

# **ANÁLISE DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO – MÉTODO DE MONTE CARLO**

**FREDERICO ALVES MARTINS**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES**

---

Orientador: Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro

JUNHO DE 2014

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2013/2014**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

*Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

*Rua Dr. Roberto Frias*

*4200-465 PORTO*

*Portugal*

*Tel. +351-22-508 1400*

*Fax +351-22-508 1440*

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2013/2014 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais e aos meus Avós

*A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo.  
Forrest Shaklee*



## AGRADECIMENTOS

Começo por dirigir uma palavra de agradecimento aos meus pais e ao meu irmão, por todo o apoio, carinho e suporte que me deram ao longo de todo o meu processo de formação.

Quero deixar um “obrigado” ao meu orientador, Professor Doutor Alfredo Augusto Vieira Soeiro, por toda a disponibilidade demonstrada, pela motivação que me transmitiu desde o primeiro minuto e por todas as suas oportunas impressões, aspetos que marcaram a realização desta obra durante estes longos meses de trabalho.

Estendo um agradecimento especial à minha prima, Marília Carmen Barros, pela preciosa ajuda que me prestou na revisão deste escrito e pela mestria e prontidão com que realizou tudo aquilo que lhe pedi.

Por fim, estou grato a todos os demais que estiveram comigo neste percurso e que sempre me apoiaram nos bons e maus momentos, em especial, ao André Fernandes, ao Vítor Monteiro, ao João Alves, ao Hélder Duarte, ao Vasco Melo, ao André Lima, ao Jorge Carvalho, ao Diogo Margarido, ao Pedro Lucas e à Catarina Barros.

A todos aqueles que não foram mencionados, mas que contribuíram para aquilo que sou hoje, e por isso não são esquecidos, o meu muito obrigado.



## **RESUMO**

A análise de riscos é uma atividade que tem sofrido uma grande evolução ao longo dos anos, devido ao investimento no mercado da construção que se tem cada vez mais, focado neste tipo de análise, o que tem contribuído para sucessivos avanços na matéria em estudo.

Com efeito, num contexto em que as empresas, tanto nacionais como internacionais, aprofundam as metodologias para escolher o melhor projeto de investimento – isto é, aquele no qual se têm de focar para conseguir maiores margens de lucro – constatamos uma crescente sensibilidade e interesse no mercado da construção por este tipo de análise.

Motivados por este imenso campo de aplicabilidade prática, optou-se por desenvolver neste estudo uma interligação da análise de risco com o método de Monte Carlo, tendo em vista, a partir deste método matemático, conseguir avaliações de risco de projeto tanto a nível qualitativo como quantitativo. O foco será a análise quantitativa do risco, pois a mira estará apontada ao valor mais preciso do custo do projeto

**PALAVRAS-CHAVE:** Risco, Análise quantitativa, Monte Carlo, Análise de Risco, Sector da Construção.



**ABSTRACT**

Risk analysis is an activity that has undergone a major evolution over the years, not least because the investment in the construction market has become increasingly focused on this type of analysis, which has contributed to successive advances in the field under study.

As a matter of fact, in a context in which companies, both national and international, attempt to deepen the methodologies used to select the best investment project – ie., the one in which they have to focus on to achieve the greatest profits - we notice a growing awareness and interest for this type of analysis in the construction market.

Motivated by this immense field of practical applicability, we tried to develop an interconnection of risk analysis with the Monte Carlo method in this study, attempting to obtain, using this mathematical method, reviews of project risk of both qualitative and quantitative nature, in order to reach the most accurate value, ie, the optimal value.

**KEYWORDS:** Risk, Quantitative Analysis, Monte Carlo, Risk Analysis, Construction Sector.



<b>ÍNDICE GERAL</b> .....	
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2 ESTADO DE ARTE</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. CONSTRUÇÃO NA EUROPA - PORTUGAL</b> .....	<b>3</b>
2.1.1. DÍVIDAS E INSOLVÊNCIAS.....	4
2.1.2. RECUPERAÇÃO DA ECONOMIA .....	4
<b>2.2. GESTÃO DE PROJETO</b> .....	<b>5</b>
2.2.1. GESTÃO FINANCEIRA .....	5
<b>2.3. PROJETO DE INVESTIMENTO</b> .....	<b>6</b>
2.3.1. ANÁLISE DE RISCO NAS DECISÕES .....	7
2.3.2. TEORIA DO RISCO.....	7
2.3.3. ANÁLISE PROBABILÍSTICA.....	8
<b>3 RISCO NA CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. RISCO</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. ISO 31000 – APLICADA À CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
3.2.1. O RISCO E A INCERTEZA .....	11
3.2.2. A IDENTIFICAÇÃO DO RISCO.....	11
3.2.3. ANÁLISE DO RISCO.....	12
3.2.4. AVALIAÇÃO DO RISCO.....	12
<b>3.3. PROBABILIDADE E IMPACTO DOS RISCOS</b> .....	<b>13</b>
3.3.1. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO RISCO .....	13
3.3.2. IMPACTO DO RISCO .....	14
3.3.3. MATRIZ DE PROBABILIDADE E IMPACTO .....	14
3.3.4. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO .....	16
<b>3.4. ANÁLISE QUANTITATIVA DO RISCO</b> .....	<b>16</b>
3.4.1. ANÁLISE DA VALOR MONETÁRIO ESPERADO .....	16
3.4.2. ANÁLISE DA ÁRVORE DE DECISÃO .....	17
<b>3.5. RISCO – ANÁLISE MONTE CARLO</b> .....	<b>17</b>

<b>4 MÉTODO DE MONTE CARLO.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. ESTATÍSTICA - MÉTODO DE MONTE CARLO .....</b>	<b>19</b>
4.1.1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA .....	19
4.1.2. MÉTODO DE MONTE CARLO.....	19
4.1.3. FASES DA METODOLOGIA CRIADA COM BASE NO MÉTODO DE MONTE CARLO .....	20
4.1.4. VARIÁVEIS BÁSICAS.....	20
4.1.5. HIPERCUBO LATINO.....	21
<b>4.2. LEIS DIFUSAS – LEIS DE PROBABILIDADE.....</b>	<b>21</b>
4.2.1. FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO UNIFORME.....	22
4.2.2. FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....	22
4.2.3. TEOREMA DO LIMITE CENTRAL.....	24
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1. BASE DE DADOS – RISCOS NA EMPRESA .....</b>	<b>25</b>
5.1.1. CRIAÇÃO DA BASE DE DADOS - RISCOS.....	25
<b>5.2. ESTIMATIVA DO RISCO .....</b>	<b>26</b>
<b>5.3. ANÁLISE QUANTITATIVA INICIAL .....</b>	<b>26</b>
5.3.1. ANÁLISE DE DADOS.....	26
<b>5.4. CLASSIFICAÇÃO DO INTERVALO .....</b>	<b>28</b>
5.3.2. ÍNDICE DE IMPACTO.....	29
<b>5.5. FATOR DE MAJORAÇÃO DO RISCO.....</b>	<b>30</b>
<b>5.6. NÍVEL DE CONFIANÇA .....</b>	<b>30</b>
5.6.1. NÍVEL DE CONTINGÊNCIA.....	31
<b>5.7. MARGEM DE ERRO .....</b>	<b>31</b>
<b>5.8. AVALIAÇÃO DO CUSTO .....</b>	<b>31</b>
<b>6 CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>6.2. ANÁLISE DE DADOS – GERAÇÃO DE DADOS.....</b>	<b>35</b>
6.2.1. BASE DE DADOS.....	35
6.2.2. VALORES A ANALISAR .....	36
6.2.3. ANÁLISE DOS DADOS .....	37
6.2.4. VALORES A ANALISAR .....	40
<b>7 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS .....</b>	<b>43</b>
<b>7.1. CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>

<b>7.2. PERSPETIVAS FUTURAS .....</b>	<b>44</b>
<b>8 BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>8.1. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>48</b>
<b>LISTA DOS RISCOS E A SUA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>50</b>
<b>BLOCO DE VALORES CORRESPONDESTES AOS RISCOS EM ANÁLISE .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>54</b>
<b>AValiação DO PROJETO – QUADRO FINAL .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>56</b>
<b>MATRIZ E QUADRO REFERENTES A CLASSIFICAÇÃO DO INTERVALO .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 5.....</b>	<b>58</b>
<b>AValiação DO PROJETO – QUADRO FINAL PREENCHIDO.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO 6.....</b>	<b>60</b>
<b>HISTOGRAMAS COM FREQUÊNCIA ACUMULADA DOS RISCOS EM ANÁLISE.....</b>	<b>60</b>



**ÍNDICE DE FIGURAS**

Fig. 1 – Fluxograma Projeto de Investimento – Método de Monte Carlo (Leonilde Megre) .....	6
Fig. 2 – Relação entre Custo e Risco (Ribeiro, 2007) .....	9
Fig. 3 – Fluxograma descritivo do processo de Gestão de Risco (ISO 31000, 2013).....	11
Fig. 4 - Esquema Ilustrativo da escolha de cores (Vanessa Fernandes Silva, 2013).....	15
Fig. 5 – Esquema da Árvores da Decisão (António Miguel, 2013) .....	17
Fig. 6 – Esquema exemplificativo sobre o processo que se irá realizar .....	20
Fig. 7 – Quadrado Latino (Pedro Duarte da Fonte, 2011).....	21
Fig. 8 – Gráfico da função de densidade de Probabilidade .....	22
Fig. 9 – Curva da Distribuição Normal .....	23
Fig. 10 – Definição dos Intervalos sobre as Probabilidade de ocorrência.....	23
Fig. 11 – Geração de número aleatório formato Excel.....	27
Fig. 12 – Formatação Histograma Excel.....	28
Fig. 13 - Distribuição do Custo do Pagamento a Longo Prazo aos Fornecedores .....	38
Fig. 14 - Distribuição do custo de impostos .....	38
Fig. 15 - Distribuição do custo da Dificuldade no acesso a Seguros .....	39



**ÍNDICE DE TABELAS**

Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens da Análise de Riscos (Leandro Pereira, 2011).....	7
Quadro 2 – Índice de Impacto do Risco.....	14
Quadro 3 – Matriz de Probabilidade e Índice de Impacto do Risco.....	15
Quadro 4 – Medidas de Minimização.....	16
Quadro 5 – Risco na construção quadro de preenchimento.....	26
Quadro 6 – Matriz de Probabilidade e Índice de Impacto do Risco oportunidade/ameaça.....	29
Quadro 7 – Cálculo do Factor de Majoração.....	30
Quadro 8 – Avaliação do Nível de confiança.....	31
Quadro 9 – Avaliação do Projeto.....	32
Quadro 10 – Escala de Avaliação do Risco.....	33
Quadro 11 – Matriz da Avaliação do Custo.....	34
Quadro 12 – Avaliação Final do Projeto.....	34
Quadro 13 – Tabela de Riscos na construção preenchida.....	36
Quadro 14 – Criação dos dados sobre Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores.....	36
Quadro 15 - Criação dos dados sobre Impostos.....	37
Quadro 16 - Criação dos dados sobre Dificuldade no acesso a seguros.....	37
Quadro 17 - Características de cada Risco.....	37
Quadro 18 – Classificação do intervalo do Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores.....	39
Quadro 19 - Classificação do intervalo de Impostos.....	40
Quadro 20 - Classificação do intervalo da Dificuldade no acesso a seguros.....	40
Quadro 21 - Nível de Confiança e valor do Risco.....	41
Quadro 22 - Custo total e Contingência.....	41



## **SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

AICCOPN – Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas

CEE – Comunidade Económica Europeia

CIRIA - construction industry research and information association.

Cov – Covariância

EU – União Europeia

ISO - International Organization for Standardization

PMBOK - Project Management Body of Knowledge

VPL – Desvio-padrão do Projeto

VME – Valor Monetário Esperado

FMEA – Failure mode and Effects analysis

PERT - International Organization for Standardization



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O risco é algo que estamos sujeitos no nosso dia-a-dia, e um dos principais aspetos onde isso é realçado é nas escolhas que fazemos. Todas as portas que temos a oportunidade de abrir estamos perante uma análise de riscos. Isto é, ao abrir uma porta automaticamente o nosso cérebro desconfiava do que se encontra do outro lado desta, assim estamos a cometer o risco de abrir sem saber o que se encontra do outro lado. Estes casos são os mais simples relativamente ao risco e à sua análise, assim ir-se-á realizar um estudo aos riscos na construção, estes bastante mais complexos e difíceis de analisar. Ter-se-á em conta inúmeros fatores na avaliação do projeto, fundamentalmente ir-se-á seguir a dissertação de mestrado da Vanessa Silva, que desenvolveu um guia de procedimento para gestão.

Além do risco, é necessário chamar a atenção ao método de Monte Carlo, este um método de geração de números aleatórios. Sabe-se que muitos dos jogos praticados no casino e jogos semelhantes a estes, são retratados com base no Método de Monte Carlo. Assim quase que se consegue uma total imparcialidade na saída de números para os jogos em causa, com base neste método. Não se garante uma imparcialidade total, pois começa-se por gerar números aleatórios a partir de uma base, assim sendo ao existir uma base, sabemos que não serão puramente aleatórios porque serão todos influenciados por esta.

A engenharia civil é uma das áreas que é mais afetada pelos riscos e que além disso é uma das que envolve mais dinheiro, pois a construção de obras de engenharia não só esta ligada a inúmeros postos de trabalho como a milhões de euros em materiais e mão-de-obra. Assim, ao falarmos desta quantidade de dinheiro, existe a possibilidade deste ser mal investido e ter-se uma perda bastante significativa. Ao ser mal investido levará as empresas a apresentarem lucros muito baixos ou mesmo prejuízos. Com isto teremos a falência destas, logo o desemprego de mais pessoas. Dado que um dos temas, mais falados hoje em dia é o tema do desemprego, a análise de riscos pode ser bastante importante para o melhoramento da economia e em paralelo redução do desemprego.

Ao se desenvolver análises de investimento, as empresas passaram a não investir em negócios não lucrativos mas sim a escolher quais os melhores casos para se conseguir um melhor proveito. Assim, conforme dito anteriormente, temos um melhoramento interno das empresas e a longo prazo não só se irá aumentar o número de funcionários como a economia da empresa irá melhorar a olhos vistos.

A frase do Sr. Dr. Reis Campos, presidente da AICCOPN, reflete tudo aquilo mencionado anteriormente:

*“Estes dados dizem bem da importância da construção na economia dos países que mais e desenvolvem e deveriam ser, por isso, alvo de reflexão por parte do poder político português. A contenção do défice público é prioritária mas não deve, nem pode ser conseguida a custa do desinvestimento na construção.”*

A economia necessita tanto da construção de obras como as obras precisam de uma economia próspera.

## **1.2. OBJETIVOS**

Esta dissertação tem como principais objetivos:

- Compreender o conceito de risco e a importância da ISO 31000 no estudo dos riscos.
- Conhecer algumas técnicas de avaliação do risco
- Perceber o conceito do método de Monte Carlo e até onde este nos pode levar
- Criação de uma metodologia para a análise de riscos – método de Monte Carlo
- Aplicação desta e obtenção de resultados possíveis, testar a sua viabilidade em três riscos diferentes relativos a um projeto.

## **1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos diferentes.

Relativamente ao primeiro capítulo, ir-se-á encontrar as principais características da dissertação desenvolvidas pelo autor, além disso poder-se-á ver as considerações gerais do trabalho e os objetivos deste.

No segundo capítulo ter-se-á uma abordagem diferente, ir-se-á fazer uma introdução teórica ao tema e a todos os aspetos adjacentes a este, sendo mais conhecido como o capítulo referente ao estado de arte.

O capítulo número três abordará temas como o risco, a gestão deste, entre outros aspetos bastante importantes na temática do risco. Espera-se aprofundar e expor todo o conhecimento adquirido relativamente aos Riscos neste capítulo.

Analogamente no capítulo número quatro ter-se-á a mesma abordagem, mas neste caso para os processos matemáticos envolventes na análise. Além dos processos matemáticos, ter-se-á uma especial atenção ao método de Monte Carlo, não só a sua contextualização histórica como o conhecimento envolvido por este.

No quinto capítulo, ir-se-á demonstrar toda a metodologia proposta, isto é apresentar-se-á todos os processos e análises que estarão presentes nesta análise.

No sexto capítulo, além da criação da base de dados, também será possível encontrar os casos de estudo e alguns comentários sobre os valores obtidos.

O último capítulo, será a conclusão da dissertação, apontando as limitações e possíveis considerações futuras a ter em conta

# 2

## ESTADO DE ARTE

### 2.1. CONSTRUÇÃO NA EUROPA - PORTUGAL

Após a segunda guerra mundial, que deixou a Europa exaurida em termos de destruição e desolação, foi necessário um grande investimento para que tudo voltasse a ser construído. Segundo alguns dados estatísticos, consta que foram gastos várias centenas de milhões para recuperar tudo aquilo que foi destruído. As mudanças registadas em toda a Europa foram bastante proveitosas para a construção civil tanto em Portugal como resto da Europa. Um dos marcos que mudou uma era, e que mudou o rumo da construção civil foi a queda do muro de Berlim. Pode-se dizer que este foi um dos acontecimentos mais importantes, pois com a unificação da Alemanha e as novas políticas migratórias na Europa, fez o mercado da construção mexer-se e de uma forma extraordinária.

O crescimento do sector da construção foi progressivo na Europa desde o fim da guerra, contudo em Portugal teve os seus anos de glória nos anos 90. Esta dinamização abrangeu, casos como a Expo 98 ou mesmo a ponte Vasco da Gama. Esta evolução deveu-se à entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia (CEE), em 1986. Com isto beneficiámos de importantes fundos estruturais e que ajudaram a promover o desenvolvimento de infraestruturas por todo o país. (Andrea Matos, 2013)

Uma das áreas dentro da construção que evoluiu mais durante estes anos foi a de vias de comunicação, muito se deveu aos fundos da CEE, pois serviram para criar e melhorar autoestradas, ferrovias, pontes e aeroportos. Admitindo que a economia portuguesa só se podia desenvolver de forma significativa se houvesse uma clara aposta no setor da construção, esta foi feita. Contudo devido a um fraco estudo de projeto houve alguns casos em que o orçamento foi ultrapassado, e num grupo ainda mais reduzido estes foram ultrapassados em vários milhões. Estes orçamentos que se mostravam estar muito longe do esperado, e assim os resultados obtidos foi uma das causas que mais tarde veio a tornar-se extremamente prejudicial para a economia do país. (AICCOPN,2011).

Até ao século XXI viveram-se anos de progressivo crescimento, todavia os fundos da União Europeia (UE) e a aposta do governo na construção sofreram uma diminuição. Por esta razão, o setor contou com um período de estagnação e quando não existe movimentação de dinheiro estamos perante uma fraca economia e assim começou-se a adivinhar, que mais cedo ou mais tarde, o fim iria ser bastante negativo. A contínua diminuição das atividades aumentou de forma análoga o desemprego em Portugal, e com isso o atraso do país. Porém a nível mundial continuou a verificar-se um forte crescimento.

Perante isto, as principais empresas tiveram de se adaptar a esta nova situação, e algumas dessas medidas assentaram no desenvolvimento dos critérios de qualidade, no investimento tecnológico, nas novas técnicas de construção, em materiais mais eficientes e num novo planeamento. O objetivo seria aumentar o rendimento de cada obra e conseguir protagonizar resultados positivos ao longo dos anos. Em alguns casos estas medidas não foram suficientes e levaram bastantes empresas de construção à falência. (Andrea Matos, 2013)

As grandes empresas para conseguirem sobreviver a esta crise internacionalizaram-se, uma vez que em Portugal pouco mais se podia fazer para tentar solucionar o problema enquanto que no resto do mundo se passava o oposto. Quando as empresas portuguesas começaram a aperceber-se de que no mercado exterior existia imensa procura e na parte da oferta usualmente tinham pouca concorrência, fizeram de tudo para ganhar obras no exterior. Assim além de não terem os recursos e mão-de-obra parados ainda conseguiam boas margens de lucro.

