

Análise do Risco Financeiro

aplicada a um contrato de empreitada internacional

Luís Pedro Cardoso de Freitas

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientadores

Professor Doutor Vítor Faria e Sousa

Engenheiro João Miguel César Marreiros

Júri

Presidente: Professor Doutor Albano Luís Rebelo da Silva das Neves e Sousa

Orientador: Engenheiro João Miguel César Marreiros

Vogal: Professor Doutor Carlos Paulo Oliveira da Silva Cruz

Junho 2017

ANÁLISE DO RISCO FINANCEIRO

- aplicada a um contrato de empreitada internacional -

RESUMO

Tendo em conta as mudanças numa economia global e as novas oportunidades de negócio no sector da construção civil, os empreendimentos internacionais encerram em si elevados níveis de risco e incerteza, decorrentes do ambiente político, cultural, económico e operacional na localização do empreendimento. As consequências destes riscos são potencialmente danosas para o sucesso, não só das empreitadas mas também da própria viabilidade das próprias organizações.

A presente dissertação visa o desenvolvimento de uma metodologia para incorporar o risco, na tarefa de lidar com a importância da alocação dos recursos financeiros dentro do contexto de um contrato de empreitada internacional, alinhada com o processo de gestão do risco definido pela ISO 31000:2009. Dentro do enquadramento normativo, o âmbito da dissertação incidirá sobre o Estabelecimento do Contexto e Avaliação do Risco. Assim, a metodologia desenvolvida visa analisar estocasticamente riscos relevantes, tanto aqueles relacionados com a execução do empreendimento internacional como os de carácter macroeconómico, e, consequentemente, analisar o impacto dos mesmos no cronograma físico-financeiro de um empreendimento.

Procedeu-se à aplicação prática da metodologia ao Lote 1 do Trecho Norte do Rodoanel de São Paulo. Onde teve-se em atenção à necessidade de definição de hipóteses e ajustamentos a distribuições estatísticas, relativos a dados periciais e indicadores económico/financeiros, de forma a analisar estocasticamente o impacto dos riscos no cronograma físico-financeiro. Através do método de Monte Carlo, foram efectuados dois conjuntos de simulações, tanto para as hipóteses consideradas relativas aos parâmetros macroeconómicos como para um cenário com os valores observados entre 2013 e 2016.

Palavras-chave: gestão do risco, construção, método Monte Carlo, Rodoanel Mário Covas, ISO 31000:2009, PMBoK

FINANCIAL RISK ANALYSIS

- applied to an international project's contract -

ABSTRACT

Given the changes in a global economy and new business opportunities in the construction sector, international ventures contain high levels of risk and uncertainty arising from the political, cultural, economic and operational environment in which locates the enterprise. The consequences of these risks are potentially damaging to the success of not only the project itself but also the own organization's viability.

The present dissertation aims to develop a methodology in order to deal with the importance of the allocation of financial resources inside the context of an international project's contract, in line with the process of risk management defined by the ISO 31000:2009. Within the normative framework, the scope of the dissertation will include the Establishment of the Context and Risk Assessment. Thus, the methodology developed is aimed at stochastically analysing relevant risks, both those related to the execution of the international enterprise and those related to macroeconomic factors, and, consequently, analyse their impact on the project's physical-financial schedule.

The methodology was applied to the Lot 1 of the Rodoanel Norte, the São Paulo beltway's northern section. Where the need for definition of hypotheses and statistical distributions adjustments, regarding expert data and economic/financial indicators, was taken into account in order to stochastically analyse the impact of the risks in the project's physical-financial schedule. Through the Monte Carlo method, two sets of simulations were performed, both for the assumptions considered regarding the macroeconomic parameters and for a scenario with the observed values between 2013 and 2016.

Key-words: risk management, construction, Monte Carlo method, Rodoanel Mário Covas, ISO 31000:2009, PMBoK

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação constitui um marco no meu percurso académico, com a conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Este percurso é composto por dois excertos – Arquitectura e Engenharia Civil –, que, embora contínuos no tempo, constituíram um processo longo e desafiante acompanhado, simultaneamente, pelo meu percurso profissional.

Assim sendo, não posso deixar de prestar o meu agradecimento a todo o corpo docente e restantes funcionários da minha Alma Mater, não só de Engenharia Civil mas também de Arquitectura.

Ao longo da minha dissertação, tanto devido ao tema como à complexidade e sensibilidade da informação exigida, existiu momentos em que a esperança para estar a escrever esta mesma página pareceu diminuta. Consequentemente, a lista de pessoas a quem devo agradecimentos merece a sua extensão.

Desde logo, ao meu orientador, o Professor Vítor Sousa, pela motivação, ensinamentos, sugestões e por proporcionar o contacto para a aplicação prática da dissertação, que sem esta última, a sua relevância seria breve. Agradeço a paciência e disponibilidade para as minhas múltiplas dúvidas e confiança depositada. Aos diversos intervenientes entre a ponte teórica e prática, não posso deixar de agradecer o apoio e auxílio. Ao Engenheiro Ferreira dos Santos a motivação extra ao detalhar a relevância da minha dissertação no sector da Engenharia Civil. À Engenheira Ana Santos, a simpatia e disponibilidade para solucionar as minhas duvidas. Ao Engenheiro Luís Filipe pelos ensinamentos na área da gestão da construção e pela acutilante critica construtiva. Ao Engenheiro Carlos Matos pela disponibilidade e pelos ensinamentos na área da geotecnia. Ao Engenheiro João Marreiros pela simpatia e disponibilidade e contextualização geográfica.

Aos meus amigos e colegas de trabalho pela compreensão e ajuda, para que conseguisse ter a flexibilidade necessária para concluir a presente dissertação. Agradeço sobretudo ao Luís Araújo e ao João Lourenço pelo apoio e boa disposição.

Por fim à minha família, pelo carinho, companhia e apoio, em especial aos meus pais pelo apoio incansável e pelas oportunidades que me proporcionaram. À Inês, o amor, carinho, paciência e motivação para que finalmente pudesse ver a “luz ao fundo do túnel”.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Considerações Gerais.....	1
1.2	Objetivos e Metodologia.....	2
1.3	Organização do Documento.....	3
2	Estado da Arte	5
2.1	Aspectos Gerais	5
2.1.1	Enquadramento Normativo.....	6
2.2	Processo de Gestão do Risco.....	7
2.2.1	Estabelecimento do Contexto.....	12
2.2.2	Apreciação do Risco.....	12
2.3	Risco na Construção Civil	15
2.3.1	Risco Financeiro na Construção Civil.....	16
2.3.2	Risco em Empreendimentos internacionais	19
2.4	Técnicas/Ferramentas de Apreciação do Risco.....	23
3	Metodologia proposta	33
3.1	Considerações Gerais.....	33
3.2	Organização da Metodologia	35
4	Caso de Estudo	39
4.1	Descrição Geral.....	39
4.2	Aplicação da Metodologia	41
4.2.1	Estabelecimento do Contexto no caso de estudo	42
4.2.2	Identificação do Risco no caso de estudo	46
4.2.3	Análise do Risco no caso de estudo.....	50
4.3	Resultados e discussão	60
5	Considerações Finais	75
5.1	Conclusões.....	75
5.2	Desenvolvimentos Futuros.....	77
	Referências Bibliográficas.....	81
	Anexos	89

Anexo A.....	91
Anexo B.....	93
Anexo C.....	95

Índice de figuras

Figura 2.1 – Processo da gestão do risco (adaptado da ISO 31000:2009)	9
Figura 2.2 – Comparação entre actividades dos diferentes modelos abordados e o ISO 31000:2009	11
Figura 2.3 – Estrutura da ferramenta ICRAM 1 (Adaptado de Hastak e Shaked, 2000)	30
Figura 3.1 – Relação entre processos de gestão e a metodologia proposta (adaptado de PMBoK, 2008).....	33
Figura 3.2 – Esquema representativo da metodologia proposta	36
Figura 4.1 – Localização do Trecho Norte do Rodoanel na Região Metropolitana de São Paulo (Leite, 2016).....	40
Figura 4.2 – Execução de Obras de Arte Especiais (Portal do Governo, 2015).....	40
Figura 4.3 – Localização dos Lotes do Trecho Norte e do Parque Estadual da Serra da Cantareira (adaptado de Leite, 2016).....	41
Figura 4.4 – Cronograma previsto de receita e despesa (em kR\$ por mês)	46
Figura 4.5 – Cronograma previsto para a execução das actividades (% por mês)	46
Figura 4.6 – Relação entre IPC-FIPE e IPCA (entre os anos de 1995 e 2012).....	52
Figura 4.7 – Diferença anual entre o IPC-FIPE e os índices de preços considerados	53
Figura 4.8 – Evolução da taxa Selic e do IPCA anual acumulado	54
Figura 4.9 – Diferença mensal entre a Taxa Selic e IPCA.....	54
Figura 4.10 – Diferença entre NER e RER do real brasileiro por dólar americano e por euro	56
Figura 4.11 – Impacto dos riscos inerentes à execução do empreendimento nos custos directos das actividades, em kR\$.....	61
Figura 4.12 – Duração total, em meses, da execução do empreendimento.....	62
Figura 4.13 – Evolução do IPCA, em %, entre os anos 2012 e 2016.....	63
Figura 4.14 – Diferença, em kR\$, entre resultado da revisão de preços e custos decorrentes da inflação.....	63
Figura 4.15 – Impacto no custo decorrente da variação cambial, em kR\$	64
Figura 4.16 – Impacto no custo decorrente da necessidade de financiamento, em kR\$	65
Figura 4.17 – Resultado líquido total do empreendimento, em kR\$	66
Figura 4.18 – Resultado líquido total do empreendimento, em k€.....	67
Figura 4.19 – TIR do empreendimento, em %	68
Figura 4.20 – Cronograma físico-financeiro ajustado, em kR\$.....	69
Figura 4.21 – Diferença, em kR\$, entre resultado da revisão de preços e custos decorrentes da inflação, obtidos na segunda simulação	70
Figura 4.22 – Impacto no custo decorrente da variação cambial, em kR\$, utilizando dados de referência entre os anos 2013 a 2016	71
Figura 4.23 – Impacto custo decorrente da necessidade de financiamento, em kR\$, utilizando dados de referência entre os anos 2013 a 2016	71
Figura 4.24 – Resultado líquido total do empreendimento, em kR\$, na segunda simulação	73
Figura 4.25 – Cronograma físico-financeira da segunda simulação, em kR\$	73

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Factores de risco relacionados com empreendimentos internacionais entre as ferramentas/técnicas analisadas (adaptado de Aydogan e Köksal, 2014)	31
Tabela 4.1 – Actividades de execução do Lote 1 e suas características.....	44
Tabela 4.2 – Componentes de custo de fabrico e de subempreitada por actividade	45
Tabela 4.3 – Plano de Pagamentos	45
Tabela 4.4 – Valor da proposta, custos e resultado líquido do empreendimento planeados	45
Tabela 4.5 – Lista de riscos inerentes à execução da empreitada identificados	47
Tabela 4.6 – Índices de Preços considerados	49
Tabela 4.7 – Análise de riscos inerentes à execução do empreendimento	50
Tabela 4.8 – Características da distribuição para o IPCA anual acumulado	52
Tabela 5.1 – Valores observados no capítulo 4	76

Abreviações e Siglas

INSTITUIÇÕES

AECOPS – Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços

ANSI – *American National Standards Institute*

AS – *Australian Standard*

BCB – Banco Central do Brasil

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento

CEA – *Comité européen des assurances*

CIRIA – *Construction Industry Research and Information Association*

Copcom – Comitê de Política Monetária

COSO – *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*

DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S.A.

FEM – Fórum Económico Internacional

FEPICOP – Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas

FGV – Fundação Getúlio Vargas

FMI – Fundo Monetário Internacional

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEC – *International Electrotechnical Commission*

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – *International Organization for Standardization*

NZS – *New Zealand Standard*

ONU – Organização das Nações Unidas

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

UNIDADES MONETÁRIAS

R\$ – Real Brasileiro

\$ – Dólar dos Estados Unidos

€ – Euro

k – Mil Unidades

OUTRAS

AD – *Anderson Darling*

CPI – *Consumer Price Index*

CRMS – *Construction Risk Management System*

EBITDA – *Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization*

ERM – *Enterprise Risk Management*

HICP – *Harmonised Index of Consumer Prices*

IBOVESPA – Índice da Bolsa de Valores de São Paulo

ICRAM – *International Construction Risk Assessment Model*
IGC – Índice Geral de Estruturas e Obras de Arte em Concreto
IGE – Índice Geral de Edificação
IGP – Índice Geral de Pavimentação
IGT – Índice Geral de Terraplanagem
INCC – Índice Nacional de Custo da Construção
IPC-FIPE – Índice de Preços ao Consumidor da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPRA - *International Project Risk Assessment*
KS – *Kolmogorov-Smirnov*
MDA – *Multiple discriminant analysis*
NATM – *New Austrian Tunnelling Method*
NER – *Nominal exchange rate*
PBA – Plano Básico Ambiental
PERT – *Program Evaluation and Review Technique*
PMBok – *Project Management Book of Knowledge*
PPC – Paridade do Poder de Compra
PPP – Parcerias Público Privadas
PRAM – *Project Risk Analysis and Management*
PUMA – *Project Uncertainty Management*
QQ – Qui-Quadrado
RAMP – *Risk Analysis and Management for Projects*
RER – *Real exchange rate*
RMSP – Rede Metropolitana de São Paulo
Selic – Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SHAMPU – *Shape, Harness And Manage Project Uncertainty*
SMA – *Stone Mastic Asphalt*
SNF – Sociedades Não Financeiras
SNIPC – Sistema Nacional de Preços ao Consumidor
SP125 – *Control of Risk*
SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*
TIR – Taxa Interna de Retorno
VAL – Valor Actual Líquido
VaR – *value at risk*

1 INTRODUÇÃO

“To argue that no dangers exist beyond those we perceive or beyond our current measurement sophistication is a difficult argument to sustain. It is another version of the “argument from ignorance” fallacy, meaning that if we are ignorant of some danger there is a little basis for claiming the danger exists at all.”

- Eugene A. Rosa -

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A presente dissertação enquadra-se na área gestão da construção, a interface entre gestão e engenharia civil. A relação simbiótica entre estas duas áreas de conhecimento promove a correspondência dos objectivos das empresas de construção civil nas actividades desenvolvidas.

Segundo Steiner (1969), um empreendimento é composto por uma organização de pessoas dedicada para designar recursos para um objectivo ou propósito específico. O Project Management Body of Knowledge – PMBoK (2008) realça ainda o aspecto temporário de um empreendimento, não porque signifique ser de curta duração, mas por indicar um início e um fim definidos no tempo. Perante o ambiente em que um empreendimento opera e as suas relações entre actividades, surge o contexto da gestão de empreendimentos. Assim, a gestão de empreendimentos é definida como a aplicação do conhecimento, das competências, de ferramentas e de técnicas nas actividades do empreendimento de forma a alcançar os objectivos propostos (Project Management Institute, 2008).

Em relação aos objectivos de um empreendimento, estes podem ser definidos em termos de custos, calendarização e qualidade acordada (Sousa, 2012), o que, segundo a norma ISO 31000:2009 (IPQ, 2013) “(...) *enfrentam factores e influências, internos e externos, que tornam incerto se, e quando, atingirão os seus objectivos (...)*”. A norma ISO 31000:2009 adianta ainda que o efeito desta incerteza designa-se por “risco”. Assim, de forma a corresponder aos objectivos de um empreendimento é necessário identificar, analisar e gerir os riscos que são inerentes ao empreendimento que podem ter impacto nos seus objectivos. Segundo Tah e Carr (2001), esta prática será necessária ao longo de todas as etapas de um empreendimento, desde a avaliação inicial das opções estratégicas de uma empresa até aos processos de aquisição, fabricação, construção e comissionamento.

Segundo Karimiazari et al. (2011), a indústria da construção civil enfrenta diversas questões e incertezas inerentes, entre outras a flutuação da margem de lucro empresarial, as mudanças climáticas, a produtividade, a situação política, a inflação, os direitos contratuais e a concorrência por parte de outras empresas para a execução do mesmo empreendimento. Assim, tornou-se necessário para uma empresa de construção ser sensível em relação à prática da gestão de riscos de forma a evitar consequências negativas nas suas operações.

Esta dissertação destaca ainda uma das consequências negativas mais relevantes para um empreendimento, nomeadamente a relacionada com o risco financeiro. Segundo Lock (2007) “(...) *o dinheiro é o sangue dos empreendimentos (...) sem dinheiro para pagar os trabalhadores,*

fornecedores e subempreiteiros, todo o trabalho irá parar e até o mais promissor empreendimento falhará (...)”. A falta de fundos tem sido identificada como a causa mais comum para a falência de empresas do sector da construção civil, onde outrora empresas lucrativas e em crescimento, assim como aquelas em declínio, são levadas ao processo de falência (Kaka et al., 2008).

Tendo em conta as mudanças numa economia global e as novas oportunidades de negócio no sector da construção civil (Hastak e Shaked, 2000), os empreendimentos internacionais acarretam elevados níveis de risco e incerteza (Walewski et al., 2006). Nos riscos acrescidos destacam-se aqueles relacionados com o ambiente político, cultural, económico e operacional na localização do empreendimento (Walewski, 2005). A relevância destes riscos é de especial relevo no contexto português, dado a crescente internacionalização das empresas de Construção.

Perante os riscos financeiros decorrentes de empreendimentos internacionais, torna-se, assim, necessário, ter em conta informações relevantes tais como diagramas de fluxo de caixa e necessidades de capital para execução de um empreendimento (Tang e Leung, 2005). Uma previsão fiável de um fluxo de caixa que tenha em consideração os riscos inerentes de um empreendimento internacional, torna-se necessária, não só para identificar as possíveis consequências negativas nesse determinado empreendimento, mas também noutros empreendimentos em execução simultânea e na própria viabilidade da empresa.

1.2 OBJETIVOS E METODOLOGIA

A presente dissertação visa o desenvolvimento de uma metodologia de forma a lidar com a importância da alocação dos recursos financeiros, nomeadamente aquando da execução simultânea de empreendimentos, alinhada com o processo de gestão do risco definido pela ISO 31000:2009.

Pretende-se ainda exemplificar a aplicação da metodologia a um caso de estudo com o intuito analisar estocasticamente, com base no cronograma físico-financeiro de um empreendimento internacional, os desvios ocorridos em relação aos custos e prazos, face aos inicialmente estimados.

Com base no caso de estudo, a relação dos desvios com os riscos relevantes será analisada, nomeadamente os relacionados com a localização (em território estrangeiro ao da empresa de construção), factores financeiros e com as actividades relacionadas com a execução do empreendimento.

Face aos objectivos enunciados, adoptou-se uma metodologia mista para a elaboração da dissertação, envolvendo componentes conceptuais e de aplicação integrando as seguintes etapas:

- **Revisão do conhecimento sobre identificação e análise de riscos ocorridos no sector da construção, com enfoque em factores financeiros e em empreendimentos internacionais.** Pretende-se estabelecer a importância do processo de gestão do risco na industria de construção e analisar modelos e técnicas/ferramentas elaboradas para a apreciação do risco num empreendimento. Dentro desta etapa de revisão de conhecimentos, pretende-se compreender de um modo mais sistemático, a relação/relevância entre riscos, nos casos de empreendimentos internacionais, assim como, a importância do risco financeiro na industria da construção.

- **Estabelecimento da metodologia proposta.** Foi desenvolvida uma metodologia, considerando o enquadramento normativo da ISO 31000:2009, visando, no contexto de execução de um empreendimento, analisar estocasticamente riscos relevantes, tanto aqueles relacionados com a execução do empreendimento internacional como os de carácter macroeconómico, e, conseqüentemente, analisar o impacto dos mesmos no cronograma físico-financeiro do empreendimento. Através da metodologia proposta, esta permite, com base no método de simulação Monte Carlo e na interpretação dos riscos identificados e as suas conseqüências, com um determinado grau de confiança perante riscos expectáveis e/ou relevantes, a identificação de desvios e a ocorrência de falta de recursos financeiros aquando da execução de empreendimentos.

- **Recolha de dados, de um empreendimento internacional, para aplicação prática da metodologia proposta.** Foi inventariado, com base num caso de estudo, o contexto externo (tipo de obra, a sua localização, dono de obra e tipo de contracto) e o contexto interno (forma de entrada no mercado, identificação dos activos da empresa envolvidos, cronograma físico-financeiro previsto) de um empreendimento internacional. Destaca-se a descrição gráfica dos dados, planeados e orçamentados, do balanço da caixa de fluxo e da calendarização da execução do empreendimento.

- **Identificação dos riscos relevantes para a execução do empreendimento, para a aplicação prática da metodologia proposta.** Foi identificado, com base na opinião de peritos, os riscos inerentes à execução da obra. Foi, igualmente, identificado e recolhido dados sobre os factores financeiros relevantes no país em análise, nomeadamente taxa de inflação, taxa de câmbio e taxa de juro.

- **Análise dos riscos relevantes para a execução do empreendimento, para a aplicação prática da metodologia proposta.** Foi analisado, com base na opinião de peritos, a quantificação do impacto dos riscos mais relevantes, inerentes à execução da obra, em termos de custos e de tempo, assim como a sua possibilidade de ocorrência. Foi, igualmente, analisado estatisticamente, com base em dados documentais, os riscos relacionados com factores financeiros, durante a execução do empreendimento. Através do método de simulação de Monte Carlo, procedeu-se à combinação da análise dos riscos, descritos anteriormente, e reportou-se os resultados e conclusões obtidas.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Para além deste primeiro capítulo de introdução ao tema da dissertação, definindo o enquadramento da mesma, os principais objectivos e a metodologia utilizada na sua realização, o documento encontra-se dividido em mais quatro capítulos.

O segundo capítulo apresenta a contextualização sobre a temática do risco no sector da construção com o enfoque nos riscos relacionados com factores financeiros e com empreendimentos internacionais. Assim inicialmente são apresentadas algumas considerações gerais sobre a temática do risco e, posteriormente, retratados modelos, processos e ferramentas existentes de análise e

identificação do risco no sector da construção civil. Posteriormente aprofunda-se a temática dos riscos financeiros e dos riscos em empreendimentos internacionais no sector da construção civil, com a recolha dos modelos/processos/ferramentas de identificação e análise de risco mais relevantes.

Explana-se no terceiro Capítulo, o âmbito da metodologia proposta quanto aos processos de gestão do risco utilizados para a análise do risco financeiro sobre o cronograma físico-financeiro de empreendimentos internacionais. A metodologia foi desenvolvida na óptica do empreiteiro.

No quarto Capítulo apresenta-se o caso de estudo, no qual são retratadas as suas principais características, destacando-se os dados relacionados com o cronograma físico-financeiro do empreendimento. Posteriormente, com base na opinião de peritos, identificam-se os principais riscos relacionados com a execução da obra e quantifica-se o impacto destes no fluxo de caixa e na calendarização do empreendimento. Em seguida, analisam-se os factores financeiros relevantes para o empreendimento e efectua-se a análise estatística para a previsão dos riscos no desempenho financeiro do empreendimento.

O quinto, e último capítulo, reflecte as conclusões decorrentes do trabalho desenvolvido e tecem-se considerações relativamente a possíveis desenvolvimentos futuros. Este último ponto apresenta propostas de trabalhos a efectuar de forma a aperfeiçoar o conhecimento tanto sobre as áreas de destaque nesta dissertação como sobre a temática da gestão do risco no sector da construção.

2 ESTADO DA ARTE

“Organizações de todos os tamanhos e tipos enfrentam factores internos, externos e influências que tornam incerto quando e se vão ou não estas empresas alcançar os seus objectivos. O efeito que esta incerteza tem sobre os objectivos da organização chama-se Risco”

- NP ISO 31000 : 2009 -

2.1 ASPECTOS GERAIS

O sector da construção civil apresenta características singulares comparativamente com as restantes indústrias, desde logo pela unicidade de cada empreendimento. Apesar de poderem apresentarem características semelhantes, como o mesmo tipo de obra ou materiais utilizados, cada empreendimento apresenta desafios diferentes. Nestes desafios podemos incluir os eventos indesejados que diferem não só na probabilidade de ocorrência, mas também nos impactos que têm no empreendimento. Tendo em atenção ao volume significativo do fluxo financeiro num empreendimento, torna-se necessário identificar, analisar e tratar os riscos que possam ter consequências negativas nos objectivos da organização responsável pela execução do empreendimento. Dentro deste contexto, surge a necessidade de implementar a gestão do risco nomeadamente através do processo de gestão de risco, que deve acompanhar o desenvolvimento do empreendimento. Este processo envolve, sistematicamente, a identificação, análise e avaliação dos riscos relevantes para a execução do empreendimento, através de técnicas qualitativas e/ou quantitativas, de forma a desenvolver mecanismos de resposta e mitigação por parte da organização, com o intuito de diminuir os seus impactos negativos ou potenciar os positivos.

Com a elaboração de empreendimentos internacionais, surgem outros factores de riscos a ter em conta relacionados, entre outros, com o país anfitrião, onde se realiza o empreendimento. A relevância destes riscos é de especial relevo no contexto português, dado a crescente internacionalização das empresas de Construção. Tendo em consideração uma conjuntura económica nacional desfavorável, aliada a um desinvestimento de obras públicas (Matos, 2013), assiste-se a uma procura por oportunidades de negócio em mercados internacionais, especialmente em países emergentes onde um forte crescimento económico é aliado a grandes investimentos em infraestruturas e no mercado imobiliário. As vantagens do aumento de oportunidades de negócio, maiores margens de lucro e contextos de pouca concorrência (Baganha et al., 2002) contrastam com os desafios e riscos que advêm da elaboração de empreendimentos internacionais.

A apreciação dos riscos envolvidos torna-se, assim, fundamental para as empresas de construção evitarem consequências negativas, face aos objectivos propostos pelas mesmas organizações (Sousa, 2012). Nos seguintes subcapítulos apresentam-se, resumidamente, os conceitos relacionados com o risco e incerteza, um enquadramento normativo da gestão do risco e modelos de processos de gestão de risco no sector da Construção Civil. Destaca-se ainda os aspectos

diferenciadores em relação aos riscos financeiros e os relacionados com empreendimentos internacionais, e, respectivamente, técnicas/ferramentas para a sua apreciação.

2.1.1 Enquadramento Normativo

A definição de risco patente na norma ISO 31000:2009 reflecte as consequências da incerteza relacionada com a compreensão e/ou frequência de uma ocorrência nos objectivos estabelecidos por uma organização. Assim, torna-se necessário distinguir incerteza de risco. Morgan e Henrion (1990) adiantam que “(...) *não há risco se não houve incerteza, porém poderá haver incerteza sem haver risco (...)*”. A incerteza consiste, assim, no grau de imprevisibilidade e/ou impacto de um acontecimento, e o risco a quantificação dessa mesma incerteza. Sousa (2012) ressalva, no entanto, que para certos autores o risco é uma forma de lidar com a incerteza. Este desfasamento conceptual poderá ser justificado no desenvolvimento da área de análise de risco: enquanto para as ciências puras o risco tende a ser interpretado como um valor numérico em função da probabilidade de ocorrência e das consequências, nas ciências sociais a perspectiva centra-se na compreensão da percepção do risco (Sousa, 2012). Ressalva-se ainda que, as consequências de um determinado risco poderão ter resultados positivos, negativos e/ou neutros para os objectivos de uma organização. A norma ISO 31000:2009 aponta para que a percepção do risco pode variar devido a diferenças nos valores, necessidades, pressupostos, conceitos e preocupações das partes interessadas. Tal facto reflecte uma análise qualitativa do risco, a qual advém de características subjectivas. Segundo Aven e Renn (2010), a percepção do risco apresenta dois aspectos relevantes: importância/relevância percebida para o risco e a aceitabilidade/tolerância ao risco. Tal facto é evidenciado na intolerância individual de riscos com menor probabilidade de ocorrência do que outros, onde a magnitude de uma possível consequência é mais relevante (como exemplo a fobia do uso de meio de transporte aéreo comparativamente com o uso do automóvel). Segundo Rosa (1998), “(...) *permanece um trabalho considerável para entender as percepções e respostas humanas para os riscos identificados (...) esta necessidade reforça a importância continuada de definir o campo do risco como uma actividade inerentemente interdisciplinar (...)*”.

A norma ISO 31000:2009, aborda ainda o conceito da atitude face ao risco, o qual consiste na “(...) *abordagem da organização para apreciar e, segundo o caso, perseguir, reter, aceitar ou rejeitar o risco (...)*” (IPQ, 2013). Sousa (2012), destaca dois aspectos intrínsecos, relevantes, neste conceito: A consciência e a postura face ao risco. O primeiro discorre sobre a forma como a organização aprecia a existência de risco, reflectindo a qualidade e quantidade de informação que possui sobre o risco. O segundo aspecto aborda a decisão da parte da organização em relação à quantidade e tipo de risco que está disposta a perseguir ou a reter.

A atitude, percepção e tratamento do risco está presente na história da Humanidade desde que uma decisão é tomada face à incerteza e/ou risco, sendo esta baseada na experiência directa da parte interessada ou no conhecimento transmitido. Para Aven e Renn (2010) o conceito do risco surge desde que exista uma construção mental da dimensão da incerteza. No entanto, a gestão do risco formal é relativamente recente, desde a década de 90 do séc. XX. Destaca-se na literatura a norma Australiana e Neozelandesa AS/NZS 3931:1998, que estabeleceu orientações para a selecção e

implementação de técnicas de análise de risco, primeiramente para sistemas tecnológicos. Posteriormente a norma AS/NZS 4360:2004, veio a estabelecer de forma geral procedimentos para a concepção, implementação, manutenção e melhoramento dos processos de gestão de risco, o que serviu como estrutura para a norma internacional ISO 31000:2009.

A norma ISO 31000:2009 fornece, assim, direcções e orientações gerais sobre a estruturação e procedimentos relacionados com a gestão do risco de uma organização. Segundo esta norma, a estrutura da gestão do risco divide-se nos seguintes componentes: planeamento, implementação, monitorização/revisão e melhoria contínua. A implementação refere-se ao do processo de gestão do risco, o qual abrange a aplicação operacional da gestão do risco, “(...) *transpondo os ensejos da Administração para as várias operações e empreendimentos desenvolvidos pela organização (...)*” (Sousa, 2012). A norma, anteriormente referida, define as actividades nucleares dentro dos processos de gestão do risco (Figura 2.1): Estabelecimento do Contexto, Apreciação do risco, Tratamento do Risco, Comunicação e consulta e Monitorização e revisão.

Ressalva-se, ainda, o âmbito descrito por esta norma internacional, a qual refere que não se destina a promover a uniformidade da gestão de risco nas organizações, mas sim, uma abordagem comum de apoio às normas relativas a riscos e/ou sectores específicos, tendo em conta “(...) *as diversas necessidades de uma organização específica, dos seus objectivos, contexto, estrutura, operações, processos, funções, projectos, produtos, serviços, activos e práticas específicas utilizadas (...)*” (IPQ, 2013).

2.2 PROCESSO DE GESTÃO DO RISCO

Segundo a norma ISO 31000:2009, ao longo do processo de gestão do risco deverá ser sistematicamente estabelecido o contexto (definir parâmetros internos e externos a ter em consideração quando se gere o risco, desde o nível da empresa, até às operações de cada etapa do empreendimento), elaborar a apreciação do risco (que envolve a identificação, análise e, posteriormente, avaliar a prioridade/relevância de actuação sobre os riscos, face aos critérios estabelecidos pela organização em causa) e, por fim, definir o seu tratamento.

