- Olsson, C. (2002). *Risk management in emerging markets*. London: Prentice Hall.
- Öztas, A. & Ökmen, O. (2004). *Risk analysis in fixed-price design-build construction projects*. *Building and Environment*, 39 (2), 229-237.
- Öztas, A. & Ökmen, O. (2005). *Judgmental risk analysis process development in construction Projects*. *Building and Environment*, 40 (9), 1244-1254.
- Pardo, Johanna Andrea Rodríguez. (2009). *Metodologia para Análise e Gestão de Riscos em Projetos de Pavimentos Ferroviários*. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto – NUGEO.
- Project Management Institute (PMI). (2004). *PMBOK - Project Management Guide Body of Knowledge*. (3ª ed.). Editora PMI.
- Project Management Institute (PMI). (2008). *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (PMBOK Guide)*. (4ª ed.). Editora PMI.
- Radujkovic, Mladen. (1998). *Modelling cash flow in construction projects in countries in transition*. Faculty of Civil Engineering. University of Zagreb. Zagreb, Croatia.
- Raz, T., Shenhar, A. J. & Dvir, D. (2002). *Risk Management, Project Success, and technological uncertainty*. *R & D Management*, 32 (2).
- Ribeiro, N. (2007). *Multimédia e Tecnologias Interactivas*. Lisboa: FCA – Editora de Informática.

- Rovai, Ricardo Leonardo. (2005). *Modelo Estruturado para Gestão de Riscos em Projetos: Estudo de Múltiplos Casos*. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Santos, Carlos Eduardo. (2010). *O Papel do Coso na Gestão de Riscos*.
- Santos, R. N. C. (2007). *Enquadramento das Análises de Risco em Geotecnia*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC: Dissertação de Mestrado. Lisboa.
- Silva, Vanessa Fernandes (2011). *Análise de Risco na Construção – Guia de Procedimentos para Gestão*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções) – Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto.
- Solomon, E. & Pringle, J.J. (1981). *Introdução à Administração Financeira*. São Paulo: Edição Atlas.
- Sousa, Vitor. et al. (2012). *Artigo Gestão de risco na Construção Civil – Aplicação a Sistemas de Drenagem Urbana*.
- Thevendran, V. & Mawdesley, M. (2004). *Perception of human risk factors in construction projects: an exploratory study*. International Journal of Project Management, 22(2), 131-137.
- Uher, Thomas E. & Toakley, A. Ray (1999). *Risk management in the conceptual phase of a project*. International Journal of Project Management, 17(3), 161-169.
- Verzuh, Eric. (2000). *MBA Compacto – Gestão de Projetos*. Rio de Janeiro: Campus.
- Wright, James Terence Coulter & Giovinazzo, Renata Alves. (2000). *DELPHI – Uma ferramenta de apoio ao planeamento prospetivo*. Caderno de Pesquisas em Administração. São Paulo, 1(12), 54-65.
- Zafra-Cabeza, A. et al. (2007). *Managing risk in semiconductor manufacturing: A stochastic predictive control approach*. Control Engineering Practice, 15 (8), 969-984.
- Zattar, André Góes. (2012). *Gestão de Projectos com ênfase em Gestão de Riscos*. Monografia (Pós-Graduação “Lato Sensu” – AVM Faculdade Integrada) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro.
- Zou, P. X. W., Zhang, G., & Wang, J. Y. (2006). *Identifying key risks in construction projects: life cycle and stakeholder perspectives*. Proc. 12th Pacific rim real estate society conference, Auckland, New Zealand, 22–25.

Anexos

Anexo I- Lista de Identificação dos Riscos

Anexo II- Ficha de Avaliação de Riscos

Anexo III- Plano de Trabalhos da Empreitada