#### 2.1.1. DÍVIDAS E INSOLVÊNCIAS

Apesar de tanto esforço, o setor em Portugal continuou em decadência total, o que veio a desenvolver um “vírus” que contaminou as empresas de construção, em Portugal. Ao vírus chamamos *Dívidas e Insolvências*, um dos casos que simboliza isto, foi o da J&J Teixeira que começou a acumular grandes dívidas e pouco dos materiais que eles forneciam às empresas de construção era pago. Assim o caminho a seguir seria a cobrança das dívidas da Edifer e da Soares da Costa. Em 2009, a J&J Teixeira recorreu aos tribunais para tentar cobrar as dívidas de outrem; contudo, em 2010, apresentou falência técnica, o que levou à insolvência da empresa. Esta empresa, que na altura fabricava produtos de carpintaria para a construção, entrou numa espiral negativa, devido a acumulação das suas dívidas e assim começava-se a avistar um futuro negro. (Jornal de Negócios, 2011)

A J&J Teixeira assistiu à insolvência dos clientes, dando origem a um desequilíbrio financeiro de 4,5 milhões de euros no ativo da empresa, o que levou ao colapso de tesouraria, apresentando a insolvência voluntariamente, de forma a garantir uma folga de quatro a seis meses para recapitalizar a tesouraria. Com um novo plano de reestruturação que contempla a liquidação integral da totalidade do passivo. Esta empresa, criada há mais de 30 anos, luta para continuar com toda a sua atividade. (Jornal de Negócios, 2011)

Tal como esta, e muitas outras, passaram pelos piores dias da sua história, por exemplo outro caso será o da empresa Soares da Costa. Desta vez, não se refere a parte negativa da empresa, mas sim a sua ascensão e que atualmente aparenta sinais de franca prosperidade. Após a entrada de António Mosquito a empresa sofreu uma mudança radical em todos os aspetos, até se poderá afirmar que a alteração do nome do grupo já foi registada e ficará a ser denominada como SDC – Investimentos, SGPS. Graças aos investimentos a nível internacional a empresa apresentou uma clara diminuição dos seus prejuízos e espera-se que nos próximos anos se avisem prósperos. (Jornal de Negócios, 2014)

#### 2.1.2. RECUPERAÇÃO DA ECONOMIA

A recuperação da economia ainda não é muito falada em termos de construção, mas sabemos que para a dinamizar é necessário avançar desde já com um conjunto de obras capazes de gerar atividade, e assim garantir postos de trabalho e a criação de uma nova dinâmica de investimentos. Estímulos iriam dar confiança aos investidores e com isso a criação de novas oportunidades, o que significaria um verdadeiro impulsionador da retoma económica do país. (AICCOPN, 2011)

## 2.2. GESTÃO DE PROJETO

Para um esclarecimento do conceito de Projeto, o PMBOK Guide é um desses facilitadores, a partir deste livro consegue-se tirar grandes ilações sobre o projeto. O significado que nos apresenta sobre o conceito de Projeto é o seguinte:

- Esforço temporário para criar um produto ou serviço único ou um resultado;
- É algo que possui um início e um fim definitivos, tipicamente um esforço humano para criar mudanças.

No que diz respeito à gestão de projetos, obrigatoriamente deve-se realçar o papel do Gestor de Projetos em que uma das suas principais dificuldades é encontrar o balanceamento do âmbito do orçamento e o prazo que lhe é dado. O gestor de projeto ao não conhecer todas as características do projeto e não tendo uma definição clara de tudo o que poderá acontecer, irá ter bastantes dificuldades em cumprir o orçamento de que dispõe. Não cumprir o orçamento de que se dispõe advém de enormes novos problemas tais como o controlo sobre os prazos. Ao ter-se uma noção de prazos pode-se afirmar que controlar estes é dos temas mais importantes e complicados da engenharia. Prazo e custo irão estar sempre interligados, porque quanto maior for o prazo de uma obra, maior será o custo desta.

Voltando à definição de Gestão de Projetos, poder-se-á dizer que é a aplicação do conhecimento, das competências, das ferramentas e das técnicas da sua atividade, de forma a alcançar os objetivos do projeto. Pode-se definir 5 grupos de processos, tais como, inicialização, planeamento, execução, controlo e fecho. (Correia, 2013)

A gestão de um projeto inclui diversos processos como a identificação dos requisitos, a identificação dos intervenientes, a consideração da necessidade, preocupação e expectativa dos intervenientes, e por último o pesar devidamente as várias restrições (qualidade, orçamento, prazo e risco). (Correia, 2013)

### 2.2.1. GESTÃO FINANCEIRA

Posteriormente a ter sido referido a gestão de projetos, segue-se o caminho da gestão financeira. Um gestor financeiro identifica-se com o tesoureiro da empresa. O tesoureiro, como é vulgarmente sabido, tem um dos papéis mais importantes dentro de uma empresa, pois cuja preocupação central se baseia em assegurar o equilíbrio financeiro de curto prazo através de uma adequada gestão operacional de cobranças e pagamentos decorrentes da atividade normal da empresa. (Eduardo Sá Silva, 2011)

No parágrafo anterior, foi abordado de forma ampla o papel de um gestor financeiro, contudo esta figura foi evoluindo com o tempo e cada vez se distanciando mais da definição de tesoureiro. Atualmente um gestor financeiro necessita de executar uma análise e um controlo da rendibilidade previsional e efetiva das aplicações de fundo, sejam estas de carácter económico ou meramente financeiro. Assim, pode-se afirmar que a função financeira se envolve de forma ativa nas decisões de investimento e controlo, que são os aspetos a ter em conta nesta dissertação. Isto é, com o departamento de análise de riscos ou mesmo com encarregados por este tipo de situações, em conjuntura com o gestor financeiro irão ser, supostamente, aqueles que num futuro próximo poderão vir a afetar a análise proposta nesta dissertação. (Eduardo Sá Silva, 2011)

### 2.3. PROJETO DE INVESTIMENTO

Uma das causas que fez centrar o estudo na análise de riscos e saber mais sobre este tema foi o aspeto do investimento. A análise de projetos de investimento é uma das principais ferramentas para um futuro próspero da empresa.

Um processo de investimento reveste-se das seguintes características:

- Transformação material ou económica dos “inputs” (terra, trabalho, capital) em outputs (bens ou serviços), dando-se o nome de custos aos primeiros e benéficos aos segundos;
  - Transformação temporal entre si e em relação aos bens produzidos;
  - Heterogeneidade dos recursos entre si e em relação aos bens produzidos.
- (Leonilde Megre,2013)

Sabe-se que existem vários tipos de classificações de investimentos, contudo o enfoque irá para investimentos financeiros e investimentos destinados ao exercício da atividade principal da empresa, neste caso particular, a atividades de carácter construtivo. Esta última é a categoria de investimentos mais importante para a estratégia da empresa. (Leonilde Megre,2013)

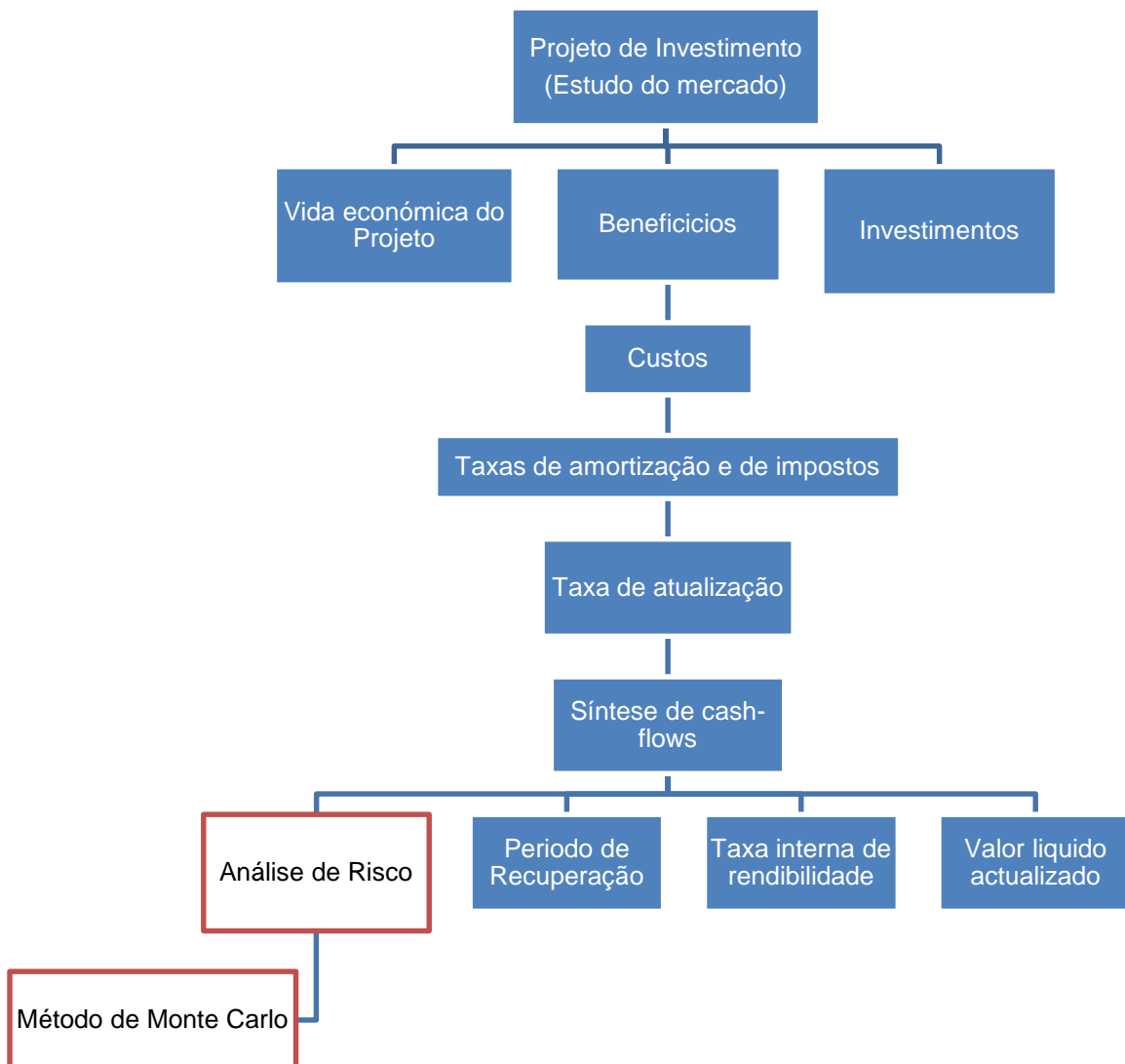


Fig. 1 – Fluxograma Projeto de Investimento – Método de Monte Carlo (Leonilde Megre)

O estudo é aplicado a investimentos de natureza pública, se forem promovidos pelo Estado, natureza privada, se for promovidos pelas partículas, e a público-privada. Com isto, e seguindo o fluxograma, apresentado na fig. 1, poder-se-á ter a noção de onde se vai encontrar a análise estudada, no que diz respeito à fase do projeto. (Leonilde Megre,2013)

Seguindo esta linha de reflexão, e como se vai demonstrar mais adiante, pretende-se reduzir a probabilidade de se executar um mau projeto, e ao mesmo tempo não perder a oportunidade de executar um bom projeto. Querer o melhor dos dois mundos é uma das tarefas mais complicadas que o gestor de projetos terá no seu dia-a-dia. (Leonilde Megre,2013)

### 2.3.1. ANÁLISE DE RISCO NAS DECISÕES

Com uma análise de riscos iremos ter diversos aspetos contra e a favor desta, iremos apresentar alguns pontos que serão símbolo do que foi dito anteriormente. Sabe-se que uma análise de riscos é um projeto executado por uma pessoa e que a opinião de cada analista irá sempre ser importante e muitas vezes distinta (Leandro Pereira, 2011)

Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens da Análise de Riscos (Leandro Pereira, 2011)

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solução sistemática e lógica para a tomada de decisões;</li> <li>• Maior rapidez de coordenação do parecer de peritos de outras áreas</li> <li>• Análise completa das ações;</li> <li>• Cálculo de preferência relativo a resultados separados dos cálculos de probabilidades para quantidades incertas;</li> <li>• Permite que o decisor calcule a quantidade de informação que é necessária obter para um determinado problema de decisão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muito tempo envolvido. Não serve para decisões rápidas;</li> <li>• Falta de aceitação de princípios por parte de todos os decisores;</li> <li>• Dificuldade em definir os valores das probabilidades e das utilidades, portanto falta de confiança no sistema;</li> <li>• Obstáculos a nível de empresa existentes em situações envolvendo responsabilidades definidas.</li> </ul>

Incluindo estas características, quando se faz um estudo de viabilidade económica de um projeto, um dos erros mais comuns é a subestimação das despesas de investimento. Além disso, é importante referir que o cálculo dos custos futuros é bastante importante, principalmente numa obra.

### 2.3.2. TEORIA DO RISCO

Após referir a análise do Risco, deve-se ter em conta a noção de Risco, no sentido mais básico, dado que no capítulo 3 esse conceito vai ser aprofundado. O conceito de risco pode ser definido como a possibilidade da perda, ou, noutro sentido, como o grau de incerteza a respeito de um acontecimento. A partir do grau de incerteza e da possibilidade de perda, o conceito de risco pode ser definido como a probabilidade de ocorrência do acontecimento gerador da perda ou da incerteza. (Eduardo Sá Silva, 2011)

Os eventos que podem ocorrer em dois grandes tipos podem ser divididos em:

- Sucessos: são eventos que nos permitem atingir objetivos
- Fracassos: são os eventos que não nos permitem atingir os objetivos

Assim sendo, o risco será a probabilidade de ocorrerem fracassos. Em termos de probabilidade:

Sendo:

- U o conjunto de resultados;
- S o conjunto de sucessos;
- F o conjunto de fracassos.

Então,

$$F \cup S = U$$

e

$$F \cap S = \emptyset$$

Então a definição de formal de risco será dada pela igualdade  $Risco = p(F)$ , e como a soma das probabilidades sucessos e fracassos é 1, ou seja,  $p(F) + p(S) = 1$  (Eduardo Sá Silva, 2011)

### 2.3.3. ANÁLISE PROBABILÍSTICA

Quando se fala de probabilidade e de análise de risco, admite-se que seguem um caminho muito próximo. Pode-se fazer uma analogia entre ambas e então estar-se-á a fazer uma análise probabilística. A análise probabilística utiliza-se quando existem pelo menos duas alternativas de realizar um investimento, e quando associada a cada uma das alternativas existem diferentes cenários possíveis que poderão originar diferentes fluxos de tesouraria.

Parâmetros como a esperança matemática e o desvio-padrão são fundamentais para compreender as afirmações anteriores. Consideram-se fundamentais porque nos casos de não haver hipótese de quantificar o risco, o desvio-padrão irá assumir essa função porque este é a medida de dispersão que informa o grau de concentração das probabilidades em torno da média. Quanto menor o risco, mais representativa é a média e, naturalmente, quanto maior é o desvio, menos a esperança matemática representa a distribuição. Estes são termos bastante importantes na análise futura, pois como o objetivo é a quantificação do risco, ao se ter conhecimento de tudo aquilo referido anteriormente tem-se uma melhor capacidade de análise. (Eduardo Sá Silva, 2011)

O risco deve ser definido como o desvio-padrão, e na pesquisa efetuada foi encontrada uma fórmula que calcula o seu valor, como se demonstra na seguinte equação:

$$VPL_S = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left( \frac{FS_j}{(1+i)^j} \right)^2 + 2 \sum_{j < k}^n \frac{1}{(1+i)^j} * \frac{1}{(1+i)^k} cov(F_j, F_k)} \quad (1.1)$$

Em que,

$FS_j$  – desvio-padrão dos fluxos do período j

$F_j, F_k$  – Fluxos ocorridos nos períodos j e k

i – taxa de atualização que se considera constante ao longo do período

Esta fórmula caracteriza a análise económica de uma empresa, ou seja, com aspetos específicos como os fluxos ocorridos, em certos períodos de tempo, consegue-se com base em processos matemáticos apurar um valor para o risco. (Eduardo Sá Silva, 2011)

## 3

## RISCO NA CONSTRUÇÃO

## 3.1. RISCO

Risco, quando se esta perante uma palavra em português e pretendemos saber o seu significado consulta-se o dicionário da língua portuguesa. Neste caso, conseguiu-se constatar que o conceito de risco pode tomar diversos caminhos, porém em relação à área em análise, pode-se dizer que este é a possibilidade de um acontecimento futuro e incerto Este significado não só é o mais simples como o mais assertivo, pois abrange a base do risco, que é um acontecimento futuro e incerto. (Costa e Melo, 1995)

O conceito de risco normalmente é associado a algo negativo, todavia, e sob uma outra perspetiva, o risco pode ser visto como algo que com estudo e muito conhecimento pode até ser bastante positivo. Assim sendo, isto não quer dizer que se pretende negar todas as afirmações que levam o significado do risco para o lado negativo, mas sim pegar neste conceito e desmaterializá-lo. Após todo o estudo bibliográfico desenvolvido encontrou-se um denominador comum: o conhecimento em relação à previsão dos riscos tem vindo a aumentar e cada vez mais os investimentos calculados têm sempre mais probabilidade de serem bem-sucedidos.

A definição de risco pode estar ligado ao custo, em diversas situações, pois tal como se observa na figura 2, o risco está associado à probabilidade de ocorrer, e isso afeta diretamente o custo. No início de obra o risco encontra-se no seu expoente máximo, enquanto que o custo se situa no mínimo possível. Associado a este facto e com a passagem do tempo, o risco tem tendência para diminuir e o custo de obra para aumentar.

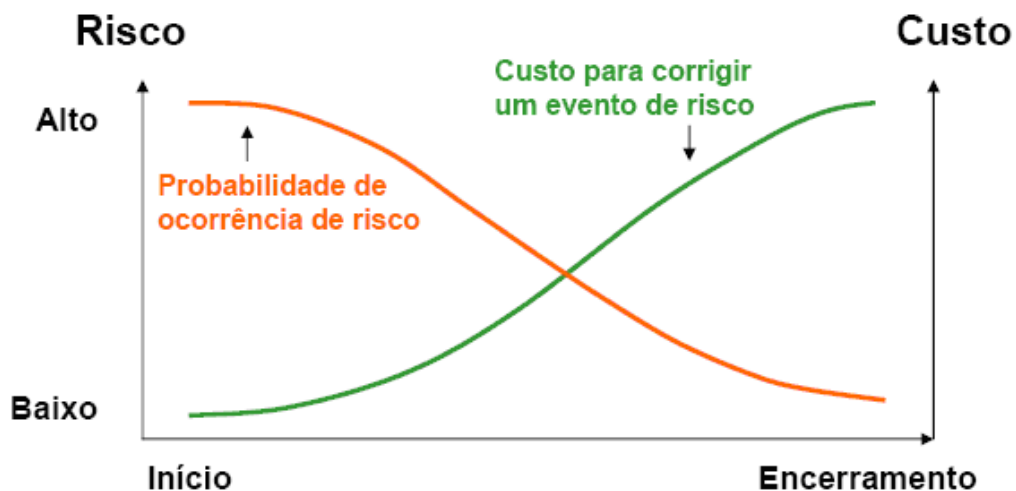


Fig. 2 – Relação entre Custo e Risco (Ribeiro, 2007)

É necessário chamar a atenção à figura 2, pois um dos objetivos da dissertação está lá apresentado. Não só é necessário diminuir o risco até ao ponto ótimo (valor investido que se irá retirar maior margem de lucro), como assim garantir-se-á um menor custo e com isto um aumento progressivo dos lucros. Pretende-se mencionar diversas vezes este aspeto, pois usualmente as pessoas não pensam desta forma, não se consegue o melhor proveito com riscos baixos, porque a longo prazo ir-se-á ter prejuízos e estes não compensarão o lucro obtido nos outros. Por outro lado se o risco for alto poder-se-á correr o risco de ter custos elevadíssimos, ter-se-á isto em conta como um dos objetivos principais.