Segundo a norma ISO 31000:2009, o **tratamento do risco**, segundo a norma ISO 31000:2009, envolve a selecção de uma ou mais opções para modificar os riscos e a respectiva implementação dos planos de tratamento do risco. Este procedimento pode ser dividido nas fases de **estratégia**, **opção** e **formalização** (Sousa, 2012). A **estratégia** permite identificar as preferências das partes interessadas, face a valores subjectivos, compreendendo a integração de aspectos no contexto do tratamento do risco, tais como requisitos legais, regulamentares, assim como a responsabilidade social e a protecção do ambiente. A **opção** reporta para a definição de medidas de tratamento e a avaliação da eficácia (face ao risco residual) e eficiência (nível de confiança) das mesmas, comparando os custos e esforços da implementação das medidas de tratamento com os benefícios resultantes. A **formalização** constitui o resultado do processo de gestão de risco, onde cristaliza a informação, relativa aos detalhes e especificações das medidas a adoptar, e as características do empreendimento, em relação ao risco em questão, tendo em vista a sua implementação.

No decorrer do processo de gestão do risco devem ser executadas, de forma contínua, as actividades de comunicação e consulta e monitorização e revisão.

A **monitorização e revisão** comporta o acompanhamento da implementação e o assegurar da adequabilidade dos planos de tratamento de risco, assim como das várias actividades do processo da gestão de risco. Esta actividade deve ser parte integrante e planeada do processo da gestão do risco e envolver uma verificação ou vigilância regular (IPQ, 2013). Segundo a norma ISO 31000:2009, deverá ser definido, a nível processual, a periodicidade da sua execução e definido os responsáveis pela mesma, de forma a obter informação adicional para a actividade de apreciação de risco, detectar as evoluções, alterações e novas ocorrências relacionados com os riscos e com o contexto interno e externo. Segundo Sousa (2012) a nível estrutural deverá ser definido a periodicidade da sua execução de forma avaliar os medidores de desempenho face às metas definidas, e rever a estrutura, a política e o planeamento da gestão do risco. A mesma norma define, ainda, que os resultados obtidos desta actividade devem ser registados e reportados externa e internamente à organização, conforme apropriado.

Segundo a norma ISO 31000:2009, a **comunicação e consulta** às partes interessadas, internas e externas, deve ocorrer, de forma contínua e iterativa, durante todas as actividades do processo de gestão do risco, de forma a considerar, identificar e registar as percepções do risco das partes interessadas. Esta actividade considera-se fulcral de forma a estabelecer o contexto de forma apropriada, a assegurar a adequabilidade da apreciação dos riscos a considerar, compreender os interesses das partes interessadas e a suportar a adesão e apoio aos planos de tratamento de risco. A norma, anteriormente referida, salienta ainda a importância desta actividade de forma a considerar, identificar e registar as percepções do risco das partes interessadas (que variam segundo as diferenças nos valores, necessidades, pressupostos, conceitos e preocupações) face ao processo de tomada de decisão. Sousa (2012) acrescenta ainda que a nível estrutural, esta actividade deve suportar e encorajar a responsabilidade e deveres na gestão do risco, além de ter em consideração a eventual sensibilidade da informação veiculada.

A **apreciação do risco**, e o seu processo global de identificação, análise e avaliação do risco, será foco mais detalhado nos próximos subcapítulos. A Figura 2.1, fornece uma representação esquemática das actividades integrantes do processo de gestão do risco, representado na norma ISO 31000:2009.

Ressalva-se que diversas metodologias têm sido propostas, fora do contexto normativo da 31000:2009, focadas para empreiteiros e subempreiteiros no âmbito da construção civil. Sousa (2012) aponta que os modelos propostos divergem nas actividades a serem consideradas no processo de gestão do risco: os mais simples são constituídos pelas actividades nucleares de apreciação e tratamento do risco, enquanto os mais complexos abordam um número de actividades superior ao estabelecido pela ISO 31000:2009 (apesar de que uma designação diferente não corresponde inteiramente a uma diferença significativa das actividades). Apesar das diferenças assinaláveis entre modelos, salienta-se a noção transversal de que deve haver uma relação simbiótica entre o modelo/estrutura de gestão do empreendimento/organização e a gestão de risco.

Destaca-se, de seguida, alguns modelos de cariz genérico e específicos para a indústria da construção civil.

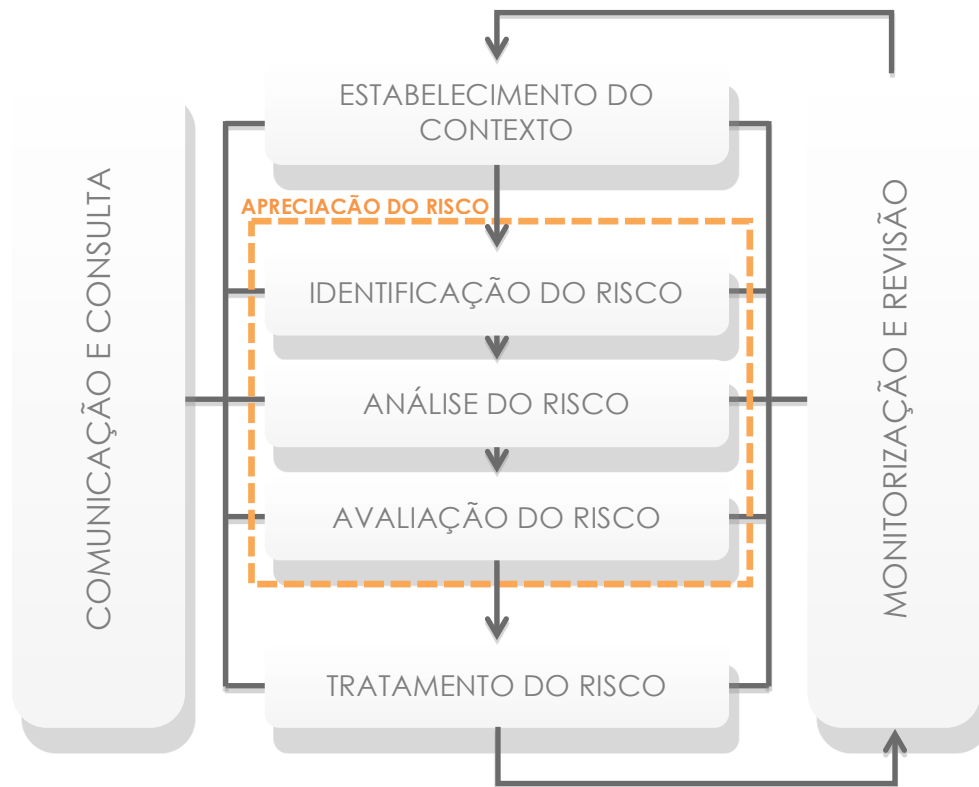


Figura 2.1 – Processo da gestão do risco (adaptado da ISO 31000:2009)

O **PMBok** (Project Management Institute, 2008) serve de referência de cariz normativo para a *American National Standards Institute* (ANSI) para a gestão de empreendimentos, onde a gestão do risco toma um papel de relevo. O modelo de gestão do risco assume seis actividades fundamentais: **Planeamento** da Gestão do Risco; **Identificação** do Risco; **Análise Qualitativa** do Risco; **Análise Quantitativa** do Risco; **Planeamento da Resposta** ao Risco; **Monitorização e Controlo** do Risco

O *Project Risk Analysis and Management (PRAM)* (Análise e Gestão do Risco em Projecto) (Simon et al., 1997), foi elaborado por uma equipa multidisciplinar, juntamente com a *Association for Project Management* de forma a poder ser aplicado a diversos sectores de actividade. O modelo compreende nove actividades: **Definição** do Empreendimento; Definição do **Âmbito** da Gestão do Risco; **Identificação**; **Estruturação**; **Responsabilização**; **Estimação**; **Avaliação**; **Planeamento**; **Administração**.

O *Shape, Harness And Manage Project Uncertainty (SHAMPU)* (Modelação, Controlo e Gestão de Incertezas em Projecto) (Chapman e Ward, 2003), foi desenvolvido por um dos autores do PRAM, o qual admite a contribuição essencial do anterior modelo no SHAMPU. Este modelo, comparativamente com o PRAM, atribui enfoque na eficiência do tratamento do risco e ênfase na incerteza como pensamento estrutural (elaboração de um quadro de seis questões sobre os parâmetros do projecto, de forma a identificar a origem da incerteza). O modelo assenta em nove componentes: **Definição** do Empreendimento; **Âmbito**; **Identificação**; **Estruturação**; **Responsabilização**; **Estimação**; **Avaliação**; **Planeamento**; **Administração**

O *Enterprise Risk Management (ERM)* (Gestão de Risco Empresarial) (COSO, 2004), desenvolve-se sobre uma matriz tridimensional: os objectivos da empresa (divididos em estratégicos, operacionais, conformidade legal e comunicação), a abrangência da aplicação da ERM na organização (subsidiárias, unidades de negocio, divisões internas e níveis de entidade) e a própria metodologia. Esta última, compreende oito componentes, que reflectem os valores e filosofia da empresa face à aceitação do risco: **Ambiente Interno; Objectivos Fixados; Identificação de Eventos; Avaliação de Riscos; Resposta ao Risco; Actividades de Controlo; Informação e Comunicação; Monitorização.**

O *Control of Risk (CIRIA SP125)* (Controlo do Risco) (Godfrey, 1996), foi elaborado após um relatório governamental do Reino Unido de 1994, apontar para a hipótese de poupanças significativas nos custos no sector da construção, através, entre outros, da gestão de riscos. O modelo apresentado desenvolve-se em volta de um registo de riscos que envolve a identificação e estimação dos impactos, acções de mitigação, custos de mitigação e riscos residuais e secundários. **Identificação de Objectivos; Identificação de Perigos e Riscos; Registro de Riscos; Identificação dos Donos do Risco; Selecção de Acções de Mitigação e de Implementação; Monitorização e Aperfeiçoamento.**

O *Risk Analysis and Management for Projects (RAMP)* (Análise e Gestão do Risco para Projectos) (ICE, 1998), foi desenvolvido pelo *Institution of Civil Engineers* do Reino Unido de forma a ser aplicado no sector da construção civil, baseado no PRAM. Destaca-se a diferença para o PRAM e PMBoK com uma visão estratégica sobre os empreendimentos com enfoque sobre os aspectos financeiros. Enquanto à sua estrutura, o modelo compreende as seguintes actividades: **Iniciação do Processo**, o qual inclui a organização, definição e estabelecimento de estratégias e da base de partida; **Revisão do Risco**, que compreende a identificação, análise, resposta aos riscos, assim como a estimação de riscos residuais, planos de resposta futuros e a comunicação à organização; **Gestão do Risco**, que inclui a implementação das estratégias e dos planos e o controlo do risco; **Apreciação**, envolvendo a eficiência das medidas adoptadas e o processo de revisão dos processos. O *Construction Risk Management System (CRMS)* (Sistema de Gestão do Risco na Construção) (Al-Bahar e Crandall, 1990), destaca-se como um dos primeiros desenvolvidos para o sector da construção. Destaca-se a utilização da técnica de simulação de Monte Carlo de forma a analisar e avaliar os riscos. O modelo consiste em quatro fases essenciais: **Identificação; Análise e Avaliação; Resposta; Administração**

O *Project Uncertainty Management (PUMA)* (Gestão da Incerteza em Empreendimentos) (del Caño e de la Cruz, 2002), é hierarquicamente estruturado, flexível e dedicado ao sector da construção civil. Destaca-se tanto pela tentativa de aproximação das várias abordagens de modelos anteriores e por ser baseado na opinião e experiencia de peritos no sector da construção com experiência doméstica e internacional. O processo genérico assume quatro fases: **Iniciação; Equilíbrio; Manutenção; Aprendizagem**

A Figura 2.2 compara os diferentes modelos e compatibiliza as várias actividades de cada um.

ERM PMBOK PRAM/SHAMPU ISO 31000:2009 RAMP PUMA CRMS SP 125

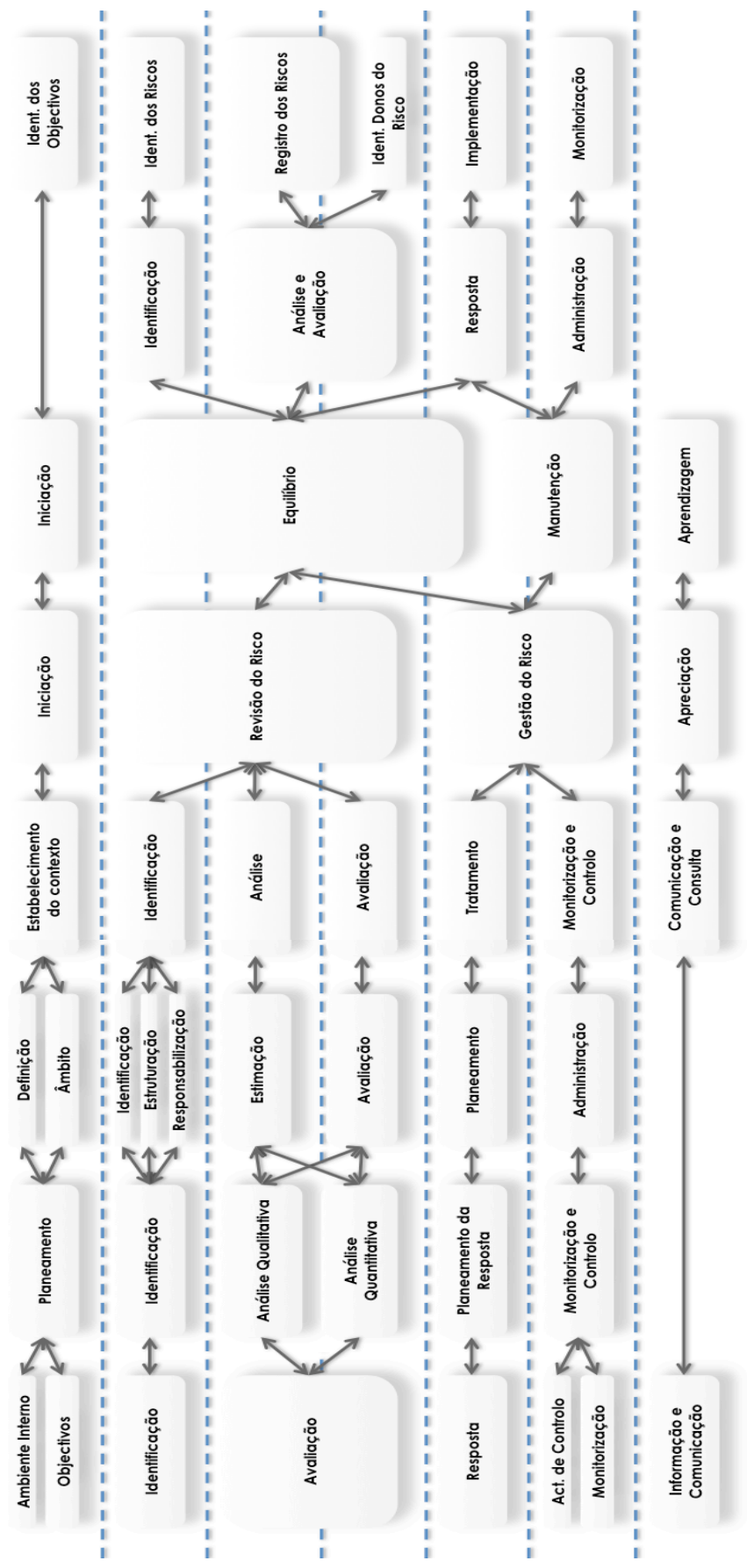


Figura 2.2 – Comparação entre actividades dos diferentes modelos abordados e o ISO 31000:2009

Denota-se a semelhança entre actividades nos diferentes modelos, como por exemplo a actividade da ISO 31000:2009 de *Estabelecimento do Contexto*, a qual é composta por outras actividades como a *Identificação dos objectivos da organização* (SP125 e ERM) ou *Âmbito e Definição dos dados relativos ao empreendimento* (PRAM e SHAMPU). As actividades de *Identificação, Análise e Avaliação do Risco* são por vezes sintetizadas em *Revisão do Risco* (RAMP), *Equilíbrio* (PUMA) ou *Registo do Risco* (SP125). De notar que a iteração das actividades de *Monitorização e Comunicação* com as restantes nem sempre é clara ou obrigatória nos modelos apresentados, onde normalmente são estabelecidos evoluções lineares entre as fases.

2.2.1 Estabelecimento do Contexto

Segundo Sousa (2012), esta actividade opera como a base das actividades do processo de gestão do risco, visto que a mesma condiciona o tipo, a natureza, a quantidade e a qualidade dos resultados, face às pretensões e objectivos estabelecidos. O autor supramencionado refere que esta actividade poderá ser dividida nas fases de **enquadramento e formulação**.

Quanto ao **enquadramento**, este visa identificar “(...) *parâmetros externos e internos que condicionam a prossecução dos objectivos e, conseqüentemente, têm de ser considerados no processo de gestão do risco* (...)” (Sousa, 2012). O enquadramento do contexto externo, tem como o objectivo de retratar o meio onde se insere a organização, caracterizar as forças existentes com influência nos objectivos da organização e os elementos interessados no sucesso destes últimos. Em relação ao enquadramento do contexto interno, este caracteriza o ambiente da organização, tendo em conta a sua estrutura, modelos adoptados e as valências existentes na organização que possam ser úteis para o processo de gestão do risco (Sousa, 2012).

A **formulação** trata do estabelecimento de regras sobre procedimentos e valores, providenciando uma estrutura formal, de forma a constituir um sistema de apoio à tomada de decisões. Esta fase comporta a definição do contexto operacional e dos critérios do risco. O primeiro decorre do estabelecimento de “(...) *objectivos, estratégias, domínio e parâmetros das actividades da organização, ou das partes da organização onde o processo de gestão do risco vai ser aplicado* (...)” (IPQ, 2013). A norma ISO 31000:2009 define que para a avaliação da significância do risco deve ser definido critérios de risco, envolvendo a escolha de indicadores, parâmetros e, caso necessário, atribuir ponderações. Nos factores a considerar, pela norma, nos critérios destaca-se: i) a natureza e tipos de causas e conseqüências que podem ocorrer e como são medidas; ii) o modo como será definida a verosimilhança; iii) o intervalo de tempo associado à verosimilhança e/ou à(s) conseqüência(s); iv) o modo como é determinado o nível do risco; v) os pontos de vista das partes interessadas; vi) o nível a partir do qual o risco se torna aceitável ou tolerável; vii) a consideração ou não de combinações de múltiplos riscos e, em caso afirmativo, como e quais as combinações que deverão ser consideradas.

2.2.2 Apreciação do Risco

A apreciação do risco, segundo a norma ISO 31000:2009, compreende a **identificação, análise e avaliação** do risco, providenciando às partes interessadas e responsáveis pela tomada de decisões,

uma melhor compreensão do impacto dos riscos, nos objectivos definidos, e uma base informada para a escolha de medidas e controlos mais apropriados para lidar com cada risco (IEC/ISO, 2009). Durante a apreciação do risco pode ser utilizado uma ou mais técnicas/ferramentas, tendo em conta os critérios de risco anteriormente desenvolvidos na actividade de estabelecimento de contexto (IEC/ISO, 2009). As ferramentas/técnicas de apreciação do risco, no sector da construção civil, são objecto de complexa investigação na literatura, tema que será foco dos próximos capítulos. Seguidamente apresenta-se as etapas que integram a apreciação do risco.

Identificação do Risco

Em relação à identificação do risco, a ISO 31000:2009, define-a como o processo de encontrar, reconhecer e registar os riscos, com o objectivo de elaborar uma lista baseada nos eventos que possam criar, melhorar, prevenir, degradar, acelerar ou retardar a consecução dos objectivos propostos (IPQ, 2013). A identificação de um risco compreende, assim, a detecção da sua origem ou causa, áreas de impacto, potenciais consequências e possíveis alterações das circunstâncias. Realça-se ainda a importância desta actividade, visto que, a não identificação de um risco significa a sua não inclusão numa análise posterior. Sousa (2012) reforça que este processo, de identificação, abrange as tarefas de **pesquisar**, **estruturar** e **atribuir** os riscos.

A tarefa de **pesquisar**, concentra os riscos “(...) *cuja fonte esteja ou não sob controlo da organização, ainda que a fonte ou causa do risco poderão não ser evidentes (...)*” (IPQ, 2013). Segundo Sousa (2012), a fonte dessas informações poderão ser, em relação à organização, **interna** (organização ou empreendimento) ou **externa**, e do tipo **formal** ou **pericial**. Poderá ser necessário, durante a etapa de pesquisa, a utilização, de acordo com a ISO 31010:2009, de métodos baseados na evidência (como listas de verificação e revisões de dados históricos), abordagens sistemáticas por parte de equipas especializadas (processo contínuo estruturado, diagramas de causa efeito ou análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças) e técnicas de raciocínio indutivo (baseados na análise de cenários ou de relações funcionais). Sousa (2012) realça que em riscos difíceis de identificar, por nunca terem ocorrido ou dependerem fortemente das especificidades do projecto, podem ser aplicadas técnicas, tais como: entrevistas, *brainstorming* ou metodologia Delphi.

A tarefa de **estruturar** visa reunir, analisar e organizar a informação recolhida sobre os riscos, de forma a criar uma base para as etapas posteriores do processo de gestão de risco e eliminar a redundância de riscos sob designações ou perspectivas distintas (Sousa, 2012). Project Management Institute (2008) aponta que a elaboração de uma estrutura de categorização de risco deve contribuir para a eficiência e qualidade na actividade de identificação de risco, providenciando um nível de detalhe consistente e um modelo flexível e adaptável aos riscos presentes (e possíveis de surgir) na organização e/ou empreendimento.

Em relação à tarefa de **atribuição**, anteriormente mencionada, esta envolve a adjudicação da responsabilidade, do controlo e de alerta para os riscos identificados.

Análise do Risco

Após a identificação do risco, a sua análise é crucial para o desenvolvimento das decisões estratégicas sobre os métodos mais apropriados para o tratamento do risco. Segundo a norma ISO 31000:2009, a análise do risco implica considerar as causas e fontes do risco, as consequências desejáveis e indesejáveis e a probabilidade da ocorrência dos riscos. A mesma norma ressalva, ainda, que a análise terá de reflectir o tipo de risco, a informação disponível, interdependência entre riscos, as possíveis consequências em múltiplos objectivos e o grau de confiança e o propósito desejado na actividade da apreciação do risco.

Esta actividade pode ser dividida nas tarefas de **estudo** e de **combinação** (Sousa, 2012).

Quanto à tarefa de **estudo**, esta decorre sobre a selecção dos riscos a analisar e a estimativa da verosimilhança e consequência dos mesmos. O PMBoK (Project Management Institute, 2008), recomenda uma análise qualitativa preliminar como base de selecção dos riscos que serão submetidos posteriormente para uma análise quantitativa. No entanto, Sousa (2012) adianta que essa análise poderá ser opcional, conforme o limite de número de riscos estudados, o qual depende dos recursos disponíveis e da a posição das partes interessadas no que concerne à gestão dos riscos.

Após definida a estimativa da distribuição da verosimilhança e consequência e eventuais coeficientes de correlação entre os riscos analisados, é efectuada a tarefa de **combinação** do nível de risco, em termos da combinação das consequências e das suas verosimilhanças (ISO 73, 2009). De forma a auxiliar a tarefa de combinação, poderá ser utilizado métodos numéricos para obter a distribuição resultante da combinação das distribuições da verosimilhança e das consequências, como o método de Monte Carlo, implicando algoritmos de amostragem aleatória e/ou geradores de números aleatórios.

A análise pode ser, então, caracterizada consoante a informação e recursos disponíveis e a sua própria finalidade, pelos seus aspectos **qualitativos**, **semi-quantitativos** e **quantitativos**, ou uma combinação destes (IPQ, 2013; IEC/ISO, 2009).

A análise **quantitativa** visa atribuir valores numéricos às consequências, tipicamente na forma de custo ou de tempo, e à verosimilhança, traduzida como probabilidade ou frequência (Sousa, 2012). Destacam-se algumas ferramentas/técnicas quantitativas: Análises de Árvores de Eventos (ETA), as Análises de Árvores de Falhas (FTA), as Análises do Modo e Efeitos de Falhas (FMEA), as Análises do Modo, Efeitos e Criticidade de Falha (FMECA) e métodos estatísticos (como a simulação de Monte Carlo).

A análise **qualitativa** reflecte uma ponderação perante recolha de dados subjectivos (normalmente retirados de entrevistas, questionários ou brainstorming), onde é estabelecido uma escala verbal relativa da magnitude das possíveis consequências e da frequência dos riscos, adaptável às circunstâncias. Considera-se alguns dos exemplos destas ferramentas: Diagrama de Causa e Efeito, Árvore de Eventos, Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP) e Matriz de Risco (apesar de poder ser utilizado como quantitativo).

Sousa (2012) considera como **semi-quantitativas**, as análises que façam a correspondência entre escalas qualitativas e valores numéricos. Assim, de forma adimensional, uma análise semi-quantitativa auxilia a comparação entre os riscos identificados. Destaca-se a ferramenta de Matriz de

Risco, a qual é bastante utilizada na indústria da Construção (Sousa, 2012), visto permitir relacionar dados qualitativos e quantitativos.

Avaliação do Risco

Tendo por base os resultados retirados dos procedimentos anteriores, a avaliação do risco apoia a tomada de decisões sobre quais os riscos que necessitam de tratamento e a prioridade na implementação do tratamento (IPQ, 2013). A norma ISO 31000:2009 reporta que a avaliação do risco envolve a comparação do nível do risco identificado no decorrer do processo de análise com os critérios do risco, aquando da consideração do contexto, e assim, com base nesta comparação, é considerado a necessidade de tratamento. Ressalva-se que, com o decorrer da actividade da avaliação pode surgir a necessidade de efectuar análises adicionais ou a decisão de não efectuar tratamento do risco, consoante a atitude da organização face ao risco e pelos critérios do risco que foram estabelecidos. Segundo Sousa (2012) a avaliação pode ser dividida em: **validação**, **comparação** e **ajustamento**.

A **validação** reflecte a sensibilidade da equipa de gestão do risco face aos resultantes obtidos na análise, com base em informações de casos anteriores com características semelhantes. Consoante a validação da parte da equipa, existe a possibilidade de uma revisão parcial ou total da actividade de análise do risco.

Posteriormente à validação, segue a **comparação** entre níveis de risco, com base nos critérios estabelecidos, de forma a determinar e, se for o caso, priorizar o tratamento dos mesmos.

Tendo em vista a evolução do empreendimento e os objectivos das partes interessadas, pode ser necessário proceder ao **ajustamento** das prioridades, anteriormente estabelecidas. A consideração do risco potencial, correspondendo ao nível de risco caso os controlos existentes apresentassem falhas, pode ser um aspecto relevante no ajustamento.

2.3 RISCO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Flanagan e Norman (1993) e Radujkovic (1996) destacam a elevada exposição na Construção Civil ao risco, em comparação com as restantes indústrias, derivado da complexa combinação de factores que originam riscos em empreendimentos internacionais e nacionais. Denota-se, entre outras características, o elevado numero de entidades envolvidas, os longos períodos de produção e a interacção simbiótica entre ambientes interior e exterior à empresa, que originam uma complexidade organizacional e tecnológica que gera enormes riscos (Zou et al., 2007). Mustafa e Al-Bahar (1991) aponta que a maior parte das organizações do sector da construção desenvolveram, ao longo do tempo, uma série de regras empíricas de forma a lidar com as variáveis de risco num empreendimento (como exemplo condições meteorológicas ou falência de partes envolvidas). No entanto, estas regras baseadas na experiência acumulada e intuição, com o aumento da complexidade dos empreendimentos, correntemente falhavam na antecipação e resposta face ao risco nos empreendimentos de construção (Mustafa e Al-Bahar, 1991).

Sousa (2012) distingue três momentos principais no ciclo de vida de um empreendimento e três áreas principais onde incide a gestão do risco. A nível temporal, um empreendimento de construção pode ser dividido nas fases de concepção, realização e utilização. Sousa (2012) ressalva que os limites entre os três momentos considerados não são estanques e descontínuos, variando consoante o tipo de empreendimento e as suas características contractuais de execução. As principais áreas envolvidas num empreendimento de construção desenvolvem-se em torno da **segurança e saúde, ambiente e actividade**. No entanto Sousa (2012) reporta que esta organização por áreas pode ser mais discutível e os seus limites menos evidentes, apontando como exemplo a exclusão da responsabilidade social tendo em vista o seu paralelismo com a sustentabilidade.

Os aspectos relacionados com a materialização física do empreendimento, em especial com as questões técnicas relacionadas com a elaboração do planeamento, a produção e a gestão da obra e a sua manutenção, exploração e reabilitação, como sendo a **actividade**. Sousa (2012) aponta que esta área está associada aos custos, prazos e conformidade dos empreendimentos, podendo ser associada, em certa medida, à gestão da qualidade.

A **segurança e saúde** e o **ambiente**, apesar de permitirem abordagens de gestão do risco semelhantes e apresentarem diversos aspectos comuns, a primeira centra-se mais no ambiente interno do empreendimento e a segunda no ambiente externo (Sousa, 2012).

Apesar de haver esta separação em áreas onde incide a gestão do risco, estes encontram-se inter-relacionados (como por exemplo os riscos para o ambiente podem constituir riscos para a segurança e saúde e ambos são, cada vez mais, riscos para a actividade). Sousa (2012) ressalva que esta segmentação é justificada visto que os riscos para a actividade poderem ser quantificados objectivamente e em termos absolutos, fundamentalmente com base em indicadores económicos, enquanto que uma abordagem idêntica relativamente aos riscos para a segurança e saúde ou para o ambiente levanta questões políticas, sociais e culturais complexas.

Denota-se, no entanto, que as áreas de segurança e saúde e ambiente encontram-se fora do âmbito do desenvolvimento da presente dissertação, focando-se esta sobre a área da actividade. Os seguintes subcapítulos focam sobre alguns riscos específicos, sobre a área supramencionada, nomeadamente incidindo sobre os financeiros e em empreendimentos internacionais, no sector da construção civil.

2.3.1 Risco Financeiro na Construção Civil

A gestão financeira é crucial na gestão de uma empresa de construção, a qual permite otimizar a alocação dos recursos, planear necessidades de financiamento e prever lucros. Segundo Kaka et al. (2008), a escassez de fundos é a maior causa de falências no sector da construção, o que leva ao insucesso, empresas e empreendimentos outrora lucráveis e em crescimento. Acrescenta ainda que o sector da construção apresenta, geralmente, maiores índices de insolvência quando comparados com outros sectores, apesar de ser reconhecida a importância de uma gestão financeira eficiente dentro das mesmas organizações.

O risco financeiro, segundo Horcher (2005) e Bartram et al. (2013), pode ser descrito como um termo genérico do conjunto de riscos associados ao financiamento das operações de uma organização e à

possibilidade de perda de capital, através de acções de (e transacções com) outras organizações, da exposição a flutuações dos preços de mercado (como taxa de juro, câmbio e preços de bens) e de acções internas à organização (mão-de-obra, processos e sistemas). Segundo os mesmos autores, o risco financeiro pode ser dividido, entre outros, em risco de **mercado**, **crédito**, **operacional**, **liquidez** e **sistémico**.

O risco de **crédito** abrange todos os riscos associados ao incumprimento ou à falha no cumprimento das obrigações, sob termos acordados, por parte de uma organização (B.I.S., 2000). Acrescenta-se ainda, que este tipo de risco pode estar associado à volatilidade dos custos de financiamento de uma organização (Simkovic, 2016).

O risco de **liquidez**, segundo Hope (2002) pode ser dividido em risco de financiamento de liquidez e em risco de liquidez relacionado às negociações. O primeiro relaciona-se com a capacidade de uma organização de satisfazer as exigências de capital relacionadas, entre outras, com a sua dívida, movimentações de caixa e garantias de contrapartes (Hope, 2002). O risco de liquidez relacionado com negociações, é compreendido durante um determinado período de tempo, e traduz o impacto no preço de mercado devido à dificuldade de comercializar um dado activo financeiro (como exemplo incumprimento de obrigações) (Amihud et al., 2013; Nikolaou, 2009).

O risco **sistémico** traduz o risco de colapso de um sistema financeiro e/ou de mercado, como um todo, o qual combina interligações e interdependências dentro dos sistemas de mercado/financeiro, onde uma entidade singular ou conjunto de entidades possam despoletar uma reacção em cadeia (Schwarcz, 2008; Kaufman, 2000).

O risco **operacional** pode ser traduzido, segundo C.E.A. e Groupe Consultatif (2007) e Banco de Portugal (2014b), no risco de mudança de valor no negócio e/ou na imagem/reputação da organização, incorridas em processos internos, de negócio, nas pessoas, nos sistemas ou resultantes de eventos externos, que poderão ser despoletados por uma multiplicidade de eventos. Dentro do âmbito deste risco podem ser incluídos outras classes de risco como física (como a desactivação das instalações de uma organização), legal, fraude, segurança, privacidade ou ambiental.

O risco de **mercado**, segundo Horcher (2005), está associado à perda de capital devido às oscilações dos preços dos mercados financeiros, e pode ser categorizado em alguns dos seguintes riscos:

Risco de Taxa de Juro - Reflecte o nível de exposição, por parte de uma organização, do custo do financiamento às variações das taxas de juro. O autor supramencionado aponta que os factores que influenciam este tipo de risco são compostos, entre outros, pelas directivas dos bancos centrais de cada país ou zonas económicas, a moeda utilizada, o montante e o termo de maturidade do capital emprestado e taxa de inflação Horcher (2005).

Risco Cambial - Traduz a variação do valor de um empreendimento devido a alterações no mercado cambial. Este tipo de risco está associado sempre quando é implícito a utilização de, pelo menos, uma moeda diferente da que a moeda base utilizada por uma organização Horcher (2005).

Risco do Preço de Comódites - Compreende o impacto da flutuação do preço de mercado de comódites no valor de um empreendimento. As comódites podem ser descritas como produtos não

diferenciados por quem produz, constituídos geralmente por matérias-primas Horcher (2005), onde, no caso do sector da construção, pode ser nomeado como comódites o cimento ou o aço.

Apesar de ser identificada a necessidade da apreciação dos riscos financeiros em empreendimentos na construção civil, por vários autores (Chapman, 2001; Edwards e Bowen, 1998; Hastak e Shaked, 2000; Tang e Leung, 2005; Mustafa e Al-Bahar, 1991; Tah e Carr, 2001c; Walewski e Gibson, 2003; Xenidis e Angelides, 2005; Zhi, 1995), esta temática é ainda bastante inexplorada por parte da comunidade académica (Wong e Ng, 2010). Ling e Hoi (2006) e Mohamed et al. (2013) apontam o impacto dos riscos financeiros, do ponto de vista de uma empresa de construção, como uma das causas mais predominantes em atrasos e na derrapagem de custos de um empreendimento. Os autores supramencionados indicam, ainda, que os riscos financeiros podem ter impacto indirecto em disputas, litígios, e abandono por parte das entidades envolvidas na execução de um empreendimento.

No caso português, o impacto do risco financeiro no sector da construção civil toma uma relevância notável, como é observável no ultimo relatório do Banco de Portugal (2014a) sobre o sector da construção civil. Segundo este relatório, as empresas com crédito vencido¹ no sector da construção, no final do terceiro trimestre de 2013, ascendiam a 43,8% do total das mesmas, e a pressão financeira medida em termos do peso dos juros suportados no *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization* (EBITDA) era cerca de 133%. Estes valores anteriores tomam expressão comparativamente com as restantes Sociedades Não Financeiras (SNF) onde, no mesmo período mencionado, 30,5% encontravam-se em incumprimento (crédito vencido) e a pressão financeira situava-se em 37%. O mesmo relatório aponta que embora “(...) *em termos globais, as grandes empresas portuguesas da Construção compararam favoravelmente com as suas congéneres europeias, no que respeita à margem decorrente da sua actividade operacional, (...) a rentabilidade dos capitais próprios foi menor do que a observada na maioria dos restantes países, situação que se deve, em larga medida, à estrutura de financiamento, caracterizada pela elevada dependência de capitais alheios, particularmente de empréstimos junto de instituições de crédito (...)*” (Banco de Portugal, 2014a).

Segundo Tang (2005) é crucial, para uma empresa no sector da construção, estabelecer processos de gestão de risco, que tenham em conta os riscos financeiros, de forma a otimizar a locação de recursos e prever os fluxos de caixa a nível cooperativo e do empreendimento. A temática do risco financeiro torna-se especialmente relevante aquando se trate de empreendimentos internacionais na construção civil, tendo em vista a vulnerabilidade deste último a diversos e interdependentes factores. Este facto foi observado por diversos autores (Walewski e Gibson, 2003; Hastak e Shaked, 2000; Zhi, 1995; Gunhan e Arditi, 2005) que consideram que para a obtenção dos objectivos propostos, por parte de uma organização, está directamente relacionada com o impacto dos riscos financeiros

¹ O rácio de crédito vencido, baseado em informação da Central de Responsabilidades de Crédito, é calculado como a proporção de crédito vencido no total de crédito obtido. O crédito considera-se vencido, no que respeita ao capital, decorridos no máximo 30 dias após o seu vencimento sem que se tenha verificado a respectiva regularização e, relativamente aos juros e outras despesas, a partir da data em que o seu pagamento deveria ter sido efetuado (Banco de Portugal, 2014a).

(oscilações de impostos, flutuações cambiais, inflação, dificuldades de financiamento, obstruções à circulação de capital, entre outros).

Salienta-se a existência de algumas ferramentas que auxiliam na mitigação dos impactos dos riscos financeiros, tais como:

- A figura da Garantia dos Mecânicos ou Garantia de Construção (*Mechanic's Lien* ou *Construction Lien*), existente em países como os Estados Unidos da América, Canadá e México, comporta uma garantia, em benefício daqueles que forneceram mão-de-obra, materiais ou outros serviços, sobre a propriedade onde decorreram a execução dos trabalhos. Esta ferramenta, existente em empreendimentos públicos e privados, permite em caso de não pagamento ou litígio, entre Dono de Obra e Empreiteiro ou Empreiteiro e Subempreiteiro, a utilização da garantia sobre a propriedade da parte devedora, de forma a suportar os custos decorrentes da execução até ao accionamento desta ferramenta (Pierson e Zicherman, 2008)

- A Revisão de Preços, existente em países como Portugal ou Brasil, baseia-se no estabelecimento de uma fórmula de revisão de preços, por onde o preço das empreitadas de obras públicas é revisto, “(...) quando haja lugar a alteração das circunstâncias em que as obras foram contratadas resultando aumento ou redução de encargos para o empreiteiro (...)” (Dias, 2015). No caso Português, é usual a aplicação da fórmula polinomial, onde são determinados os coeficientes da fórmula, nomeadamente da mão-de-obra, dos materiais, dos equipamentos e da parcela não revisível. Posteriormente, com base nos coeficientes de actualização (calculados sobre os índices mensais de mão-de-obra, materiais e equipamentos publicados em diário da república) e a comparação entre o cronograma financeiro executado e o previsto, são estabelecidos, com cuidado para não beneficiar o empreiteiro em caso de atrasos, os valores revistos do preço da empreitada (Dias, 2015).

2.3.2 Risco em Empreendimentos internacionais

A temática da internacionalização tem-se constituído como um ponto nevrálgico em todos os sectores económicos, reflectindo o ambiente económico mundial. Factores como, avanços tecnológicos, melhoria das telecomunicações e infra-estruturas, liberalização do comércio internacional, novos sistemas de financiamento, excesso da oferta sobre a procura e a aceleração do ciclo de vida dos produtos, no âmbito geográfico de actuação de algumas empresas, têm contribuído para uma intensificação dos processos de internacionalização (Cañas et al., 2000). A internacionalização, segundo Barber e Darder (2004), é constituída por processos de direcção estratégica onde as empresas avaliam as condições de mudança do ambiente internacional e desenvolvem uma resposta organizacional adequada aos recursos disponíveis que, implicará a transposição de fronteiras nacionais. O sector da construção acompanha esta tendência de procura por mercados externos, devido, sobretudo, segundo Gunhan e Arditi (2005), à procura de novas infraestruturas e serviços especializados de construção em países em desenvolvimento, à redução das barreiras comerciais entre países e ao aumento da mobilidade de fundos de capitais. Assim, torna-se premente a temática sobre os empreendimentos internacionais, definidos por Gibson e Walewski (2004) como aqueles onde o investidor, dono de obra e/ou empreiteiro são de um país diferente do qual o empreendimento está fisicamente localizado.

No crescimento do sector da construção civil, no contexto português, assiste-se, desde o início do séc. XXI, à sua estagnação devido, entre outros factores, ao elevado número de infraestruturas no país, menor apoio por parte da União Europeia e diminuição do investimento público. Por sua vez, face a uma conjuntura mundial mais favorável, as empresas do sector da construção portuguesa adoptaram procedimentos de internacionalização de forma a capitalizar a sua experiência e as oportunidades nos mercados internacionais (Matos, 2013). As perspectivas de evolução apontam para a intensificação da internacionalização por parte das empresas do sector de construção português, face, não só à sua afirmação e aumento do volume de negócios nestes mercados (AECOPS, 2015), mas também, devido à continua estagnação de novas empreitadas tanto privadas como públicas, em Portugal (FEPICOP, 2015). A importância da internacionalização no sector da construção português é salientado pela AECOPS² (2014), onde, em 2013, os trabalhos de construção além-fronteiras representaram cerca de 44% do total da produção do Sector e 31% volume de negócios (somando a facturação no exterior e em Portugal).

Apesar das evidentes mais-valias decorrentes da internacionalização por parte das empresas de construção (como a diversificação das fontes de rendimento face à natureza cíclica do mercado doméstico), esta acarreta níveis de incerteza e riscos inerentes, os quais devem ser apreciados por parte das organizações (Han et al., 2010).

Gibson e Walewski (2004) salientam que um empreendimento internacional está sujeito à acção de diversos factores de risco (políticos, geográficos, sociais, económicos, ambientais, regulamentares, culturais, entre outros), aos quais se adicionam os riscos típicos de empreendimentos domésticos (Ling et al., 2005). Aydogan e Köksal (2014) apontam que os riscos, associados ao país anfitrião do empreendimento, afectam directamente a gestão fiscal organizacional, o processo decisório da escolha e modo de entrada num determinado mercado, a selecção dos empreendimentos de interesse para a organização e entidades parceiras na execução dos mesmos. Torna-se, assim, vital apreciar os riscos decorrentes de um determinado empreendimento internacional, de forma a suportar o processo decisório das organizações, no sector da construção, no intuito de otimizar recursos e actividades. Salienta-se ainda que, apesar da influência directa do país anfitrião em factores macroeconómicos (tais como inflação e variação cambial), estes, devido à sua complexidade e interdependência de factores não exclusivos do país anfitrião, serão abordados posteriormente dentro da temática dos riscos financeiros.

De forma a proceder à apreciação do risco em empreendimentos internacionais será determinante demarcar o grau de exposição ao risco da organização em causa. Este não assume sempre a mesma forma, devido aos diferentes modos como se desenrola o processo da internacionalização, designadamente a forma de entrada no mercado internacional por parte da organização e o tipo de empreendimento em causa. Segundo Ling et al. (2005) e Chen e Messner (2009) algumas das formas de entrada no mercado internacional são: **i)** estabelecimento de uma **sucursal**, o qual permite a execução de actividades comerciais no mercado em questão, embora esta não possua personalidade jurídica (Chen e Messner, 2009); **ii)** formação de uma **subsidiária**, a qual se assemelha à sucursal, divergindo apenas no facto de possuir personalidade jurídica (Chen e

² Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços

Messner, 2009); **iii) fusão** ou **aquisição** com uma empresa local, ou uma empresa do país de origem, ou uma outra empresa estrangeira, difere da subsidiária visto que não é estabelecida de raiz. No entanto, segundo (Ling et al., 2005), o sector da construção não costuma favorecer este tipo de entrada nos mercados internacionais visto que compreende uma estratégia baseada numa análise para determinar lacunas na organização local e posteriormente decidir de que forma se pode preencher essas mesmas. As empresas internacionais do sector da construção evitam as aquisições pois poderão revelar-se bastante onerosas e arriscadas, além das dificuldades acrescidas, tais como convergir diferentes culturas organizacionais (Ling et al., 2005); **iv) um *joint venture company*** ocorre quando pelo menos duas organizações (empresa local, ou uma empresa do país de origem, ou uma outra empresa estrangeira) formam uma entidade partilhada onde estas investem e participam em várias actividades de decisão. A contribuição de capital de cada organização pode adquirir diversas formas, tais como: numerário, instalações, equipamentos, materiais, propriedade intelectual, terrenos ou mão-de-obra. A participação de uma organização pode adquirir a forma de maioritária, equitativa ou minoritária, a qual pode não ter um relação proporcional com a responsabilidade sobre o risco na nova entidade (Chen e Messner, 2009); **v) o estabelecimento de um *joint venture project*** com uma empresa local, ou uma empresa do país de origem, ou uma outra empresa estrangeira, compreende o desenvolvimento de um empreendimento onde existe a divisão de responsabilidades e lucros entre os parceiros. Durante a execução do empreendimento poderá ser formada uma entidade de responsabilidade limitada (Chen e Messner, 2009); **vi) uma *aliança estratégica*** intercooperativa entre parceiros provenientes do país de origem, locais e/ou de outro país estrangeiro consiste numa associação de longo prazo entre organizações baseada nos interesses de cada uma, com o objectivo de proporcionar condições de ajuda mútua, como a melhoria de competitividade e a partilha de recursos, tecnologia, conhecimento e lucros (Chen e Messner, 2009). Este tipo de associação entre organizações pode ser desenvolvido de forma vertical (entre parceiros de vários níveis da cadeia produtiva da construção) ou horizontal (ao mesmo nível) (Chen e Messner, 2009). Salienta-se ainda que este tipo de associação não implica directamente a organização envolver-se em actividades de cariz operacional num empreendimento, mas antes, uma forma de facilitar a integração da organização em outras formas de entrada no mercado internacional e atingir os seus objectivos estratégicos (Chen e Messner, 2009).

Chen e Messner (2009) salientam que o tipo de empreendimento e as suas características contractuais têm uma influência directa no grau de exposição do risco por parte da organização no país em análise. Os mesmos autores mencionam que alguns desses tipos de empreendimentos implicam um envolvimento de capital próprio das organizações (enquanto entidades privadas) e de entidades públicas, sediadas no país onde está localizado o empreendimento.

O General Accounting Office (1999) dos Estados Unidos da América, menciona, como exemplo da parceria entre os sectores público e privado na área da construção civil, o *Build-Operate-Transfer - BOT* - (Construir-Gerir-Transferir) ou *Public Private Partnership - PPP* - (Parceria Público-Privada). Este modelo constitui, tipicamente, uma concessão por parte de um governo a uma entidade (podendo ser formada por um conjunto de entidades), onde esta compromete-se a executar e gerir o empreendimento, por um período estabelecido. A entidade privada poderá providenciar alguma parte,

ou a totalidade, da necessidade de financiamento do empreendimento. Um período de cedência deverá ser estabelecido de forma a fornecer o retorno do investimento e o lucro acordado. Ao fim desse período, a organização devolverá o empreendimento ao sector Público (Chen e Messner, 2009).

O General Accounting Office (1999) menciona que a transferência do empreendimento para a esfera do sector público poderá ser concretizada logo após o período da construção, sem prejuízo pelo período de concessão por parte da entidade privada, o qual, o mesmo organismo, denomina como *Build-Transfer-Operate* - **BTO** - (Construir-Transferir-Gerir).

Ressalva-se ainda, segundo o General Accounting Office (1999), outros modelos, tais como:

- Build-Own-Operate - **BOO** - (Construir-Possuir-Gerir), como um modelo em que o empreendimento permanecerá no sector privado após a sua construção, no qual poderão ser aplicadas isenções de impostos na transacção.

- Buy-Build-Operate - **BBO** - (Comprar-Construir-Gerir), o qual constitui uma transacção com o objectivo de reabilitar ou ampliar um empreendimento existente, sob o encargo da entidade privada de forma a esta geri-la, e obter o respectivo proveito económico

- Design-Build-Operate - **DBO** - (Projectar-Construir-Gerir) constitui-se como um contrato único, onde o empreendimento permanece na esfera pública. Apesar de pouco comum nos Estados Unidos, este modelo reporta para a responsabilidade da entidade privada, em todas as etapas do empreendimento. Semelhante a este modelo é o acordo Turnkey (Chave-na-Mão), no qual, é semelhante a responsabilidade que recai unicamente sobre a entidade privada. O acordo é estabelecido na base de que a organização privada compromete-se a executar o empreendimento (projecto e construção) por um preço fixo, absorvendo os riscos inerentes da execução do empreendimento. No entanto o financiamento e a posterior gestão do empreendimento poderão ser da responsabilidade da entidade pública ou privada (ou ainda partilhada).

Outros modelos referidos pelo General Accounting Office (1999) recaem mais directamente apenas no modo de financiamento do empreendimento ou de taxação das actividades ou de transferência do empreendimento entre entidades (locação, compra, cedência ou aquisição de percentagens).

A forma de entrada no mercado internacional e o tipo de empreendimento em questão permite estabelecer o nível de exposição ao risco e a sua alocação consoante o interesse da organização, contudo, Gibson e Walewski (2004) ressaltam que a determinação das responsabilidades sobre os riscos podem ser difíceis de alocar em empreendimentos internacionais. O relatório C747 (Godfrey et al., 2014) aponta que as mudanças observadas no ambiente exterior empresarial da construção civil (diversidade geográfica e cultural, financiamento, gestão e operação dos empreendimentos), implica riscos acrescidos nas operações internacionais, nomeadamente a interligação entre riscos com diversas origens que produzem consequências inesperadas e a sua associação à regulamentação e supervisão nos empreendimentos. Tendo todos estes factores em perspectiva, Gibson e Walewski (2004) frisam a importância da compreensão e a apreciação dos riscos e incertezas decorrentes de um empreendimento internacional, como um elemento crítico para o sucesso de uma organização.

2.4 TÉCNICAS/FERRAMENTAS DE APRECIÇÃO DO RISCO

A apreciação do risco pode ser desenvolvida com vários níveis de profundidade e de detalhe e com a utilização de uma ou mais técnicas, desde a mais simples à mais complexa, tendo em conta os critérios de risco anteriormente desenvolvidos na actividade de estabelecimento de contexto (IEC/ISO, 2009).

No sector da construção civil, as ferramentas mais utilizadas na fase de identificação de riscos são as listas de riscos e brainstorming, reflectindo a intuição/juízo/experiência dos profissionais na implementação e utilização prática do processo de gestão do risco na construção (Garrido et al., 2011; Lyons e Skitmore, 2004; Uher e Toakley, 1999).

Posteriormente à fase da pesquisa, procede-se à estruturação dos riscos. O procedimento de estruturação tem sido alvo da atenção de vários autores, através da elaboração de classificações de risco como ferramentas de apoio ao sector da construção ou como etapas integrantes mais abrangentes de apreciação de risco. Segundo Tah e Carr (2001a) alguns desses tipos de classificações, são baseados nos seguintes elementos: **entidades que retêm o risco** (clientes, empreiteiros e consultores) (Perry e Hayes, 1985); **natureza dos riscos e magnitude dos efeitos** (Chapman e Cooper, 1987; Project Management Institute, 2008); origem e **localização dos efeitos** dentro do empreendimento (Tah et al., 1993; Zou et al., 2009); **grau de controlo** (Chapman, 2001); **nível em que os riscos se manifestam** (Cooper et al., 2005).

Apesar de existir propostas que apresentam uma combinação entre as várias abordagens (Wirba et al., 1996), a mais usual retrata a natureza dos riscos. Dentro desta abordagem encontram-se classificações que: destacam a **origem externa ou interna** à organização/empreendimento (Barber, 2005), dividem consoante a **fase de concepção ou execução do empreendimento** (CIRIA, 1996; Mustafa e Al-Bahar, 1991), dividem entre **riscos naturais ou humanos** (Edwards e Bowen, 1998), variam consoante o **tipo de empreendimento** (parcerias público-privadas, concessões, empreendimentos internacionais e parcerias) (Xenidis e Angelides, 2005) e variam consoante os **intervenientes no empreendimento** (dono de obra, equipa de projecto, empreiteiros, subempreiteiros, trabalhadores, entidades exteriores) (Chapman, 2001; Zou et al., 2007).

Realça-se ainda as categorias baseadas nas características **operacionais/técnicas** (Chapman, 2001; Mustafa e Al-Bahar, 1991), **políticas** (Hastak e Shaked, 2000; Tah e Carr, 2001b; Walewski, 2005), **tecnológicas** (Zou et al., 2007), **contractuais e legais** (Godfrey, 1996; Rezakhani, 2012), **estratégicas** (Zou et al., 2007), **ambientais** (Zou et al., 2009), de **segurança** (Zou et al., 2009), de **mercado** (Chapman, 2001; Hastak e Shaked, 2000), **financeiras** (Tang e Leung, 2005) e decorrentes de **empreendimentos internacionais** (Walewski, 2005). Denota-se que as diversas categorias e subcategorias, supracitadas, estão presentes simultaneamente em várias classificações propostas, reflectindo uma abordagem diversificada consoante o empreendimento em causa.

Em relação às técnicas/ferramentas de análise do risco, Tah e Carr (2001b) observa que desde o fim da década de 80 do século XX, o foco inicialmente das abordagens propostas, baseava-se unicamente na análise quantitativa do risco. A modelação do risco era baseada em técnicas Probabilidade-Impacto (P-I), onde as consequências eram mediadas segundo a variação na duração e/ou custo perspectivados das actividades. Karimiazari et al. (2011) aponta que devido às

características multidisciplinares no sector da construção civil (correspondendo a uma responsabilidade, causa/fonte, forma de mitigação e atitude face ao risco partilhada entre várias entidades), assim como à imprecisão dos dados recolhidos na vida real, levou a uma selecção de técnicas/ferramentas envolvendo equipas multidisciplinares e capazes de acomodar informação incompleta ou imprecisa. Assim, pesquisadores têm advogado a necessidade de expandir a modelação matemática do risco, além da probabilidade da sua ocorrência e impacto (Taroum et al. , 2011; Williams, 1995), de forma a reflectir a experiência prática e intuição do analista, interdependências entre riscos, ambiente circundante do empreendimento e os diferentes objectivos organizacionais. Salapatas e Sawte (1986) e Baker et al. (1988) apontam que um critério de “sucesso”, face aos objectivos de um empreendimento, deve ser estabelecido na óptica do cliente (qualidade, orçamento e reputação), da equipa responsável pelo empreendimento (rentabilidade e outros objectivos/estratégias organizacionais), dos utilizadores e do público em geral (em termos ambientais, de segurança e outros custos).

Diferentes perspectivas têm sido abordadas por diversos autores, de forma a melhorar os modelos P-I : Charette (1989) advoga a utilização de um modelo tridimensional com uma análise sobre a **severidade** (impacto), **frequência** (probabilidade) e a **previsibilidade** (medida em que o risco resulta de uma origem aleatória em vez de epistémica) (A. Kaka et al., 2008); a análise de **controlabilidade do risco**, elaborado por Cagno et al.(2007), reflecte o rácio entre os impactos expectáveis antes e depois da aplicação de processos de mitigação de forma a poderem ser justificados economicamente (Taroum et al., 2011); Dikmen et al. (2007) alegam que o sucesso de um empreendimento depende de uma análise completa da combinação de riscos, das respostas de mitigação e da capacidade de gerir estas últimas, por parte da organização, ou seja, a **gerenciabilidade do risco**; Zhang (2007) advoga a inclusão da **vulnerabilidade do empreendimento** (a sua exposição, a capacidade de resistir e a possibilidade de recuperação lenta devido aos impactos dos riscos) como parte integrante do processo de apreciação do risco; A **exposição ao risco/significância do risco** foi um conceito abordado por Han et al. (2008) e Jannadi e Almishari (2003) como parâmetro integrante na apreciação do risco, o qual encapsula o conhecimento sobre o reconhecimento geral do risco, a dificuldade de obter informação e de implementação dos procedimentos de gestão e a atitude face ao risco por parte da organização. Ressalva-se, ainda, tendo em atenção à complexidade da interligação entre riscos e seus impactos nos empreendimentos e/ou organizações, a utilização do termo “**custo de risco**”, por parte de vários autores (Chan e Au, 2008; Franke, 1987; Paek et al., 1993; Taroum et al., 2011; Williams, 1995), como uma escala comum, incorporando a experiência e conhecimento empírico organizacional, de forma a apreciar os riscos face aos seus múltiplos impactos e interdependências.

Taroum et al. (2011) observa que as limitações na modelação do risco levam à necessidade de integrar nas técnicas/ferramentas de apreciação do risco, não só o conhecimento empírico, experiência e juízo intuitivo, mas também a representação da ignorância/falta de informação (a qual é bastante presente no sector da construção). Este facto leva a que as técnicas/ferramentas combinem abordagens quantitativas e qualitativas, assim como, o processamento de resultados com características probabilísticas e determinísticas, consoante a sua aplicabilidade face ao

empreendimento e os interesses das organizações em causa. Destaca-se as ferramentas/técnicas de apreciação do risco mais utilizadas no sector da construção, com base no Anexo A:

- **Matrizes de risco** (Dziadosz e Rejment, 2015) com características semi-quantitativas ou qualitativas, “(...) consoante a construção é exclusivamente qualitativa ou existe algum grau de quantificação através da atribuição de gamas ou valores representativos a cada classe das escalas de verosimilhança e de consequências (...)” (Sousa, 2012).

- **Método de suporte** (brainstorming, entrevistas, questionários) (Baker et al., 1988) com características qualitativas, reflectindo o conhecimento individual, experiência, juízo intuitivo e conhecimento empírico, nas abordagens da apreciação do risco.

- **Análise de sensibilidade** (Akintoye e MacLeod, 1997; Baker et al., 1988) com características (maioritariamente) quantitativas e determinísticas, permitem assimilar a importância e interdependência entre os vários agentes e factores que intervêm num risco, como por exemplo as causas que dirigiram a um evento ou as consequências inerentes de um determinado evento (Sousa, 2012).

- **Métodos estatísticos**, nomeadamente o método de simulação de Monte Carlo (Sousa, 2012), com características quantitativas, é um método de simulação estocástico, repetindo sucessivas simulações um elevado numero de vezes, para calcular probabilidades heurísticamente (Hromkovič, 2004).

- **Métodos Decisórios**, tais como a Análise de Decisões Multi-Critério (*MCD*A - *Multi-Criteria Decision Analysis*) (Tang, 2005; Tang e Leung, 2005; Tang et al., 2010), Processo Hierárquico Analítico (*AHP* - *Analytic Hierarchy Process*) (Mustafa e Al-Bahar, 1991), Redes Neurais Artificiais (*ANN* - *Artificial Neural Networks*) (Tang, 2005; Odeyinka et al., 2002) e Algoritmo Genético (*GA* - *Genetic Algorithm*) (Tang, 2005). Maioritariamente quantitativos e determinísticos, estes métodos auxiliam a tomada de decisões, através do processamento de diferentes dimensões do risco em análise para um único valor, permitindo a comparação directa entre riscos (Sousa, 2012).

Taroum et al. (2011) salienta ainda que a integração do conhecimento empírico e da ignorância/falta de informação nas técnicas/ferramentas no processamento dos resultados, pode ser observada, em diversos estudos no sector da construção, pela aplicação da teoria dos conjuntos difusos (*fuzzy sets theory*) (Tang, 2005; Zhang e Zou, 2007), de forma a converter resultados qualitativos em semi-quantitativos e agregar riscos analisados qualitativamente no âmbito da gestão do risco (Sousa, 2012), e na aplicação da Teoria da Evidência de Dempster-Shafer (*Dempster-Shafer Theory of Evidence*) (Yang e Xu, 2002), que combina uma interpretação lógica da incerteza pela obtenção de níveis de confiança de dados probabilísticos subjectivos (Shafer, 1976). Salienta-se ainda que muitas das técnicas/ferramentas anteriormente mencionadas, não tinham sido inicialmente desenvolvidos para este sector, reflectindo a crescente interligação do conhecimento e da melhoria dos instrumentos computacionais. A combinação entre várias técnicas/ferramentas com características diferentes (quantitativas/qualitativas e probabilísticas/determinísticas) leva a que o tipo de resultados indicados no Anexo A deva ser interpretado como indicativo (Sousa, 2012). Os seguintes subcapítulos exploram as técnicas/ferramentas de apreciação de risco focadas na temática do risco financeiro e em empreendimentos internacionais, os quais compõem o âmbito da presente dissertação.

Técnicas/Ferramentas de Avaliação do Risco Financeiro

A temática sobre técnicas/ferramentas de avaliação dos riscos financeiros na indústria da construção civil, debruça-se, essencialmente, sobre a possibilidade de insolvência das empresas e na previsão de despesas e/ou receitas decorrentes (fluxo de caixa) de um ou mais empreendimentos.

Em relação à identificação de empresas com maior probabilidade de falir, os sectores bancário e financeiro, com o intuito de sintetizar a informação disponível, desenvolveram ferramentas relacionadas com a insolvência em empresas, onde o foco sob o sector da construção civil surgiu no fim do século XX (Wong e Ng, 2010). A ferramenta “Z Score” (Mason e Harris, 1979), uma das primeiras ferramentas orientadas para o sector da construção civil, estabelece um sistema de pontuação com base em seis variáveis que reflectem informações financeiras da empresa (relação entre capital investido, rentabilidade, empréstimos, entre outros) (Abidali e Harris, 1995). Segundo Wong e Ng (2010) este tipo de ferramentas desenvolvidas podem ser catalogadas segundo a inclusão de: **Análise de Rácios**, como a de liquidez, rentabilidade, alavancagem (que expressa a relação entre a dívida da empresa e capital próprio) e de actividade (como a compra e venda de bens) (Edum-Fotwe et al., 2016); **Análise Multidiscriminativa** (multiple discriminant analysis³ – MDA) que consiste numa combinação linear de variáveis de forma a estabelecer uma classificação; **Modelos de Probabilidade Condicionada**, que, apesar das semelhanças com a MDA, implicam a utilização de modelos matemáticos mais complexos, como as distribuições logarítmicas; **Apreciação Subjectiva**, a qual reflecte uma análise financeira/económica mais detalhada da organização dentro do sector da indústria e mundial.