Como se pode ver, o significado da CIRIA (1996) dava a entender que o risco se definia como a possibilidade de um evento adverso acontecer. Uns anos mais tarde o PMBOK define o risco como um evento ou condição incerto que, se ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo nos objetivos de um projeto. Aqui se pode ver aquilo que se pretendia expor no parágrafo anterior, pois existe uma notória evolução face à definição do risco. (Andrea Neves Matos, 2013)

Num conceito mais específico, pode-se dizer que o risco é considerado como função de vários fatores, nomeadamente da natureza do perigo, da possibilidade de contacto, da característica das populações expostas, da possibilidade de ocorrência e da magnitude das exposições e consequências, bem como da existência de valores públicos. (Vanessa Fernandes Silva, 2012)

Seguindo esta vertente de informação, um risco é uma exposição à perda, um fator, evento, elemento ou um caminho que envolve algum perigo incerto. Mais uma vez, torna o risco como algo negativo e que abrange diversas áreas. Contudo o foco incide na parte da construção, em paralelo com os aspetos financeiros. (Miguel Paulo Estrela, 2008)

Outro aspeto que é de realçar na definição do risco, é que a avaliação do mesmo é feita por indivíduos, e por mais que se queira seguir uma linha contínua e estritamente reta para obter resultados constantes, indivíduos diferentes fazem escolhas diferentes em condições diferentes. Assim conclui-se, a partir da informação anterior que dificilmente ir-se-á ter a mesma análise, pois cada caso é um caso, e cada avaliador irá fazê-lo de maneira diferente. Quando se está perante uma fase de sucesso em termos de análise, e que nos últimos projetos o avaliador apresenta lucros significativos com as suas análises, no projeto seguinte ir-se-á expor mais ao risco devido a confiança apresentada. Por sua vez a exposição é menor quando este se encontra numa fase de insucesso, pois aí o avaliador terá menos confiança e arriscará menos. Estes são acontecimentos usuais no dia-a-dia do avaliador de riscos, pois a incerteza que o risco nos apresenta pode complicar bastante o pensamento de quem faz a avaliação. (Miguel Paulo Estrela, 2008)

Na opinião do autor, se a análise for bem realizada e se for constante a esse nível, não se deve desmoralizar com os resultados negativos, mas sim continuar até que os resultados sejam os esperados. Análogo a esta análise o melhor é seguir a linha da norma ISO 31000, e continuar o estudo com base nos termos que esta apresenta.

### **3.2. ISO 31000 – APLICADA À CONSTRUÇÃO**

Depois da explanação do conceito de risco, falta distingui-lo de incerteza conforme as indicações da norma. Para uma melhor caracterização o melhor será seguir as indicações da norma no tratamento de um risco, que consiste na sua identificação, avaliação e análise, conforme se vê na fig. 3 e como se irá demonstrar um pouco mais à frente. O fluxograma da fig. 3 é apresentado na norma 31000, em que é realçado o processo cíclico.

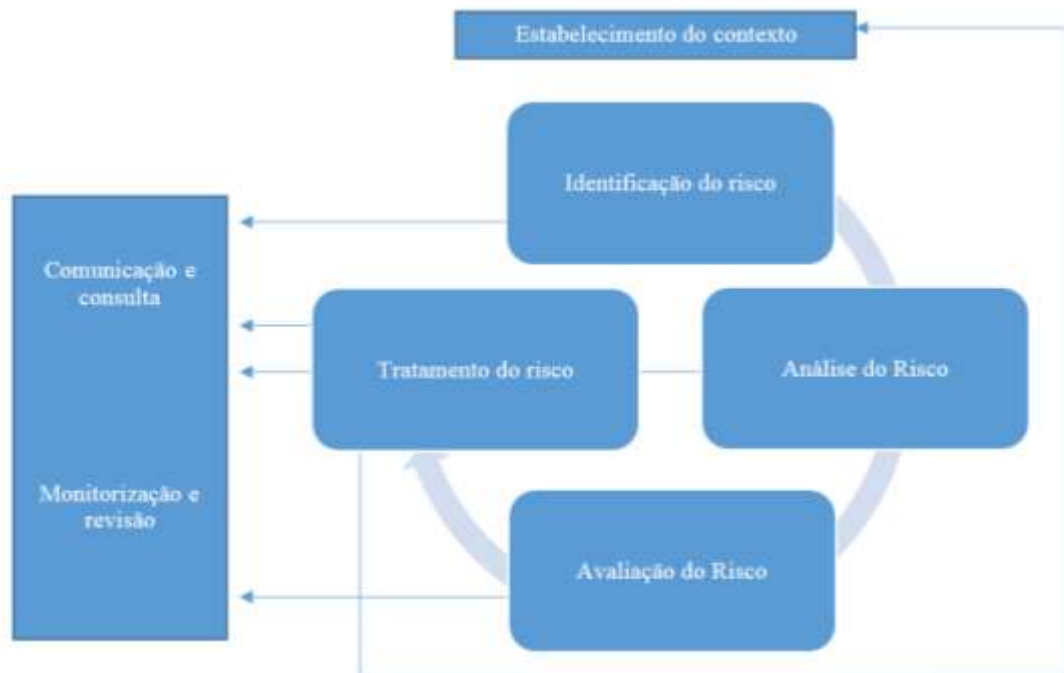


Fig. 3 – Fluxograma descritivo do processo de Gestão de Risco (ISO 31000, 2013)

### 3.2.1. O RISCO E A INCERTEZA

Quando se analisa os riscos na construção está-se a ter em conta uma série de incertezas, tornando-se imprescindível distinguir um conceito do outro. O risco é o efeito da incerteza na consecução dos objetivos. O efeito é um desvio, positivo ou negativo, relativamente ao esperado, em relação aos objetivos pode-se ter diferentes aspetos e podem ser aplicados a diferentes níveis. O risco é frequentemente caracterizado pela referência aos eventos potenciais e consequências, ou à combinação de ambos. Além disso é frequentemente expresso como a combinação das consequências de um dado evento e a respetiva probabilidade. Aqui apresentou-se outra definição de risco, esta feita pela norma ISO 31000, bastante concisa e distinta. (ISO3100, 2013)

Contudo, além deste conceito é obrigatório descrever o significado de incerteza. Assim, admite-se que a incerteza é o estado, ainda que parcial, de deficiência de informação relacionada com a compreensão ou conhecimento de um evento, a sua consequência ou probabilidade. Incerteza incide nas situações em que não existem dados estatísticos que suportem determinado acontecimento – são acontecimentos impossíveis de prever. Conclui-se então que uma incerteza qualificada quantitativamente deixa de ser considerada incerteza para passar a ser um risco. (ISO31000- 2013, Vanessa Fernandes Silva-2012).

### 3.2.2. A IDENTIFICAÇÃO DO RISCO

A identificação do risco tem como principal objetivo encontrar os diversos tipos de risco e as suas origens em determinado mercado, agrupando esses riscos de forma a poder estabelecer relações entre si. A organização deve identificar as fontes, as áreas de impacto, os eventos, as respetivas causas e potenciais consequências. Inicialmente, temos de gerar uma lista abrangente dos riscos baseada nos eventos que possam criar, melhorar, prevenir, degradar, acelerar ou retardar a consecução dos objetivos. (ISO31000, 2009)

Existem diversas técnicas/análises para chegar ao melhor grupo de riscos que o gestor de projetos poderá ter, entre elas, sessões de *Brainstorming*, análise *SWOT*, análise de listas de riscos, análise dos pressupostos e análise causa/efeito. (António Miguel, 2013)

Neste processo de identificação estarão incluídos os riscos cuja fonte esteja ou não sob controlo da organização, ainda que a fonte ou causa do risco poderão não ser evidentes. A organização deverá utilizar técnicas e ferramentas de identificação de riscos que sejam adequadas aos seus objetivos e às suas capacidades, de preferência será começar do geral para o particular. Nesta fase já existe um risco dado que é a avaliação e o conhecimento individuais que os irá definir, o que fará assumir o risco de escolha particular. (ISO31000 - 2009, Andrea Neves Matos - 2013)

Os riscos dividem-se em dois grandes grupos: causas naturais e causas humanas. Na opinião do autor, o risco pode ser associado mais a uma causa humana do que a um evento natural, dado que tudo aquilo que esteja ligado à natureza é incerto e como se sabe a possibilidade de qualificar ou prever esses eventos é bastante complicada. Em relação às causas humanas, a área em que irá incidir o estudo, pode ser dividida em diversos pontos, tais como político, económico, legal, técnico, social, cultural e por fim gestão/financeiro.

O último grupo de risco foi considerado, neste estudo, como o mais significativo e possível neste de o quantificar. Neste grupo vão ser reveladas as taxas de juro, créditos, pontualidade nos pagamentos, impostos, capacidade financeira do dono de obra e do empreiteiro, liquidez financeira e dificuldade no acesso a seguros, como se observa na lista de riscos no anexo 1. A lista de riscos apresentada foi realizada pela Vanessa Fernandes Silva, não só irá apresentar riscos relativos a área da gestão, como de diversas outras áreas. (Miguel Paulo da Estrela, 2008)

### 3.2.3. ANÁLISE DO RISCO

Nesta fase, já se compreende o conceito de risco, isto é, já se tem conhecimento das causas e das fontes, as suas consequências positivas e negativas. Pois estando consciente de que um evento pode ter múltiplas consequências e pode afetar múltiplos objetivos. Posto isto, num projeto, tem-se que dar importância e focalizar a atenção aos riscos mais elevados, de modo a garantir a segurança e ao mesmo tempo diminuir as incertezas. No momento em que isto está garantido, o foco terá de ser dirigido para os riscos de baixa magnitude, o que levará ao melhor rendimento possível. (ISO31000, 2009)

Existem três tipos de análise: uma qualitativa, outra quantitativa ou semiquantitativa, nesta dissertação vão ser analisados os riscos de uma forma quantitativa. Sabe-se que esta análise não é a mais acessível ou mais facilitada, todavia foi a seguida.

Seguindo esta linha de pensamento, pode-se afirmar que as duas principais simulações que levam à melhor aproximação de quantificar o risco são as de Monte Carlo e o Método de PERT; isto no aspeto de projeto de grandes dimensões, como são os casos dos projetos de construção civil. Nesta fase, nem tudo pode ser considerado complicações, pois segundo a norma pode-se apresentar mais que um valor numérico ou descritor para especificar as consequências e a sua verosimilhança para diferentes tempos, locais, grupos ou situações. (ISO31000, 2009)

Sabendo que mais para diante se irá falar mais aprofundadamente de Monte Carlo, não se pode deixar de chamar a atenção que uma simulação de Monte Carlo é bastante concisa em termos de números, mas ir-se-á focalizar e centralizar esses, para mais tarde ser possível transformá-los em mais que simples números, mas sim “riscos”.

### 3.2.4. AVALIAÇÃO DO RISCO

A avaliação do risco envolve a comparação do grau do mesmo identificado no decorrer do processo de análise com os critérios do risco. Após tomar conhecimento desta realidade, será estritamente necessário o tratamento desta avaliação. Ao considerar os valores corretos e ignorar os que apenas irão prejudicar

o trabalho, nesta fase, volta-se a ter um risco de falha mas a tendência é para diminuir, pois se isso não acontecer dificilmente ir-se-á poder descobrir o erro. (ISO31000, 2009).

Os riscos são avaliados através de probabilidades que têm por base a experimentação ou cálculos analíticos. Esta afirmação levar-nos-á à seguinte questão: Estarão todos os avaliadores de risco de acordo com esta análise? Dificilmente, a análise de riscos leva a opiniões diferentes entre quem a faz, o que por vezes pode ser bastante positivo, pois desta maneira serão abrangidos diversos pontos e, aí sim, chegar-se-á à melhor solução. (Andreia Neves Matos, 2013)

Uma consideração a ter em conta ao avaliar os riscos do projeto é a tolerância ao risco. Cada pessoa e cada organização possuem uma diferente tolerância ao risco. Para melhor compreensão, é necessário dar um exemplo, o que para este caso em si é bastante simples, pois é fácil imaginar uma pessoa ou uma organização que esteja envolvida num projeto e quando é confrontada com o aumento do custo do projeto em cerca de 15%, devido somente a um risco. Neste caso ir-se-á ter em conta, que um avaliador pode não achar bastante elevado um determinado risco, enquanto ao passo que outro poderá pensar que é baixo. Assim sendo, pode-se afirmar que o gestor de risco tem necessariamente que compreender o nível de tolerância que a entidade/organização e as partes interessadas têm ao risco, antes de avaliar e priorizar os riscos. (António Miguel, 2013)

Em relação a esta seção ir-se-á ter ao longo deste trabalho diversos tipos de avaliação. Tentar-se-á, qualificar com diversos valores os dados que as simulações efetuadas nos fornecerá. Por sua vez, ligar-se-á todas essas avaliações para no final conseguir-se ter apenas um valor de custo e uma avaliação deste.

### 3.3. PROBABILIDADE E IMPACTO DOS RISCOS

#### 3.3.1. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO RISCO

Para garantir a qualidade e credibilidade do processo de análise qualitativa dos riscos, é fundamental definir diferentes níveis de probabilidades e impactos para os riscos. Para uma melhor avaliação deve-se utilizar uma escala relativa, representando valores da probabilidade desde “muito improvável” a “quase certo”. Apenas se admite o que foi dito anteriormente, uma vez que nenhum risco é um acontecimento certo, logo não se deve considerar nada certo de acontecer ou nada impossível. (António Miguel, 2013)

A escala que se irá usar, terá 5 níveis de avaliação, não só para garantir mais fiabilidade na avaliação mas também para auxiliar a sua classificação, como se vê no seguinte quadro:

Quadro I – Escala de Probabilidade de Ocorrência do Risco

Escala de Probabilidade de ocorrência do Risco				
ID	Frequência de ocorrência		Valor de Probabilidade	Avaliação do risco
1	Quase certo	Muito Alta	0,9	8 -10
2	Muito Provável	Alta	0,7	6 - 8
3	Provável	Moderada	0,5	4 - 6
4	Improvável	Baixa	0,3	2 - 4
5	Muito Improvável	Muito baixa	0,1	0 - 2

O valor de probabilidade irá variar entre 0,9 e 0,1. Assim não só se consegue garantir a não existência de acontecimentos certos, como prevenimos acontecimentos impossíveis. A avaliação será feita em 5

níveis, conforme dito anteriormente, em que a sua avaliação irá variar entre seções de 2 valores para cada nível.

### 3.3.2. IMPACTO DO RISCO

Além da escala de probabilidade de ocorrência é necessária a criação de uma escala de impacto. Uma escala de impacto reflete a importância do impacto, negativo para as ameaças e positivo para as oportunidades. Estas devem ser ajustadas ao objetivo potencialmente atingido, ao tipo e à dimensão do projeto, à estratégia e à situação financeira da organização e à sensibilidade da organização a determinados aspetos particulares. (António Miguel, 2013)

Neste âmbito, a seguinte tabela irá apresentar consoante a avaliação do risco, o aumento que teremos de efetuar para uma maior segurança referente ao projeto e à sua avaliação.

Nesta classificação optou-se por usar uma escala não linear, pois com este tipo de escala, está-se a reduzir o efeito de ameaças de elevado impacto ou aproveitar oportunidades igualmente de elevado impacto, mesmo que tenham probabilidade de ocorrências baixas. (António Miguel, 2013)

Distinguiu-se três tipos de avaliação de custos, prazos e outros, contudo o estudo ir-se-á focar nos custos. Assim conseguiu-se uma escala de avaliação em 5 seções: muito baixo (1), baixo (2), moderado (3), alto (4) e muito alto (5).

Quadro 2 – Índice de Impacto do Risco

Índice de Impacto do risco					
Avaliação	1 (Muito baixo)	2 (Baixo)	4 (Moderado)	8 (Alto)	16 (Muito Alto)
Custos	Aumento insignificante	2% - 10% de aumento	10% - 20% de aumento	20% - 30% de aumento	>30% de aumento
Prazos	Aumento insignificante	2% - 7,5% de aumento	7,5% - 15% de aumento	15% - 20% de aumento	>20% de aumento
Outros	Aumento insignificante	2% - 5% de aumento	5% - 10% de aumento	10% - 15% de aumento	>15% de aumento

### 3.3.3. MATRIZ DE PROBABILIDADE E IMPACTO

Tendo como objetivo interligar as duas avaliações anteriores, criou-se a matriz de probabilidade e impacto ou matriz de exposição de risco, esta simboliza a priorização dos riscos de acordo com as suas implicações potenciais na satisfação dos objetivos do projeto. A matriz mostra a classificação da probabilidade e do impacto, em conjunto com o uso de escalas relativas e numéricas. A classificação será feita a partir de combinações entre as probabilidades de ocorrência e dos impactos, conforme se pode constatar no quadro 4.

Neste quadro pode-se ver uma classificação em intervalos, enquanto que no anexo 4 os valores apresentados serão em forma de um número inteiro, sendo este o ponto médio dos intervalos em causa. Além disto é necessário, comentar a escolha dos melhores intervalos, para os menos bons.

Conforme é possível ver, o quadro apresenta 7 níveis diferentes. A variação de cada nível não é constante, pois a experiência adquirida ainda não é suficiente para conseguir avaliar dessa forma um projeto.

Um dos casos que é importante realçar, é o seguinte: Quando estamos perante um risco com um impacto alto (8), e uma probabilidade de ocorrência baixa (2-4). Neste caso, considerou-se um bom risco, pois tendo um nível alto de impacto a contrabalançar com uma probabilidade baixa de ocorrência, levará a bons resultados. Isto é, garante-se que nos riscos com maiores impactos podemos arriscar mais, dado

que neste aspeto acontecem poucas vezes. Como exemplo disto, o caso mais visível é o seguinte: um acontecimento A tem a probabilidade de acontecer e não acontecer, porém caso este não aconteça tem uma rentabilidade de 4x aquilo que é investido nesse aspeto, assim cada caso em que o acontecimento A não ocorra, estamos a garantir que houve retorno para 3 vezes em que tenha ocorrido.

Quadro 3 – Matriz de Probabilidade e Índice de Impacto do Risco

Matriz de probabilidade e Índice de Impacto do risco						
Índice de Impacto do risco						
Escala de Probabilidade de ocorrência do Risco		1	2	4	8	16
	0 - 2	0 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 16	16 - 32
	2 - 4	2 - 4	4 - 8	6 - 8	16 - 32	32 - 64
	4 - 6	4 - 6	8 - 12	16 - 24	32 - 48	64 - 96
	6 - 8	6 - 8	12 - 16	24 - 32	48 - 64	96 - 128
	8 - 10	8 - 10	16 - 20	32 - 40	64 - 80	128 - 160

Para a analogia de cores, foi considerada a seguinte imagem, pois graças a ela consegue-se ter uma rápida noção de qual a melhor situação e qual aquela em que se pode retirar o melhor proveito. Contudo consideramos os casos de maior risco a vermelho e de menor a azul.

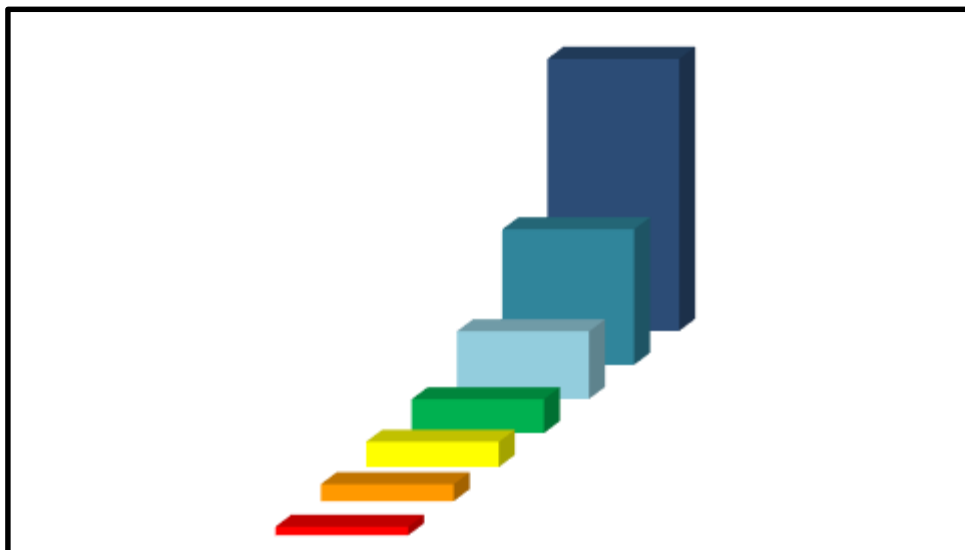


Fig. 4 - Esquema Ilustrativo da escolha de cores

### 3.3.4. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

Com esta classificação dos riscos consegue-se ter uma orientação muito mais facilitada no que diz respeito às respostas aos riscos. Seguindo esta reflexão os riscos que estiverem fora da zona verde, tanto os que tendem para a zona vermelha como tendem para a zona azul, irão ter a necessidade de sofrer uma intervenção. Esta intervenção baseia-se em medidas que a própria entidade ou a companhia terá de tomar para diminuir os riscos em causa. Não fazendo parte dos objetivos criar medidas de minimização, não se pode deixar de realçar esta incidência, pois a cada passo está-se a ajudar uma futura intervenção, e como estamos perante casos que são armazenados. Este armazenamento é guardado numa base de dados, assim nesta avaliação só se irá poder melhora-la e tentar sempre simplificá-la.