Em relação à previsão de despesas e/ou receitas (fluxo de caixa), estas decorrem, primeiramente, na fase de planeamento/preparação de um empreendimento, da definição estimada das actividades a executar, sua priorização, calendarização e custos associados, tendo em conta atingir os objectivos propostos por parte de uma organização (Barraza et al., 2004). O fluxo de caixa, na óptica do empreiteiro, corresponde à diferença entre os valores positivos dos movimentos de caixa, traduzidos em quantias recebidas (tais como pagamentos mensais, liberação de retenções, recebimentos por trabalhos não previstos, adiantamentos, etc), e os valores negativos, espelhados em custos despendidos para a execução do empreendimento (tais como em mão-de-obra, materiais, equipamentos, subempreitadas, estaleiro, erros e omissões dos quais é responsável, cauções, etc) (Kaka et al., 2008). Uma previsão precisa e fiável do fluxo de caixa torna-se, assim, essencial para uma organização, durante todas as fases de execução de um empreendimento (Kaka, 1996), de forma a fornecer informação sobre o montante de capital necessário em cada fase e sobre a necessidade de efectuar acções correctivas para minimizar o impacto na variação da execução planeada (Barraza et al., 2000; Barraza et al., 2004). Na literatura têm sido apontadas, ao longo do tempo, diversas orientações e abordagens nas ferramentas/técnicas de previsão do fluxo de caixa de um empreendimento. Destaca-se, inicialmente, a utilização, de um de três elementos básicos da equação do fluxo de caixa, de forma a desenvolver curvas estandardizadas, correspondentes à

³ MDA – método de classificação que projecta informação detalhada em várias dimensões numa linha unidimensional, sob a qual estabelece os critérios de classificação (Wong e Ng, 2010)

evolução dos movimentos positivos (Bennett e Ormedo, 1984; Kenley e Wilson, 1986), dos negativos (Boussabaine e Kaka, 1998; Kaka e Price, 1993) ou da diferença destes dois últimos (Kaka e Price, 1991; Kenley e Wilson, 1989; Nazem, 1968; O'Keefe, 1971). Estas técnicas configuram abordagens tanto nomotéticas como idiográficas, baseadas no histórico da organização, sector ou tipologia de empreitada (Odeyinka e Lowe, 2001). No entanto foi concluído, pelos mesmos autores, que as curvas estandardizadas, igualmente nomeadas como Curvas S (*S Curves*) (devido às pequenas variações generalizadas de movimentos de caixa no início e no final da execução de um empreendimento), tendiam a sofrer flutuações significativas que impediam a sua utilidade prática. A dificuldade em estabelecer uma curva estandardizada do fluxo de caixa, reside nos riscos e incertezas inerentes em cada empreitada, onde, com o aumento do grau de complexidade desta última, o impacto dos riscos no fluxo de caixa assume uma proporção ainda maior (Kaka et al., 2008). Kenley e Wilson (1986) adiantam que as diferenças individuais dos empreendimentos nos fluxos de caixa são causadas por uma multiplicidade de factores, os quais, maioritariamente, não podem ser isolados entre si. Os mesmos autores acrescentam que uma metodologia de previsão de fluxo de caixa que ignora a complexa interacção entre factores em cada empreitada deve ser revista. Destaca-se a utilização, de forma a sublimar a unicidade e os riscos inerentes de cada empreitada, metodologias estocásticas e/ou determinísticas empregando técnicas matemáticas mais complexas, tais como modelos de regressão e formulações algébricas (*algebraic formulations and regression models*) (Gates e Scarpa, 1979; Jarrah et al., 2007; Kenley e Wilson, 1986; Peer, 1982; Tucker e Rahilly, 1985), redes neuronais artificiais (*artificial neural network*) (Boussabaine e Kaka, 1998), lógica difusa (fuzzy logic) (Boussabaine e Elhag, 1999; Tang, 2005), desenho factorial (*factorial experiment*) (Chen et al., 2005), amostragem por hipercubo latino (*Latin Hypercube simulations*) (Wibowo e Kochendörfer, 2005), modelação contínua (continuous modeling) (Aziz e Russell, 2006) e simulação de Monte Carlo (Han, et al., 2014).

Tendo em vista a presença, em algumas das técnicas/ferramentas, da sobreposição da apreciação de riscos financeiros e de empreendimentos internacionais, estas são caracterizadas no próximo subcapítulo.

Técnicas/Ferramentas de Apreciação do Risco em Empreendimentos Internacionais

Alguns dos riscos considerados, nos subcapítulos anteriores, estão associados, de forma directa ou indirectamente, ao país anfitrião, tais como: riscos políticos (Xenidis e Angelides, 2005), económicos (Chapman, 2001), ambientais (Zou et al., 2009) e sociais (Tah e Carr (2001b)). Apesar desta associação, segundo Aydogan e Köksal (2014), os primeiros estudos focalizados nos riscos relacionados com empreendimentos internacionais aparecem com Ashley e Bonner (1987), explorando os efeitos dos riscos políticos na construção internacional. Em relação às técnicas/ferramentas de apreciação do risco em empreendimentos internacionais na construção civil, destaca-se as de apoio à decisão de entrada no mercado internacional de construção e as relacionadas com os efeitos dos riscos do país anfitrião no desempenho do/s empreendimento/s internacionais.

Quanto às técnicas/ferramentas relacionadas com a decisão de entrada, pela organização, em mercados internacionais de construção, estas consistem na sistematização da identificação dos países favoráveis para a organização desenvolver o seu negócio, na selecção de empreendimentos candidatos no país em análise, e, posteriormente, a decisão de avançar com a elaboração do empreendimento escolhido. Destaca-se algumas destas técnicas/ferramentas:

Han e Diekmann (2001) desenvolveram uma técnica/ferramenta baseada na Análise de Impacto em Cruz (análise de sensibilidade), com características determinísticas e semi-quantitativas, a qual integra factores relacionados com o país em estudo e variáveis controláveis e incontroláveis, por parte da organização, os quais são relacionados e apreciados de forma sistemática, de forma a determinar a decisão de entrada no mercado (modelo *go/no go* - entrar/não entrar);

Dikmen e Birgonul (2004) desenvolveram uma técnica/ferramenta, baseada numa rede neuronal (método decisório), com características determinísticas e semi-quantitativas, a qual reporta para factores de atractividade (disponibilidade de fundos, volume de mercado, produto nacional bruto, tipo de contracto e risco soberano), de um determinado empreendimento internacional, e para factores que têm impacto no nível de competitividade por parte da organização (atitude governamental, risco soberano, similaridades culturais/religiosas e requisitos rigorosos de qualidade);

Gunhan e Arditi (2005), através de uma análise a factores internos e externos de organizações a uma possível expansão internacional, identificaram forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (SWOT) importantes que advêm da Construção internacional. Com a utilização da técnica Delphi e do Processo Hierárquico Analítico, concluíram que a perda de pessoal chave, escassez de recursos financeiros, variações cambiais e aumentos de inflação e taxas de juro, são apontados como as principais ameaças a organizações do sector da construção civil no processo de internacionalização.

Em relação às ferramentas/técnicas relacionadas com os efeitos dos riscos do país anfitrião no desempenho de empreendimentos internacionais, destaca-se as seguintes:

Zhi (1995) desenvolveu uma ferramenta baseada no Processo Hierárquico Analítico, permitindo uma análise dos vários riscos, consoante a sua categoria (relacionado com o empreendimento, país, organização ou industria da construção), segundo a apreciação do seu impacto e probabilidade. Segundo este autor os factores relacionados com burocracia, oscilações de impostos, corrupção, flutuações cambiais e elevada inflação, constituem alguns dos agentes mais relevantes com impacto no desenvolvimento do empreendimento internacional. O trabalho deste autor é um dos mais citados na literatura sobre riscos em empreendimentos internacionais na construção civil (Aydogan e Köksal, 2014);

O *International Construction Risk Assessment Model* - ICRAM-1 (Hastak e Shaked, 2000) analisa riscos segundo três níveis: macro (país), mercado e empreendimento. O primeiro define os riscos gerais que uma empresa de construção tem de lidar ao expandir as suas operações para um determinado país (Aydogan e Köksal, 2014). Os riscos associados a um mercado de construção específico internacional, são identificados como nível de mercado, o qual inclui o impacto do nível macro no mercado da construção. O nível empreendimento, nesta ferramenta, analisa o risco decorrente de uma empreitada específica num determinado mercado de construção internacional, o que inclui o impacto dos níveis macro e de mercado nessa mesma empreitada. Assim, esta

ferramenta, com base no Processo Hierárquico Analítico, categoriza e estabelece a importância relativa entre 73 indicadores de risco (segundo dados retirados da comunidade académica, aliado aos pareceres de especialistas no sector), classificados dentro dos três níveis de risco, como potenciadores de influenciar o desenvolvimento de uma empreitada. Esta ferramenta permite, desta forma, quantificar e apreciar o risco potencial envolvido num determinado empreendimento internacional (Aydogan e Köksal, 2014). A estrutura desta ferramenta é ilustrada na Figura 2.3. O trabalho de Hastak e Shaked conclui que os factores mais relevantes para o sucesso de um empreendimento internacional estão relacionados com o país onde está localizado este último, tais como: políticos (instabilidade e fragmentação do sistema político, instabilidade e conflitos sociais, dependência ou hostilidades com outras potências estrangeiras), operacionais (atrasos burocráticos, condições de transporte e comunicação, continuidade das políticas) e financeiros (inflação monetária, flutuações cambiais, enquadramento legal para a circulação de capital, indicadores macroeconómicos nacionais).

O *International Project Risk Assessment* – IPRA (Walewski e Gibson, 2003) foi elaborado, com o apoio da indústria norte-americana (*Construction Industry Institute e Construction Specific Interest Group*), com o intuito de auxiliar a apreciação do risco e a eficácia na execução de empreendimentos internacionais. Com base em inquéritos a profissionais do sector, na participação de especialistas e na literatura académica, o IPRA identifica e categoriza os riscos em 82 elementos, os quais são considerados mais relevantes para um empreendimento internacional. A categorização desta ferramenta estrutura-se em 4 secções: “comercial”, “país”, “instalações” e “produção/operacional”. Enquanto as duas últimas compreendem factores relacionados com a execução de um empreendimento (mão-de-obra, logística, aprovisionamento, gestão da qualidade, calendarização, entre outros), as primeiras secções envolvem factores que reportam para a condição da localização do empreendimento (Walewski et al., 2006). As secções “país” e “comercial” relatam para riscos políticos, culturais, legislativos no país em análise e para riscos financeiros e relacionados com o plano de negócios da organização. Esta ferramenta depreende, após uma apreciação qualitativa dos riscos por parte da organização quanto ao seu impacto e probabilidade, a elaboração de uma matriz de risco de forma a auxiliar as decisões em relação à viabilidade da execução do empreendimento.

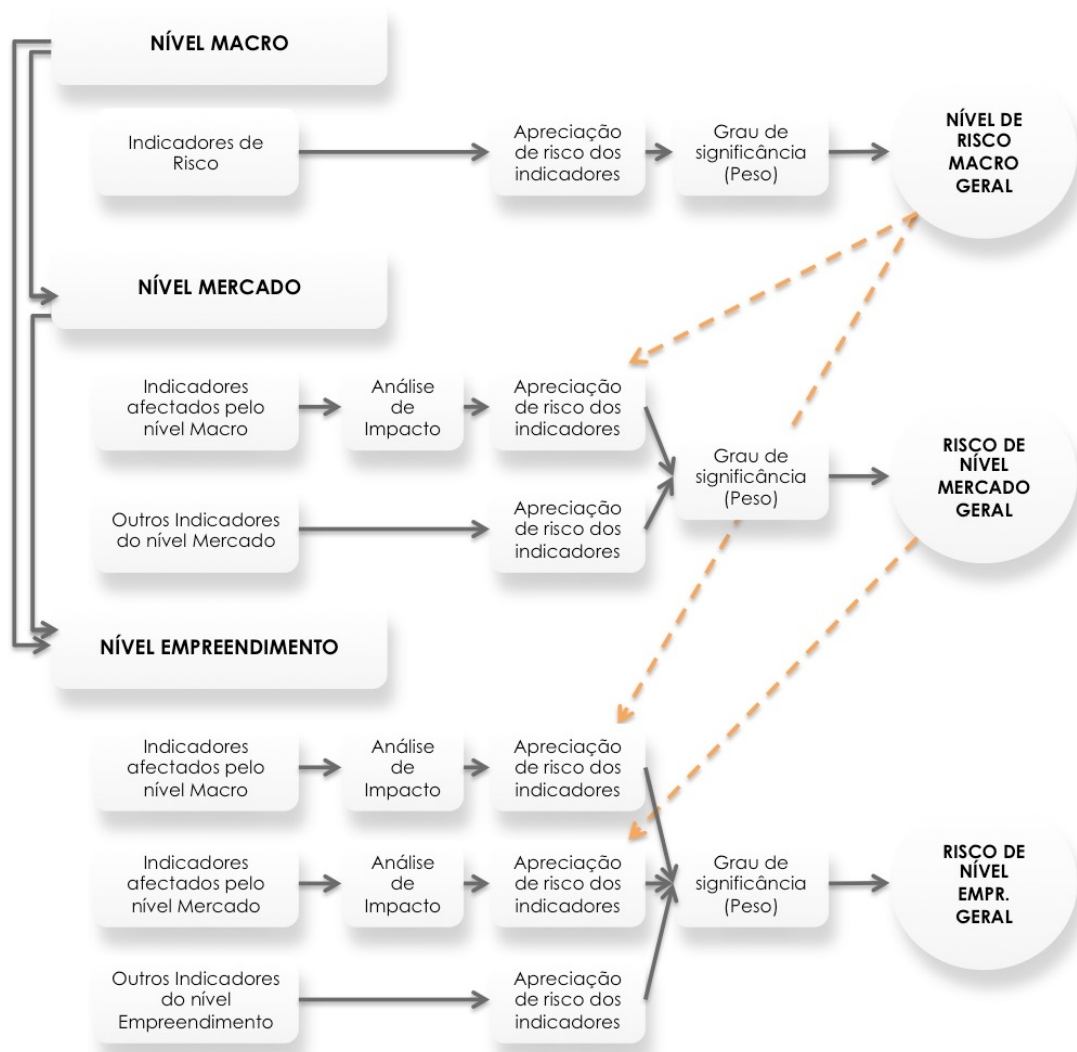


Figura 2.3 – Estrutura da ferramenta ICRAM 1 (Adaptado de Hastak e Shaked, 2000)

Salienta-se ainda, como mencionado no subcapítulo anterior, as técnicas/ferramentas de apreciação do risco financeiro em empreendimentos internacionais, reflectindo os efeitos do país anfitrião. Destacam-se as seguintes:

Han et al.,(2014) propõem um método de previsão do fluxo de caixa de um empreendimento internacional com apreciação integrada de risco. Assim, após primeiramente estabelecer um fluxo de caixa expectável, é integrado no mesmo factores de risco financeiro e outros relacionados com a execução do empreendimento, através do método de simulação de Monte Carlo, obtendo um fluxo de caixa ajustado. Han et al.,(2014) salientam que as variáveis, envolvidas na execução de um empreendimento internacional, devem ser tidas em conta consoante um critério estabelecido de atitude face ao risco por parte da organização em causa.

Han et al. (2008) apresentam uma ferramenta dividida consoante a fase do empreendimento. Assim, promovem primeiro o apoio à decisão da organização de aceitar a execução do empreendimento, posteriormente abordam a previsão da rentabilidade do mesmo e, por fim, durante a fase de execução, focam a apreciação dos riscos inerentes à execução do empreendimento internacional.

Denota-se a utilização de uma listagem de riscos (definida pelos autores) a qual, através das técnicas de Processo Hierárquico Analítico e outros Métodos Decisórios, é adaptada à organização.

Han et al. (2004) propõem a aplicação da teoria de portfólio sobre um conjunto de empreendimentos (tanto com potencial interesse para a organização como aqueles em fase execução), através de uma análise do impacto dos riscos financeiros em indicadores financeiros, como o valor actual líquido, o VaR (“value at risk”) e retorno sobre o investimento. Esta ferramenta permite, segundo os autores, elaborar um portfólio otimizado de um conjunto de empreendimentos tendo em conta os objectivos da organização. Apesar de ser orientada para a factores de risco financeiros, esta ferramenta permite a ligação com o trabalho de Han e Diekmann (2001) de forma a abranger outros tipos de risco.

Han et al. (2007) indicam uma ferramenta com múltiplos estágios de aplicação segundo uma sequência de selecção do país anfitrião candidato, de escolha entre empreendimentos potenciais e, por fim, a elaboração da proposta para o empreendimento escolhido. Através da aplicação de uma análise regressão múltipla, esta ferramenta estabelece relações casuais entre riscos, que possam constituir variáveis influenciadoras na rentabilidade de um empreendimento.

Os diversos factores de risco, identificados pelas técnicas/ferramentas analisadas anteriormente encontram-se expostos na

. Apesar da orientação distinta de cada técnica/ferramenta (entrada no mercado, impacto do país anfitrião ou fluxo de caixa/rentabilidade do empreendimento), salienta-se a similitude da escolha dos factores de risco, com especial relevo os factores financeiros/económicos.

Tabela 2.1 – Factores de risco relacionados com empreendimentos internacionais entre as ferramentas/técnicas analisadas (adaptado de Aydogan e Köksal, 2014)

Factores de risco:	Zhi (1995)	Hastak e Shaked (2000)	Han e Diekmann (2001)	Walewski e Gibson (2003)	Dikmen e Birgonul (2004)	Han et al. (2004)	Gunhan e Ardifi (2005)	Han et al. (2007)	Han et al. (2008)	Han et al. (2014)
INFLAÇÃO	✓	✓	✓			✓	✓			✓
VARIAÇÕES CAMBIAIS	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
P.I.B.	✓	✓			✓					
IMPOSTOS	✓		✓	✓		✓				✓
TAXA DE JURO	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓
RESTRICÇÕES À CIRCULAÇÃO MONETÁRIA	✓		✓	✓				✓	✓	✓
HOSTILIDADES ENTRE PAÍSES	✓	✓	✓		✓					
EXPROPRIAÇÕES/NACIONALIZAÇÕES		✓	✓	✓						
RESTRICÇÕES À ENTRADA NO MERCADO				✓						
ESTABILIDADE POLÍTICA	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓

Factores de risco:

	Zhi (1995)	Hastak e Shaked (2000)	Han e Diekmann (2001)	Walewski e Gibson (2003)	Dikmen e Birgonul (2004)	Han et al. (2004)	Gunhan e Ardlifi (2005)	Han et al. (2007)	Han et al. (2008)	Han et al. (2014)
ESTABILIDADE SÓCIO-ECONÓMICA		✓						✓	✓	✓
LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
BUROCRACIA		✓		✓						✓
CONFLITOS SOCIAIS	✓	✓	✓	✓				✓	✓	
DIFERENÇAS CULTURAIS/BARREIRA LINGUÍSTICA	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
CORRUPÇÃO	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓
CONDIÇÕES CLIMATÉRICAS	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
CONDIÇÕES CONTRACTUAIS	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
RELAÇÕES ENTRE PARCERIAS	✓	✓	✓					✓	✓	✓

3 METODOLOGIA PROPOSTA

“Cash is the lifeblood of projects. Without money to pay the people, suppliers and subcontractors, all work will stop and then even the most promising project will fail.”

- Dennis Lock –

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No desenvolvimento da metodologia proposta para o processo de gestão do risco financeiro sobre o cronograma físico-financeiro de empreendimentos internacionais, na óptica da organização construtora, foi considerado o enquadramento normativo da ISO 31000:2009. Pretendeu-se que, sendo esta metodologia proposta uma abordagem idiográfica, fosse passível de ser aplicada tanto nas fases preliminares da apresentação da proposta, como durante a fase de construção de qualquer tipo de obra de Construção Civil, embora tenha sido dado enfoque aos empreendimentos internacionais.

Tanto o PMBoK (Project Management Institute, 2008) como a ISO 21500:2012 (ISO, 2012), dividem a gestão de empreendimentos em grupos de processos, os quais encerram entre si diversas áreas de conhecimento. No grupo de processos de planeamento/monitorização, encontram-se as áreas da gestão do tempo e do custo de empreendimentos, nas quais incide o foco da presente metodologia (**Error! Reference source not found.**). Salieta-se que as áreas de conhecimento mencionadas anteriormente, são baseadas, segundo o PMBoK, em dados fornecidos tanto pela organização como pelas áreas da gestão da integração, âmbito, qualidade, recursos humanos, aquisições e comunicações dos empreendimentos.

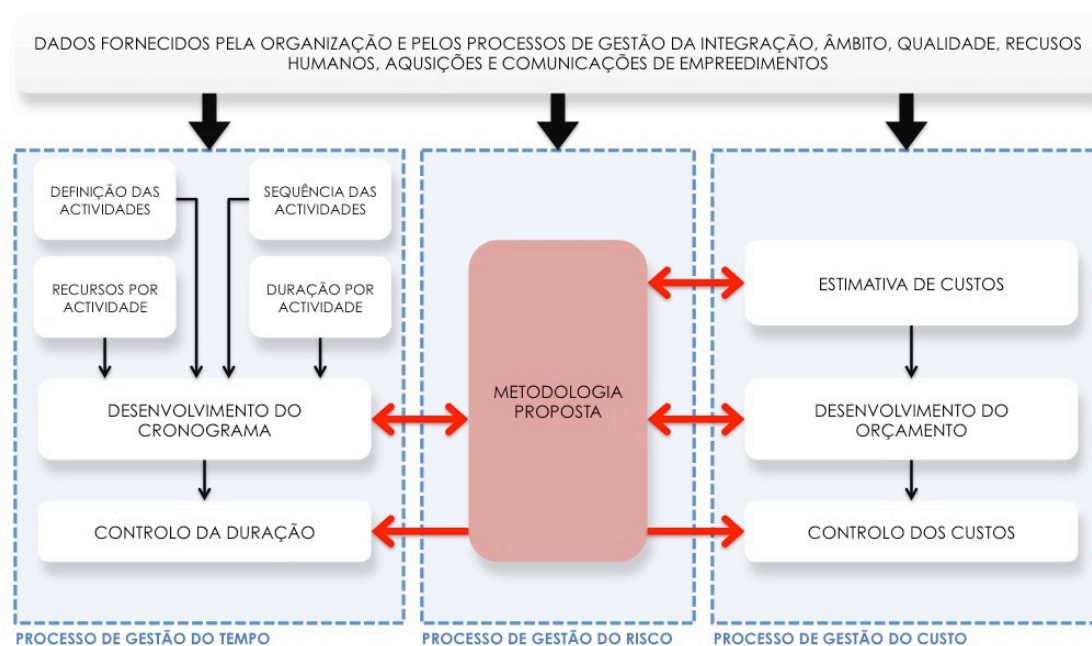


Figura 3.1 – Relação entre processos de gestão e a metodologia proposta (adaptado de PMBoK, 2008)

Em relação à área da gestão do tempo de empreendimentos, o PMBoK divide-a em seis processos: i) **definição das actividades**; ii) **sequência das actividades**; iii) estimativa dos **recursos por actividade**; iv) estimativa da **duração por actividade**; v) **desenvolvimento do cronograma**; e vi) **controlo da duração**. Estes processos encontram-se interligados e desenvolvem de forma sistemática a divisão de um empreendimento em actividades, caracterizando, cada uma delas, em relação à sua duração, sequencialidade e necessidades de recursos (tipo e quantidade) para a execução. Posteriormente, é desenvolvido o cronograma de execução do empreendimento, sendo o método do caminho crítico a opção mais frequentemente utilizada em empreendimentos de construção. O método da cadeia crítica constitui a alternativa mais referida, mas a sua utilização é reduzida no sector da construção. O cronograma é, usualmente, representado através de gráficos com identificação das actividades, bem como as respectivas durações e relações, sendo possível depreender a sequência mais longa desde o início até à conclusão da execução do empreendimento (caminho crítico). Um cronograma da empreitada pode ainda incluir informação complementar diversa, desde os recursos ou constrangimentos associados a cada actividade até ao regime de execução das mesmas, em subempreitada ou pela própria organização. O cronograma previsto estabelece ainda uma base para o controlo do tempo mediante a monitorização da progressão do empreendimento e o desenvolvimento paralelo do cronograma de execução respectivo.

Quanto à área de gestão do custo de empreendimentos, o PMBoK reparte-a em três processos: **estimativa dos custos** por actividade, **desenvolvimento do orçamento** e **controlo dos custos**. O primeiro, com auxílio do processo de estimativa dos recursos por actividade, determina as necessidades monetárias para a sua execução. Posteriormente, desenvolve-se um orçamento geral para a execução do empreendimento, agregando os vários custos associados a cada actividade. Neste procedimento estabelece-se o fluxo de caixa da empreitada, o que permite determinar eventuais necessidades de financiamento para a execução da empreitada face à previsão do plano de pagamentos por parte da entidade empreendedora. O processo de controlo dos custos concentra a monitorização e actualização do orçamento do empreendimento ao longo da progressão da execução do mesmo.

Salienta-se que o PMBoK estabelece relações entre os processos de estimativa dos recursos e desenvolvimento do cronograma com os de estimativa dos custos e determinação do orçamento, de forma a serem desenvolvidos de forma coordenada para um planeamento otimizado do empreendimento. Assim, com a adição conjunta do cronograma de execução e o fluxo de caixa do empreendimento forma-se o cronograma físico-financeiro, sobre o qual incide a presente metodologia.

A metodologia desenvolvida visa analisar estocasticamente riscos relevantes, tanto aqueles relacionados com a execução do empreendimento internacional como os de carácter macroeconómico, e, conseqüentemente, analisar o impacto dos mesmos no cronograma físico-financeiro de um empreendimento. Salienta-se que a presente metodologia, poderá relacionar-se com os procedimentos de controlo do tempo e custo do empreendimento (Figura 3.1), apesar de se encontrar fora do âmbito desta dissertação essa integração.

Dado o paralelismo dos processos de gestão entre o PMBoK e a ISO 21500:2012 (ISO, 2012), a metodologia é compatível com ambos os enquadramentos normativos. No entanto, a ISO 21500:2012 (ISO, 2012) apresenta um âmbito mais alargado, expandido os conceitos para os programas e portfólios de empreendimentos, igualmente observado anteriormente em Han et al. (2004). Salienta-se a possibilidade da presente metodologia poder ser aplicada a programa ou um portfólio de empreendimentos, apesar da mesma se encontrar fora do âmbito da presente dissertação.

Acrescenta-se, ainda, a possibilidade da presente metodologia poder ser aplicada na fase de selecção entre potenciais empreendimentos candidatos por parte da organização, como mencionado em Han et al. (2008) e Han et al. (2007), apesar da discussão da aplicação se encontrar fora do âmbito da presente dissertação.

Pretende-se que os processos presentes na metodologia desenvolvida possam constituir-se como orientações para uma empresa de Construção Civil, sendo por isso passíveis de ser adaptados à realidade de cada empresa.

3.2 ORGANIZAÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia proposta estrutura-se, de acordo com o enquadramento da norma ISO 31000:2009, segundo um processo de gestão de risco, definido dentro da norma supracitada em 2.2. Tendo em vista o carácter intrínseco de cada organização, e o respectivo condicionamento na execução de algumas das actividades (definidas pela norma supracitada), a presente dissertação incidirá sobre o Estabelecimento do Contexto e, no caso da Avaliação do Risco, nas actividades de Identificação e Análise do Risco. A representação esquemática da metodologia proposta encontra-se na Figura 3.2. As restantes actividades e etapas previstas dentro do enquadramento normativo da ISO 31000:2009 encontram-se fora do âmbito da presente proposta, tendo em vista o cariz académico da metodologia proposta.

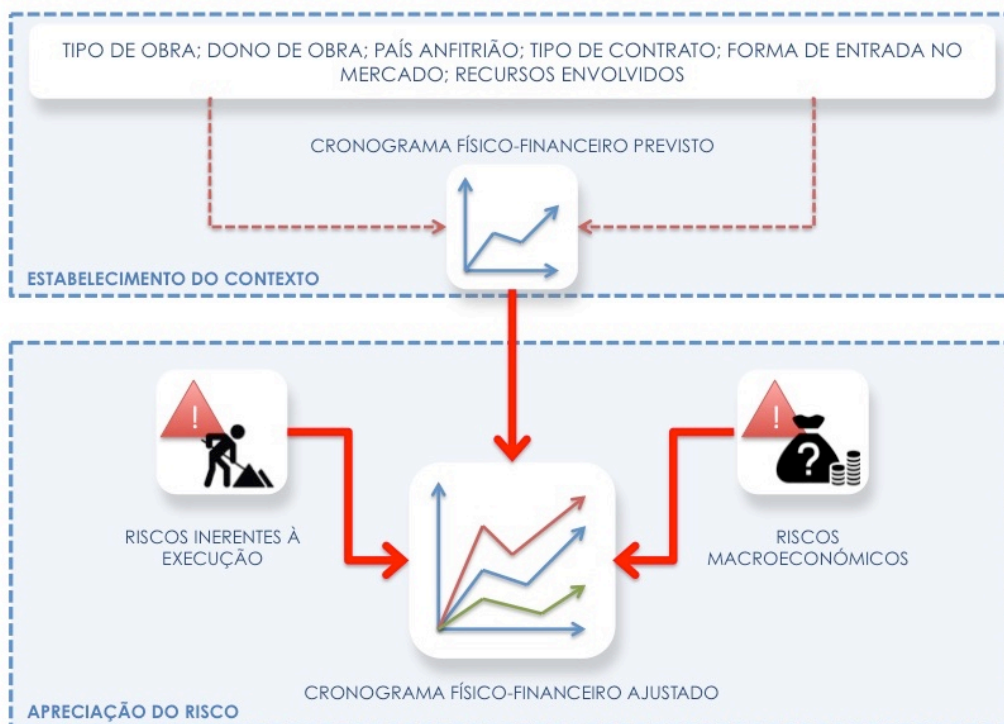


Figura 3.2 – Esquema representativo da metodologia proposta

Estabelecimento do Contexto

Quanto ao enquadramento do contexto externo, este tem como o objectivo de retratar o meio onde se insere a organização, caracterizar as forças existentes com influência nos objectivos da organização e os elementos interessados no sucesso destes últimos. Esta etapa envolve a caracterização dos seguintes pontos: **i) Tipo de Obra** – determinação da natureza da empreitada, tal como Obras de Construção Civil (nomeadamente obras de urbanização, edifícios de habitação, comércio ou industriais) ou Obras de Engenharia Civil (tais como vias de comunicação, obras Hidráulicas, instalações eléctricas, mecânicas ou outras infra-estruturas); **ii) Dono de Obra** – consideração do cariz privado ou público da entidade empreendedora e outras informações relevantes; **iii) Caracterização do País anfitrião** – identificação do País, ambiente socioeconómico e político, localização do local da empreitada e indicadores económicos relevantes para execução de empreendimentos (conforme sugerido em Hastak e Shaked, 2000); **iv) Tipo de Contracto** – reconhecimento dos objectivos propostos por parte da entidade empreendedora, condições contractuais e tipo de empreendimento (parcerias público-privadas ou outras mencionadas em 2.3.2), plano de recebimentos proposto e outras condições específicas.

Quanto ao enquadramento do contexto interno, este caracteriza o ambiente da organização, tendo em conta a sua estrutura, modelos adoptados e as valências existentes na organização que possam ser úteis para o processo de gestão do risco (Sousa, 2012). Esta etapa envolve a caracterização dos seguintes pontos: **i) Forma de Entrada no Mercado** – como mencionado anteriormente em 2.3.2, após definição da forma de entrada por parte da organização, é necessário identificar as entidades colaborantes com a empresa (parceiros e/ou subempreiteiros) envolvidos na execução da empreitada; **ii) Identificação dos Activos da Empresa Envolvidos** – na execução da empreitada,

tais como materiais, equipamentos, recursos humanos, capital, entre outros; e **iii) Cronograma físico-financeiro previsto** – para a execução da empreitada, reflectindo o contexto externo e interno, este contém informações sobre a divisão do empreendimento em actividades, e, respectivamente, suas características em termos de duração, custos, hierarquia e prioridade de execução e outras informações relevantes.

A formulação do contexto operacional e dos critérios do risco estão fora do âmbito da metodologia. No entanto, a adopção da metodologia pressupõe intrinsecamente a definição de um contexto operacional em termos da ferramenta a usar, o que implicará necessariamente recursos para a sua implementação. Também em termos dos critérios do risco fica implícito que este será avaliado em termos do custo e do tempo, embora seja dada preponderância ao reporte do custo que servirá de ponderação para valorizar o tempo. Não são, contudo, definidos limites para avaliar o risco.

Apreciação do Risco

Baseando-se nos elementos fornecidos pela actividade de estabelecimento do contexto, serão caracterizadas a identificação e análise do risco.

Identificação do Risco

Esta actividade compreende de uma forma sistemática as tarefas de pesquisar, estruturar e atribuir os riscos presentes numa empreitada internacional. Em relação à tarefa de atribuição, esta encontra-se fora do âmbito da aplicação da presente metodologia.

A tarefa de **pesquisar** incide sobre a recolha de informação dos riscos potenciais para o empreendimento (como mencionado em 0), cuja fonte poderá ser, em relação à organização, **interna** (organização ou empreendimento) ou **externa**, e do tipo **formal** ou **pericial**. Para a identificação destes riscos, consoante o empreendimento em questão (conforme abordado em 2.4), a presente metodologia utiliza técnicas tais como entrevistas ou *brainstorming* (como proposto em Walewski e Gibson, 2003). Salienta-se, no entanto, a hipótese de utilização de outras técnicas complementares, mencionadas em 2.4.

Quanto à tarefa de **estruturar**, esta visa reunir, organizar e classificar a informação recolhida sobre os riscos. A presente metodologia advoga a classificação segundo a natureza dos riscos, e na subdivisão em **riscos inerentes à execução** do empreendimento e em **riscos macroeconómicos**, independentes do empreendimento em causa. As classificações e subclassificações poderão ser estabelecidas segundo outra orientação, optimizada para o empreendimento em causa.

Análise do Risco

A análise do risco implica a elaboração das tarefas de estudo e de combinação dos riscos identificados. Quanto à tarefa de **estudo**, esta pode envolver a selecção dos riscos a analisar, dependendo do que estiver estabelecido na definição do contexto (e.g., limitações de recursos), e implica a estimativa da verosimilhança e consequência dos mesmos sobre o cronograma físico-financeiro do empreendimento. A presente metodologia segue a recomendação do PMBoK, da elaboração de uma análise qualitativa preliminar como base de selecção dos riscos que serão submetidos posteriormente para análise quantitativa. Para a estimativa da verosimilhança e

consequência dos riscos a analisar quantitativamente, a metodologia proposta opta por técnicas baseada em dados periciais, para os riscos inerentes à execução do empreendimento. Em relação aos riscos macroeconómicos, baseados em dados documentais oficiais por parte de entidades nacionais ou internacionais, são seleccionadas técnicas de tratamento estatístico. Salienta-se, no entanto, a possibilidade da escolha de dados baseados em outras entidades, consideradas como relevantes pela a organização em causa.

Após definida a estimativa da distribuição da verosimilhança e consequência e eventuais coeficientes de correlação entre os riscos analisados, é efectuada a tarefa de **combinação** sobre o cronograma físico-financeiro do empreendimento. De forma a auxiliar a tarefa de combinação, a metodologia proposta adopta o método de simulação de Monte Carlo (presente igualmente em Han et al., 2014), implicando algoritmos de amostragem aleatória e/ou geradores de números aleatórios, reflectindo os impactos sobre o cronograma físico-financeiro do empreendimento, com carácter probabilístico.

4 CASO DE ESTUDO

“Os diversos factores conjunturais (políticos, financeiros, tecnológicos, etc.) e a relação recíproca com a mudança dos mercados, ao provocarem alterações no palco competitivo das empresas, levam-nas a agir em conformidade com as novas oportunidades e ameaças encontradas. Desta forma, as empresas retro alimentam o processo de globalização ao adoptar novos comportamentos estratégicos, de carácter internacional, como resposta às mudanças no ambiente competitivo. “

- Carlo Mealha -

4.1 DESCRIÇÃO GERAL

O presente capítulo aborda a aplicação prática da metodologia desenvolvida no capítulo precedente, sobre um empreendimento internacional, assinalado como de potencial interesse para uma organização do sector da construção. Com esse intuito, foi utilizado o Lote 1 do Trecho Norte do Rodoanel Metropolitano de São Paulo, também conhecido como Rodoanel Mário Covas (SP-21), em São Paulo, Brasil. Salienta-se que, conforme descrito no capítulo anterior, a metodologia proposta foi adaptada consoante a profundidade e detalhe das informações disponíveis publicamente e disponibilizadas pela organização.

O Trecho Norte do Rodoanel Mário Covas, representado na Figura 4.1, foi projectado com 44 quilómetros de extensão no eixo principal, abrangendo os municípios de São Paulo, Arujá e Guarulhos, além da ligação de 3,6 quilómetros com o Aeroporto Internacional de Guarulhos (Walney, 2017). Em toda a sua extensão o Trecho Norte comporta sete túneis e 107 obras de arte especiais (44 pontes e 63 viadutos), concluindo o traçado do Rodoanel Mário Covas, após a conclusão dos Trechos Oeste, Sul e Este (Walney, 2017).

A obra do Trecho Norte foi dividida em 6 Lotes, situando-se o Lote 1 (Figura 4.3) no município de São Paulo, delimitado a oeste pela intersecção com a Avenida Raimundo Pereira de Magalhães e o Trecho Oeste do Rodoanel e a este pelo Lote 2. A extensão do Lote 1 é de 6,42 km, sendo composto por duas pistas com quatro faixas de rodagem mais berma, em cada uma, um túnel de 1.155 metros, treze Obras de Arte Especiais e um trevo rodoviário interligando a avenida Raimundo Pereira de Magalhães e o trecho oeste do Rodoanel (Dersa, 2011).

Os objectivos implícitos na conclusão do Trecho Norte do Rodoanel passam por “(...) *hierarquizar e estruturar o transporte de passageiros e cargas na RMSP (Rede Metropolitana de São Paulo), servindo de alternativa para os fluxos de longa distância entre as sub-regiões da metrópole, promovendo a ligação entre os municípios da Região Metropolitana, de forma a facilitar a circulação sem necessidade de utilizar o sistema viário principal da cidade (...)*” (Dersa et al., 2010). Salienta-se ainda como objectivos do empreendimento, a diminuição do tráfego automóvel pesado nas vias existentes da cidade e a redução da emissão de poluentes. No entanto, a conclusão do traçado do Trecho Norte do Rodoanel acarreta impactos significativos sobre a malha urbana existente e no Parque Estadual da Serra da Cantareira, considerada uma das últimas reservas de mata atlântica do

Estado e parte integrante da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo (classificada pela UNESCO como conjunto de valor ambiental relevante para a humanidade) (Dersa et al., 2010; Walney, 2017). Tendo em vista os possíveis impactos causados por este empreendimento, foi estabelecido um PBA (Plano Básico Ambiental) com medidas de controlo ambiental da obra, bem como medidas mitigadoras e compensatórias dos impactos ambientais e sociais (tais como de reflorestamento e conservação de fauna e flora e de realojamentos e indenizações à população local) (Walney, 2017).



Figura 4.1 – Localização do Trecho Norte do Rodoanel na Região Metropolitana de São Paulo (Leite, 2016)



Figura 4.2 – Execução de Obras de Arte Especiais (Portal do Governo, 2015)

Para a elaboração do Trecho Norte, segundo Walney (2017), foram adoptados diversas soluções de contenção de terras, tais como estruturas de contenção flexíveis escoradas ou ancoradas, além de muros à flexão em betão moldados e muros de gabião. Walney (2017) afirma que em relação aos

tipos de fundações utilizados, estes foram seleccionados segundo a melhor relação técnico-económica, perante o contexto geológico e geotécnico característico da região. Desta forma, foram utilizados, maioritariamente, tubulões a céu aberto e a ar comprimido e estacas moldadas.

Em relação às obras de arte especiais, a informação disponibilizada indica que tanto a mesoestrutura como a superestrutura são compostas por betão armado, onde a segunda caracteriza-se por uma solução maioritariamente composta por vigas pré-moldadas em betão pré-esforçado (executadas através de vigas de lançamento) coroadas pela laje que consolida o tabuleiro. Em relação às soluções de pavimento, a DERSA (2017) destaca foi utilizado maioritariamente o pavimento invertido com uma mistura betuminosa em SMA (*Stone Mastic Asphalt*), excepto em algumas situações como no caso dos túneis, com solução em pavimento rígido.

Em relação ao túnel, a informação disponibilizada salienta que foi adoptado o método NATM (*New Austrian Tunnelling Method*) através de técnicas de escavação com processo de detonação. Assim, através da utilização de um conjunto de accionamento hidráulico (também conhecido como Jumbo) procede-se à perfuração da rocha na secção de escavação, onde posteriormente deve ser realizado então o carregamento da frente de serviço com o uso de explosivos. Após a detonação, são executados os elementos de suporte e revestimento, onde a informação disponibilizada nomeia como soluções a aplicação de Betão projectado, Enfilagens, Pregagens e Ancoragens e Cambotas Metálicas.



Figura 4.3 – Localização dos Lotes do Trecho Norte e do Parque Estadual da Serra da Cantareira (adaptado de Leite, 2016)

4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Foi aplicado de forma sequencial a metodologia proposta ao presente caso de estudo, tendo em atenção à necessidade de ajustes e à definição de hipóteses, com base na informação disponibilizada e na profundidade da mesma. Salienta-se que a organização pré-seleccionada elaborou a proposta de execução do caso de estudo em análise, no término do ano de 2012, e, deste modo, a aplicação da metodologia irá cingir-se às condições presentes no mesmo espaço temporal aquando da apresentação da proposta. Cada etapa da metodologia encontra-se seguidamente

descrita, assim como, todos os processos de simplificação, tendo em conta o cariz académico da metodologia proposta.

4.2.1 Estabelecimento do Contexto no caso de estudo

Contexto Externo

- Tipo de Obra

Obra de Engenharia Civil, designadamente vias de comunicação.

- Dono de Obra

Entidade Pública: DERSA, Desenvolvimento Rodoviário S.A., detida pelo Estado de São Paulo, e empreendimento financiado conjuntamente pelo Tesouro Estadual de São Paulo, Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (empréstimo concedido ao Governo Estadual de São Paulo) e Governo Federal do Brasil (através do Plano de Aceleração do Crescimento).

- Caracterização do País anfitrião

Obra localizada no Brasil, na cidade de São Paulo, capital do estado com o mesmo nome, cidade mais populosa do país e um dos centros financeiros mais importantes da América do Sul. Quanto à caracterização do país anfitrião, de língua oficial portuguesa (a mesma da organização), esta será efectuada segundo o prisma da organização pré-seleccionada.

Em relação à perspectiva económica do Brasil, o Ministério da Fazenda (2012) afirma que o país assiste a uma trajectória de crescimento, com grande investimento directo estrangeiro, com necessidade de ampliação da capacidade produtiva. Com esse objectivo ocorre uma forte ampliação das concessões em infraestruturas aliada a estímulos públicos (nomeadamente através do Plano de Aceleração do Crescimento) e ao desenvolvimento do mercado de crédito privado de longo prazo. Em relação ao ambiente socioeconómico, o Ministério da Fazenda (2013) menciona o esforço efectuado através de programas de distribuição de renda e inclusão social, onde o país passou a contar com um mercado de mais de 100 milhões de consumidores, além de taxas de desemprego próximas dos 5%.

Em relação à perspectiva de novos investimentos públicos no sector da construção civil o Ministério da Fazenda (2013) afirma que “(...) os investimentos em infraestruturas triplicaram, em termos reais, nos últimos dez anos, alcançando cerca de R\$ 200 biliões em 2012 (...) contudo, o novo ciclo de expansão da economia exigirá ampliação ainda maior dos investimentos em logística e em energia (...)”. Destacam-se alguns destes investimentos planeados para início de 2013, em regime de Parcerias Publico-Privadas, como obras rodoviárias, ferroviárias (incluindo o Trem de Alta Velocidade), portuárias, aeroportuárias e de ampliação da capacidade energética (principalmente de fonte hidroeléctrica e eólica).

No entanto o Fundo Monetário Internacional (FMI) (2012) e a Organização das Nações Unidas (ONU) (2012) alertam para a revisões em baixo de vários indicadores económicos brasileiros (como o produto interno bruto), a depreciação do real brasileiro em 2012 (contrariamente às restantes economias da América do Sul) e a revisão em alta da inflação.

O Fórum Económico Mundial (FEM) (2012) aponta como maiores obstáculos para a competitividade da economia brasileira, factores relacionados com: burocracia, política fiscal, qualificação da mão-de-obra e legislação laboral. O mesmo organismo aponta ainda, com menor relevo, a criminalidade, inflação e instabilidade Política no Brasil como factores obstrutivos da economia brasileira.

Com base nas informações anteriormente mencionadas, tendo cuidado face ao histórico de instabilidade política, socioeconómica e inflacionaria do Brasil, a organização considerada, ao ano de 2012, que as perceptivas são fracamente optimistas para o investimento no país.

- Tipo de Contracto

A DERSA promove um empreendimento de execução de construção do Lote 1, com uma data prevista para conclusão dos trabalhos de 36 meses, onde não é permitido a proposição de prazos alternativos, para conclusão da obra, nem a consideração de propostas ou soluções técnicas alternativas. Os orçamentos devem ser estabelecidos com base na moeda do país, ou seja, o Real Brasileiro, e todos os elementos necessários para execução da obra, incluindo os decorrentes de importação, devem ser oriundos de países membros do BID. Em termos de plano de recebimentos mensal, prevê-se o pagamento a cada dois meses após a execução dos trabalhos, e não haverá lugar a adiantamentos. Em termos de revisão de preços, estes ocorrem após um ano da entrega da proposta, segundo a regra:

$$R = P_o \times C$$

onde R é o valor do reajustamento, P_o é o valor dos serviços reajustáveis executados segundo os preços iniciais e C é o factor de reajustamento com três casas decimais sem arredondamento, o qual é formulado por:

$$C = \frac{I_N - I_{N0}}{I_{N0}}$$

onde o " I_N " refere-se ao índice de Preços⁴, correspondente ao último dia do período de execução dos serviços objecto da medição, e o " I_{N0} " ao índice de Preços iniciais, referidos ao mês da apresentação da proposta.

No caso de não conclusão dos trabalhos dentro da data prevista (36 meses) serão aplicadas multas, onde no primeiro mês de incumprimento tem um valor de 2‰ sobre o preço global da proposta e nos restantes meses, o valor sofre um agravamento mensal de 0,5‰ até um máximo de 5‰. Após 8 meses de atraso, a DERSA tem a possibilidade de rescisão unilateral do contracto.

Contexto Interno

- Forma de Entrada no Mercado

Consórcio entre a Sucursal da organização, presente no Brasil, com outra empresa parceira local.

⁴ Os índices publicados pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – FINE, aplicados consoante as actividades, com base Índice de Preços ao Consumidor – IPC-FINE, segundo: Índice de Serviços Gerais com Predominância de Mão de Obra (IMO); Índice de Terraplenagem (IGT); Índice Geral de Pavimentação (IGP); Índices Específicos de Pavimentação (IEP); Índice Geral de Estruturas e Obras de Arte em Concreto (IGC); Índice Específico de Pontes e Viadutos (IPV); Índice Geral de Edificações (IGE).

- Identificação dos Activos da Empresa Envolvidos

Para execução da empreitada todos os elementos necessários para a execução da mesma serão fornecidos por empresas locais ou em regime de subempreitada. No caso de equipamentos ou recursos humanos, que não constem em actividades em subempreitada, serão fornecidos pela empresa sucursal. A excepção aos casos anteriormente descritos, é a necessidade de aluguer do Jumbo de perfuração, da marca *Atlas Copco*, a uma empresa estrangeira sediada nos Estados Unidos da América.

- Cronograma físico-financeiro previsto

O empreendimento do Lote 1 foi dividido em seis actividades centrais, com os respectivos custos directos e durações previstas para a sua execução (Tabela 4.1). Para facilitar a relação entre a informação em tabelas e figuras, as cores de cada actividade na Tabela 4.1 têm correspondência com a representação das actividades em figuras.

Tabela 4.1 – Actividades de execução do Lote 1 e suas características

Actividade	Descrição	Duração (meses)	Custo Directo (kR\$)	Percentagem do Custo Directo
1 – Actividades Preliminares	Obras de Drenagem Provisória e outros Serviços Preliminares	36	27.141	5,26 %
2 – Terraplanagem	Obras de contenção geotécnica e outras obras de terraplanagem	26	60.886	11,8 %
3 – Obras de Arte	Obras de Arte correntes e drenagem e Obras de Arte Especiais	32	173.319	33,59 %
4 – Túnel	Estrutura e drenagem do túnel, instalações de combate a incêndios e sistema de ventilação	31	190.140	36,85 %
5 – Pavimentação	Obras de pavimentação	24	49.534	9,6 %
6 – Acabamentos e outros	Inclui instalação de sinalização e elementos de segurança, barreiras acústicas, passadiços, iluminação, edificação de subestação e recuperação das vias adjacentes	33	14.964	2,9 %
TOTAL		36	515.983	100 %

Foi estipulado que a actividade 1 decorre durante toda a execução do empreendimento e que, em termos de sequencia de execução das actividades, só após a conclusão das actividades 2, 3 e 4 pode ser concluída a actividade 5 e após esta (ou simultaneamente) decorre a conclusão das actividades 1 e 6. A composição de cada actividade em cada componente de custo de fabrico e subempreitada encontra-se explanada na Tabela 4.2.

Ressalva-se que neste orçamento os custos associados com a mobilização e estaleiro estão contabilizados no custo total de cada actividade, apesar de em plano de recebimentos, os mesmos são orçamentados de forma autónoma.

Tabela 4.2 – Componentes de custo de fabrico e de subempreitada por actividade

Actividade:	Material:	Mão de Obra:	Equipamentos:	Subempreitada:	Total:
1	20 %	20 %	10 %	50 %	100 %
2	5 %	20 %	40 %	35 %	100 %
3	30 %	25 %	35 %	10 %	100 %
4	30 %	25 %	30 %	15 %	100 %
5	30 %	25 %	30 %	15 %	100 %
6	35 %	15 %	10 %	40 %	100 %

Em termos de custos indirectos (como por exemplo custos associados à coordenação do consórcio, sucursal, empresa mãe e outros departamentos dentro da organização), outros custos (como por exemplo impostos, incluindo impostos de rendimento e alfandegários) e custos directos foram estabelecidos planos de pagamento mensais, consoante o mês da execução dos trabalhos, nos meses seguintes ou no término do empreendimento, como demonstra a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Plano de Pagamentos

Tipo de Custo	Total	Mês	Mês + 1	Mês + 2	Término
Custos Directos	515.983	14 %	72 %	13 %	1 %
Custos Indirectos	122.733	40 %	50 %	10 %	-
Outros Custos	77.831	10 %	90 %	-	-

Com base na duração de 36 meses de execução da obra, prevê os seguintes valores para execução do empreendimento, observáveis na Tabela 4.4, relacionados com custos associados e resultado líquido total do empreendimento.

Tabela 4.4 – Valor da proposta, custos e resultado líquido do empreendimento planeados

VALOR DA PROPOSTA DA EMPREITADA	807.012 kR\$
Mobilização e Estaleiro	8 976 kR\$
Obra Civil	798 036 kR\$
CUSTO PLANEADO	716 546 kR\$
Custos Directos	515 983 kR\$
Custos Indirectos	122 733 kR\$
Outros Custos	77 831 kR\$
RESULTADO LÍQUIDO DO EMPREENDIMENTO	90 466 kR\$

O cronograma físico-financeiro previsto, durante os anos 2013 a 2016, encontra-se replicado pelo cronograma relativo à receita e despesa (Figura 4.4) e à execução das actividades (Figura 4.5) ao longo da elaboração do empreendimento por parte da organização.

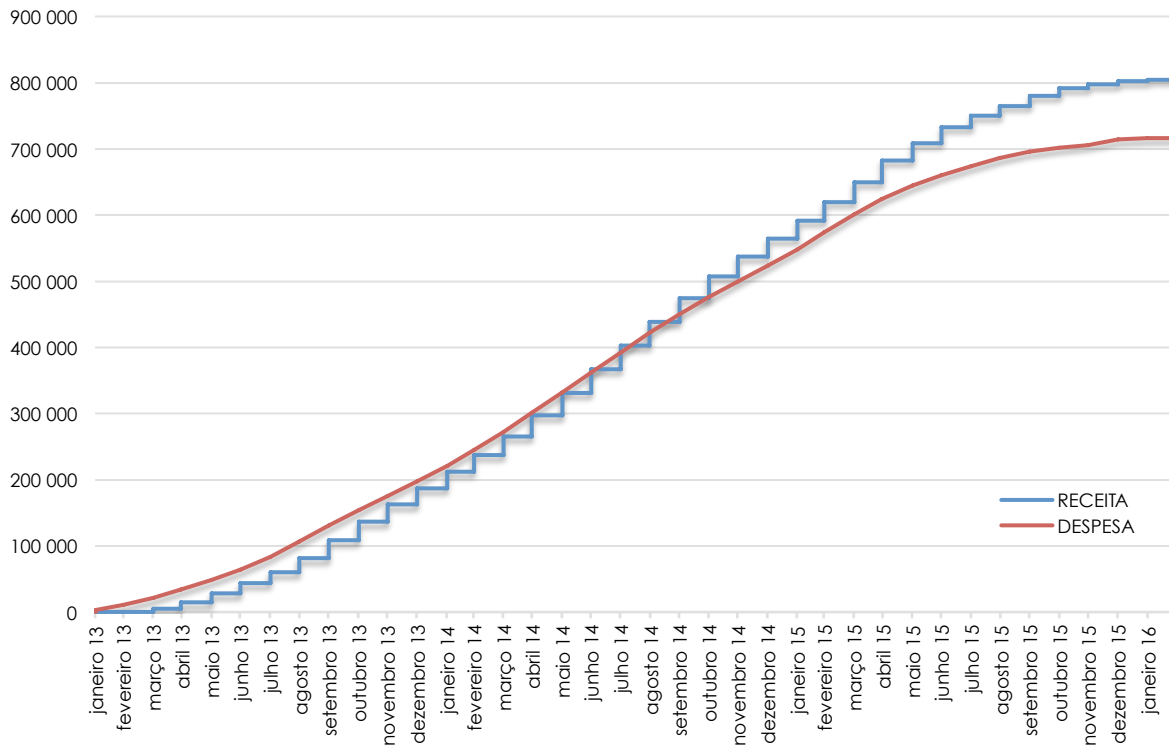


Figura 4.4 – Cronograma previsto de receita e despesa (em kR\$ por mês)

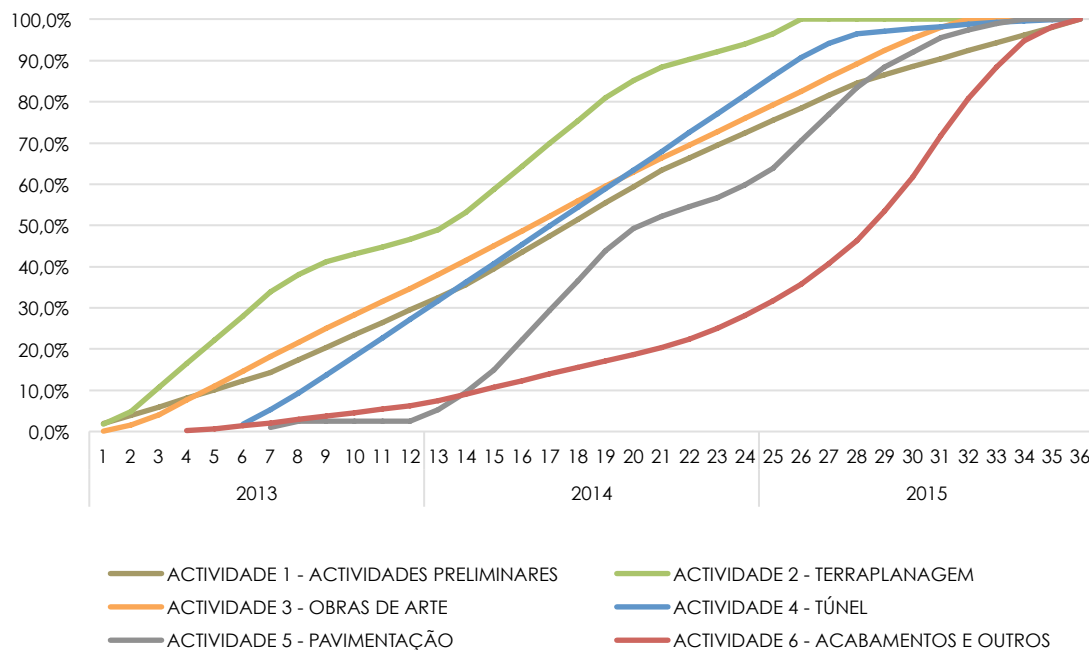


Figura 4.5 – Cronograma previsto para a execução das actividades (% por mês)

4.2.2 Identificação do Risco no caso de estudo

No início desta actividade foram estabelecidas reuniões com peritos, pertencentes à organização, onde, através de pesquisa, com dados documentais e periciais, foram identificados os riscos mais

relevantes para a execução do empreendimento. Os riscos identificados foram categorizados segundo uma subdivisão em **riscos inerentes à execução** do empreendimento e em **riscos macroeconómicos** (conforme descrito em 3.2).

Riscos Inerentes à Execução

Os riscos foram identificados através de informação pericial, com base na opinião de peritos com mais de 20 anos de exercício profissional. O resultado da informação obtida encontra-se descrita na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Lista de riscos inerentes à execução da empreitada identificados

Lista de Riscos	ID	Fonte	Descrição
Conflito Social	1	Externa	Risco com origem em greves, manifestações e outros eventos sociais, com potencial impacto na execução do empreendimento.
Actividade de Escavação	2	Interna	Conjunto de riscos associados à actividade de escavação, nomeadamente relacionados com a perfuração e detonação e o comportamento geotécnico do terreno.
Eventos Meteorológicos	3	Externa	Impacto em obra devido a condições meteorológicas adversas, tais como: ventos, incêndios florestais, temperaturas elevadas, chuva e inundações.
Coordenação do Consórcio	4	Interna	Complicações decorrentes da coordenação entre as entidades, que compõem o Consórcio, e entre estas e os seus activos presentes na execução do empreendimento.
Trabalhos a mais	5	Interna	Impacto positivo ou negativo para a organização, perante a necessidades de trabalhos a mais para a execução da obra.
Erros e Omissões	6	Interna	Impacto negativo decorrente de erros e omissões em obra, devido a leitura incorrecta do projecto, imprecisões em mapa de quantidades, entre outros factores.
Coordenação com Subempreitadas	7	Interna	Complicações decorrentes da coordenação e planeamento dos trabalhos de subempreitada com as restantes actividades.
Instabilidade Política	8	Externa	Decorrente de períodos de instabilidade política, poderá haver ocorrência de atrasos de pagamentos por parte do Dono de Obra.
Incumprimento	9	Externa	Possibilidade de incumprimento por parte do Dono de Obra, Subempreiteiro ou outra entidade relevante para a execução do empreendimento.

Riscos Macroeconómicos

Com base na opinião de peritos que exerceram actividades de orçamentação e controlo de custos de obra e com experiência directa com o Brasil (por mais de 4 anos), foram identificados riscos relacionados com o comportamento dos seguintes indicadores económicos:

- Taxa de Inflação

A década de 80 do séc. XX, no Brasil, foi marcada pela conjunção de dois factores: forte queda da taxa de crescimento da economia e grande aumento da taxa de inflação, situação que se estendeu

durante a primeira metade dos anos 90, e que levou à adopção de sete planos de estabilização em menos de dez anos (BCB, 2016). A adopção dos diversos planos de estabilização económica foi, quase sempre, acompanhada pela revisão das regras de indexação, mudanças nas medidas de inflação, alterações na metodologia de cálculo e até mesmo descontinuidade de apuração de determinados índices (BCB, 2016). Desta forma, existem vários indicadores referente à taxa de inflação no Brasil. Esta última pode variar consoante o âmbito nacional ou regional, a entidade que a reporta e o conjunto de artigos referenciados para a determinação da mesma. O Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)⁵, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pertencente ao Sistema Nacional de Preços ao Consumidor (SNIPC), constitui o índice pelo qual o Banco Central do Brasil (BCB) rege a política monetária, como referência para o sistema de metas para a inflação (BCB, 2016), tema abordado posteriormente. O Índice de Preços ao Consumidor – IPC-FIPE⁶, tem bastante relevância para o presente caso de estudo, tendo em vista o seu âmbito restrito ao município de São Paulo.

Foi adoptado, tendo por base a opinião pericial e o âmbito de cariz académico do caso de estudo, a utilização do IPC-FIPE para reflectir o comportamento inflacionário no fluxo de caixa do empreendimento. Esta escolha constitui uma operação de simplificação face à complexidade da composição de custos na execução do empreendimento e representa um detrimento na escolha de outros índices (tal como o Índice Nacional de Custo da Construção, INCC, divulgado pela Fundação Getúlio Vargas, FGV). A opção de simplificação teve em conta não só o carácter único do comportamento inflacionário em São Paulo em comparação com o restante do País, assim como, com o sector da construção civil na mesma cidade, e também face às características contratuais do caso de estudo, em termos de revisão de preços. Foi considerado que o impacto da inflação incide sobre todos os custos directos do empreendimento, excepto os valores relacionados com a importação.

Os Índices de Preços considerados para a revisão de preços, conforme definições contratuais mencionadas anteriormente, encontram-se relacionados com as seguintes actividades (Tabela 4.6).

⁵ Calculado com base na agregação dos índices ao consumidor regionais, cobrindo (após Janeiro de 2014) as regiões metropolitanas de Belém, Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo e Vitória, o Distrito Federal e os municípios de Goiânia e Campo Grande. O IPCA cobre um intervalo rendimentos familiares de qualquer natureza até 40 salários mínimos. A pesquisa de preços ao consumidor do IBGE está subdividida nos seguintes grupos principais: alimentação e bebidas, habitação, artigos de residência, vestuário, transportes, saúde e cuidados pessoais, despesas pessoais, educação e comunicação (BCB, 2016).

⁶ Índice calculado para um intervalo de rendimentos entre 1 e 20 salários-mínimos, e subdividida nos seguintes grupos principais: Habitação, Alimentação, Transportes, Despesas pessoais, Saúde, Vestuário e Educação. O IPC-FIPE é o índice de preços com série histórica mais longa, com início em Janeiro de 1939, e o seu âmbito regional contempla 5,85% da população residente do Brasil e 10,73% do PIB brasileiro (BCB, 2016).

Tabela 4.6 – Índices de Preços considerados

Nome:	Sigla:	Actividades com impacto:
Índice Geral de Terraplanagem	IGT	2
Índice Geral de Pavimentação	IGP	5
Índice Geral de Edificação	IGE	1 e 6
Índice Geral de Estruturas e Obras de Arte em Concreto	IGC	3 e 4

- Taxa de Juro

Após o último plano de estabilização económica no Brasil (o Plano Real em 1994, com sucesso no controlo da hiperinflação), perante um ambiente ainda marcado pela incerteza quanto ao impacto da desvalorização do real sobre a inflação, o governo brasileiro, em 1999, adoptou a condução da política monetária com base na directriz de sistema de metas para a inflação (BCB, 2016b). Assim, o Banco Central do Brasil compromete-se a actuar de forma a garantir que a inflação efectiva esteja em linha com as metas numéricas pré-estabelecidas, onde o principal instrumento de política monetária é a taxa de juros de curto-prazo, ou taxa Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic) (BCB, 2016b). A taxa Selic é a taxa de juros média que incide sobre os financiamentos diários com prazo de um dia útil (overnight) lastreados por títulos públicos registados no Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic), ou seja, a taxa de juros que equilibra o mercado de reservas bancárias (BCB, 2016b). O Comitê de Política Monetária (Copom) estabelece a meta para a taxa Selic, e cabe à mesa de operações de mercado aberto do BCB manter a taxa Selic diária próxima à meta (BCB, 2016b).

Foi adoptado, tendo por base a opinião pericial e o âmbito de cariz académico do caso de estudo, a utilização da taxa Selic anualizada, com a adição de um valor fixo, de forma a reflectir o custo de financiamento por parte da organização, junto de entidades bancárias. Denota-se que, foi considerado que todo o capital necessário para a execução da empreitada, foi obtido através de empréstimo bancário.