Quadro 4 – Medidas de Minimização

	Medidas de minimização		
	ID	Risco	Medidas
Medidas de minimização	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

## 3.4. ANÁLISE QUANTITATIVA DO RISCO

Conforme se viu anteriormente, quando se fala de análise de riscos tem-se que se levar em linha de conta os métodos que se pode utilizar, e neste caso é de realçar novamente Monte Carlo e o Método de PERT, contudo, pode-se também fazer referência ao FMEA, que também faz parte da análise quantitativa do risco.

A Failures Modes and Effects Analysis (FMEA) é uma metodologia elaborada para identificar possíveis modos de falhas de produtos ou processos antes de ocorrerem os problemas, avaliar os riscos associados a esses modos de falha e identificar e aplicar medidas que minimizem as consequências dos modos de falha. Este método já foi estudado e testado por Vanessa Fernandes Silva, o que leva a que não seja necessário avançar muito mais sobre este tema. (Vanessa Fernandes Silva, 2013)

### 3.4.1. ANÁLISE DA VALOR MONETÁRIO ESPERADO

A análise do Valor Monetário Esperado (VME), ou Earned Monetary Value, é um conceito estatístico que calcula o resultado médio, quando no futuro existem cenários que podem ou não acontecer. No VME das oportunidades será normalmente expressa em valores positivos, enquanto a dos riscos será expressa em valores negativos. O VME é calculado multiplicando o valor de cada resultado possível pela sua probabilidade de ocorrência. O VME total é a soma algébrica dos VME individuais. (Miguel Paulo da Estrela - 2008, António Miguel, 2013)

### 3.4.2. ANÁLISE DA ÁRVORE DE DECISÃO

Uma árvore de decisão é uma forma gráfica de analisar situações de projetos em condições de risco, isto é, quando se está perante uma decisão, tem-se geralmente mais do que uma opção/caminho que se pode tomar e é nesse contexto que se incide a árvore da decisão. A árvore mostra decisões sequenciais sob a forma de ramos, da esquerda para a direita, tendo origem num ponto inicial de decisão e estendendo-se ao longo do caminho até aos resultados finais, como se ve na figura 5.

A resolução da árvore de decisão dá o VME (ou outra medida de interesse da organização) para cada alternativa, quando todas as premissas e decisões subsequentes estiverem quantificadas. As árvores de decisão são normalmente usadas para eventos de riscos associados ao prazo ou ao custo. (Miguel Paulo da Estrela - 2008, António Miguel, 2013)

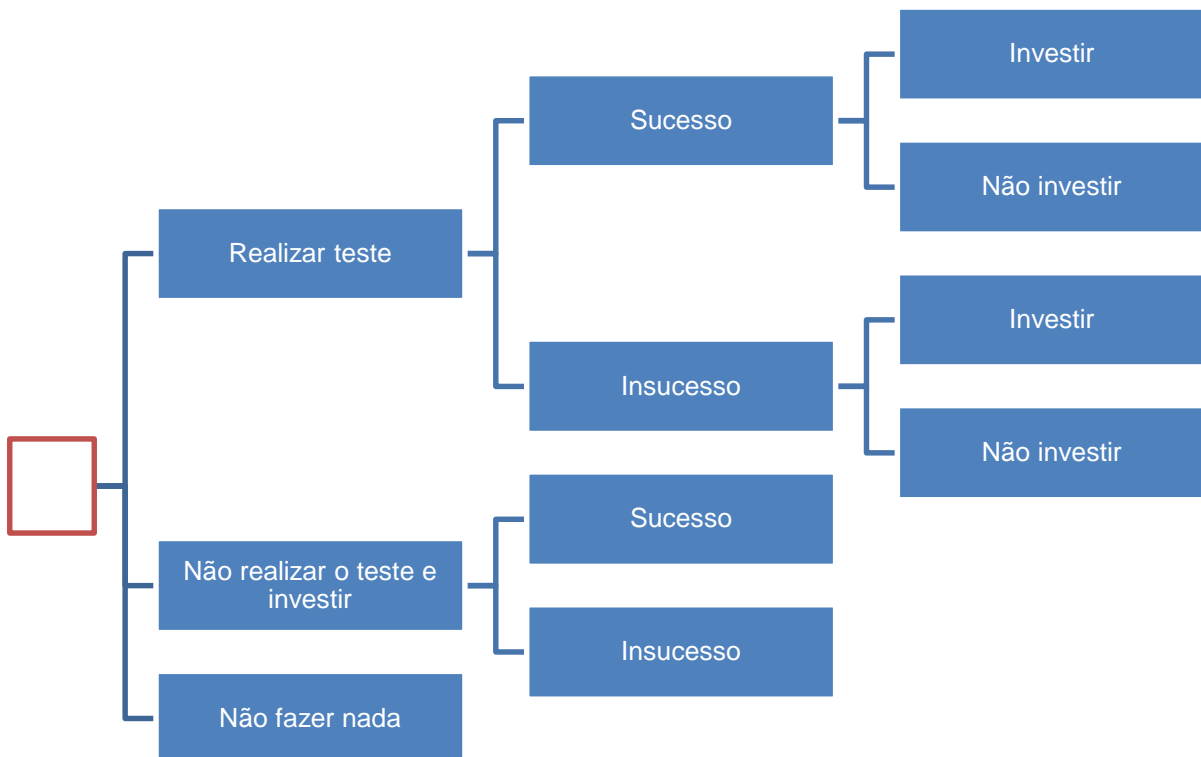


Fig. 5 – Esquema da Árvores da Decisão (António Miguel, 2013)

### 3.5. RISCO – ANÁLISE MONTE CARLO

Numa fase inicial, poder-se-á dizer que o método de Monte Carlo é uma simulação, com base num modelo, este é calculado inúmeras vezes, ou seja, é iterado n vezes, sendo os valores das entradas para cada atividade obtidos aleatoriamente a partir de uma função de distribuição, o que se repete para cada iteração. (Miguel Paulo da Estrela, 2008)

A análise Monte Carlo ajuda a quantificar os riscos associados ao projeto como um todo. Os riscos identificados e respetivos impactos potenciais nos objetivos do projeto são examinados na perspetiva do projeto inteiro. (António Miguel, 2013)

Existem dois tipos de modelos, os determinísticos e os probabilísticos, sendo que este se insere no último tipo. Assim, os dados não são nem conhecidos, nem de valores fixos, tal como acontece nos

determinísticos, sendo as suas variáveis de entrada arbitradas de acordo com a distribuição probabilística contínua que melhor represente o seu comportamento. (Miguel Paulo da Estrela, 2008)

Para uma melhor caracterização do método e de tudo aquilo que está na sua envolvente o capítulo seguinte ser-lhe-á totalmente dedicado

# 4

## MÉTODO DE MONTE CARLO

### 4.1. ESTATÍSTICA - MÉTODO DE MONTE CARLO

#### 4.1.1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA

O vocábulo “estatística” provém do termo latino “status”, o qual inicialmente era apenas utilizado no registo de nascimentos e mortes. Numa contextualização temporal consta que em 1748, na Alemanha, se usou o termo estatístico pela primeira vez. Em paralelo com esta evolução, os primeiros passos que foram dados no caminho do Método de Monte Carlo remonta ao ano de 1777, em que Comte de Buffon realiza a experiência de atirar aleatoriamente uma agulha de comprimento  $L$ , para um plano horizontal com linhas consecutivas, alinhadas a uma distância específica. Com isto, ele pretendia saber a probabilidade de elas intersectarem as linhas. (Galvão de Mello, 2000)

A Técnica de Simulação de Monte Carlo surge na década de 1940, no projeto de investigação de física nuclear em Los Alamos, nos EUA. A designação inspirou-se nos jogos levados a cabo nos casinos de Monte Carlo. (Eduardo Sá Silva, 2011)

#### 4.1.2. MÉTODO DE MONTE CARLO

Na perspetiva deste trabalho é essencial saber que os conjuntos de dados estatísticos são obtidos registando os resultados de  $n$  observações de uma dada experiência. Em relação aos valores obtidos temos de os separar em variáveis numéricas e não numéricas. (Galvão de Mello, 2000)

Variável numérica é todo o símbolo ( $X, Y, Z, \dots$ ) que numa dada questão pode tomar como valor qualquer número pertencente a um conjunto numérico previamente fixado. Por sua vez uma variável não numérica ou nominal é toda aquela a que se atribuem valores, contudo não podem ser hierarquizados ou ordenados. Nesta experiência, vão ser usadas ambas dado que vão ser necessárias variáveis numéricas para quantificar o valor do risco, e variáveis nominais para qualificar o risco. (Galvão de Mello, 2000)

Centrando agora a informação, o método de Monte Carlo é um processo matemático usado em diversas áreas da ciência e da engenharia, e tem como principal vantagem a resolução de processos estocásticos. Um processo estocástico está sempre associado a incerteza, como foi visto antes; a incerteza é algo que não podemos qualificar, ou seja, não é possível prever com exatidão o acontecimento. Contudo, o objetivo deste estudo é chegar ao valor que na sua avaliação é caracterizado como o mais próximo do real. (Pedro Duarte da Fonte, 2011)

O método de Monte Carlo de uma forma simples consiste em simular a realidade e depois recolher os dados relativos aos acontecimentos tido como relevantes para a análise. (Eduardo Sá Silva, 2011)

Inicialmente, ir-se-á ter diversos valores conhecidos, os quais poderão tomar inúmeras direções. Deste modo, o objetivo do estudo é limitar essas direções e poder avaliá-las. Voltando ao processo estocástico, convém assinalar que é vulgar o uso de uma sequência de números aleatórios para a realização de uma simulação. Pode-se também considerar este como um campo aleatório, cujo domínio é uma região do espaço. (Pedro Duarte da Fonte, 2011)

Além disso é fundamental referir que a simulação de variáveis aleatórias é realizada por um gerador de números aleatórios que têm por base distribuições análogas entre si. A partir deste ponto é criado um modelo. Este é calculado inúmeras vezes, ou seja, é iterado  $n$  vezes, sendo os valores das entradas para cada atividade obtidos aleatoriamente a partir de uma função de distribuição. (Miguel Paulo Estrela, 2008)

Monte Carlo irá ser a principal ferramenta no que diz respeito à avaliação de cada risco, podendo nunca chegar ao resultado exato do risco, mas será esse o principal objetivo. Sabe-se que, as simulações que irão ser realizadas tenderão para o infinito e com uma sequência de números aleatórios independente e uniforme, poder-se-á chegar ao valor exato. (Pedro Duarte da Fonte, 2011)

Algumas interpretações levam por um caminho diferente, ou seja, admitem que os valores não são puramente aleatorizados, dado que o algoritmo usado se baseia numa fórmula matemática recursiva que tem um determinado número inicial. (Pedro Duarte da Fonte, 2011)

#### 4.1.3. FASES DA METODOLOGIA CRIADA COM BASE NO MÉTODO DE MONTE CARLO

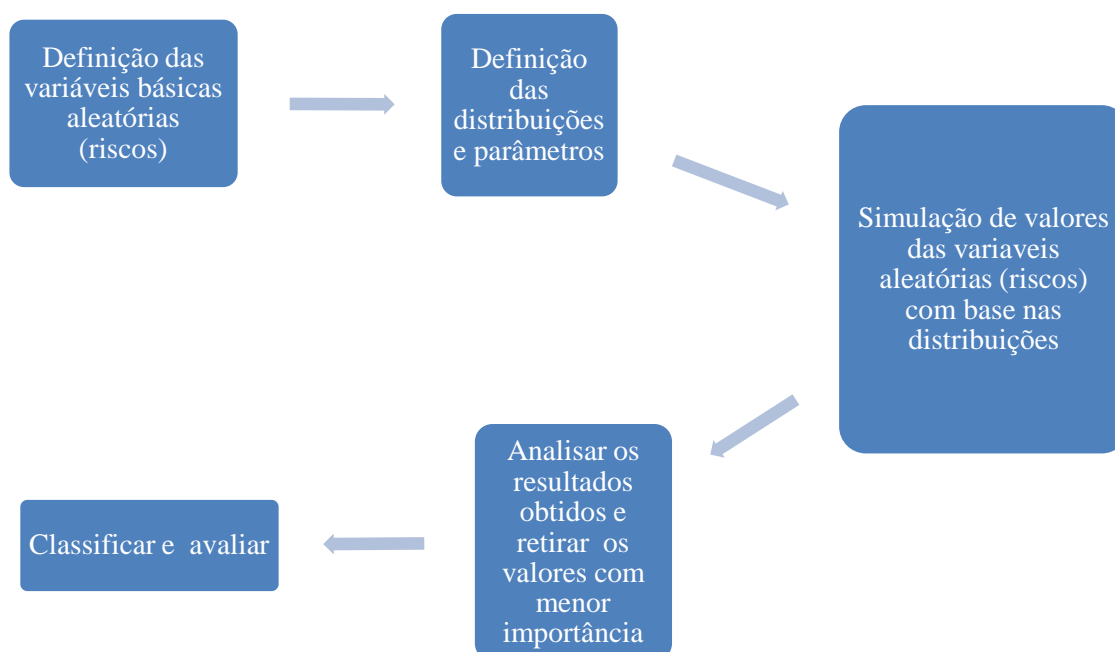


Fig. 6 – Esquema exemplificativo sobre o processo que se irá realizar

O fluxograma apresentado em cima indica-nos não só o processo que teremos de efetuar para realizar uma simulação de Monte Carlo, mas também parte do processo que será realizado posteriormente. Como se vê, consegue-se fazer uma direta ligação entre o fluxograma apresentado e a fig. 3. Este processo começa na fig. 3, terminando essa fase, é guardada na base de dados e começa o trajeto da fig. 6.

#### 4.1.4. VARIÁVEIS BÁSICAS

Não se podia deixar de falar das variáveis básicas, estas são aquelas que representam quantidades físicas, que caracterizam ações, propriedades dos materiais, parâmetros geométricos ou mesmo riscos. São as variáveis fundamentais que irão definir os riscos escolhidos; são elas que representam toda a informação que precisamos para definir a avaliação, ou seja, são elas que caracterizam toda a informação de *input* que é introduzida num modelo. (José Miguel Veiga, 2008)

Todas as variáveis básicas, neste projeto irão ser essencialmente definidas com os seguintes parâmetros: média e desvio padrão. (José Miguel Veiga, 2008)

#### 4.1.5. HIPERCUBO LATINO

Após falar do método de Monte Carlo é necessário falar do Hipercubo Latino, este é um método estatístico que permite gerar uma distribuição de valores plausíveis de parâmetros de uma distribuição multidimensional. Pode representar-se por uma grelha quadrada com posições da amostra, formando um quadrado latino se e só se não for apenas uma amostra em cada linha e cada coluna, conforme se pode ver na fig. 7. (Pedro Duarte da Fonte, 2011)

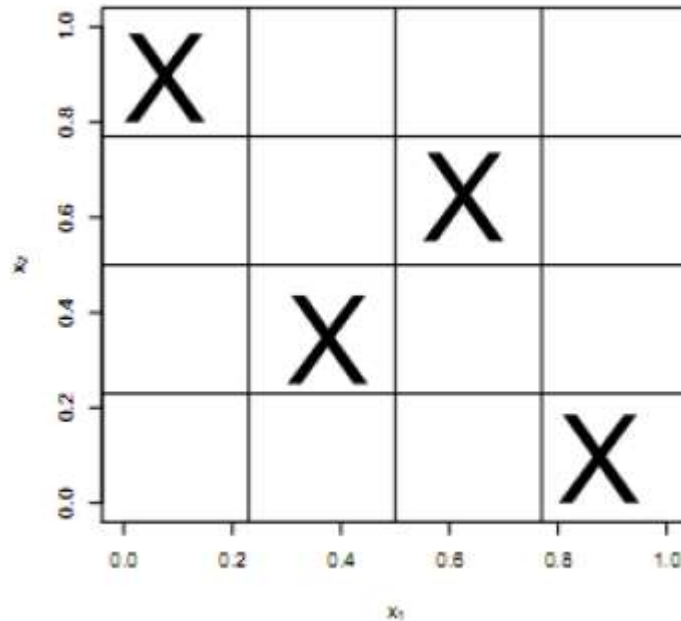


Fig. 7 – Quadrado Latino (Pedro Duarte da Fonte, 2011)

Este método apresenta as seguintes propriedades (Pedro Duarte da Fonte, 2011):

- $x_1, \dots, x_n$  são escolhidos aleatoriamente mas não de forma independente;
- A média é enviesada, ou seja não é centrada;
- Cada variável é dividida em  $n$  estratos com igual probabilidade marginal.

Este método engloba  $n$  variáveis, contudo, ao analisar mais do que duas variáveis, deixa de ser possível visualizar e perceber como podem estar relacionadas em termos gráficos. O método do Hipercubo Latino é mais preciso para reprodução das distribuições de probabilidade escolhidas para as variáveis de entrada e, conseqüentemente, para o cálculo de estatísticas geradas pela simulação. (Vose, 2000)

Em analogia com o que foi referido no capítulo anterior, os riscos podem ser classificados a partir desta conjugação com a sua classificação, porém é necessário referir as distribuições necessárias para aplicação do método de Monte Carlo.

Na opinião do autor, foi necessário referir esta análise pois se houvesse o caso, em que o mesmo risco tivesse medidas de análise diferentes, teríamos de utilizar o hipercubo latino.

#### 4.2. LEI DIFUSAS – LEIS DE PROBABILIDADE

Para um melhor conhecimento daquilo que se irá efetuar em termos matemáticos, é fundamental fazer uma pequena introdução sobre o conhecimento acerca de funções de distribuição e a sua envolvente. A classe de leis introduzidas tem como característica o facto de a sua função de distribuição ser uma função contínua. (Esmeralda Gonçalves/Nazre Mendes Lopes, 2000)

Uma função contínua assume um número infinito não numerável de valores, isto é, todos os valores de um intervalo de números reais são aceitáveis. Ir-se-á falar não só da distribuição normal, como também da distribuição uniforme, contudo o foco irá para a distribuição normal como se poderá ver.