- Variação Cambial

A taxa de câmbio entre o Real Brasileiro e o Dólar Norte-Americano (R\$/) foi considerado um indicador cambial relevante para o fluxo de caixa do empreendimento, tendo em vista a necessidade de importação recorrendo à moeda norte-americana. A taxa entre a moeda brasileira e o Euro foi igualmente considerada aquando da conversão das mais valias no final da execução do empreendimento. Foi considerado que, a conversão monetária necessária para a execução da empreitada, foi feita com base na cotação cambial apenas aquando do pagamento (final do período mensal). Por motivos de simplificação não foi considerado os custos relativos aos serviços cambiais por parte de entidades externas (casas de câmbio). Com base nos dados periciais, o impacto da variação cambial do R\$/ incide sobre 30% do custo em equipamento da actividade 4, nomeadamente no aluguer do Jumbo de perfuração.

4.2.3 Análise do Risco no caso de estudo

Na etapa de estudo, procedeu-se a uma análise qualitativa preliminar, como descrito anteriormente em **Error! Reference source not found.**, com base na opinião de peritos pertencentes à organização, que antecede a etapa combinação.

ESTUDO

Riscos Inerentes à Execução

Após selecção dos riscos a analisar, estes foram caracterizados segundo a sua verosimilhança, o tipo de impacto (na duração ou no custo directo de cada actividade) e o intervalo da magnitude do impacto sobre cada actividade no decorrer da execução do empreendimento, como demonstrado na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Análise de riscos inerentes à execução do empreendimento

Risco	Actividades afectadas	Probabilidade de ocorrência	Tipo de impacto (por actividade)	Magnitude do Impacto			Impacto Secundário por cada unidade de tipo de impacto(kR\$)
				Mínimo	Moda	Máximo	
1	Todas	30%	Duração (mês)	0	2	4	Não aplicável
2	4	Estocástico	Duração (mês)	-2	2	8	4000 por cada mês de impacto
3	1, 2 e 6	20%	Duração (mês)	0	1,5	3	Não aplicável
4	Não se aplica	20%	Custos Indirectos (kR\$)	5000	7000	10000	Não aplicável
5	Todas	30%	Custo Directo (%)	0%	10%	25%	Não aplicável
6	Todas	30%	Custo Directo (%)	0%	5%	20%	Não aplicável

Foi considerado, em cada risco analisado, valores mínimos, prováveis ou moda e máximos expectáveis para a magnitude do impacto, aquando da ocorrência de cada risco. Denota-se que, em relação ao risco 2, foi considerado que, o mesmo, ocorrerá sempre durante a execução da actividade 4 e possui um impacto secundário dependente do impacto primário (sendo este positivo ou negativo face aos objectivos da organização). Em relação ao risco 4, este ocorre sobre o total dos custos indirectos da execução do empreendimento.

Com base em dados periciais, salienta-se ainda que o impacto em termos de duração, aquando de um atraso global do empreendimento superior ao período estipulado para a execução do mesmo, acresce um custo mensal rubricado em custos indirectos e em outros custos no valor de 1100 e 500 kR\$, respectivamente. Denota-se que a estes valores mencionados anteriormente, acrescenta-se o valor da penalização a aplicar. Salienta-se ainda que, foi considerado que o impacto dos riscos, sobre os custos directos das actividades, incide proporcionalmente sobre todos os componentes do custo directo.

De forma a representar a probabilidade das consequências, de cada risco, teve-se em conta o facto de não existirem dados históricos para proceder ao ajustamento numérico da distribuição estatística e a necessidade de recorrer a uma distribuição que seja facilmente compreendida e utilizada por todos os elementos envolvidos (Sousa, 2012). Assim recorreu-se a distribuições beta PERT (NASA, 2013), de forma a modelar a opinião dos peritos. Acrescenta-se que, os parâmetros de todas as distribuições utilizadas na presente dissertação encontram-se explanadas no Anexo B.

Para o estabelecimento das distribuições estatísticas beta PERT, recorreu-se ao auxílio da ferramenta de software *Crystal Ball*. Denota-se que a formulação desta distribuição pode ser modificada (Sousa, 2012; Vose, 2008), de forma a ajustar estatisticamente a opinião de especialistas. No entanto, perante o âmbito do presente caso de estudo e os dados periciais fornecidos, considerou-se adequada a formulação tradicional. No que concerne à verosimilhança, como Sousa (2012) destaca noutros casos práticos, houve pouca sensibilidade por parte dos peritos para o fornecimento de valores relativos para a consideração de valores, máximo e mínimo e o mais provável, plausíveis para a probabilidade de ocorrência. Desta forma, recorreu-se a distribuições uniformes para o intervalo mais provável da verosimilhança (fornecidos através de dados periciais).

Riscos Macroeconómicos

- Taxa de Inflação

Em relação ao IPCA, foi considerado os intervalos de valores previstos para a inflação anual acumulada, reportados pelo Relatório de Inflação de Dezembro (BCB, 2012), para o ano de 2013 (Tabela 4.8). Salienta-se que, foi tido igualmente em consideração as previsões apresentadas pelas entidades internacionais, tais como ONU (2012), FMI (2012), Banco Mundial (2012) e OCDE (2012), de forma a constituir uma base de informação alargada do comportamento da taxa de inflação nos anos em análise. Assim, foi estabelecido uma distribuição estatística beta PERT, com base nos valores considerados pelas instituições supramencionadas, para a representação do IPCA para o ano de 2013. No caso dos anos de 2014 e 2015, de forma a constituir variáveis dependentes dos anos anteriores, o parâmetro do valor mais provável da inflação corresponde ao resultado obtido da inflação do ano imediatamente anterior. Em relação aos intervalos entre os valores dos parâmetros mínimos e máximos esperados, foi estipulado o mesmo valor do intervalo entre os parâmetros para o ano de 2014, presente no relatório do BCB. Em relação ao ano de 2016, de forma a garantir uma dispersão de valores coerentes com o histórico do IPCA, foi considerado que a inflação para este ano corresponde ao valor obtido para o ano de 2015.

A relação entre o IPCA e o IPC-FIPE, índice que pelo qual se reflecte o custo da inflação para a organização durante a execução do empreendimento, pode ser representada pela Figura 4.6, entre os anos de 1995 e 2012. Desta forma, os valores para o IPC-FIPE, para os anos 2013-2016, são obtidos estatisticamente através de regressão linear, pela fórmula representada pelo gráfico mencionado anteriormente.

Tabela 4.8 – Características da distribuição para o IPCA anual acumulado

Ano	Mínimo	Moda	Máximo
2013	3,1 %	4,9 %	6,7 %
2014	I₂₀₁₃ - 3%	I₂₀₁₃	I₂₀₁₃ + 3%
2015	I₂₀₁₄ - 3%	I₂₀₁₄	I₂₀₁₄ + 3%
2016	I₂₀₁₆ = I₂₀₁₅		

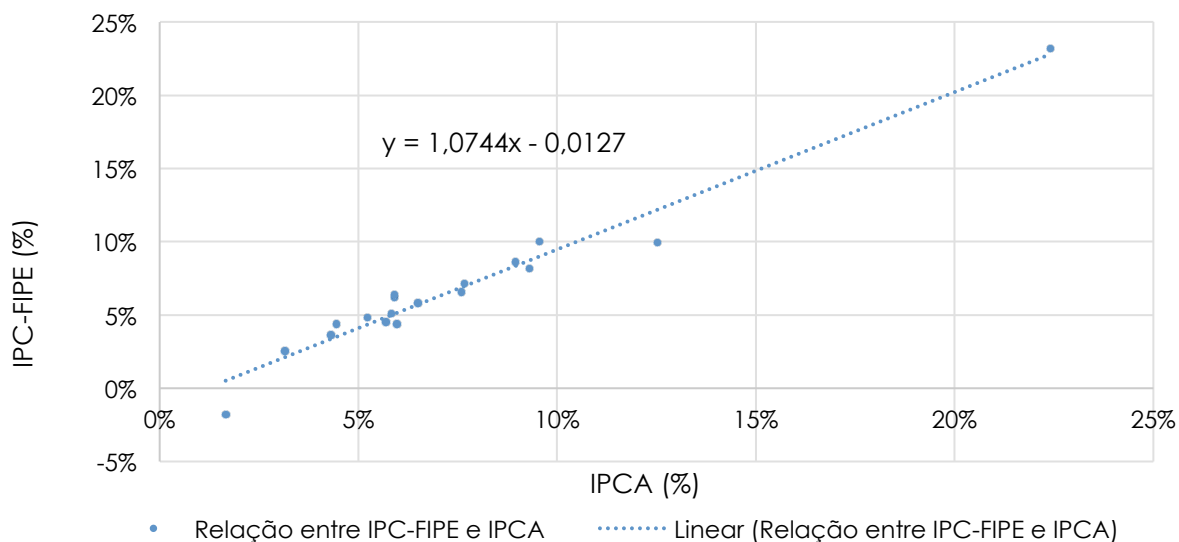


Figura 4.6 – Relação entre IPC-FIPE e IPCA (entre os anos de 1995 e 2012)

A relação entre o IPC-FIPE e os índices de preços considerados (Terraplanagem - IGT, Pavimentação - IGP, Edificação - IGE e Estruturas e Obras de Arte em Concreto - IGC) encontram-se representados na Figura 4.7, pela diferença anual entre cada índice, respectivamente, e o IPC-FIPE. Para cada índice de preço, procedeu-se a um ajustamento a uma distribuição estatística. Com auxílio da ferramenta de software *Crystal Ball*, foram elaborados ajustamentos em 14 distribuições estatísticas. O processo de escolha da distribuição, por sua vez, teve por base os valores obtidos para testes de ajustamento estatístico (e seu grau de confiança) e a necessidade da utilização de distribuições contínuas e definidas dentro de intervalos (de forma a excluir resultados desadequados face ao histórico registado) e a observação visual dos gráficos para inferir sobre a qualidade do ajustamento. Os testes Qui-Quadrado (QQ), Anderson Darling (AD) e Kolmogorov-Smirnov (KS) medem, de diferentes formas, a diferença entre os valores observados (dados) e os valores estimados (distribuição). O valor p é um indicador do grau de confiança no ajustamento estatístico.

No entanto, Vose (2010) e Sousa (2012) apontam que os teste mencionados possuem limitações quanto ao ajuste a distribuições. Os autores supramencionados, mencionam que apesar do teste Qui-Quadrado possuir valores críticos para todo o tipo de distribuições, os resultados do mesmo teste dependem da forma como os histogramas são construídos, designadamente o número de intervalos considerado. Em todos os ajustamentos a distribuições, no presente caso de estudo, foi tido em consideração os valores dos testes (quanto menores melhor o ajustamento) e do valor p (quanto maior melhor o ajustamento).

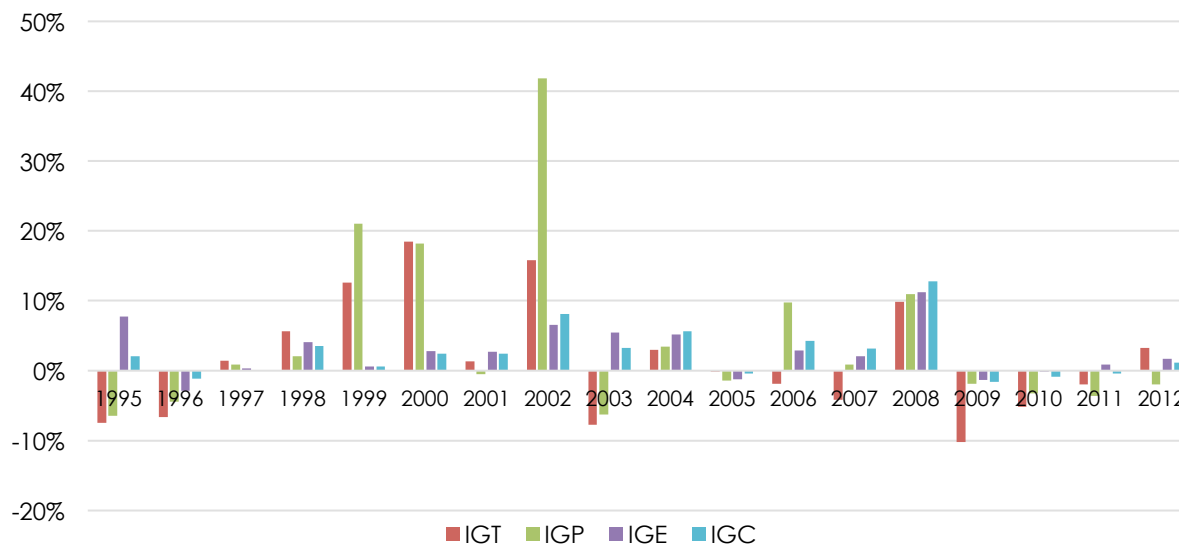


Figura 4.7 – Diferença anual entre o IPC-FIPE e os índices de preços considerados

Assim, obteve-se o melhor ajustamento com distribuições log-normal para o IGT e IGC (delimitadas entre os valores máximos e mínimos da amostra). Para o ajustamento do IGT, os testes AD, KS e QQ conduziram a valores de 0,1442 (com valor de p de 0,909); 0,0790 (com valor de p de 0,980) e 1,1111, respectivamente. No caso do IGC os testes AD, KS e QQ conduziram a valores de 0,2088 (com valor de p de 0,679); 0,1388 (com valor de p de 0,282) e 1,1111. No caso do IGP, o melhor ajustamento foi obtido com distribuição beta PERT onde os testes AD, KS e QQ levaram a valores de 0,5439; 0,1323 e 2,8889. O IGE foi ajustado a uma distribuição beta, onde os testes AD, KS e QQ levaram a valores de 0,1439; 0,0955 e 0,2222.

- Taxa de Juro

Como mencionado anteriormente, o estabelecimento da taxa Selic possui um carácter mitigador dos efeitos da inflação, e, desta forma, a taxa de juro depende directamente do IPCA, como representado pela Figura 4.8 ao longo dos anos. Salienta-se que, a taxa Selic, desde a sua implementação, nunca apresentou valores negativos (como seria expectável devido à sua natureza relacionada com empréstimos interbancários). No entanto, a diferença mensal entre os dois indicadores apresenta valores muito distintos consoante o valor do IPCA mensal. Como demonstrado pela Figura 4.9, quando o IPCA apresenta valores reduzidos (entre 0% e 0,25%) ou negativos, a diferença entre as taxas de juro e de inflação toma valores substancialmente, e constantemente, maiores (e positivos) do que quando o IPCA mensal se situa em valores mais elevados, com diferenças mais voláteis.

Apesar de se ter em consideração as variações mensais, optou-se pela utilização da diferença entre os dados anuais acumulados. A justificação desta opção passa tanto pelo cariz académico da presente proposta como pela condução a valores extremados da taxa Selic anual acumulada, aquando simulações experimentais na opção da diferença entre dados mensais das duas taxas.

Assim, através do ajustamento dos dados (diferença anual acumulada entre a taxa Selic e o IPCA) a uma distribuição estatística, com auxílio da ferramenta de software *Crystal Ball*, obteve-se o melhor ajustamento com uma distribuição log-normal (delimitada entre os valores máximos e mínimos da amostra), onde os testes AD, KS e QQ conduziram a valores de 0,2823 (com valor de p de 0,392); 0,1338 (com valor de p de 0,321) e 2,000, respectivamente. Desta forma, após obtido o valor para a taxa Selic anual acumulada, recorreu-se à fórmula da taxa de juros composta, para calcular a taxa de juro mensal (Rodrigues, 2005):

$$J_A = (J_M + 1)^N - 1$$

Onde “N” reporta para o período de tempo de referência para o cálculo da taxa de juro anual acumulada, “J_A”, com base na taxa de juro mensal, “J_M”. Acrescenta-se ainda a adição de um valor representativo do custo bancário ao valor da taxa de juro mensal.

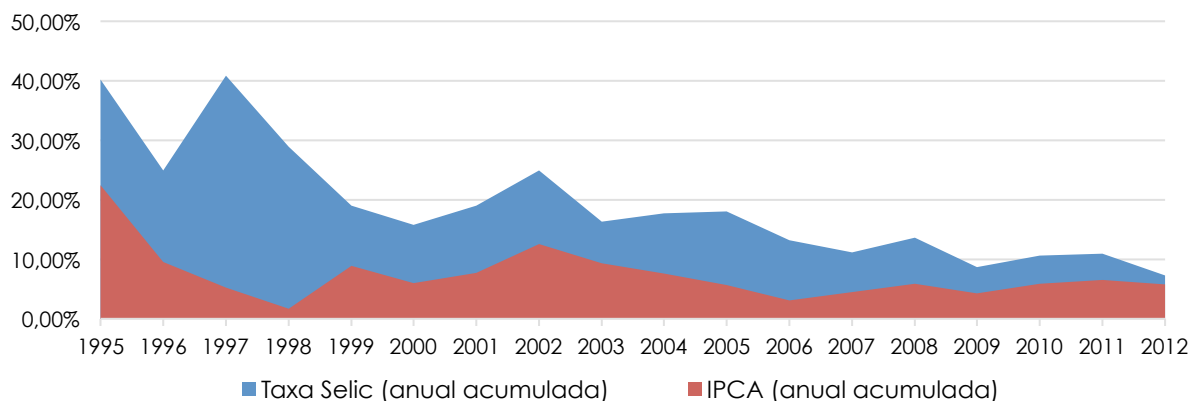


Figura 4.8 – Evolução da taxa Selic e do IPCA anual acumulado

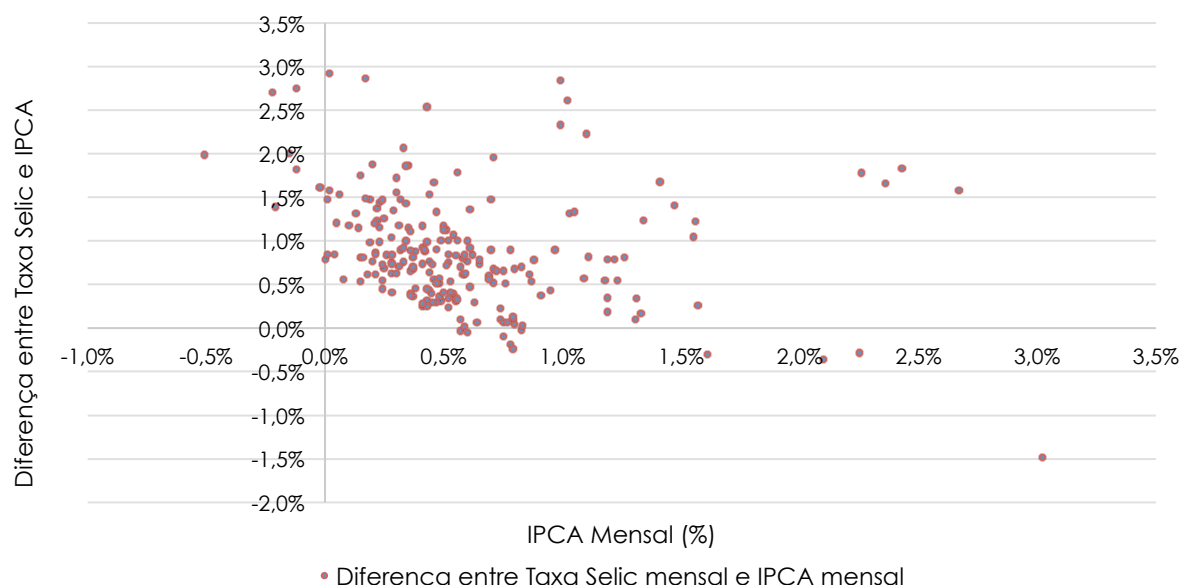


Figura 4.9 – Diferença mensal entre a Taxa Selic e IPCA

- Variação Cambial

De forma a moldar matematicamente a variação cambial recorreu-se à teoria da Paridade do Poder de Compra (PPC). Desenvolvido por Gustav Cassel em 1918, a PPC baseia-se no conceito que produtos idênticos terão o mesmo preço em mercados diferentes quando os preços são expressos na mesma moeda (Krugman et al., 2015). Desta forma, a variação cambial (apreciação ou depreciação) entre duas moedas deverá corresponder directamente à variação da taxa de inflação entre países (Cheung, 2009). Assim, surge a taxa de câmbio real (*real exchange rate*) (RER), a qual resulta do produto da taxa de câmbio nominal (*nominal exchange rate*) (NER) (verificada em casas de câmbio aquando conversão cambial) e os níveis de preços relativos em cada país (Ellis, 2001). Ressalva-se que a utilização do RER, assim como o conceito do PPC, possui limitações, tais como as causadas pela selecção dos indices de preços (metodologia, tipo, qualidade e abrangência do cabaz de produtos analisados), pelo efeito Balassa-Samuelson⁷ e por barreiras ao comércio e à livre concorrência entre países (Cheung, 2009; Krugman et al., 2015). No entanto, devido ao cariz académico do presente caso de estudo, optou-se por suprimir as limitações supracitadas.

O RER entre um país estrangeiro “i” e o país em análise, num determinado tempo “t”, é fornecido pela seguinte fórmula (Ellis, 2001):

$$RER_{i,t} = NER_{i,t} \times \frac{P_t}{P_{i,t}^*}$$

Onde “P” é o nível de preço no país em análise, “P*” o nível de preço no país estrangeiro, e “NER_{i,t}” é a taxa de câmbio nominal entre as moedas dos dois países, expresso como o número de unidades monetárias do país em análise por uma unidade monetária do país estrangeiro. No caso das duas taxas cambiais, consideradas para o caso de estudo (Real/Dólar e Real/Euro), os níveis de preços considerados tiveram em conta a abrangência nacional dos países em análise. Desta forma foram seleccionados o IPCA, no caso do Brasil, o Consumer Price Index (CPI), no caso dos Estados Unidos da América, e o Harmonised Index of Consumer Prices (HICP), na zona Euro. Salienta-se que para a determinação do RER teve-se em conta o facto de na instituição do real brasileiro, a 1 de Julho de 1994, a NER de reais por dólar era de 1 R\$/ (em regime cambial fixo), e na instituição do euro, a 1 de Janeiro de 1999, a NER de reais por euro era de 1,41 R\$/€. A diferença mensal entre o NER e o RER para as duas taxas cambiais analisadas, entre os anos 1995 e 2012, encontram-se explanadas no **Error! Reference source not found.** Assim, para cada taxa cambial, foi estabelecido distribuições estatísticas, contínuas e definidas dentro de intervalos, ajustadas aos dados, com auxílio da ferramenta de software *Crystal Ball*. No caso das diferenças registadas entre real/dólar e real/euro foram obtidos os melhores ajustamentos com distribuições log-normal (delimitadas entre os valores máximos e mínimos das amostras), onde, no primeiro caso, os testes AD, KS e QQ conduziram a valores de 1,4691; 0,0930 e 59,2593, respectivamente. No caso do real/euro os testes AD, KS e QQ

⁷ Baseado no efeito Penn, onde produtos e serviços não transaccionáveis tendem a apenas serem dependentes do nível de preços do país, o efeito Balassa-Samuelson reporta que quanto maior for a produtividade no sector transaccionável, por parte de um país, maior será a probabilidade que os elevados níveis de rendimento estejam associados a elevados níveis de preços (Bergin, 2009).

conduziram a valores de 1,2675; 0,0781 e 27,3333. Assim, com base nas distribuições supramencionadas, são estabelecidos os valores de câmbio do último mês de cada ano. Salienta-se que foi considerado que a variação anual, nos anos em análise, dos indicadores CPI e HICP encontram-se nos 2% e que foi desprezado a volatilidade cambial mensal, tendo em vista o cariz académico da presente proposta e a diminuta importância para o valor global do custo do empreendimento. Desta forma, com base nos valores de taxa de câmbio (do último mês) de dois anos contínuos, foram proporcionalmente estimados os valores intermédios mensais.

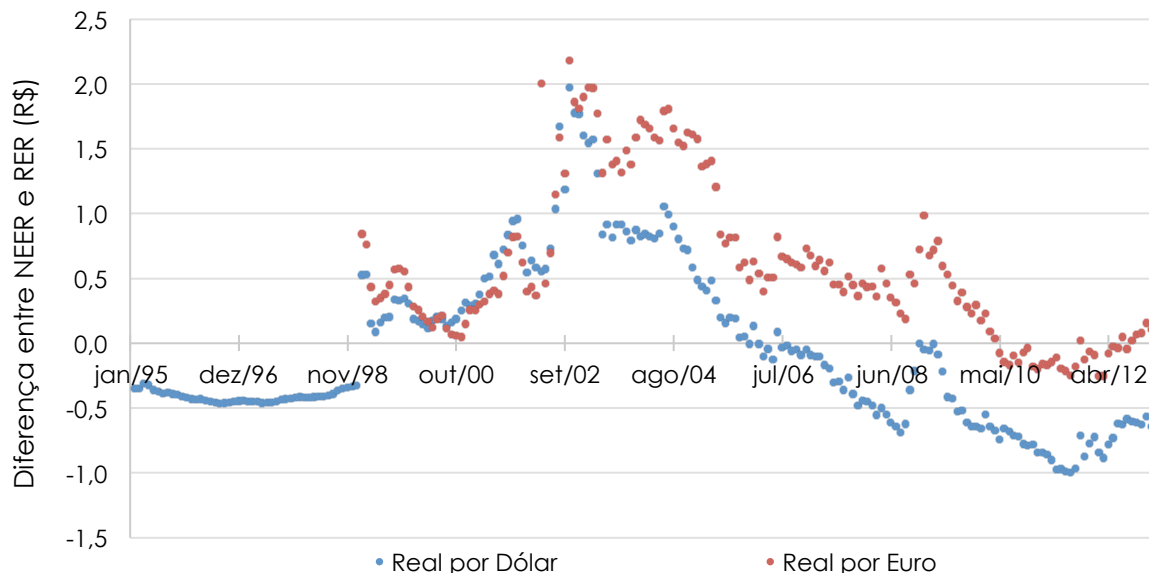


Figura 4.10 – Diferença entre NEER e RER do real brasileiro por dólar americano e por euro

COMBINAÇÃO

Na etapa de combinação, efectuou-se conjuntos de simulações, através do método de Monte Carlo, com base nos dados obtidos na etapa anterior. De forma a fornecer uma base adequada para os resultados, foram realizadas em cada conjunto 10.000 simulações, onde obteve-se valores estocásticos para características relevantes para a execução do empreendimento. Estas características incluem, entre outras, a duração e custo total da obra. Destaca-se a consideração de 48 meses que compõem o horizonte temporal máximo para a execução do empreendimento. A combinação dos impactos dos riscos macroeconómicos e dos riscos inerentes à execução do empreendimento, implica que a primeira não pode ser dissociada dos impactos obtidos pela segunda. Este facto é justificável tendo em vista que um custo acrescido atribuído a um dos riscos inerentes à execução do empreendimento, incorre numa amplificação decorrente dos riscos macroeconómicos. Esta amplificação dependerá do horizonte temporal do impacto ou da relevância para o balanço mensal do empreendimento.

Assim, o custo “A”, por actividade “t”, contemplando a análise de cada risco, “n”, inerente à execução do empreendimento, é formulado por:

$$A_t = C_t + \sum_{n=1}^6 R_{n,t} \quad (1)$$

onde é efectuado a soma do custo directo planeado “C” e o custo acrescido devido ao impacto causado pelos riscos analisados “R”. O custo directo de cada actividade é composto pelos custos

associados com mão-de-obra, “m”, materiais, “n”, equipamentos, “o” e subempreitadas, “p”, com base no Tabela 4.2:

$$m_t + n_t + o_t + p_t = 1 \quad (2)$$

logo:

$$C_t = m_t C_t + n_t C_t + o_t C_t + p_t C_t \quad (3)$$

O custo afectado pelo impacto da inflação “I”, incide sobre cada um dos componentes do custo directo de cada actividade, correspondendo às variáveis “d”, “e”, “f” e “g”:

$$I'_t = m_t A_t d_t + n_t A_t e_t + o_t A_t f_t + p_t A_t g_t \quad (4)$$

O valor dos custos indirectos “N” é expresso pela expressão da soma dos custos indirectos planeados “M” com o custo acrescido devido ao impacto dos riscos inerentes à execução do empreendimento (neste caso é apenas referenciado o risco 4):

$$N = M + \sum_{n=1}^6 R_n \quad (5)$$

O valor da execução de cada actividade é fornecido pela soma do valor planeado “V”, de cada actividade, com o acréscimo de valor devido ao impacto dos riscos analisados “R”:

$$A'_t = V_t + \sum_{n=1}^6 R'_{n,t} \quad (6)$$

O fluxo de caixa económico, corresponde às entradas e saídas de recursos financeiros do empreendimento, desprezando os planos de pagamento mensais ou as condições contratuais de pagamento por parte do dono de obra. Assim o valor a pagar, “K”, no fluxo de caixa económico, por cada mês “i”, até ao mês 36, sem considerar custos associados às variações cambiais ou taxas de juros, corresponde a:

$$K_i = \sum_{t=1}^6 a_i A_t + b_i N + c_i O + \sum_{t=1}^6 I_{t,i} \quad (7)$$

ou:

$$K_i = \sum_{t=1}^6 A_{t,i} + N_i + O_i + \sum_{t=1}^6 I_{t,i} \quad (8)$$

onde no mês “i”, a_i é a percentagem efectuada da actividade, b_i é a percentagem dos custos indirectos, c_i é a percentagem dos outros custos, $A_{t,i}$ é o valor do custo directo, por actividade, N_i é o valor dos custos indirectos, e O_i é o valor dos outros custos. $I_{t,i}$ é o custo da inflação, de cada actividade “t”, por cada mês “i”, obtido através da inflação acumulada “F” (até ao mês “i”) face ao planeado:

$$a_i I'_t (F_i - 1) = I_{t,i} \quad (9)$$

Paralelamente à inflação, o custo afectado pelo impacto da variação cambial “B”, incide sobre cada um dos componentes do custo directo de cada actividade, correspondendo às variáveis “r”, “s”, “u” e “v”:

$$B'_t = m_t A_t r_t + n_t A_t s_t + o_t A_t u_t + p_t A_t v_t \quad (10)$$

No caso de atraso no empreendimento, após o mês 36, ao custo mensal para execução do empreendimento “K”, acresce os seguintes valores:

$$K'_i = N'_i + O'_i + X_i \quad (11)$$

Enquanto os valores “N” e “O”, correspondem aos valores estipulados para custos indirectos e outros custos em caso de atraso, o valor “X” corresponde às penalizações, mencionadas em 4.2.1.

O valor a receber “U”, por cada mês, por parte do dono de obra, corresponde a:

$$U_i = \sum_{t=1}^6 a_i A'_t + S_i + Y_i \quad (12) \quad \text{ou} \quad U_i = \sum_{t=1}^6 A'_{t,i} + S_i + Y_i \quad (13)$$

onde a parcela “S” corresponde ao valor orçamentado para o valor de Mobilização e Estaleiro estabelecido previamente. Denota-se que o valor da rubrica, supramencionada, apesar de não ser alterada, pode ocorrer uma antecipação do pagamento nos últimos meses da execução do empreendimento, aquando a ocorrência de um adiantamento geral da empreitada. O valor “Y” corresponde à revisão de preços, mencionada em 4.2.1.