Além disso, afirma-se que uma lei de probabilidade  $Q$  sobre  $\mathbb{R}^n$  diz-se difusa se: (Esmeralda Gonçalves/Nazre Mendes Lopes, 2000)

$$\forall (x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n, Q(\{(x_1, \dots, x_n)\}) = 0 \quad (1.2)$$

#### 4.2.1. FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO UNIFORME

Numa distribuição uniforme de caráter contínuo, n intervalo  $[a,b]$ , a variável aleatória (risco) tem distribuição uniforme nesse mesmo intervalo se a sua função de densidade de probabilidade for dada por:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & x \in [a, b] \\ 0, & \text{outros } x \in \mathbb{R} \end{cases} \quad (1.3)$$

Sabendo que,  $X \sim U[a, b]$ . Com isto, chega-se ao gráfico da função de densidade de Probabilidade:

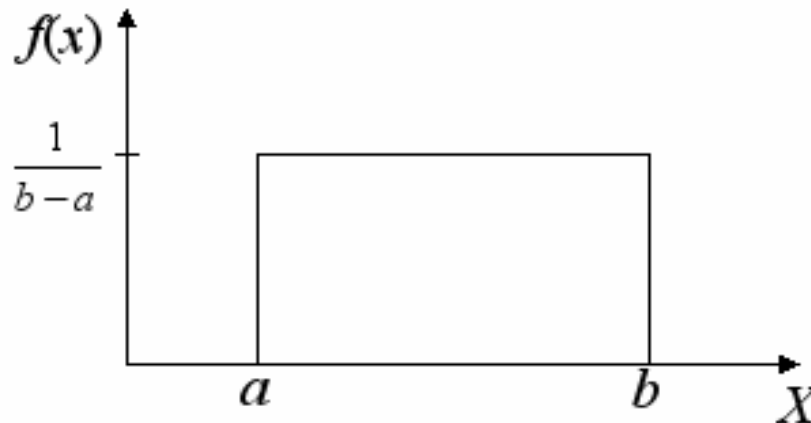


Fig. 8 – Gráfico da função de densidade de Probabilidade

Pode-se contar que valor esperado será dado por:

$$E(X) = \frac{a+b}{2} \quad (1.4)$$

E a variância relativamente a esta distribuição será:

$$V(X) = \frac{(b-a)^2}{12} \quad (1.5)$$

É de realçar este tipo de distribuição para os casos, em que numa fase inicial, ainda não se possui os valores da média e do desvio-padrão do risco, assim podemos ver qual o caminho a seguir antecipadamente.

#### 4.2.2. FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL

A função de distribuição normal corresponde a fenómenos probabilísticos de natureza contínua, e em algumas exceções de natureza discreta. Neste tipo de distribuição de probabilidade, os valores mais frequentes irão encontrar-se em torno da sua média, isto é, a esperança matemática da variável aleatória, em correspondência com a sua variância irá definir o intervalo de valores que a função terá. Os valores que apresentados serão acima ou abaixo do valor médio. Porém, caso estejam distantes destes, serão bastante menos frequentes, e para o este caso de estudo concreto serão eliminados. (SPIEGEL, MURRAY R., 1977)

A curva da distribuição normal segue a seguinte função densidade.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, x \in \mathbb{R} \quad (1.6)$$

Sabendo que,  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ . Para se ter uma noção do que foi referido anteriormente, será mais fácil acompanhar esta explicação com a seguinte curva:

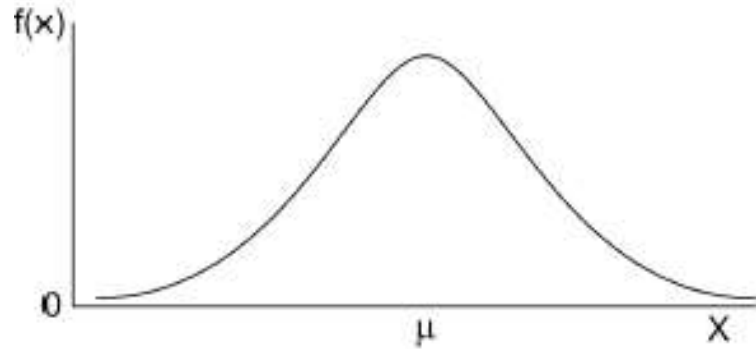


Fig. 9 – Curva da Distribuição Normal

Nesta distribuição o valor esperado de X será:

$$E(X) = \mu \quad (1.7)$$

E a variância corresponde:

$$V(X) = \sigma^2 \quad (1.8)$$

Como se constata, esta curva é simétrica em torno da média, além disso está-se perante uma distribuição contínua, ou assintoticamente contínua. Assim, pode-se afirmar que uma função de distribuição normal utiliza as probabilidades da variável aleatória em intervalos, e não em pontos isolados. (José Ferreira Bento Murteira, 1990)

Além do referido anteriormente, as probabilidades de ocorrência dos valores de X nos intervalos  $(\mu \pm \sigma)$ ,  $(\mu \pm 2\sigma)$ , e  $(\mu \pm 3\sigma)$ , quando se tem subjacente uma distribuição  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ . Com isto, e com base noutros apontamentos, pode-se afirmar que para uma variável aleatória com distribuição normal é pouco provável observar-se valores com afastamento superior a 3 desvios-padrões da sua média. (Andreia Hall, 2011)

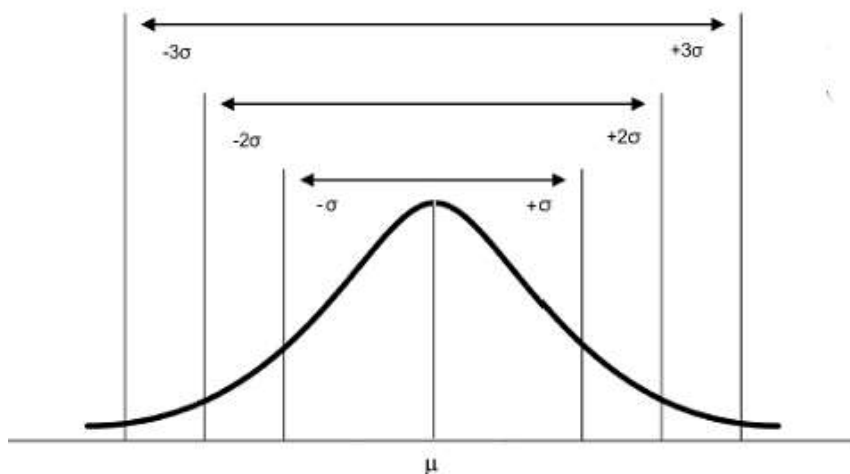


Fig. 10 – Definição dos Intervalos sobre as Probabilidade de ocorrência

Para ilustrar o que foi dito anteriormente, observa-se a figura 10. Realça-se que para a análise a efetuar, usar-se-á valores que se encontrem no intervalo  $(\mu \pm \sigma)$ . Com auxílio a diversos tens testes, constatou-se ser pouco útil a utilização de valores com variações maiores.

#### 4.2.3. TEOREMA DO LIMITE CENTRAL

Ao falar-se de distribuição normal, ter-se-á de falar impreterivelmente do teorema do Limite Central. Este teorema é aplicado a uma vasta gama de situações, como tal poder-se-á associá-lo aos riscos na construção, pois estar-se-á à espera de tratar de diversos riscos com inúmeras variáveis, se  $n$  for superior a 30 aplicar-se-á o teorema de limite central.

Segundo a pesquisa bibliográfica, o Teorema do Limite Central. é a soma de um número suficientemente grande de variáveis aleatórias, com médias e variâncias finitas, podendo-se dizer que está-se perante uma distribuição normal. Daqui se retira que as variáveis aleatórias independentes, com valores médios e variâncias, seguem a seguinte série.

$$Z = \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.9)$$

Em que  $Z \sim N(\mu, \sigma^2)$ .

Na opinião do autor, e pelo seu conhecimento nesta área, caso uma empresa apresentar diversas médias e desvio-padrões para cada risco, este seria o caminho a tomar para a inicialização do estudo de um projeto. Para um melhor esclarecimento, seguir-se-á o seguinte exemplo: na criação de uma base de dados, a empresa  $x$  decide dividir um grupo de riscos em dois aspetos distintos, assim para o mesmo risco ir-se-á ter duas médias e dois desvio-padrões. Contudo apenas se pode admitir isto como uma opinião, dado que não foi testado este tipo de análise e processo.

# 5

## METODOLOGIA

A metodologia que se irá apresentar será inteiramente baseada na caracterização e no conhecimento que se adquiriu ao longo de meses de estudo, contudo poderá ser alterada a sua avaliação, consoante a interpretação de cada um. Procurar-se-á que tenha uma aplicabilidade na indústria da construção e que consiga otimizar os resultados finais. Ir-se-á desenvolver um princípio de processos sequenciais, sempre com um objetivo final definido. Além disso, ir-se-á facilitar o processo de alteração e utilização de todas as ferramentas necessários para a melhor avaliação possível.

### 5.1. BASE DE DADOS – RISCOS NA EMPRESA

Em relação à base de dados dos riscos na empresa, esta irá partir de cada entidade ou organização. Nesta fase procura-se simplificar e otimizar o processo, sabendo de antemão que cada caso é um caso, e principalmente no aspeto dos riscos cada pessoa pode ter a sua opinião e saber quais os riscos que quer analisar.

Neste caso específico, vai ser utilizada a base de dados dos riscos que a Vanessa Silva utilizou na sua dissertação de mestrado, conforme foi realçado no capítulo 3. A base de dados dos riscos pode-se novamente afirmar que é bastante completa e concisa, uma vez que abrange diversos temas, porém ir-se-á centrar o foco nos riscos financeiros que a entidade ou organização poderá ter. Aconselha-se a criação da lista de riscos na fase inicial do projeto, contudo no decorrer e no final de cada um, esta deverá ser atualizada com riscos identificados e que tenham surgido pela primeira vez. Este aspeto irá melhorar não só a análise a longo prazo como também o aumento consecutivo de rendimentos que os projetos poderão ter.

#### 5.1.1. CRIAÇÃO DA BASE DE DADOS - RISCOS

Nesta fase recomenda-se o preenchimento do quadro 6, pois geralmente quando se trata de riscos e seu processo de identificação sabe-se que este é um processo contínuo e extenso. Ir-se-á desenvolver a primeira versão da Base de Riscos, todavia é de realçar que o responsável pela gestão de risco da empresa ou a entidade particular pode alterar a sua disposição.

É de salientar que esta tarefa, dada a sua complexidade, não deve ser efetuada individualmente, mas sim mediante reuniões com pessoas com vasta experiência na matéria da construção, da gestão, dos investimentos e da funcionalidade da empresa, pois deste modo a identificação dos riscos será muito mais específica e assertiva.

Conforme foi explanado anteriormente é necessário a constante atualização da base de dados, e mais concretamente desta tabela; o aconselhável será a sua atualização a cada novo projeto para assim existir um melhoramento constante. Uma vez feita a atualização periódica, é necessária também uma revisão constante. Esta revisão irá servir para eliminar riscos que já não existam ou tenham tomado um papel insignificante no processo usual da entidade ou empresa.

Quadro 5 – Risco na construção quadro de preenchimento

Riscos na construção					
ID	Grupo de Risco	Área de Risco	Risco	Oportunidade/Ameaça	Descrição geral do risco
1	Gestão				
2					
3					
4					
5					

Num reparo final, é de assinalar um dos aspetos da tabela, *Oportunidade/Ameaça*. Esta coluna irá servir para caracterizar os riscos como um aspeto positivo ou negativo. Assim, quando se chega à parte de caraterizar o seu impacto, será bastante mais prático e perde-se menos tempo.

## 5.2. ESTIMATIVA DO RISCO

Este ponto será feito em paralelo com o anterior, pois ao se avaliar o risco que se irá ter, também se tem de analisar o custo que cada um terá no final de cada projeto. Para isso necessita-se deste custo médio para poder prosseguir com a aplicação do método.

Neste ponto aconselha-se o uso de pelo menos 20 casos diferentes para a sua definição, isto é, ao se ter o valor do risco de 20 diferentes projetos que a entidade ou empresa esteja envolvida, obtém-se um valor médio muito mais aproximado do valor que usualmente esteja associado a ele e assim conseguir tirar conclusões muito mais precisas.

Para cada risco obtém-se o valor médio, que resulta da média aritmética de cada risco e para lá disto também é necessária a variância dessa amostra. Após conseguidas estas duas informações de cada risco que irão ser analisadas, pode-se então começar por aplicar o método de Monte Carlo com uma distribuição de valores normalizada.

## 5.3. ANÁLISE QUANTITATIVA INICIAL

Como é vulgarmente sabido, a dificuldade em estimar valores de risco sem recorrer a métodos de cálculos é bastante elevada, por isso é que se vai utilizar o método de Monte Carlo. Nesta fase, o uso deste método é fundamental, porque daqui para a frente ir-se-á trabalhar com probabilidades de acontecimento e tentar garantir o grau máximo de aproximação ao valor real.

Pretende-se avaliar os riscos e depois quantificá-los. No final obtém-se o valor mais próximo para o custo do projeto na vertente dos aspetos financeiros. Além disso, é importante referir que toda a experiência foi realizada com base num *software* bastante conhecido, uma ferramenta de trabalho bastante acessível a todos – o *Microsoft Office Excel*, todavia é possível que um outro tipo de *software* possa também ser usado, como por exemplo o *MatLab*.

### 5.3.1. ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente, a fase inicial da metodologia pode ser descrita como um processo simples de geração de números aleatórios. Esta criação de números aleatórios é realizada pelo *Excel*, mais concretamente por um *add-on*, que o programa fornece, assim sendo, será mais acessível acompanhar este processo com o seguinte procedimento.

Após a instalação do *add-on* é necessário ir ao menu *dados* e seleccionar a opção *Análise de dados*. Dentro desta opção ir-se-á ter diversas funções que podem ser utilizadas, contudo neste caso começa-se por usar o *Gerenciador de número aleatório*. Esta funcionalidade do *Excel* vai ajudar na geração de número aleatórios tendo por base o método de Monte Carlo.

Quando se utiliza a função de *Geração de números aleatórios*, é pedido para se preencher diversos pontos de modo que seja possível a geração da forma mais correta. Neste caso será mais fácil se se acompanhar a descrição com a seguinte imagem.

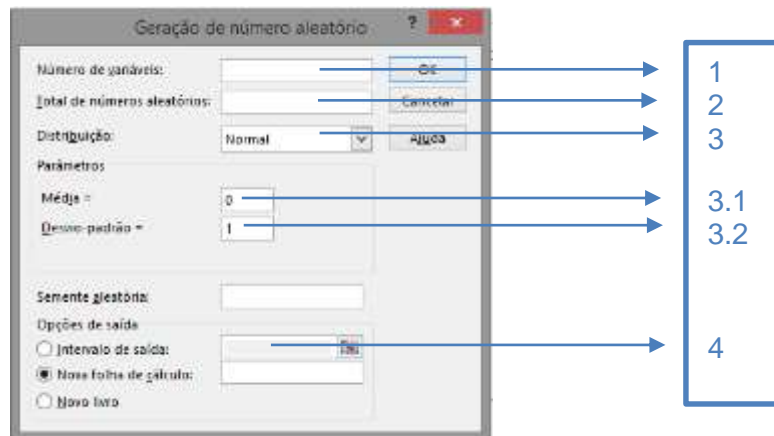


Fig. 11 – Geração de número aleatório formato Excel

1. Pretende-se a criação de uma nova variável por cada risco;
2. Aconselha-se a criação de 10.000 novos número aleatórios;
3. A distribuição que se irá seguir será a Normal ou Gaussiana;
  - 3.1. Neste parâmetro é necessário introduzir o valor médio que se encontra na base de dados criada anteriormente, pela entidade ou pela empresa acerca do risco em análise.
  - 3.2. Com base no ponto anterior, coloca-se o desvio-padrão do risco em causa;
4. Por fim, obtém-se o intervalo de saída, que parte de cada um onde quer que apareçam os 10.000 novos números aleatórios.

Acima foi referido a criação de 10.000 números aleatórios, devido ao conhecimento de que a listagem de números aleatórios deverá ser suficientemente grande para cumprir os critérios “lei dos grandes números” de Bernoulli, Assim sendo, pensa-se que deverá conter 10.000 ou mais elementos.

Quando a tarefa da geração dos novos números aleatórios estiver finalizada, proceder-se-á ao seu agrupamento. Para isso é necessário uma nova funcionalidade do *Excel*, que também se encontra na *análise de dados*. Esta função assenta na criação de um *Histograma*, em que se irá não só agrupar os valores mais frequentes mas também ter uma noção gráfica daquilo que estamos a fazer. Seguindo a mesma linha utilizada no ponto anterior, vai ser igualmente apresentada uma imagem para explicar a aplicação desta função.

1. O intervalo de valores que será necessário inserir neste ponto serão os 10.000 números gerados no ponto anterior.
2. O intervalo de saída que parte de cada um onde quer que apareçam os resultados
3. Aconselha-se o visto neste ponto, pois desta forma consegue-se ter uma noção gráfica dos valores que se está a apresentar, e com isso sabe-se se estes foram gerados da forma pretendida. Caso o gráfico apresentado não seja da forma da Fig. 9, deve-se repetir o passo anterior.

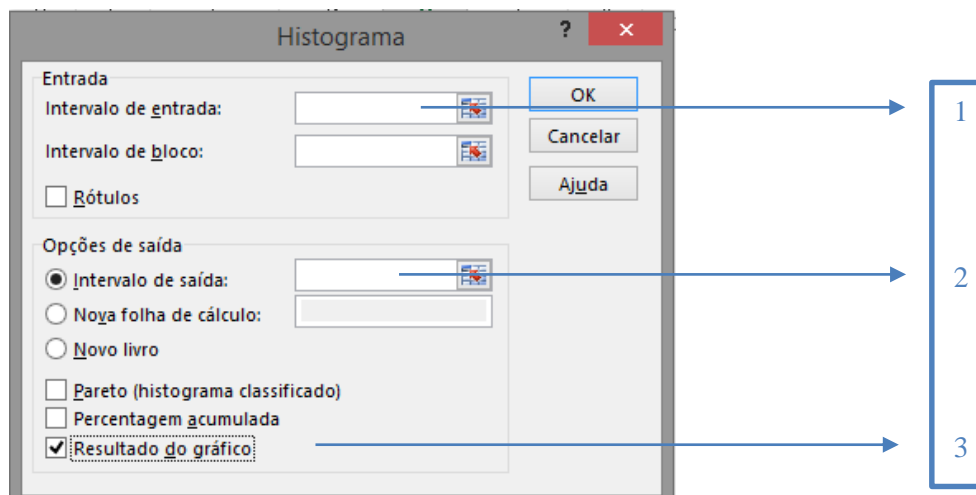


Fig. 12 – Formatação Histograma Excel

Com os valores agrupados por blocos, com a frequência dos valores de risco, está apto a passar ao passo seguinte. Este passo é bastante importante, pois é a partir deste momento, que se começa a tomar decisões que irão afetar o resultado final. Neste ponto, há que ter em atenção não só a definição de um intervalo tão curto, pois corre-se o risco de o valor já não se encontrar dentro deste, e paralelamente não se pode alargar o intervalo de tal modo que esta análise se torne insignificante.

#### 5.4. CLASSIFICAÇÃO DO INTERVALO

Este processo procura de alguma forma aferir quais os riscos que terão importância para a classificação final e os que vão ser avaliados. Sugere-se que se deva avaliar todos os riscos, não excluindo nenhum, pois terão todos uma classificação e um peso no resultado final.

A hipótese que se sugere para essa classificação é o preenchimento da tabela que se encontra no anexo 4. Esta tabela irá avaliar a Probabilidade de ocorrência do risco, o Índice de impacto do risco e no final com a ajuda de uma matriz de Probabilidade e Índice de Impacto do risco obtém-se uma classificação possível para cada intervalo de valores do risco.

A classificação proposta começa pela definição da média e do desvio-padrão da geração de números aleatórios. Crê-se que a melhor solução seria usar  $\mu \pm \sigma$ , para definir o intervalo. Sabe-se que com isto se irá englobar os valores mais frequentes e, deste ponto de vista, pode-se afirmar que os valores mais importantes para o estudo estarão dentro deste intervalo.

Ao assinalar os valores máximos e mínimos deste intervalo, ir-se-á classificá-lo, conforme foi dito anteriormente. Esta classificação irá começar pela Probabilidade de Ocorrência.

##### 5.3.1. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA

A probabilidade de ocorrência do risco pode ser obtida por recurso a dados históricos em projetos semelhantes a estes, contudo aconselha-se o uso da tabela de ocorrência que a Vanessa Silva criou na sua dissertação de mestrado. Nesta tabela, ir-se-á encontrar as probabilidades de ocorrência de grande parte dos riscos que uma empresa ou uma entidade poderá ter num projeto. A tabela pode ser consultada no anexo 1.

Após a consulta da tabela, ir-se-á classificar a probabilidade de ocorrência. A proposta para a sua classificação encontra-se no quadro 2. É fundamental referir que todas estas considerações são específicas para cada projeto e que cabe ao analisador avaliá-las da melhor maneira possível.

5.3.2. ÍNDICE DE IMPACTO

Conforme foi referido no capítulo 3, depois de se determinar a probabilidade de ocorrência, é necessário limitar qual será o valor que mais se adequa ao índice de impacto. A nossa escala utilizada para este estudo será tanto para ameaças como para oportunidades, isto é, pretende-se não só avaliar os riscos ameaçadores ao projeto mas também avaliar aqueles que podem ser considerados oportunos no melhoramento do projeto. Assim sendo, pode-se incluir qualquer tipo de risco neste índice de impacto.

Além dos pontos assinalados em cima, é fundamental explicar o que se pretende com a variação de custos. Esta variação provém do intervalo em análise, e é daí que se retira qual é a variação em análise desde o valor médio até ao máximo e mínimo. Sendo assim, a partir do intervalo previamente definido obtém-se o impacto do risco no projeto.

5.3.3. Classificação final

Para determinar a classificação final, nesta fase da avaliação, é preciso interpretar a seguinte matriz apresentada no quadro 6.

Conforme se observa, esta matriz relaciona os dois pontos anteriores, dando uma classificação final sobre o risco em causa. Nesta apreciação além de multiplicar as duas relações, é analisado outro aspeto bastante essencial para uma melhor conclusão futura.

Ao multiplicar os valores do índice e do intervalo da escala de probabilidade, obtém-se os valores que a matriz apresenta, porém surge a dúvida: como surgem as cores, e quais os intervalos que as definem. Relativamente às cores, é necessário olhar primeiro para os intervalos, pois foi a partir deles que apareceram as cores. A decisão de classificar cada intervalo depende do próprio, e pretende-se realçar que não basta um risco ter um bom impacto mas sim uma boa relação entre o impacto e a sua probabilidade de ocorrência.

Quadro 6 – Matriz de Probabilidade e Índice de Impacto do Risco oportunidade/ameaça

		Índice de Impacto do risco									
		1	2	4	8	16	1	2	4	8	16
Escala de Probabilidade de ocorrência do Risco	0 - 2	0 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 16	16 - 32	16 - 32	8 - 16	4 - 8	2 - 4	0 - 2
	2 - 4	2 - 4	4 - 8	6 - 8	16 - 32	32 - 64	32 - 64	16 - 32	6 - 8	4 - 8	2 - 4
	4 - 6	4 - 6	8 - 12	16 - 24	32 - 48	64 - 96	64 - 96	32 - 48	16 - 24	8 - 12	4 - 6
	6 - 8	6 - 8	12 - 16	24 - 32	48 - 64	96 - 128	96 - 128	48 - 64	24 - 32	12 - 16	6 - 8
	8 - 10	8 - 10	16 - 20	32 - 40	64 - 80	128 - 160	128 - 160	64 - 80	32 - 40	16 - 20	8 - 10



Desta maneira, observa-se que a cor verde define a melhor solução possível, todavia esta varia de 8-48, o que ao mesmo tempo mostra que este intervalo de valores não pode ser analisado assim, porque o laranja varia de 32-96 e o azul mais claro encontra-se entre 8-16, em ambos os casos temos pontos que se irão encontrar no intervalo verde, contudo não respondem da mesma maneira que os verdes respondem à melhor solução.

Como chegamos a esta conclusão? É simples, ao ver os quadros 1 e 2, referentes ao índice de risco e a probabilidade de ocorrência, além de classificarem o risco quantitativamente, também o classificam qualitativamente. Assim sendo, o verde simboliza a melhor situação possível entre o improvável e muito provável, enquanto se está a referir a probabilidade de ocorrência, e o baixo e o alto, quando se refere ao seu impacto no custo total.

Assim sendo, pode-se afirmar que da lista proposta para a melhor situação, se exclui o caso em que o risco fosse alto e muito provável e ambos os riscos improváveis, com impacto baixo e moderado.

Além do referido em cima, passa-se a explicar a razão das duas setas que se encontram por baixo da tabela: servem para dar sentido aos riscos que têm por base uma ameaça e aos riscos que simbolizam oportunidades.

A seta com o sentido da direita para a esquerda abrange as oportunidades, enquanto que a outra está ligada às ameaças. Desta forma observa-se que os riscos positivos e negativos terão uma caracterização mais pessoal e específica para cada caso.

## 5.5. FATOR DE MAJORAÇÃO DO RISCO

Após o fim da primeira avaliação do risco, continua-se com a avaliação do projeto. O ponto seguinte será a majoração do risco, que mais uma vez poderá ser alterado consoante a análise de cada um e da maneira que cada um quiser.

Aqui ir-se-á definir qual o risco que irá ter maior importância no projeto, ou melhor dizendo qual o risco que se pretenda que tenha essa importância. Aconselha-se que este fator seja sempre igual ou superior a um, dado que se se diminuir a sua influência no custo pode-se estar a afetar diretamente o seu impacto e assim afetar o ponto anterior. Falando deste ponto, por outras palavras, quer-se afirmar que a majoração do risco é efetuada para um aumento do risco em relação a outro, e não tem como objetivo a diminuição da sua importância, assim sendo impõe-se o uso de valores iguais e superiores a um.

Este aspeto irá ser bastante importante para a caracterização de cada risco, pois ao atribuir valores a cada um deles ir-se-á ter uma melhor apreciação do projeto. Cada projeto irá ter uma diferente caracterização, mas acima de tudo cada avaliador irá poder avaliá-lo da maneira que achar a mais correta.

Para um melhor esclarecimento ir-se-á dar um exemplo:

Quadro 7 – Cálculo do Factor de Majoração

ID	Risco	Custo médio	Avaliação do Risco	Fator de Majoração do Risco
1	Pagamento a longo Prazo	363,94 €	56	1,50

*Avaliação do Risco \* Fator de Majoração = Avaliação com base na Majoração (1.10)*

## 5.6. NÍVEL DE CONFIANÇA

Para a caracterização do nível de confiança recorre-se ao *Excel*, pois com as ferramentas que fornece será bastante mais acessível a sua análise. Voltando a usar a ferramenta *Histograma*, e usando os valores que estão dentro do intervalo em análise, ir-se-á ter uma nova caracterização dos dados.

Aconselhamos o uso do quadro 9, para caracterizar os dados anteriores. O uso da *Formatação Condicional* irá ser bastante útil para o utilizador, pois passará a ter uma maior noção dos valores que tem a escolher e daquilo que quer.

A margem apresentada é da nossa inteira responsabilidade e experiência de escolha, e para isso foram utilizados intervalos de 10% para uma melhor definição e caracterização, com 10 cores diferentes. Ao atribuir cada uma dessas cores na *Formatação Condicional, Excel*, obtém-se uma diversidade de cores que ajuda a visualizar qual será o melhor intervalo, referente à escolha inicial.

Quadro 8 – Avaliação do Nível de confiança

Avaliação do Nível de Confiança		
0,00%	9,99%	
10,00%	19,99%	
20,00%	29,99%	
31,00%	39,99%	
40,00%	49,99%	
50,00%	59,99%	
60,00%	69,99%	
70,00%	79,99%	
80,00%	89,99%	
90,00%	99,99%	

#### 5.6.1. NÍVEL DE CONTINGÊNCIA

Para lá do seguimento desta tabela, é necessário calcular o índice de contingência para cada potencial custo, isto é, é necessário saber qual a relação entre o custo original e o valor do risco. Assim sendo, consegue-se uma relação do nível de confiança e do nível de contingência, com aquilo que se pretende investir.

Pode-se considerar este nível de contingência como a variação entre o valor do custo médio do risco e do valor do risco. Para este cálculo foi aplicada a seguinte fórmula:

$$\text{Contingência} = \frac{\text{Valor do Risco}}{\text{Custo médio}} - 1 \quad (1.11)$$

#### 5.7. MARGEM DE ERRO

Um dos aspetos mais importantes é a margem de erro, pois ao longo de todo o trabalho pode-se estabelecer limites que podem não ser os mais viáveis, contudo com a experiência ganha e com o uso da avaliação pode-se diminuir esta, até ao mínimo possível. Considera-se um mínimo possível, pois a margem de erro nunca chegará a 0%. Por sua vez ao caracterizar da melhor maneira possível esta margem de erro, consegue-se os melhores resultados e observa-se que a margem de erro da avaliação do custo com o custo real da obra será bastante menor.

Por agora vai-se considerar uma margem de erro de 10%, não só para apresentar um ligeiro receio mas também se deseja manter em aberto a possibilidade de haver melhoria, e esta ser bastante elevada.

A margem de erro será aplicada ao custo total e com isso obtém-se o valor final do custo, conforme se observa na Avaliação do Custo.

#### 5.8. AVALIAÇÃO DO CUSTO

Esta será a avaliação final, que corresponde ao resultado da ponderação de todos os pontos abordados anteriormente. Nesta avaliação do custo esperado, conforme foi visto supra, ir-se-á ter em conta a

avaliação do risco (impacto e probabilidade de ocorrência), ao fator de ponderação, ao nível de confiança da amostra, ao seu valor de contingência e finalmente à margem de erro. Posto isto, crê-se que todos os temas necessários para a melhor caracterização possível do custo do projeto foram abordados.

Para facilitar e completar análise é necessário preencher o quadro 10, que contempla todos os pontos abordados anteriormente e dirá qual a avaliação do custo final.

Quadro 9 – Avaliação do Projeto

Avaliação do Projeto										
ID	Risco	Custo médio	Avaliação do Risco	Fator de Majoração do Risco	Avaliação com base na Majoração do Risco	Nível de Confiança	Valor do Risco Gerado	Contingência	Margem de Erro	Custo total
1										
2										
3										
		<b>Custo médio Total</b>	<b>Avaliação média do risco</b>		<b>Avaliação média com base na Majoração do Risco</b>	<b>Somatório do Custo Total</b>	<b>Avaliação Final</b>			

- O Custo médio total será apresentado da seguinte fórmula:

$$\sum_{ID=1}^{Risco} \text{Custo médio (ID)} \quad (1.12)$$

caso este seja calculado no Excel [=soma(Riscox:Riscoy)] , em que Riscox será o valor do custo do primeiro risco da lista e o Riscoy do último.

- A avaliação média do risco é feita a partir da média das avaliações de risco:

$$\frac{1}{n} \sum_{ID=1}^{Risco} \text{Avaliação média(ID)} \quad (1.13)$$

em que n será total de risco avaliados, caso este seja calculado no Excel [=média(Riscox:Riscoy)] , em que Riscox será o valor da avaliação média do primeiro risco da lista e o Riscoy do último..

- A avaliação média com base na Majoração do Risco é realizada entre o somatório da avaliação com base na Majoração do Risco e o somatório do Factor de Majoração:

$$\frac{\sum_{ID=1}^{Risco} \text{Avaliação com base na Majoração do risco (ID)}}{\sum_{ID=1}^{Risco} \text{Factor Majoração (ID)}} \quad (1.14)$$

, caso este seja calculado no Excel [=soma(Riscox:Riscoy)/soma(Riscoxx:Riscoyy)] , em que Riscox será a avaliação do primeiro risco da lista e o Riscoy do último, na mesma lógica Riscoxx será o fator de majoração do primeiro risco da lista e o Riscoyy do último.

De seguida, usa-se o quadro 11, de avaliação do risco para a caracterização desta avaliação.

Quadro 10 – Escala de Avaliação do Risco

Escala da Avaliação do Risco	0-5	Muito baixo	
	5-20	Baixo	
	20-45	Moderado	
	45-95	Alto	
	95-144	Muito Alto	

Esta ponderação foi essencialmente definida com a mesma linha da matriz de probabilidade e Índice de Impacto do risco, tanto as cores que claramente simbolizam a matriz, como o intervalo. Contudo, esta avaliação foi ponderada para que o intervalo dos riscos baixos fosse mais curto do que os riscos mais altos. Esta definição dos intervalos é feita para que numa fase inicial da aplicação do método se opte por obras com um valor de risco maior mas com a experiência e com mais casos se possa equilibrar o espaçamento dos intervalos.

- O Somatório do Custo Total será apresentado da seguinte fórmula:

$$\sum_{ID=1}^{\text{Risco}} \text{Custo Total (ID)}$$

caso este seja calculado no *Excel* [=soma(Riscox:Riscoy)], em que Riscox será o valor do custo do primeiro risco da lista e o Riscoy do último. Neste Custo Total, ir-se-á incluir a margem de erro, e o valor do Risco Gerado pelo método. Este valor será a apresentação do custo final do projeto, contudo ir-se-á classificar esse valor, não só com a ponderação do custo mas também pela avaliação feita do risco.

Para isso usar-se-á a matriz de avaliação do custo. Esta será composta pela escala de avaliação do risco apresentada no quadro 11, em que cada nível irá ser classificado de 1 a 5, isto é, definiu-se uma escala pequena para que a variação de valores numa fase inicial seja menos notada. Além deste ponto, ter-se-á em conta o custo total, não em termos de valor de fixo, mas ir-se-á avaliar a variação deste custo, em relação ao custo real. Esta variação de custo pode ser vista como a contingência, pois esta é a variação do custo médio com o valor do risco, assim será mais fácil a sua caracterização. Deste modo pode-se quantificar e qualificar o projeto. A variação de custo irá ser avaliada novamente com base em 5 níveis, iguais aos anteriores. No final, ir-se-á ter um intervalo de valores de qualificação entre 1 e 25, conforme podemos ver no quadro 11, mas para se poder qualificar o risco é necessária o quadro 12.

No entanto para que seja possível a utilização do quadro 12 e 13 é necessário voltar a usar o Fator de Majoração do risco, pois ir-se-á avaliar o custo do risco individualmente e apenas a avaliação final será em conjunto.

Quadro 11 – Matriz da Avaliação do Custo

			Avaliação do Custo				
			Muito baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
			<15%	[15%-20%]	[20%-25%]	[25%-30%]	> 30%
			1	2	3	4	5
Muito baixo	0-5	1	1	2	3	4	5
Baixo	5-15	2	2	4	6	8	10
Moderado	15-45	3	3	6	9	12	15
Alto	45-95	4	4	8	12	16	20
Muito Alto	95-144	5	5	10	15	20	25

Quadro 12 – Avaliação Final do Projeto

Avaliação Final do Projeto	0-2	Razoável
	3-5	Bom
	6-9	Muito Bom
	10-15	Bom
	16-25	Razoável

Com isto, volta-se a ter uma avaliação com base na majoração do risco e uma avaliação média, por analogia aos casos anteriores serão calculadas da mesma forma que avaliação com base na majoração do risco e a avaliação média. Pretende-se que o fator de majoração seja o escolhido inicialmente, pois caso este seja modificado, a matriz de avaliação do custo não dependerá dos mesmos aspetos, o que poderá levar a uma avaliação errada do projeto.

Caso os resultados das avaliações médias não sejam números inteiros, utilizar-se-á sempre o valor inteiro superior a este. Assim, não só garante-se mais segurança nos resultados como salvaguarda-se uma margem de segurança para possíveis erros de arredondamentos.

No anexo 3, encontra-se o modelo base de avaliação que contempla não só o quadro 10 como as avaliações referidas no ponto anterior. Assim, terminada a terminologia seguir-se-á, a apresentação de uma avaliação final de um projeto, avaliado 3 riscos.

# 6

## CASO DE ESTUDO

### 6.1. INTRODUÇÃO

Após a apresentação da metodologia e de todos os aspectos teóricos explicitados anteriormente, será o tempo de apresentar os casos práticos que foram utilizados para testar o método. Todos os casos apresentados serão totalmente aleatórios, e se por acaso existir qualquer semelhança com algum valor real será mera coincidência.

O método vai testado com três riscos diferentes, sendo o primeiro o risco de *Pagamento a longo prazo aos fornecedores*, ou, por outras palavras, pode ser retratado como a *Pontualidade de Pagamento*; o segundo caso será os *Impostos* como risco, e no final ir-se-á testar em conjunto com os anteriores a *Dificuldade no acesso a seguros*. Todos estes riscos se encontram não só na lista de risco em anexo 1, como também na lista de risco apresentada na dissertação *Análise de Risco na Construção – Guia de Procedimento para Gestão*, realizada pela Vanessa Silva.

O principal objetivo será avaliar um projeto fictício, usando estes três riscos que revelarão hipoteticamente a viabilidade do projeto. Os valores para a caracterização inicial irão ser criados no *Excel*, com a ajuda de diversas ferramentas que o programa oferece.

### 6.2. ANÁLISE DE DADOS – GERAÇÃO DE DADOS

#### 6.2.1. BASE DE DADOS

O risco referente ao Pagamento a longo Prazo aos fornecedores ou Pontualidade de pagamento é um risco se encontra dentro do grupo de Gestão, na área financeira. Considera-se este risco uma ameaça, dado que o agravamento desta situação apenas irá danificar os resultados finais. Na mesma lógica, o risco alusivo aos impostos e a dificuldade no acesso a seguros encontram-se no mesmo grupo e na mesma área de risco; isto vai ser considerado uma ameaça em ambos os casos, porque o aumento dos impostos proporciona um aumento do custo bruto da construção e a dificuldade no acesso a seguros assegura custos adicionais não previstos. Para seguir a metodologia proposta, o quadro 14 mostra estes pontos e ainda outros referentes a cada risco.

Quadro 13 – Tabela de Riscos na construção preenchida

Riscos na construção					
ID	Grupo de Risco	Área de Risco	Risco	Oportunidade/Ameaça	Descrição geral do risco
1	Gestão	Financeira	Pontualidade de Pagamento/ Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores	Ameaça	Atrasos ou cancelamento do projeto
					Incapacidade da empresa em suportar as despesas com o pessoal, equipamentos e utensílios
					Maiores gastos
					Custos adicionais não previstos
2			Imposto	Ameaça	Aumento do custo bruto da construção
					Dificuldades em obter clientes
3			Dificuldade no acesso a seguros	Ameaça	Em caso de acidentes naturais pode haver atraso ou mesmo cancelamento do projeto
					Custos adicionais não previstos

## 6.2.2. VALORES A ANALISAR

De seguida, uma vez que não se possui os dados dos custos referentes a estes riscos por parte de uma entidade particular ou de uma empresa, criou-se o seguinte quadro para a geração de possíveis casos no que diz respeito ao *Pagamento a longo prazo aos fornecedores*:

Quadro 14 – Criação dos dados sobre Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores

Pagamento a longo prazo aos fornecedores				
ID	Tempo (Rand)	Custo (Rand)	Tempo (meses)	Custo (€)
1	=ALEATÓRIOENTRE (1; 12)	= Custo inicial + Custo Inicial * Tempo/2	12	238 987

Criou-se uma seção aleatória tanto para o tempo como para o custo, ambas com distribuições uniformes. Foram usados no caso do tempo valores entre 1 e 12, para simbolizar um atraso entre 1 a 12 meses. Para o custo utilizou-se o intervalo de valores entre 25.000 e 50.000 euros, além de que o custo irá sofrer uma variação com o tempo. Caracteriza-se essa alteração de uma forma linear: por cada mês de atraso em efetuar o pagamento sofre um aumento de metade do custo inicial.

No quadro 14, é mostrado 1 dos 50 casos que foram criados a partir das mesmas equações. Assim, simula-se uma entidade particular que contém 50 casos diferentes na sua base de dados, valor bastante distante do mínimo necessário para o cumprimento da metodologia criada. Com estes dados, calcula-se a média e o desvio-padrão dos custos, e chega-se a uma média de 149.888,43 euros e um desvio-padrão de 76.729,00 euros.

Referente aos *Impostos*, e na mesma analogia do caso anterior gerar-se-á custos aleatórios de uma suposta entidade, neste caso apresentar-se-á um custo entre 60.000 euros e 90.000 euros, considerando este um intervalo considerável de valores possíveis. O quadro 15 mostra tudo aquilo referido anteriormente e o valor do 1º dos 50 casos criados.