Quando é respeitado as condições desprezadas pelo fluxo de caixa económico, é obtido o valor “K”, no fluxo de caixa financeiro, por cada mês “i”, sem considerar custos associados às variações cambiais ou taxas de juros, até ao mês 36:

$$K_i = \sum_{t=1}^6 0,13A_{t,i-2} + \sum_{t=1}^6 0,72A_{t,i-1} + \sum_{t=1}^6 0,14A_{t,i} + 0,1N_{i-2} + 0,5N_{i-1} + 0,4N_i + 0,1O_{i-1} + 0,9O_{t,i} + \sum_{t=1}^6 0,13I_{t,i-2} + \sum_{t=1}^6 0,72I_{t,i-1} + \sum_{t=1}^6 0,14I_{t,i} \quad (14)$$

Considerando que:

$$a_i B'_t = B_{t,i} \quad (15)$$

vem que a relação ao custo associado ao câmbio Real/Dólar, por actividade e por mês, é fornecida por:

$$B_i = \sum_{t=1}^6 \left[0,13B_{t,i-2} \left(\frac{w_i}{w} - 1 \right) \right] + \sum_{t=1}^6 \left[0,72B_{t,i-1} \left(\frac{w_i}{w} - 1 \right) \right] + \sum_{t=1}^6 \left[0,14B_{t,i} \left(\frac{w_i}{w} - 1 \right) \right] \quad (16)$$

onde “ w_i ” corresponde ao valor obtido, no fim do mês, para o valor de transacção cambial, e o “ w ”, o valor inicial da taxa de câmbio.

Logo, o valor a pagar “G” por mês pela entidade, até ao mês 36, sem considerar os custos de financiamento é formulado por:

$$G_i = K_i + B_i \quad (17)$$

Após o mês 36, “K”, deve ser acrescentado os seguintes valores:

$$K'_i = 0,1N'_{i-2} + 0,5N'_{i-1} + 0,4N'_i + 0,1O'_{i-1} + 0,9O'_{t,i} + 0,1X_{i-1} + 0,9X_{t,i} \quad (18)$$

No término da execução do empreendimento, é incluindo nos custos a condição de pagamento, correspondendo a:

$$T = 0,01 \sum_{t=1}^6 A_t + 0,01 \sum_{i=1}^{48} \sum_{t=1}^6 I_{t,i} + \left(\frac{w_i}{w} - 1 \right) 0,01 \sum_{i=1}^{48} \sum_{t=1}^6 B_{t,i} \quad (19)$$

O valor a receber “U”, por parte do dono de obra, por mês, é fornecido por:

$$U_i = \sum_{t=1}^6 A'_{t,i-2} + S_i + Y_i \quad (20)$$

destaca-se que o valor decorrente da revisão de preços “Y”, apenas é tido em consideração no último mês de cada ano (mês 12, 24, 36 e 48). Desta forma o balanço mensal “H”, antes de contabilizar os custos de financiamento, corresponde a:

$$H_i = \begin{cases} U_i - G_i & \text{para } i \leq 36 \\ U_i - G_i - K'_i - T & \text{para } i > 36 \end{cases} \quad (21)$$

De forma a contabilizar os custos de financiamento, com base na taxa de juro “J”, o valor do balanço mensal acumulado “Q” vem:

$$Q_i = \begin{cases} (H_i + H_{i-1}) J_i & \text{para } H_i < 0 \\ H_i + H_{i-1} & \text{para } H_i > 0 \end{cases} \quad (22)$$

Por fim, o resultado líquido total decorrente da soma da totalidade dos fluxos de caixa do empreendimento, na moeda utilizada pela organização (euro), é dado por:

$$\sum_{i=1}^{48} Q_i \times z \quad (23)$$

onde “z” corresponde à taxa cambial de conversão de reais brasileiros para euros, no último mês do horizonte temporal para a execução do empreendimento (mês 48).

Em relação à duração das actividades, esta é afectada pelo impacto dos riscos inerentes à execução da obra, onde foi considerado que as actividades contemplam, cada uma, tarefas críticas na execução do empreendimento. Esta consideração foi estabelecida devido à inexistência de informação quanto à flexibilidade do cronograma de execução de cada actividade. Assim, uma variação da duração de uma actividade repercute directamente na duração total do empreendimento, consonante a sequencialidade e interdependência entre actividades. Desta forma, para as actividades 2, 3 e 4, aplica-se a seguinte fórmula para a duração total, “R”, da mesma:

$$R_t = A_t + E_t \quad (24)$$

onde para cada actividade “t”, a duração total é constituída pela soma da duração planeada, “A”, com o impacto dos riscos na execução da actividade, “E”. Para a actividade 5, de pavimentação, tendo em vista a sua dependência das actividades supramencionadas, a sua duração total vem:

$$R_5 = A_5 + X \quad (25)$$

onde X, corresponde a:

$$X = \begin{cases} \max(-2; E_4) & \text{para } \{E_2; E_3; E_4; E_5\} < 0 \\ \max\{E_2; E_3; E_4; E_5\} & \text{para } \{E_2; E_3; E_4; E_5\} > 0 \end{cases} \quad (26)$$

considerou-se que o adiantamento máximo na actividade 5 corresponde a dois meses, de forma a cumprir a sua sequencialidade com a execução da actividade 3 (obras de arte). A actividade 6, corresponde à sequência da execução da actividade 5:

$$R_6 = A_6 + Y \quad \text{onde:} \quad Y = \begin{cases} X & \text{para } X < 0 \\ \max\{X; E_6\} & \text{para } X > 0 \end{cases} \quad (27)$$

E para a actividade 6, efectuada ao longo de toda o período de execução da obra:

$$R_1 = A_1 + Z \quad \text{onde:} \quad Z = \begin{cases} Y & \text{para } Y < 0 \\ \max\{Y; E_1\} & \text{para } Y > 0 \end{cases} \quad (28)$$

De forma a simular a variação na duração das actividades teve-se em conta o facto que o cronograma de execução mensal de cada actividade, após um atraso ou adiantamento, deve ser proporcional ao planeado na Figura 4.5. Assim, em caso de adiantamento devido ao impacto dos riscos supramencionados, aplica-se a seguinte fórmula para a percentagem de execução “E” de um determinado mês “i” para uma actividade “t”:

$$E_{i,t} = \frac{P_{i,t}}{T_t} \quad (29)$$

onde “P” retrata a percentagem planeada para o mês em questão e “T” representa no ultimo mês de execução da actividade com adiantamento, a percentagem acumulada planeada. Em caso de atraso, até ao ultimo mês de execução planeada, aplica-se a seguinte formula:

$$E_{i,t} = P_{i,t} \times \frac{F_t}{R_t} \quad (30)$$

onde “F” representa a duração total planeada em meses e “R” a duração total efectiva, após o impacto dos riscos na execução da actividade. Após o mês 36, a execução em cada mês corresponde à proporção directa com “R”, até à conclusão da actividade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a execução das simulações, destas foram obtidos resultados estocásticos para os parâmetros mais relevantes para a elaboração do cronograma físico-financeiro do empreendimento. Primeiramente, foi realizado um conjunto de simulações baseado nas hipóteses mencionadas no capítulo 4.2, e, posteriormente, foi elaborada um segundo conjunto de simulações perante um cenário com os parâmetros macroeconómicos observados entre os anos 2013 e 2016.

1ª Simulação

Em relação aos impactos resultantes dos riscos inerentes, estes incidem sobre a duração e custos/valor das actividades a executar no empreendimento. Reflectindo os impactos nos custos directos, designadamente o acréscimo no custo directo das actividades descontando a apreciação no valor das mesmas, a Figura 4.11 leva a concluir que o impacto desta categoria de riscos, entre um intervalo de confiança de 90%, conduz, em termos de custos directos para a empresa de construção, a valores entre um acréscimo de 50742 kR\$ e uma diminuição no valor de 12285 kR\$, respectivamente cerca de 7% e 1,8% do total do custo planeado para a execução da obra). Se considerarmos o valor médio, este encontra-se num acréscimo de 18294 kR\$, correspondendo a um aumento médio de cerca de 2,5% do custo total do empreendimento, quando comparado com os valores dos custos totais planeados para a execução da obra. Acrescenta-se que, como mencionado anteriormente, estes valores apenas contemplam os impactos dos riscos inerentes à execução da obra, podendo ser o impacto final reduzido ou ampliado consoante o impacto dos riscos macroeconómicos. Em relação ao impacto nos custos indirectos, estes, devem ser vistos de forma isolada, visto que, advém não só dos riscos supramencionados (mais concretamente pelo risco 4), mas também, pelo atrasos ocorridos na execução do empreendimento. Os valores obtidos para uma diminuição de custos advêm tanto pelo adiantamento da execução da obra, reflectindo o impacto do risco 2 na actividade 4, como pelo impacto dos trabalhos a mais (risco 5). No entanto, é possível antever, devido à relevância das actividades 3 e 4 face ao valor dos custos directos de todas as actividades (cerca de 70%), que um impacto negativo dos riscos, para a organização, nas actividades 3 e 4 sobrepõe-se a qualquer conjugação de impactos positivos nas actividades 1,2, 5 e 6.

Quanto ao impacto na duração das actividades, este tem uma acuidade diferente consoante as actividades afectadas. Tendo em vista que foi considerado que não existem folgas e a hierarquia de execução entre as actividades, o impacto nas actividades 2, 3 e 4 tem repercussão nas restantes. A comparação entre o cronograma planeado de execução das actividades face ao impacto, sobre este, devido aos riscos, encontra-se no Anexo C. Assim na actividade 5, de pavimentação, tendo em vista a dependência da execução das actividades supracitadas, o impacto dos riscos resulta, em caso de atraso, no maior valor registado do impacto entre as três actividades supracitadas e na actividade 5.

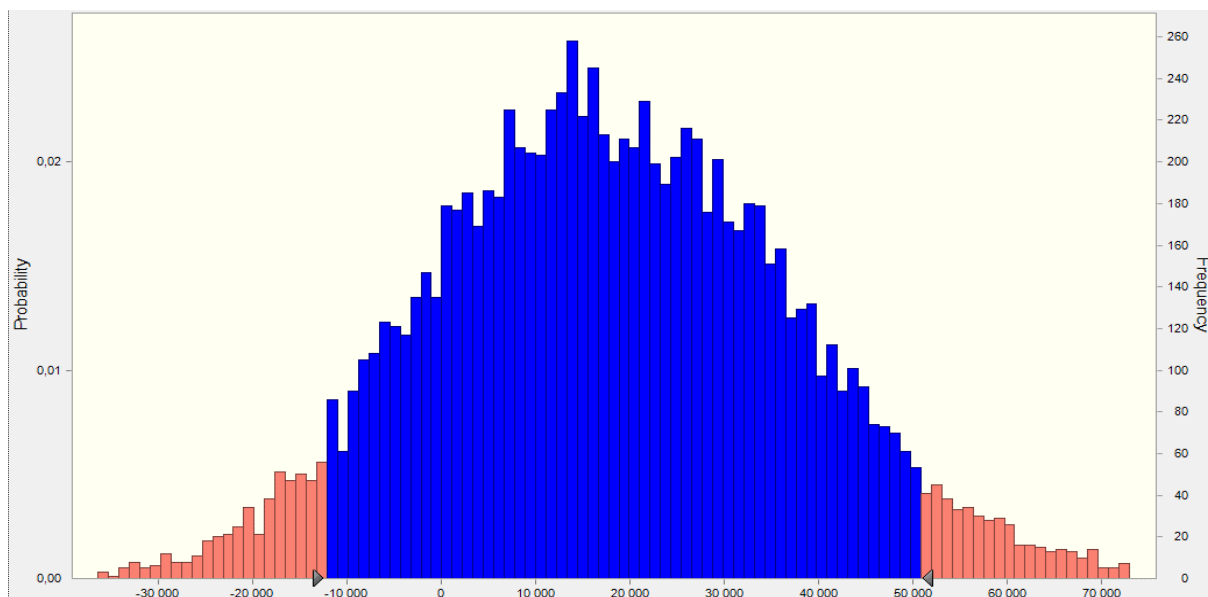


Figura 4.11 – Impacto dos riscos inerentes à execução do empreendimento nos custos directos das actividades, em KR\$

No caso de adiantamentos, encontra-se um paralelismo com o caso anterior, no entanto só é verificado um adiantamento na actividade 5 se não ocorrer atrasos nas quatro actividades em questão. Este facto reflecte-se na Figura 4.12, com a forma assimétrica em torno dos 36 meses (duração estimada inicialmente para a execução da obra). As actividades 1 e 6 concluem a execução do empreendimento, e, assim, a duração das mesmas depende não só do próprio impacto, dos riscos inerentes à execução, mas também do impacto dos mesmos riscos nas restantes actividades. A Figura 4.12, reflecte assim o impacto destes riscos na duração total da execução do empreendimento. Para um intervalo de confiança de 90%, a obra decorre durante 36,11 e 43,22 meses, com um valor médio de 39,40 meses.

O valor médio obtido na Figura 4.12, pode ser justificado pelos parâmetros mais prováveis nos impactos dos riscos na duração das actividades, enquanto que os valores mais elevados para a duração da execução do empreendimento dependem de um impacto mais expressivo do risco 2 na actividade 4.

Em relação aos riscos macroeconómicos, como mencionado anteriormente, o impacto dos mesmos não pode ser dissociado dos impactos obtidos pelos riscos inerentes à execução do empreendimento. Um impacto no acréscimo dos custos ou na alteração da duração da obra, tanto em caso de atraso como de adiantamento, decorrente dos riscos inerentes à execução do empreendimento, pode conhecer uma amplificação ou uma redução dos seus efeitos com o impacto conjunto dos riscos macroeconómicos. Ressalva-se que o impacto dos riscos macroeconómicos, como mencionado nos subcapítulos anteriores, não incide sobre a duração das actividades. Assim, para os valores, obtidos dos impactos decorrentes dos riscos inerentes à execução do empreendimento, não são possíveis de ser analisados de forma independente face aos restantes riscos.

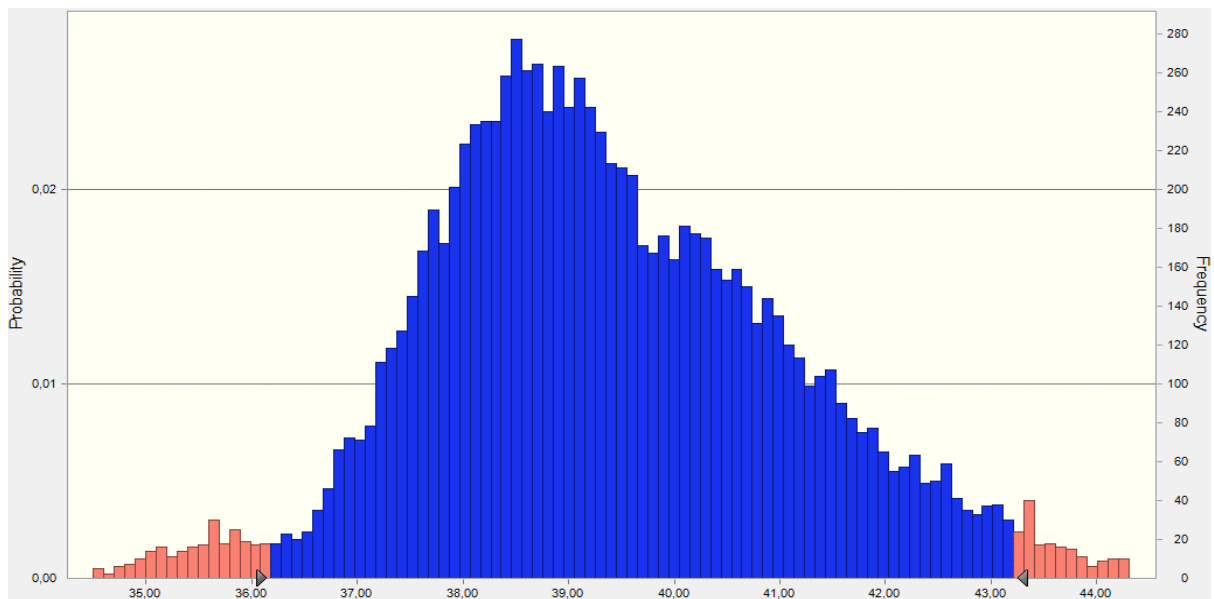


Figura 4.12 – Duração total, em meses, da execução do empreendimento

Em relação ao valor da inflação, o IPCA, este, de acordo com as simulações realizadas, teve uma evolução, entre os anos de 2013 a 2016, demonstrada pela Figura 4.13. Observa-se uma dispersão de resultados gradualmente a divergir dos parâmetros dos valores mais prováveis para cada um dos anos, excepto, como esperável, no ano de 2016, onde a dispersão de resultados é igual à obtida para o ano de 2015. Assim, foi obtido um valor médio para o IPCA ao longo destes anos em cerca de 5%, o qual posteriormente foi convertido, como demonstrado em 4.2.3, para o valor do IPC-FIPE, o índice de inflação com impacto no custo da obra. Salienta-se ainda que, para um intervalo de confiança de 90%, a inflação mínima registada ronda os 2% e o máximo nos 8%, valores que se situam dentro do histórico dos valores do IPCA (segundo a amostra considerada entre 1994-2012).

Quanto à diferença entre a revisão de preços e o custo da inflação para a organização, a multiplicidade de simulações conduziram, entre um intervalo de confiança de 90%, a valores positivos entre os 8067 e os 67359 kR\$, e o valor médio dos resultados observados encontra-se nos 34137 kR\$, como observável na Figura 4.14. Os valores positivos obtidos, para a organização, condizem com o observável na Figura 4.7, onde os índices (utilizados para a elaboração da revisão de preços com amostra entre 1995 e 2012) encontram-se, em média, acima do IPC-FIPE. De notar ainda, a contribuição, para a obtenção de valores positivos, do facto de, enquanto o custo da inflação incide sobre os custos directos das actividades, a revisão de preços incide sobre o valor das actividades, nas quais já estão contabilizadas as margens de lucro da organização. O formato geométrico da Figura 4.14 corresponde à distribuição estatística atribuída a cada um dos índices utilizados para a revisão de preços. O IGC, corresponde à revisão de preços de cerca de 70% do valor total do valor do empreendimento a executar, o que o torna o índice mais relevante, face aos restantes analisados. Desta forma, o IGC, e a sua distribuição estatística ajustada, ganha uma relevância no impacto da inflação sobreponível aos restantes indices de construção. O impacto decorrente da inflação leva assim, com base nos valores observados, a uma diminuição, dos custos totais da execução da obra,

em cerca de 4,7%, para valores médios, ou considerando o intervalo de confiança de 90%, entre cerca de 1,1 e 9,4%.

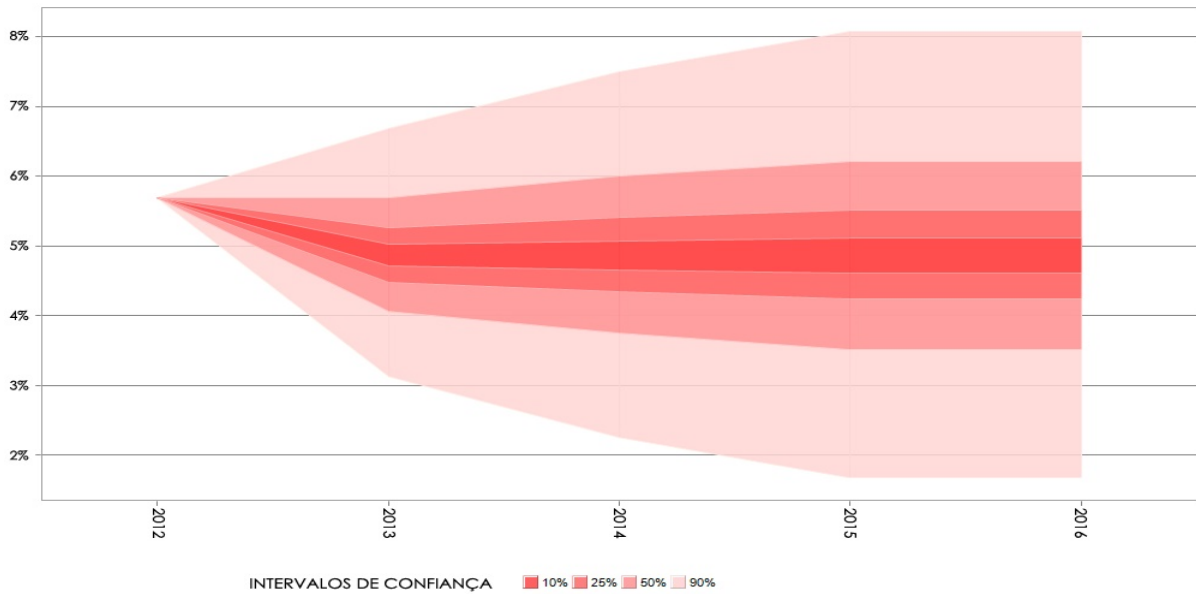


Figura 4.13 – Evolução do IPCA, em %, entre os anos 2012 e 2016

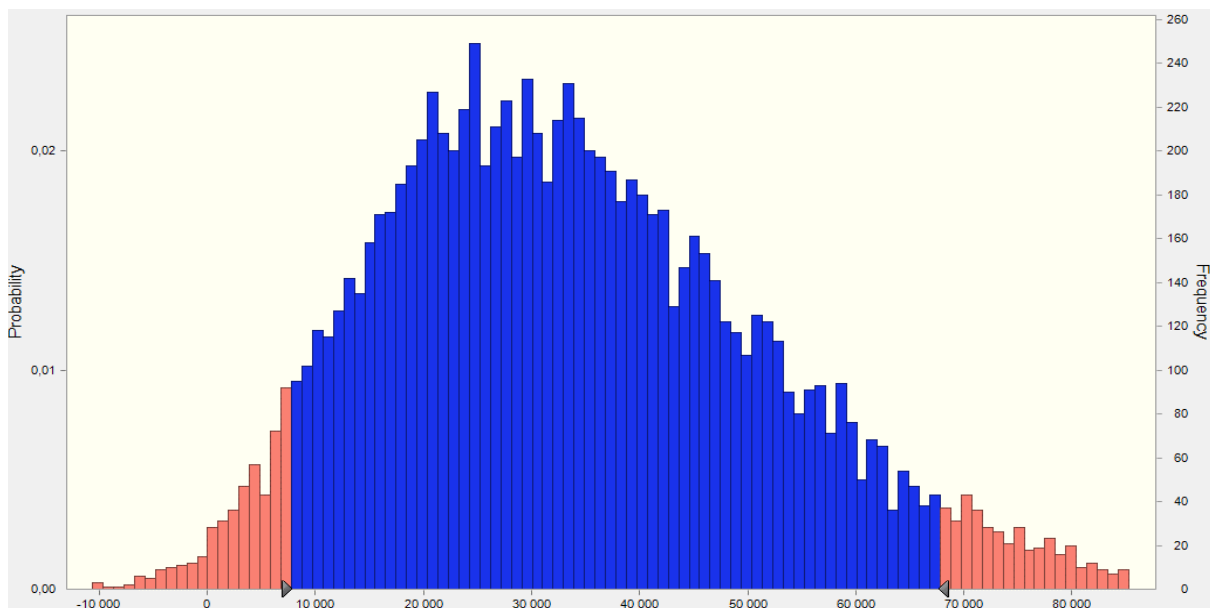


Figura 4.14 – Diferença, em kR\$, entre resultado da revisão de preços e custos decorrentes da inflação

Em relação aos custos decorrentes da variação cambial do real brasileiro pelo dólar americano, as simulações realizadas conduziram, entre um intervalo de confiança de 90%, a um custo, para a organização, entre os 1481 e os 11660 kR\$, como observável na Figura 4.15. Quanto ao valor médio observado, este encontra-se nos 6041 kR\$. Existem alguns factores que orientam a um acréscimo de custos, para a organização, decorrentes da variação cambial. O primeiro decorre pela diferença entre a inflação ao longo dos anos do IPCA e CPI, onde o primeiro apresenta características voláteis com valores quase sempre superiores à evolução constante (de 2%) para o CPI. Esta diferença entre

índices de inflação leva, tendo em consideração unicamente o RER, a uma desvalorização do real brasileiro, face ao dólar, e, por sua vez, a um aumento de custos para a organização. O segundo factor reporta para diferença entre NER e RER, onde a distribuição estatística ajustada (mencionada em 4.2.3) reflecte-se no formato assimétrico da Figura 4.15. Os valores da diferença entre NER e RER, segundo a distribuição estatística supramencionada, apresentam valores tendencialmente diminutos e positivos, o que, juntamente com os valores superiores da inflação brasileira face ao norte americano, contribuem decisivamente para um acréscimo de custos para a organização. No entanto, salienta-se que este acréscimo de custo representa face ao total do custo planeado do empreendimento, um valor reduzido (entre 0,2 e 1,7%, para um intervalo de confiança de 90%, e 0,8% para o valor médio observado).

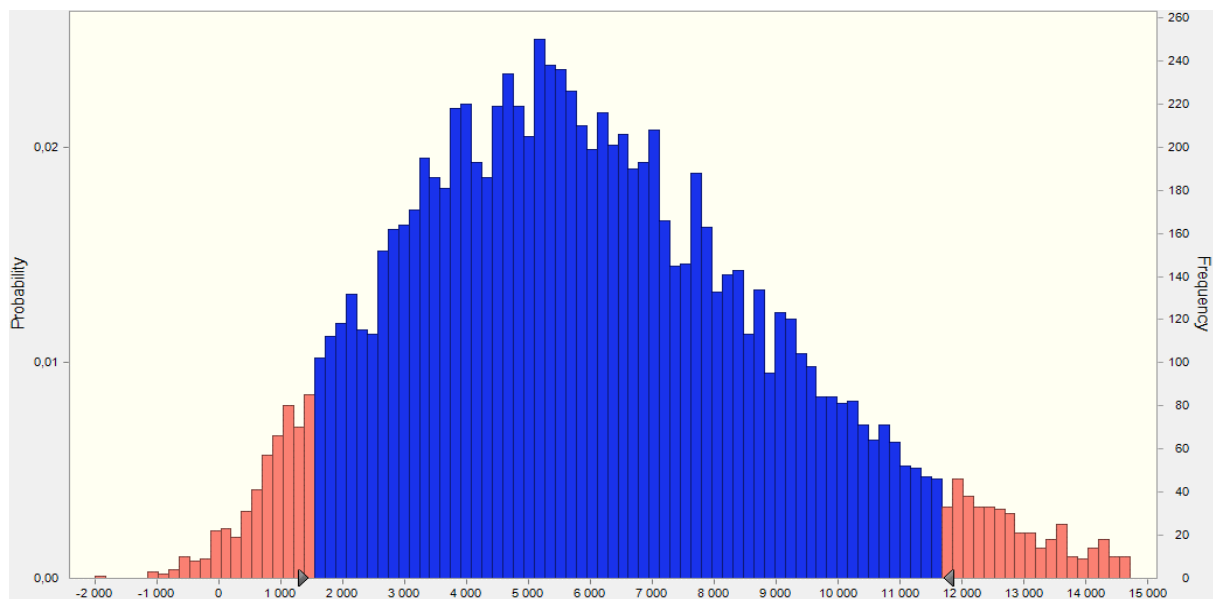


Figura 4.15 – Impacto no custo decorrente da variação cambial, em kR\$

Em relação ao impacto da taxa de juro nos custos decorrentes do financiamento da organização para a elaboração do empreendimento, deve ter-se em conta que a mesma conjuga não só a variação da taxa Selic, mas também, os impactos ocorridos através da inflação e da variação cambial. Desta forma, uma variação nos custos, devido à mudança da taxa de inflação ou cambial, pode conduzir à respectiva alteração no balanço acumulado mensal do empreendimento, e, desta forma, repercute-se no impacto devido à taxa de juro. Como demonstrado previamente, apenas nos meses de execução do empreendimento onde ocorre um balanço acumulado negativo, existe necessidade de financiamento, e, desta forma, o impacto da taxa de juro possui uma relação simbiótica com a evolução da execução do empreendimento. Assim, uma alteração no cronograma, devido ao impacto de outros riscos, pode implicar uma mudança no período expectável para o impacto da taxa de juro. Para o cronograma planeado para a execução da obra (Figura 4.4), existia até ao mês 17 (Maio de 2014) uma necessidade de financiamento do empreendimento, por parte da organização. Assim, as simulações realizadas conduziram, entre um intervalo de confiança de 90%, a um custo entre os 4194 e os 18237 kR\$, com um valor médio observado nos 9737 kR\$, como observável na Figura 4.16. O acréscimo de custo representa face ao do total do custo, planeado, do empreendimento, cerca de

1,4%, para valores médios, ou considerando o intervalo de confiança de 90%, entre cerca de 0,6 e 2,6%. Os valores observados correspondem não só ao expectável acréscimo de custos, tendo em vista o facto da taxa Selic ser sempre superior ao valor do IPCA e à necessidade incontornável de financiamento para o empreendimento, pela organização, mas também a uma correspondência directa entre o formato assimétrico da Figura 4.16 com a distribuição estatística ajustada para a diferença entre a taxa Selic e o IPCA.

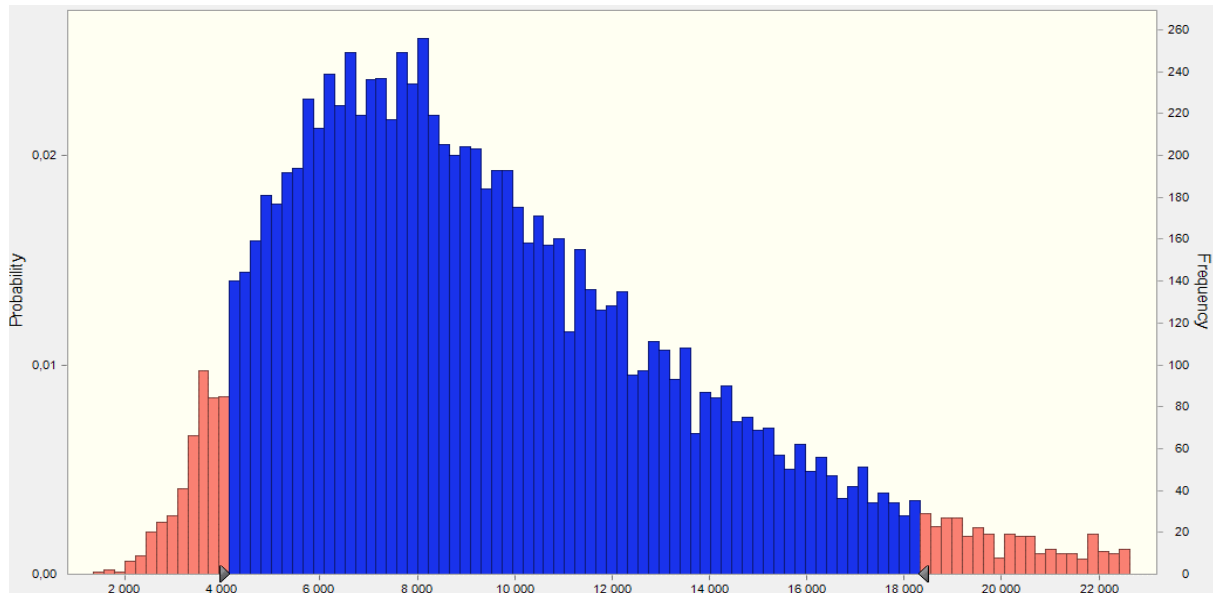


Figura 4.16 – Impacto no custo decorrente da necessidade de financiamento, em kR\$

Contabilizando todos os custos e impactos, decorrentes dos riscos apreciados anteriormente, para a organização, as simulações realizadas conduziram ao valor médio de 806964 kR\$ e, dentro um intervalo de confiança de 90%, a um resultado entre os 767233 e os 856372 kR\$. Tendo em conta o valor estimado inicial de 716546 kR\$ para o custo total, da obra, o aumento deste era expectável, devido sobretudo ao impacto da inflação e dos riscos inerentes à execução do empreendimento, nomeadamente a actividade de escavação, erros e omissões e trabalhos a mais solicitados. No entanto, o aumento dos custos obteve uma correspondência sobre os recebimentos devido tanto ao mecanismo de revisão de preços como ao pagamento dos trabalhos a mais por parte do Dono de Obra. Assim, os recebimentos, segundo as simulações, levaram ao registo de um valor médio de 900217 kR\$ e, dentro um intervalo de confiança de 90%, a um resultado entre os 849847 e os 964480 kR\$, os quais são comparáveis com o valor expectável inicialmente de 807012 kR\$. Perante o aumento generalizado dos custos e dos recebimentos, para a organização, estes dois parâmetros podem ser comparados face aos valores iniciais, com um aumento de 112,7% e 111,5%, respectivamente.