Quadro 15 - Criação dos dados sobre Impostos

<b>Impostos</b>		
ID	Custo (rand)	Custo (€)
1	=ALEATÓRIOENTRE (60000; 90000)	64.265

Por fim, relativamente ao risco, *Dificuldade no Acesso a Seguros* foram gerados na mesma ótica do anterior valor correspondente ao gasto neste tipo de risco. Considerar-se-á valores entre os 5000 e os 10.000 euros, e novamente, gerar-se-á mais do mínimo exigido de casos possíveis, mais especificamente 50 casos. O quadro 16 apresenta o primeiro desses casos.

Quadro 16 - Criação dos dados sobre Dificuldade no acesso a seguros

<b>Dificuldade no acesso a seguros</b>		
ID	Custo (rand)	Custo (€)
1	=ALEATÓRIOENTRE (5000; 10000)	9827

Terminando a fase da criação da base de dados de valores, ir-se-á passar à fase da sua análise.

### 6.2.3. ANÁLISE DOS DADOS

Dispondo do valor da média e o valor do desvio-padrão, referentes à base de dados dos três riscos apresentados anteriormente, novos números aleatórios irão sendo gerados, após a utilização da função de *Geração de número aleatório* e a criação dos 10.000 novos números, seguir-se-á com a sua avaliação.

Com a ajuda da função *Histograma*, consegue-se agrupar todos os casos com base na sua frequência e vê-se a sua exibição num histograma. Este apresenta, conforme o previsto, uma curva simétrica em torno da média, e assemelha-se a um gráfico de uma função de distribuição normal, conforme se pode ver nas seguintes fig. 13, 14 e 15.

Quadro 17 - Características de cada Risco

ID	Média	Desvio-Padrão
1	149888,43	76729
2	75125,74	8991,34
3	7798,22	1505,73

1. Pagamento a longo Prazo Aos Fornecedores.

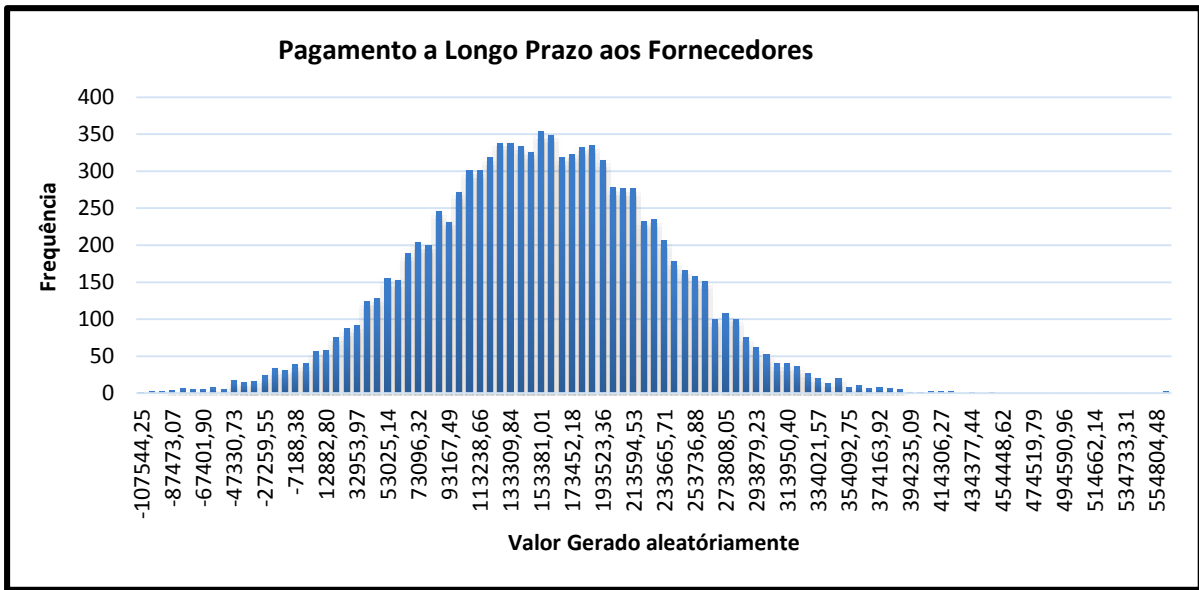


Fig. 13 - Distribuição do Custo do Pagamento a Longo Prazo aos Fornecedores

2. Impostos

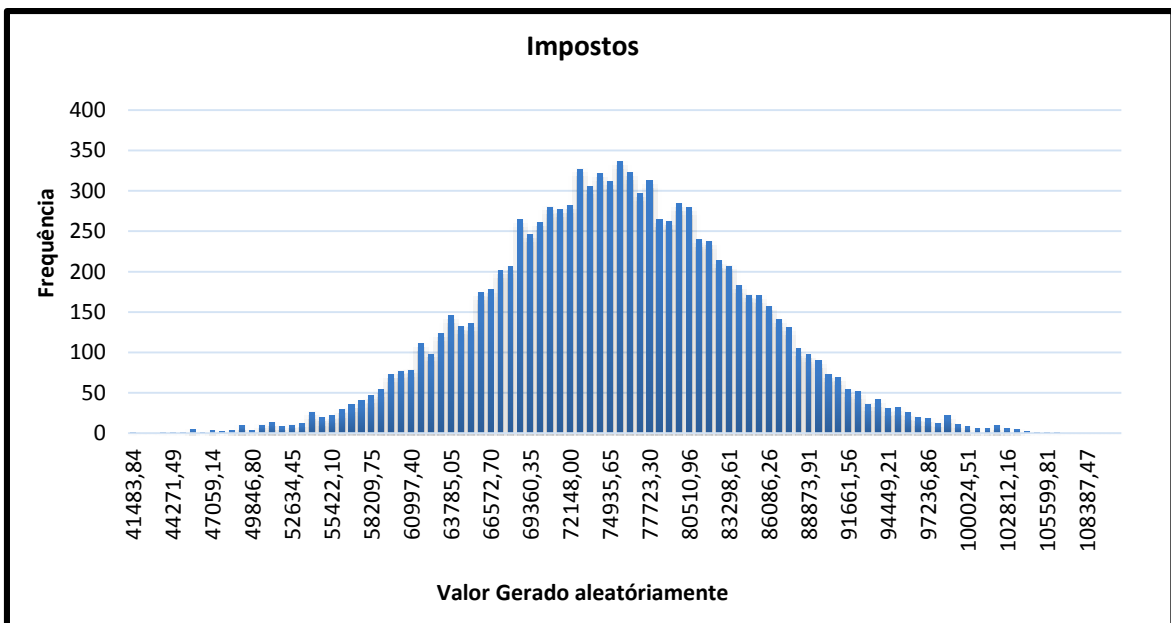


Fig. 14 - Distribuição do custo de impostos

3. Dificuldade no acesso a Seguros

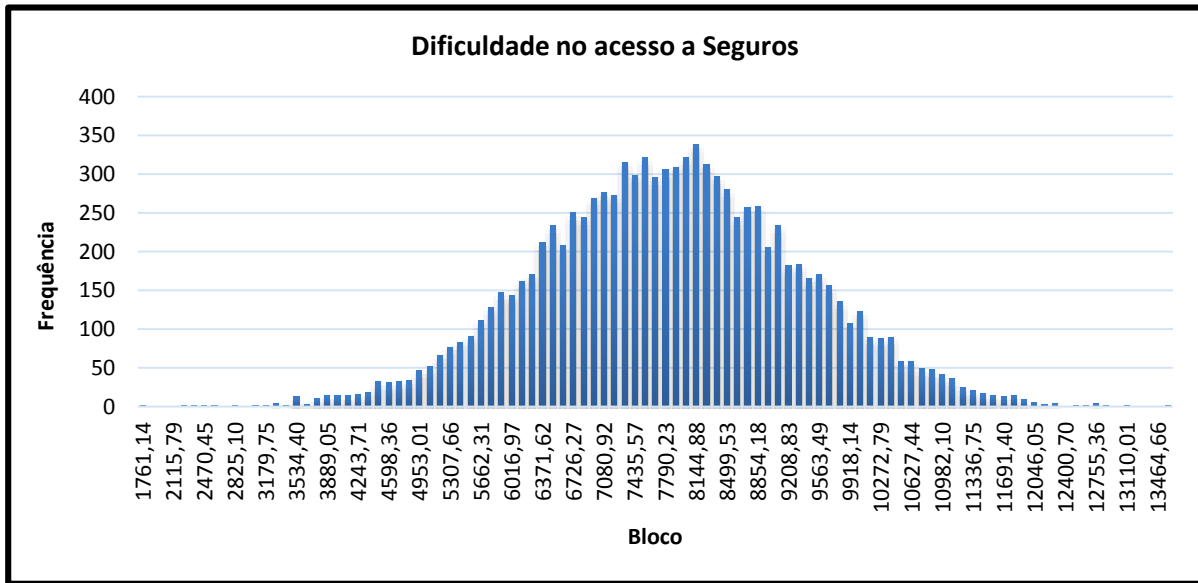


Fig. 15 - Distribuição do custo da Dificuldade no acesso a Seguros

No anexo 6 ir-se-á encontrar gráficos mais específicos e ainda contendo a frequência acumulada destes. Continuando a análise, é necessário saber qual o intervalo de valor que vai ser analisado, para que a seguir se possa preencher a tabela da classificação do intervalo. Ir-se-á não só mostrar o intervalo de valores para cada um dos riscos mas também a classificação final.

1. Pagamento a longo Prazo Aos Fornecedores

Quadro 18 – Classificação do intervalo do Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores

Classificação do intervalo									
	$\mu+\sigma$	$\mu-\sigma$	Probabilidade	Classificação de Ocorrência	% Variação de custos		Índice de Risco		Classificação
$\mu\pm\sigma$	227968,88	73736.35	0,80	6-8	51,12%	-51,12%	Muito Alto	1	96-128

Obtém-se uma variação de custos de mais de 50%. O índice de Risco vai corresponder a um risco Muito Alto, dado estar-se num caso de ameaça a sua classificação será 1. No que diz respeito à probabilidade de ocorrência, tem-se o valor de 0,8 (Valor atribuído pela Tabela da Vanessa Silva, encontra-se em Anexo), o que dará uma classificação de ocorrência de 6-8. Na conjugação destes dados, e ao usar-se a matriz de probabilidade e índice de impacto do risco obtém-se uma classificação entre 96-128. Poder-se-á dizer uma classificação de 112.

## 2. Impostos

Quadro 19 - Classificação do intervalo de Impostos

Classificação do intervalo									
	$\mu+\sigma$	$\mu-\sigma$	Probabilidade	Classificação de Ocorrência	% Variação de custos		Índice de Risco	Classificação	
$\mu\pm\sigma$	84088,96	96067,07	0,6	4-6	12,00%	-12,00%	Moderado	4	16-24

Neste caso, tem-se uma variação de custos de 12%. Esta variação indica um índice de risco moderado, com o valor de 4. Mais uma vez, ao consultar a tabela de Vanessa Silva, poder-se-á ver uma probabilidade de ocorrência no valor de 0,6, o que indica um intervalo de valores de 4-6. Consultando a matriz para completar a classificação deste intervalo, obtém-se um valor entre 16-24, encontrando-se este dentro dos intervalos em que o risco de investimento é bastante compensatório. Atribuir-se-á um valor de 20.

## 3. Dificuldade no acesso a seguros

Quadro 20 - Classificação do intervalo da Dificuldade no acesso a seguros

Classificação do intervalo									
	$\mu+\sigma$	$\mu-\sigma$	Probabilidade	Classificação de Ocorrência	% Variação de custos		Índice de Risco	Classificação	
$\mu\pm\sigma$	9292,23	6272,86	0,6	4-6	19,40%	-19,40%	Moderado	4	16-24

Na última classificação do intervalo, é atribuído uma probabilidade de ocorrência de 0,6. Assim sendo, poder-se-á dizer que se está perante um risco provável de acontecer. Analisando a variação de custo chegar-se-á a um índice de impacto Moderado pois a sua variação é de 19,40%, e encontra-se dentro do intervalo de valores 10%-20%. Olhando agora para a matriz de probabilidade e para o Índice de impacto, e na junção destes dois dados, atribui-se uma classificação entre 16-24, o que corresponde a um risco de investimento bastante positivo. Para concluir este aspeto apenas falta dizer que a sua classificação dentro deste intervalo é 20.

Fazendo um breve comentário, seria bastante positivo efetuar um estudo das medidas de minimização do risco, relativamente ao Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores, porque se poderá constatar que existe um risco bastante alto neste aspeto, o que poderá ser prejudicial ao futuro da obra. Não se irá falar dessas medidas mas fica aqui esta pequena nota, relativamente a este risco.

### 6.2.4. VALORES A ANALISAR

Após a avaliação dos riscos individualmente, seguir-se-á a sua avaliação em conjunto, mais concretamente a avaliação do projeto. Conforme foi mencionado na metodologia, será necessário o preenchimento do quadro 10. Este encontra-se preenchido, no anexo 5, e com isto pode-se tirar as seguintes ilações.

- Em relação à avaliação do risco obtivemos 112 para pagamento a longo prazo, 20 para impostos e 20 para dificuldade no acesso a seguros, como classificações para os três riscos analisados, conforme pudemos ver.

- Com o fator de majoração agora em foco, ponderou-se a utilização de 1, 1,5 e 2, seguindo a ordem respetiva do ponto anterior. Optou-se por estes valores, de uma forma aleatória, apenas para que fosse possível demonstrar alguns dos casos possíveis.
- Assim, já será possível calcular a avaliação com base na majoração do risco, esta tomou valores de 112, 30 e 40, respetivamente, logo a avaliação média com base na majoração do risco foi de 40,44, mais concretamente 41.

Ao determinar a avaliação média com base na majoração do risco concluímos a primeira parte da avaliação do projeto. Seguindo com a avaliação, partiu-se para o nível de confiança, neste aspeto optou-se por uma margem máxima de 70% de confiança.

Com estes 70% de confiança, insere-se a formatação condicional no bloco de valores do histograma e obtêm-se uma visualização de todos os intervalos no conjunto de valores. Com isto, escolheu-se valores os seguintes valores para o nível de confiança, mantendo este abaixo dos 70%. Assim, chegou-se ao valor estimado do Risco.

Quadro 21 - Nível de Confiança e valor do Risco

<b>Nível de Confiança</b>	<b>Valor do Risco</b>
67,85%	186 832,97 €
67,55%	79 117,13 €
68,84%	8 499,53 €

Após ser atribuído o valor do risco, a cada deles que se encontra em análise irá ser incluída a margem de erro de 10%, com isso obteve-se os seguintes custos totais:

Quadro 22 - Custo total e Contingência

<b>Contingência</b>	<b>Custo total</b>
37,11%	205 516,26 €
15,84%	87 028,84 €
19,89%	9 349,48 €

Ao chegar a estes valores será necessário avaliá-los, para isso usar-se-á o quadro 12. A matriz da avaliação do custo não só relaciona o custo total com a avaliação do risco como também tem a capacidade de avaliar o custo. Sendo o valor de contingência a característica principal de classificação do custo, atribui-se segundo o quadro 12 o valor 5 para o pagamento a longo prazo dado variar mais de 30% do valor do real e nos outros casos foi atribuído 2 dado pertencerem ao intervalo [15%-20%]. Assim é concluída a segunda fase da avaliação faltando agora classificar o projeto.

Para se concluir a avaliação e conforme podemos ver no anexo 5, é necessário classificar o projeto em que todos os riscos têm a sua importância e o seu impacto. Mantendo o fator de majoração inicial, conforme o previsto, calculou-se a avaliação média do custo com base na majoração do risco. Com esta ponderação, chegou-se a uma avaliação média do custo de 2,67.

Num aspeto conclusivo efetuou-se a avaliação final do projeto, esta consistiu na multiplicação na avaliação média com base na majoração do risco que corresponde a um valor de 41, em termos de avaliação estamos perante um 3 e o 2,67 correspondente à avaliação média do custo com base na majoração do risco. Assim obteve-se o valor 8 (muito bom), conforme visto quadro exposto, no anexo 5.

# 7

## CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

### 7.1. CONCLUSÕES

O presente estudo efetuado visto ter sido aplicado em apenas um caso, e este com uma escolha aleatório dos dados em análise não permitiu aferir convenientemente a eficácia do processo face aos resultados obtidos. Dada a escassa limitação de tempo, não foi possível um maior ajustamento da metodologia usada, pois seria necessária um aumento dos casos estudados para provar a sua eficiência. Contudo, a simulação dos resultados levou aos valores finais esperados.

Um deles seria investigar dois casos práticos, não só se avaliou dois casos como foi possível inserir um terceiro na análise. Executados estes três estudos, foi automaticamente cumprido outro dos objetivos, obtenção de uma análise quantitativa de um projeto. Este funcionou como um dos principais objetivos desta dissertação, conseguir chegar a partir de dados gerados aleatoriamente a uma avaliação de um projeto com três riscos em análise. Para o caso gerado, foi possível chegar a uma projeto avaliado como muito bom para um investimento futuro, e para chegar a esse valor é de realçar a importância do fator de majoração do risco. Este fator de majoração é das peças principais desta dissertação, pois com ela consegue-se alterar toda a avaliação e conseguir um aumento de certeza relativamente ao resultado final. Pode-se afirmar o que foi dito anteriormente, pois caso os resultados de um estudo sejam semelhantes a este, consegue-se ter um valor de custo do pagamento a longo prazo aos fornecedores bastante elevados mas com uma importância pequena. Assim é possível corrigir este risco e trabalhar com ele para poder melhorar, e no entanto consegue-se estar perante um risco com uma importância pequena.

Este estudo gerou uma metodologia para a análise de riscos, sabendo que o processo de gestão do risco teve por base a ISO 31000. Optou-se por usar esta norma dado que ela apresenta um processo bastante estruturado, integral e simples de ser aplicado. Ao fazer a conjugação entre estes o processo proposto pela norma e a método de Monte Carlo, conseguiu-se a melhor simplicidade e objetividade possível, neste tipo de casos.

Na opinião do autor é essencial perceber que a metodologia criada, não tem como objetivo solucionar o problema do risco das empresas, mas sim proporcionar que as empresas tenham um método, este ainda numa fase inicial, que as consiga ajudar a chegar aos resultados pretendidos. Além disto, o autor refere que todos os conceitos matemáticos e probabilísticos que estão envolvidos em processos e metodologias para quantificar o risco, não são 100% certas, pois são assumidas diversas hipóteses. Logo, esta metodologia reflete processos uniformizados e com uma capacidade intrínseca de facilitarem o trabalho ao Gestor de Risco.

Durante todo o estudo surgiram varias dificuldades. A principal destas foi a falta de informação relativamente aos dados que as empresas poderiam fornecer. É do conhecimento geral que as empresas usualmente não guardam os dados relativos aos custos de uma obra, com isso a dificuldade na geração dos casos pode não ter sido a mais correto. Além disto, ir-se-á ter uma dificuldade constante ao longo de tempo, pois dado o processo ser baseado essencialmente na opinião do avaliador, esta pode variar de pessoa para pessoa e no final obter resultados diferentes.

Por último, é importante sensibilizar as grandes e pequenas empresas com pouca experiência ou com bastante experiência para a necessidade em definir regras para a criação da base de dados, para que num futuro próximo seja possível a melhor projeção de riscos possível.

## **7.2. PERSPETIVAS FUTURAS**

Relativamente a esta dissertação seria bastante importante, conforme disse anteriormente que estas desenvolvem-se as suas base de dados e que pudessem com isto evoluir de uma forma próspera num futuro próximo. Este fator tem de ser realçado porque ao desenvolver-se estas características na empresa só irão melhorar os lucros a longo prazo da empresa.

Relativamente ao estudo que se realizou nesta dissertação penso a primeira análise foi feita, agora fundamental será aprofundá-la e melhorá-la para que o erro desta seja cada vez mais pequeno. Será exequível que os quadros sejam modificados de uma forma a que os resultados finais sejam cada vez melhores.

Na opinião do autor, seria bastante importante testar esta metodologia com diversos casos reais para que com a experiência e que com toda a sua envolvente um dia pudesse haver uma melhor análise de riscos nas construções.

## 8

**BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS****8.1. BIBLIOGRAFIA**

- AICCOPN. (2014). Reis campos. AICCOPN QUER CONSTRUÇÃO COMO MOTOR DA ECONOMIA. Disponível em: < [http://www.aiccopn.pt/news.php?news\\_id=739](http://www.aiccopn.pt/news.php?news_id=739)>.
- Almeida Costa, J. e Sampaio e Melo, A. (1995) *Dicionário da língua Portuguesa, 7ª edição*. Porto Editora
- Arnaldo, M. (2006). *20 Anos na construção civil*.
- Cavaleiro, D. (2013). Queda de 18% na produção na construção em Portugal é a maior na UE. *Jornal de Negócios Online*. Consultado em Junho 2013. Disponível em: <[http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/queda\\_de\\_18\\_na\\_produccedilatildeo\\_na\\_construc\\_cedilatildeo\\_em\\_portugal\\_eacute\\_a\\_maior\\_na\\_ue.html](http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/queda_de_18_na_produccedilatildeo_na_construc_cedilatildeo_em_portugal_eacute_a_maior_na_ue.html)>.
- Certo, J. (2000). *Cálculo de Estimativas do Valor Esperado de Custos Marginais Nodais Utilizando o Método de Simulação de Monte Carlo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Correia, L. (2013) *Gestão de Projetos*. Instituto Superior Técnico da universidade de Lisboa. <[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779578772164/02\\_GestaoProjectos.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779578772164/02_GestaoProjectos.pdf)>
- Estrela, M. (2008). *Metodologia de análise e controlo de Risco dos prazos em projeto de construção*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Fonte, P. (2011). *Aplicação do Método de Monte Carlo em Simulações Hidrotérmicas de Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Galvão de Mello, F. (2000). *Probabilidade e Estatísticas, Conceitos e métodos fundamentais*, volume 1. Escolar Edições.
- Glasserman, P. (2003). *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer
- Gonçalves, E e Lopes N. (2000). *Probabilidade Princípios Teóricos*. Escolar Editora, 1ª edição.
- Hall, A., Neves, C. e Pereira, Al (2011). *Grande Maratona de Estatística no SPSS*. Escolar Editora
- InCI. (2010). *Empresas do Sector da Construção: Análise Económico Financeira*. Instituto da Construção e do Imobiliário.
- INE. (2011) *Boletim Mensal de Estatística*. Lisboa. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- Lobo, L. (2000). *Determinação de Índices de Fiabilidade em Sistemas Elétricos Utilizando o Método de Monte Carlo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Matos, A. (2013). *Análise e Gestão de Risco na Internacionalização de Empresas do Sector da Construção*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- Mawhinney, M. (2001). *International Construction*. Edited by London: Blackwell Science. Oxford.
- Merge, L. (2013) *Análise de Projetos de Investimento – Uma perspetiva Económica*. Edições Sílabo
- Miguel, A. PMP (2013). *Gestão Moderna de Projetos*. FCA – Editora Informática, 7ª edição atualizada e aumentada.
- Murteira, B. (1990). *Probabilidades e Estatística*. Volumes I e II. McGraw-Hill
- Pais, J. (2002). *A globalização das empresas portuguesas. Experiências de Internacionalização*, Centro atlântico.
- Pereira, L. (2011). *Gestão de Conhecimento em Projetos*. FCA – Editora Informática
- Silva, Eduardo Sá (2011). *Gestão Financeira – Análise de Investimentos*, 2º edição. Grupo editorial Vida Económica
- Silva, V. (2012). *Análise de Risco na Construção – Guia de Procedimentos para Gestão*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Spiegel, Murray R. (1977). *Estatística*. McGraw-Hill.
- Veiga, J. (2008). *Métodos de Análise das Incertezas na Verificação da Segurança Estrutural em Engenharia Civil*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **LISTA DOS RISCOS E A SUA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA**

**Dissertação Análise de Risco na Construção – Guia de Procedimentos para Gestão, Vanessa Silva**

<b>Fator de risco</b>	<b>Probabilidade de Ocorrência</b>
Instabilidade Política	0,2
Incentivos do Governo	0,2
Estrutura Política Fragmentada	0,2
Eleições	0,2
Alterações da Legislação	0,2
Burocracia Excessiva	0,8
Reduzida Maturidade do Sistema Legal	0,2
Flutuação da Inflação e Taxa de Juro	0,4
Economia de Recessão	0,6
Flutuação do Valor de Troca da Moeda	0,2
Impostos	0,6
Corrupção	0,2
Capacidade Financeira do Dono de obra	0,4
Capacidade Financeira do Empreiteiro	0,8
Capacidade Financeira dos Subempreiteiros	0,8
Pontualidade Pagamentos	0,8
Acesso a Seguros	0,4
Acesso ao Crédito	0,8
Conflitos Interpessoais	0,2
Conflitos Intrapessoais	0,8
Elevada Competitividade	0,8
Fraca Capacidade de Inovação Tecnológica	0,2
Fraca Qualidade dos Materiais de Construção	0,4
Indisponibilidade de Mão-de-obra	0,2
Elevado Custo da Mão-de-obra	0,4
Fraca Qualidade dos Equipamentos de Construção	0,2
Indisponibilidade de Subempreiteiros	0,4
Condições do Solo Imprevistas	0,6
Sismos	0,2
Tipo de Contrato	0,4
Prazo	0,2
Preço	0,2
Pouca Experiência da Equipa Projetista	0,2
Fraca Comunicação Entre as Partes	0,8
Atrasos na Aprovação dos Projetos e Regulamentação	0,6
Erros de Projetos	0,4
Sucessivas Alterações aos Projetos	0,4
Informação Incompleta	0,6
Inexistência de Prestação de esclarecimentos Para Elaboração da Proposta	0,2
Elevada Complexidade do Projeto	0,4
Pouca Experiência em Projetos similares	0,2

## **ANEXO 2**

### **BLOCO DE VALORES CORRESPONDESTES AOS RISCOS EM ANÁLISE**

### Frequência de valores na análise ao Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores

<i>Bloco</i>	<i>Frequência</i>	<i>% acumulada</i>
53025,14236	155	10,2700%
59715,53359	153	11,8000%
66405,92481	189	13,6900%
73096,31604	203	15,7200%
79786,70726	199	17,7100%
86477,09849	246	20,1700%
93167,48971	231	22,4800%
99857,88094	272	25,2000%
106548,2722	301	28,2100%
113238,6634	301	31,2200%
119929,0546	319	34,4100%
126619,4458	338	37,7900%
133309,8371	338	41,1700%
140000,2283	333	44,5000%
146690,6195	326	47,7600%
153381,0107	353	51,2900%
160071,402	349	54,7800%
166761,7932	319	57,9700%
173452,1844	322	61,1900%
180142,5756	332	64,5100%
186832,9669	334	67,8500%
193523,3581	315	71,0000%
200213,7493	278	73,7800%
206904,1405	276	76,5400%
213594,5318	276	79,3000%
220284,923	232	81,6200%
226975,3142	235	83,9700%
233665,7054	206	86,0300%
240356,0967	178	87,8100%
247046,4879	166	89,4700%
253736,8791	157	91,0400%

### Frequência de valores na análise aos Impostos

<i>Bloco</i>	<i>Frequência</i>	<i>% acumulada</i>
64481,9628	132	11,89%
65178,8755	136	13,25%
65875,7883	174	14,99%
66572,701	178	16,77%
67269,6137	201	18,78%
67966,5265	206	20,84%
68663,4392	264	23,48%
69360,352	246	25,94%
70057,2647	261	28,55%
70754,1774	280	31,35%
71451,0902	277	34,12%
72148,0029	282	36,94%
72844,9156	327	40,21%
73541,8284	305	43,26%
74238,7411	322	46,48%
74935,6539	312	49,60%
75632,5666	336	52,96%
76329,4793	323	56,19%
77026,3921	297	59,16%
77723,3048	313	62,29%
78420,2175	264	64,93%
79117,1303	262	67,55%
79814,043	284	70,39%
80510,9558	279	73,18%
81207,8685	240	75,58%
81904,7812	237	77,95%
82601,694	214	80,09%
83298,6067	207	82,16%
83995,5195	183	83,99%
84692,4322	171	85,70%
85389,3449	170	87,40%
86086,2577	157	88,97%
86783,1704	141	90,38%

## Frequência de valores na análise da Dificuldade no acesso a seguros

<i>Bloco</i>	<i>Frequência</i>	<i>% acumulada</i>
6016,96635	143	11,94%
6135,1837	162	13,56%
6253,40106	170	15,26%
6371,61841	212	17,38%
6489,83576	233	19,71%
6608,05312	208	21,79%
6726,27047	250	24,29%
6844,48782	244	26,73%
6962,70518	269	29,42%
7080,92253	276	32,18%
7199,13989	272	34,90%
7317,35724	315	38,05%
7435,57459	299	41,04%
7553,79195	322	44,26%
7672,0093	295	47,21%
7790,22666	306	50,27%
7908,44401	309	53,36%
8026,66136	321	56,57%
8144,87872	338	59,95%
8263,09607	312	63,07%
8381,31343	297	66,04%
8499,53078	280	68,84%
8617,74813	244	71,28%
8735,96549	257	73,85%
8854,18284	258	76,43%
8972,40019	205	78,48%
9090,61755	233	80,81%
9208,8349	182	82,63%
9327,05226	183	84,46%
9445,26961	166	86,12%
9563,48696	170	87,82%
9681,70432	156	89,38%
9799,92167	136	90,74%

## **ANEXO 3**

### **AVALIAÇÃO DO PROJETO – QUADRO FINAL**

**Quadro de avaliação Final do Projeto**

Avaliação do Projeto												
ID	Risco	Custo médio	Avaliação do Risco	Fator de Majoração do Risco	Avaliação com base na Majoração do Risco	Nível de Confiança	Valor do Risco	Contingência	Margem de Erro	Custo total	Avaliação do custo	Avaliação do custo com base na Majoração do Risco
1												
2												
3												
4												
		<b>Custo médio Total</b>	<b>Avaliação média do risco</b>		<b>Avaliação média com base na Majoração do Risco</b>		<b>Avaliação média do Custo com base na Majoração do Risco</b>					<b>Avaliação Final</b>

## **ANEXO 4**

### **MATRIZ E QUADRO REFERENTES A CLASSIFICAÇÃO DO INTERVALO**

**Quadro de Classificação do Intervalo**

Classificação do intervalo									
ID	$\mu+\sigma$	$\mu-\sigma$	Probabilidade	Classificação de Ocorrência	% Variação de custos		Índice de Risco		Classificação

**Matriz de Probabilidade com valores certos tanto para oportunidades como ameaças**

Matriz de probabilidade e Índice de Impacto do risco											
		Índice de Impacto do risco									
		1	2	4	8	16	Índice de Impacto do risco				
		1	2	4	8	16	1	2	4	8	16
Escala de Probabilidade de ocorrência do Risco	1	1	2	4	8	16	16	8	4	2	1
	3	3	6	12	24	48	48	24	12	6	3
	5	5	10	20	40	80	80	40	20	10	5
	7	7	14	28	56	112	112	56	28	14	7
	9	9	18	36	72	144	144	72	36	18	9

## **ANEXO 5**

### **AVALIAÇÃO DO PROJETO – QUADRO FINAL PREENCHIDO**

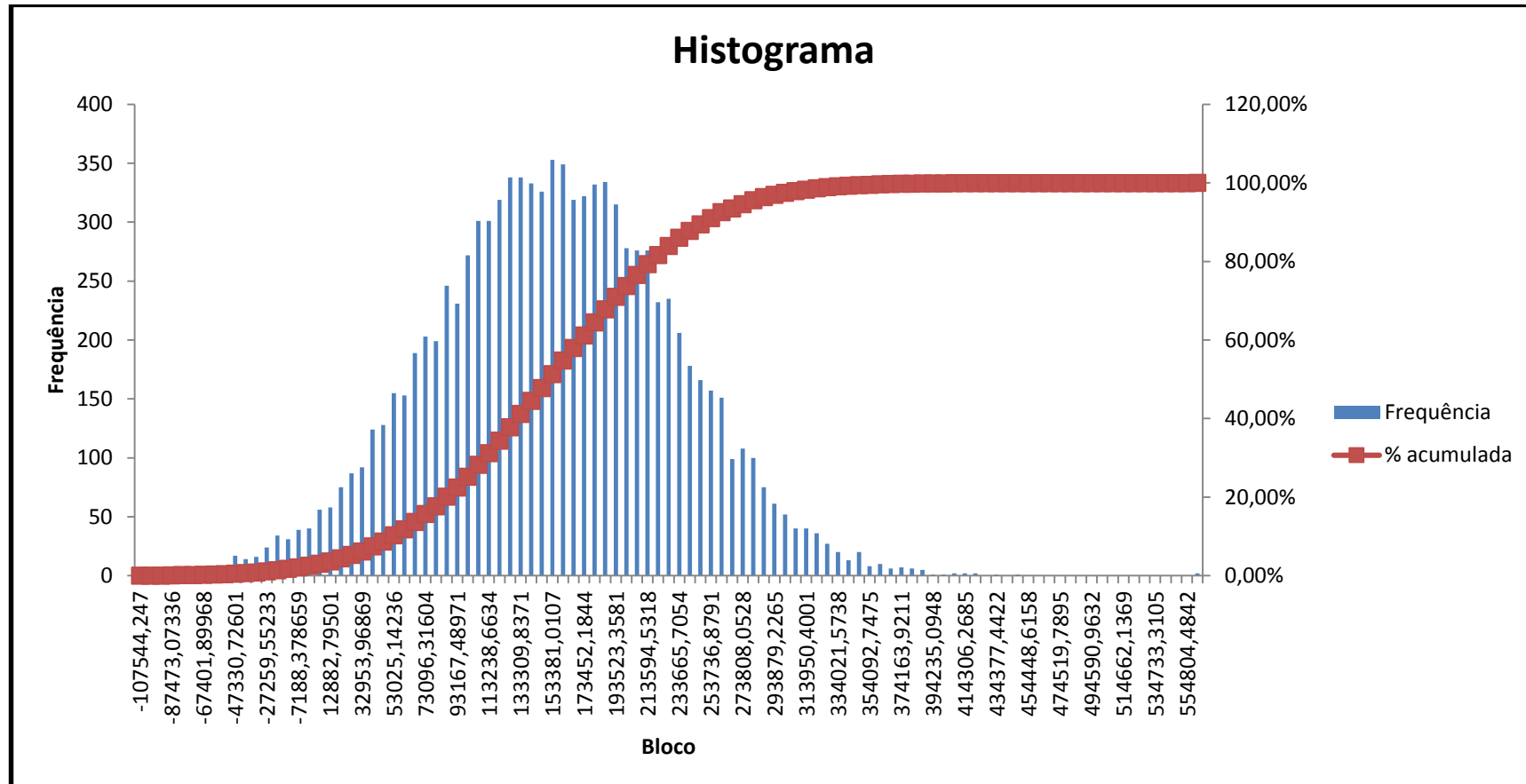
**Quadro de avaliação do Projeto completo referente aos três riscos em análise**

Avaliação do Projeto													
ID	Risco	Custo médio	Avaliação do Risco	Fator de Majoração do Risco	Avaliação com base na Majoração do Risco	Nível de Confiança	Margem de Erro	Valor do Risco	Contingência	Custo total	Avaliação do custo	Avaliação do custo com base na Majoração do Risco	
1	Pagamento a longo Prazo	149 888,43 €	112	1,00	112,00	67,85%	10,0%	186 832,97 €	37,11%	205 516,26 €	5	5,0	
2	Impostos	75 125,74 €	20	1,50	30,00	67,55%	10,0%	79 117,13 €	15,84%	87 028,84 €	2	3,0	
3	Dificuldade no acesso a seguros	7 798,22 €	20	2,00	40,00	68,84%	10,0%	8 499,53 €	19,89%	9 349,48 €	2	4,0	
4													
		<b>Custo médio Total</b>	<b>Avaliação média do risco</b>		<b>Avaliação média com base na Majoração do Risco</b>	<b>Somatório dos Valores do Risco</b>		<b>Avaliação média do Custo com base na Majoração do Risco</b>				<b>Avaliação Final</b>	
		232 812,39 €	51		40,44	301 894,59 €		2,67				8	Muito Bom

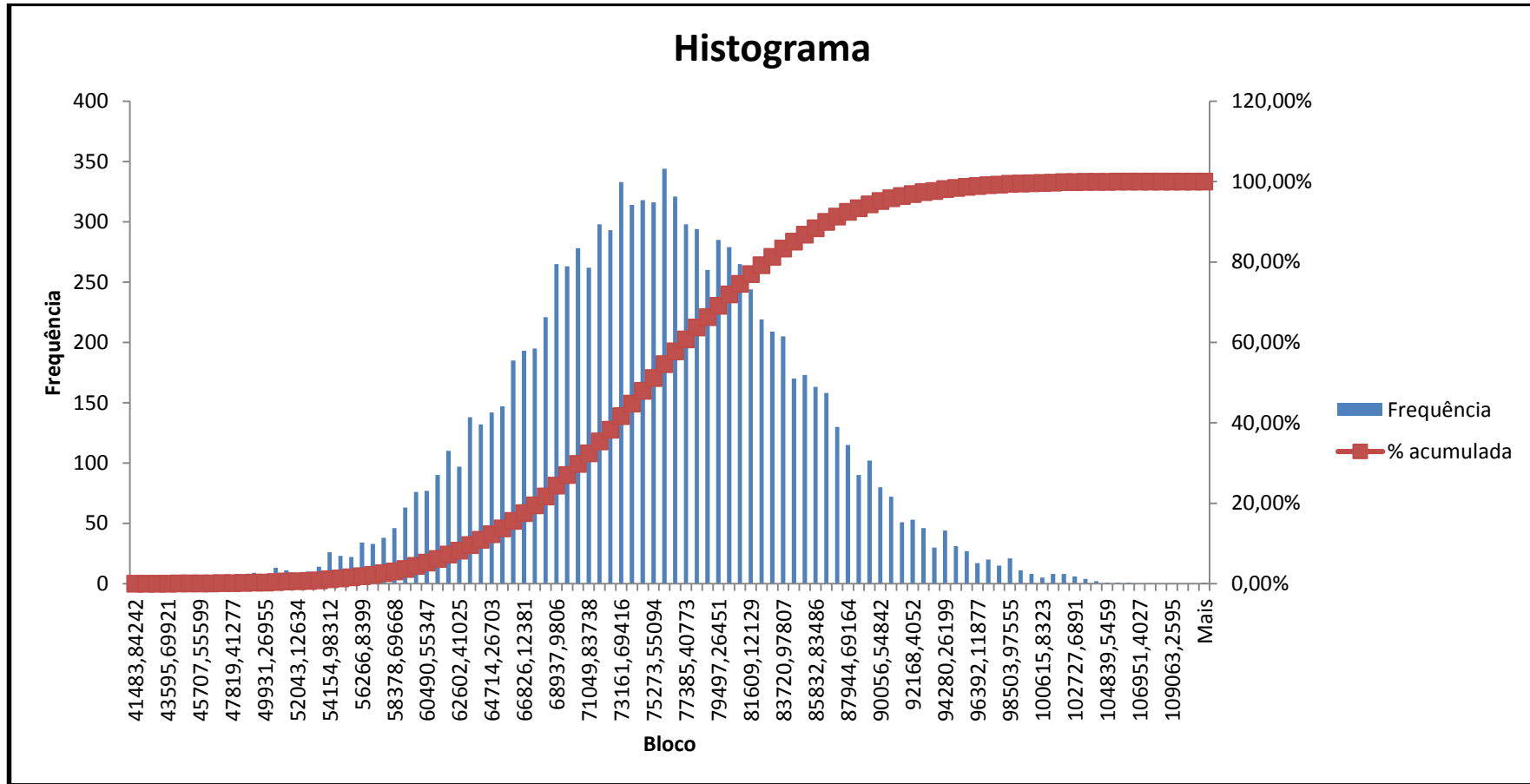
## **ANEXO 6**

### **HISTOGRAMAS COM FREQUÊNCIA ACUMULADA DOS RISCOS EM ANÁLISE**

### Frequência acumulada e Histograma da análise ao Pagamento a longo Prazo aos Fornecedores



### Frequência acumulada e Histograma da análise aos Impostos



Frequência acumulada e Histograma da análise da Dificuldade no acesso a seguros