Com a contabilização dos custos totais face aos recebimentos, gera-se o resultado líquido total do empreendimento, em reais brasileiros, por parte da organização. As simulações realizadas, encaminharam, dentro um intervalo de confiança de 90%, a um resultado líquido entre os 48288 e os 138812 kR\$, e a um valor médio nos 93253 kR\$, como observável na Figura 4.17. O valor médio resultante das simulações, contrasta positivamente, no ponto de vista da organização, com os 90466

kR\$ de resultado líquido previstos inicialmente, com uma valorização média de 102,6%, enquanto que, os valores que delimitam o intervalo de confiança compõem-se entre uma valorização de 54,4% e uma desvalorização de 46,9%. O formato aproximadamente simétrico da Figura 4.17 reflecte a inexistência de valores demasiadamente extremados, indicando que tanto o impacto decorrente dos riscos inerentes à execução da obra como o derivado do efeito da inflação, tendem a influenciar positivamente o resultado líquido do empreendimento para a organização, de forma proporcional. A observação anterior tem em consideração que os impactos decorrentes da variação cambial e da taxa de juro são menos relevantes para o total do custo do empreendimento, e, desta forma, apesar dos impactos destes riscos adquirirem uma distribuição assimétrica, os mesmos não interferem com o formato da Figura 4.17. Em relação aos menores valores obtidos de resultado líquido, dentro do intervalo de confiança estabelecido, seria relevante a organização delinear uma apreciação dos mesmos, tendo em vista um critério, definido por esta última, do menor valor de resultado líquido tolerável pela organização, para a execução do empreendimento. Este critério compõe parte dos critérios do risco, os quais como mencionado em 3.2, encontram-se fora do âmbito da presente dissertação.

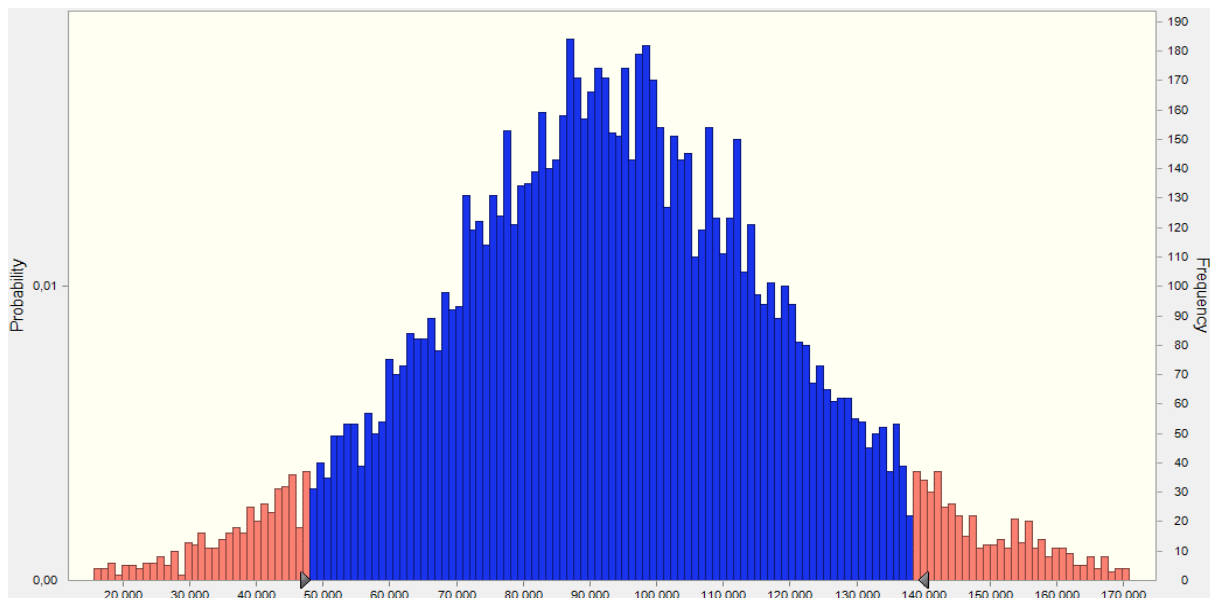


Figura 4.17 – Resultado líquido total do empreendimento, em kR\$

O valor francamente positivo obtido para o resultado líquido do empreendimento, do ponto de vista da organização, face ao espectado, contrasta com os valores obtidos para o mesmo resultado convertido em euros. A Figura 4.18, reflecte as simulações realizadas para esse efeito, onde as mesmas conduziram a um resultado líquido médio de 17191 k€.

Este valor médio afronta o valor esperado do resultado, com base na taxa de conversão (R\$/€) à altura da apresentação do cronograma físico-financeiro, no valor de 33186 k€ (correspondendo a uma redução de 48%), onde a probabilidade da obtenção de um valor superior ou igual a este último, segundo as simulações realizadas, encontra-se nos 0,2% (o que, perante a sensibilidade das simulações realizadas, pode ser considerado um valor nulo). Os valores delimitadores do intervalo de confiança de 90%, situam-se entre os 8662 e os 26189 k€ (correspondendo a uma desvalorização em

73,8% e 20,5%, respectivamente, face ao valor planeado). O valor tão expressivo de redução do resultado líquido para a organização, decorrente da conversão cambial, relativiza os impactos dos riscos referidos anteriormente. Mesmo em caso de um impacto positivo decorrente dos riscos, com diminuição de custos e da duração das actividades e um aumento do valor destas últimas (reflectido, parcialmente, no valor máximo do intervalo de confiança na Figura 4.17), revela-se insuficiente para obtenção de um impacto positivo no resultado líquido do empreendimento, face ao esperado.

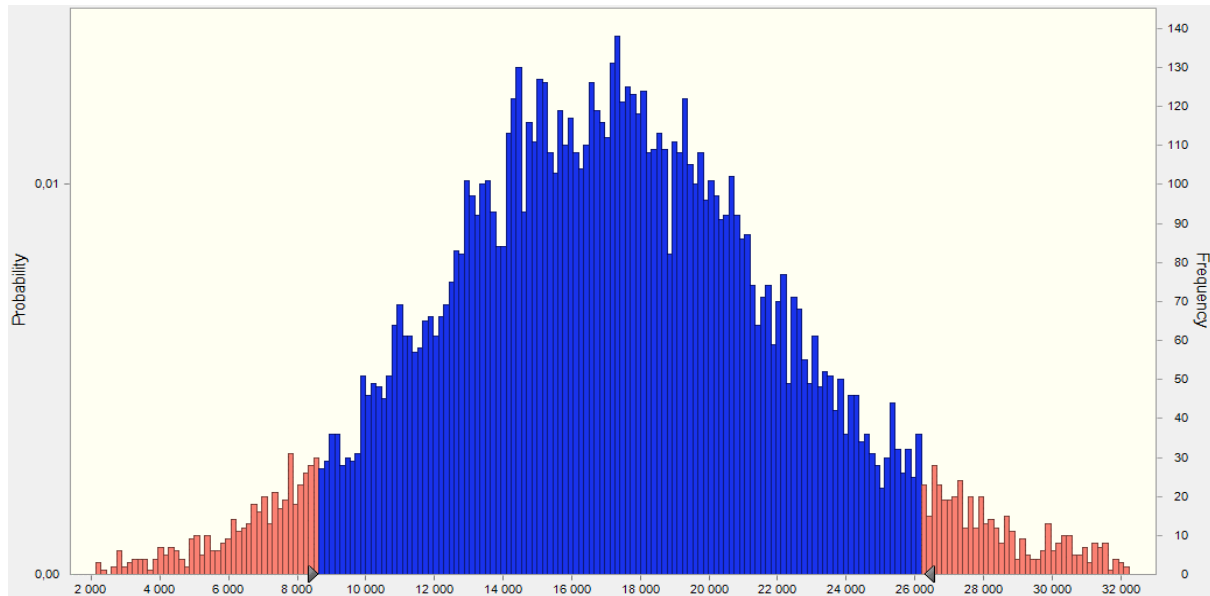


Figura 4.18 – Resultado líquido total do empreendimento, em k€

Existe ainda um factor que deve ser tido em conta, aquando se equaciona resultados com um horizonte temporal considerável, nomeadamente o principio do valor temporal do dinheiro (Gomes, 2011). Segundo a ISO 15686-5:2008, a fórmula matemático-financeira do Valor Actual Líquido (VAL) reflecte o cálculo, com base numa taxa de desconto definida pela organização, capaz de determinar o valor presente da soma dos fluxos de caixa, descontados ao longo do período de análise. Desta forma, poderá ser efectuado comparações com outras opções de investimento. No entanto, este cálculo não foi efectuado visto que seria necessário definir uma taxa de desconto que reflectisse conjuntamente o custo de capital, inflação, oportunidade e risco para a organização, a qual encontra-se fora do âmbito da presente dissertação. Assim, optou-se pela utilização da Taxa Interna de Retorno (TIR), a qual, segundo a ISO 15686-5:2008, constitui-se como uma taxa hipotética que, quando utilizada, faz igualar os custos e recebimentos descontados ao valor presente, durante um determinado período em análise. Esta fórmula iterativa, arroga-se como um método de comparação de investimentos, onde quanto maior o valor da TIR mais vantajoso se torna para a organização, e constitui-se como o valor da taxa de desconto que torna o VAL nulo. Aplicando o TIR aos fluxos de caixa mensais do empreendimento, em kR\$, (sem considerar custos de financiamento) a simulação conduziu, dentro um intervalo de confiança de 90%, a um TIR entre os 5,1% e os 9,8%, e a um valor médio nos 7,75%, como observável na Figura 4.19. Os valores observados contrastam com o TIR planeado, no valor de 9,2%, apresentando um decréscimo do valor (em valor médio) justificado pela alteração do horizonte temporal da execução da obra. De forma a contextualizar a relevância dos

valores obtidos, deverá ser tido em consideração a comparação com outros parâmetros condizentes com outras opções de investimento (como exemplo em mercado bolsista, IBOVESPA ou obrigacionista) ou valores de TIR obtidos noutros empreendimentos, os quais sejam do interesse da organização. Apesar de não haver informação disponibilizada para comparação de resultados, foi efectuado uma confrontação com uma gama de valores praticados para o TIR, em empreendimentos no sector da construção civil no Brasil. Assim, segundo Dalbem et al. (2010) e Jawad e Ozbay (2006), o intervalo supracitado encontra-se entre os 7 e os 12%, entre os quais situa-se os valores obtidos. Salienta-se ainda que, as fórmulas supramencionadas, apesar de largamente utilizadas na comparação de empreendimentos, possuem limitações. Uma das limitações, segundo Heaton (2005), trata-se da desvalorização de fluxos de caixa negativos, onde quanto mais distantes estes ocorrem, durante uma determinada linha temporal em análise, menor torna a sua relevância no valor total descontado de um empreendimento, e, dessa forma, compromete a comparação dos valores obtidos (TIR e VAL) com outros investimentos.

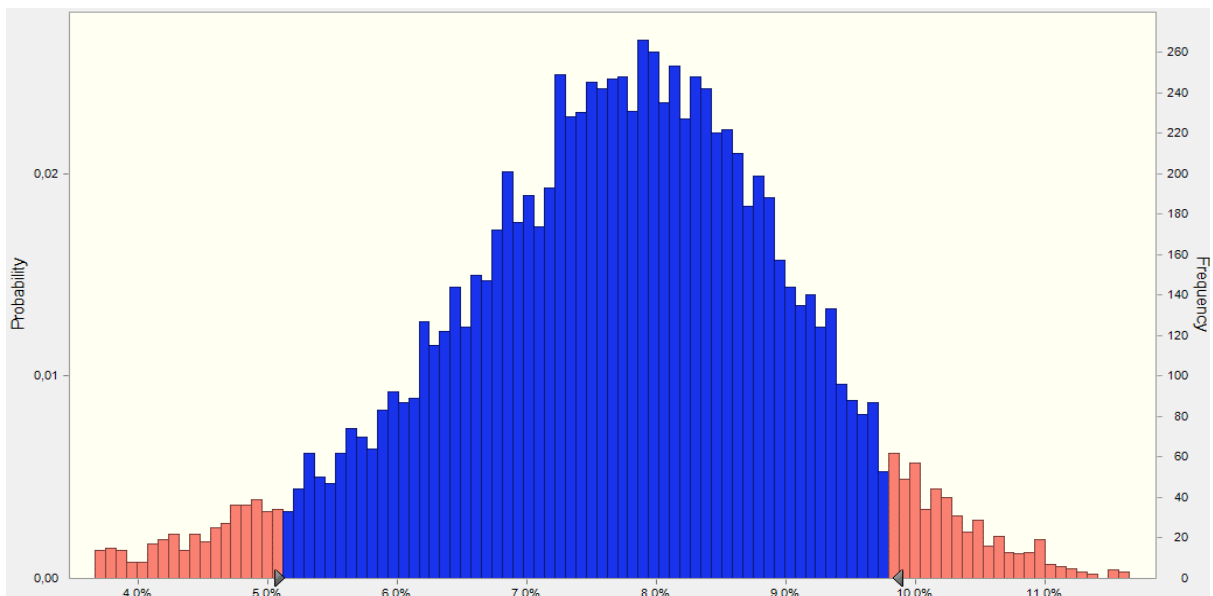


Figura 4.19 – TIR do empreendimento, em %

Em relação ao cronograma físico-financeiro ajustado face aos impactos dos riscos supramencionados, foi obtido através das simulações realizadas, a **Error! Reference source not found.** representada com intervalos de confiança de 10, 25, 50 e 90% face aos resultados obtidos. Como expectável, devido aos efeitos dos riscos, o cronograma sofre uma alteração face ao esperado, com o primeiro mês de fluxo de caixa positivo acumulado a ocorrer mais tarde e uma dispersão maior de valores à medida da evolução da obra. A dispersão de resultados observada começa a ganhar relevância a partir do oitavo mês de execução da obra. Esta observação coincide com a proximidade do início da actividade 4, a qual, devido ao seu peso no valor do custo directo e do valor a receber do total do empreendimento, o impacto derivado dos riscos no seu custo e duração, ganha um relevo considerável na evolução do cronograma físico-financeiro do empreendimento. Pode-se igualmente observar no ultimo mês de cada ano (excepto em 2013), um declive acentuado da evolução do cronograma, o qual reflecte a revisão de preços anual por parte do dono de obra. Após o ano de

2015, assiste-se a uma redução do balanço acumulado, correspondendo a um aumento de custos derivado de penalizações (visto que ultrapassa o prazo limite para a conclusão do empreendimento). Acrescenta-se ainda que, durante o último ano do horizonte temporal observa-se uma estagnação da evolução do cronograma, o qual retracts a cessação de movimentos no fluxo de caixa do empreendimento e o que, por sua vez, representa a conclusão da obra, interrompido pelo acto da revisão de preços no fim do mesmo ano.

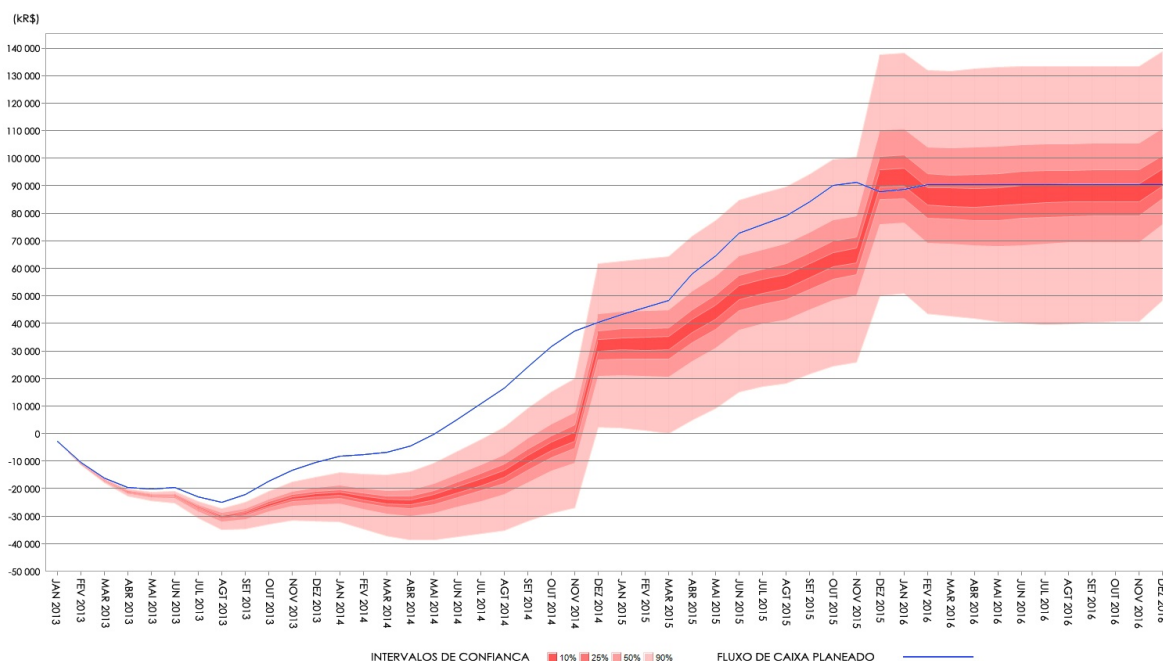


Figura 4.20 – Cronograma físico-financeiro ajustado, em kR\$

2ª Simulação

Após as simulações realizadas, considerou-se relevante sublimar a verosimilhança dos riscos macroeconómicos e utilizar os dados de referência entre os anos 2013 e 2016 em relação às taxas de inflação, cambial e de juro, e proceder novamente a novas simulações. Estas, como expectável, não alteraram o impacto na duração das actividades, no entanto o horizonte temporal onde as actividades são executadas tem um impacto no custo das mesmas. Com base na inflação (IPC-FIPE) e os índices de construção, reportados para os anos em análise, e perante o impacto dos riscos na duração das actividades, originou, para a organização, valores entre positivos de 32883 e negativos de 10816 (dentro de um intervalo de confiança de 90%) e um valor médio de 6543 kR\$, como observável na Figura 4.21.

A diferença assinalável face a anterior simulação, corresponde a uma taxa de inflação acima do espectável, decorrente do deterioramento da condição económica brasileira durante o período, e a índices de construção que acompanharam em baixa a evolução da inflação. Observa-se igualmente a proporcionalidade ente os valores obtidos na primeira simulação (**Error! Reference source not found.**) e nesta simulação (Figura 4.21), e um menor desvio padrão dos valores observados na segunda, devido aos valores afixados para a inflação e dos índices de construção, os quais não possuem uma dispersão nos seus parâmetros.

Quanto aos custos decorrentes da variação cambial do real brasileiro por dólar americano, as

Quanto aos custos decorrentes da variação cambial do real brasileiro por dólar americano, as simulações realizadas conduziram, entre um intervalo de confiança de 90%, a um custo, para a organização, entre os 3972 e os 5866 kR\$, como observável na Figura 4.22. Quanto ao valor médio observado encontra-se nos 4930 kR\$. O menor custo associado ao câmbio, face à primeira simulação, tendo em conta um aumento da inflação, reflecte que a diferença entre NER e RER foi menor que a modelada na primeira simulação. Este facto indica a acção de outros factores que levam a limitações desta modelação, mencionados em 4.2.3.

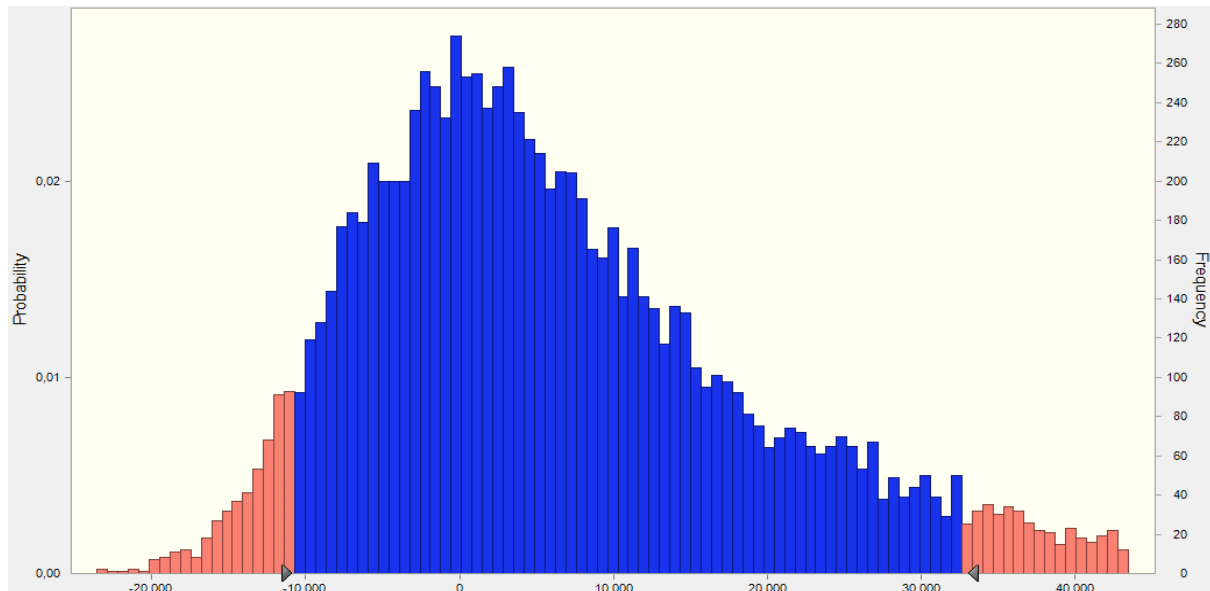


Figura 4.21 – Diferença, em kR\$, entre resultado da revisão de preços e custos decorrentes da inflação, obtidos na segunda simulação

Examinando a Figura 4.22 ressalta a assimetria de resultados em torno de dois valores (3900 e 5100). Este caso é justificado pela valorização acentuada do dólar face ao real observada entre Fevereiro e Setembro de 2015 (de 2 R\$/\\$ para 3R\$/\\$) e entre Setembro de 2015 e Março de 2016 (de 3 R\$/\\$ para 4R\$/\\$) e pela posterior estabilização (em torno dos 3,2 R\$/\\$). Este factor levou a que o custo cambial fosse o mesmo em caso de:

- Um atraso de 4 ou 5 meses na actividade 4, os custos são processados, respectivamente, no fim do pico de desvalorização cambial e após o mesmo, assim, o aumento de custo entre estes dois atrasos é o mesmo;
- Um atraso ligeiro (de 1 mês) ou um adiantamento ou mesmo o cumprimento do cronograma planeado da actividade 4, com um atraso nas restantes actividades, leva a que 1% dos custos de todas as actividades (conforme estabelecido em 4.2.1) sejam processados a pagamento durante o pico de desvalorização cambial, e, por isso, reportado o mesmo custo acrescido.

Em relação ao impacto da taxa de juro, na segunda simulação, devido à relação simbiótica entre o custo de financiamento com o cronograma de execução do empreendimento, leva a que, sabendo a taxa Selic a cada mês, o custo total de financiamento dependa da ocorrência de atrasos ou adiantamentos na execução da obra. Assim a Figura 4.23, reflecte o ponto de vista anterior, com uma proporcionalidade ente os valores obtidos na primeira simulação (**Error! Reference source not**

ound.) e um desvio padrão menos acentuado face a esta ultima. As simulações realizadas conduziram, entre um intervalo de confiança de 90%, a um custo entre os 3843 e os 8429 kR\$, com um valor médio observado nos 5712 kR\$. A diferença entre os valores observados nas duas simulações resulta da decisão do BCB de acompanhar em baixa a taxa Selic face à evolução da inflação no Brasil. Apesar de apresentar menos custos, o valor médio dos resultados obtidos encontra-se dentro do intervalo de confiança da primeira simulação **Error! Reference source not found.**

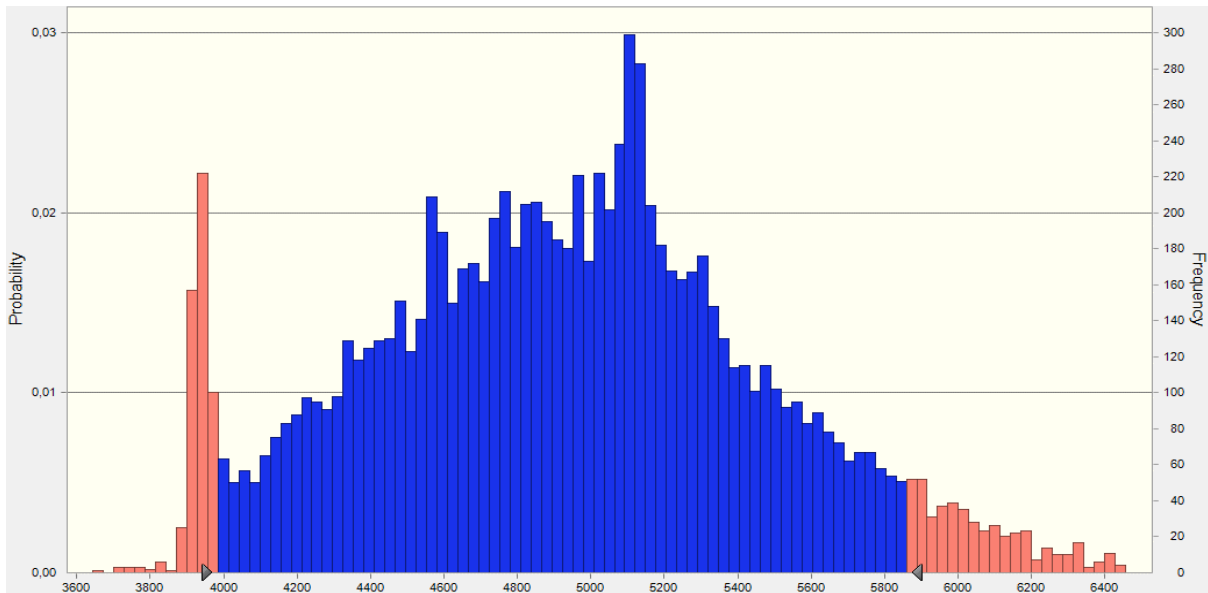


Figura 4.22 – Impacto no custo decorrente da variação cambial, em kR\$, utilizando dados de referência entre os anos 2013 a 2016

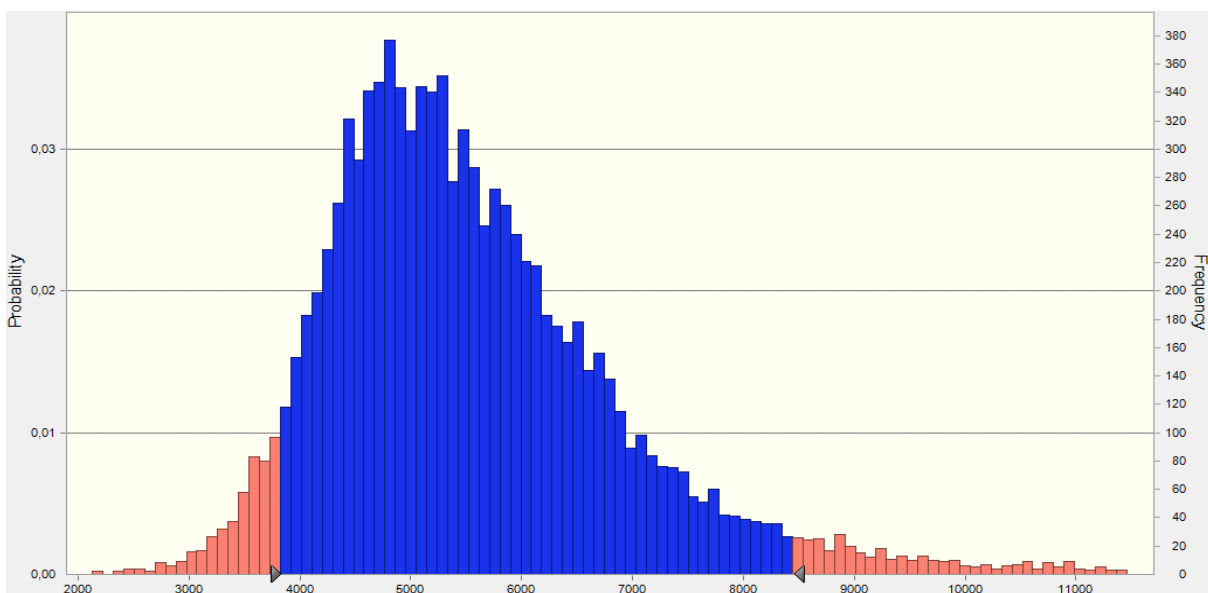


Figura 4.23 – Impacto custo decorrente da necessidade de financiamento, em kR\$, utilizando dados de referência entre os anos 2013 a 2016

Contabilizando todos os custos e impactos, decorrentes dos riscos apreciados anteriormente, para a organização, as simulações realizadas conduziram ao valor médio de 824356 kR\$ e, dentro um intervalo de confiança de 90%, a um resultado entre os 789097 e os 871122 kR\$. Um aumento face à

primeira simulação em cerca de 2%, devido sobretudo ao impacto da inflação, maior que na simulação anterior, nos custos totais do empreendimento. O aumento dos custos face à primeira simulação repercutiu-se nos recebimentos, onde estes, na segunda simulação, tiveram um registo médio de 895640 kR\$ e, dentro um intervalo de confiança de 90%, um resultado entre os 858252 e os 953060 kR\$. No entanto, a diminuição média dos recebimentos ronda os 0,5%, face à primeira simulação, apontando para uma maior relevância do impacto dos riscos inerentes à execução do empreendimento face aos riscos macroeconómicos.

Por fim, o resultado líquido total do empreendimento, resultante da segunda simulação, leva aos valores, dentro de um intervalo de confiança de 90%, de 30277 e 111027 kR\$ e um valor médio de 71285 kR\$. A redução em cerca de 30%, observável na Figura 4.24, em relação à primeira simulação, incide sobretudo pelo menor proveito resultante da revisão de preços e pelas taxas elevadas de inflação registadas nos anos em análise. Verifica-se um menor impacto do custo de financiamento ou da variação cambial, como já observado anteriormente, para o empreendimento em causa, correspondendo a valores pouco expressivos na totalidade do resultado líquido. Com a conversão para euros, à taxa registada no último mês do ano de 2016 (3,43 R\$/€), obteve-se, para os valores confinantes do intervalo de confiança, os resultados de 8826 e 32365 k€, e um valor médio de 20780 k€. Decorrente de uma menor depreciação do real brasileiro, do que o esperável devido ao aumento da inflação, os valores observados são interessantes para a organização, visto que representam uma melhoria face à primeira simulação. No entanto, os valores obtidos apresentam ainda uma depreciação significativa (30% no valor médio), face aos resultados esperados pela organização. O cronograma físico-financeiro decorrente da segunda simulação encontra-se na Figura 4.25, onde é possível observar a comparação com os valores obtidos na primeira simulação. Como seria expectável, a dispersão de valores é menor na segunda simulação, assim como, um menor valor registado nos fluxos de caixa mensais acumulados, os quais, após o segundo ano de execução, registam um resultado líquido menor que o da primeira simulação. Salienta-se ainda que, em ambas as simulações, o período entre Fevereiro e Setembro de 2014 apresenta valores para o balanço acumulado negativos, os quais contrastam significativamente com os planeados, que apresentavam um balanço acumulado positivo.

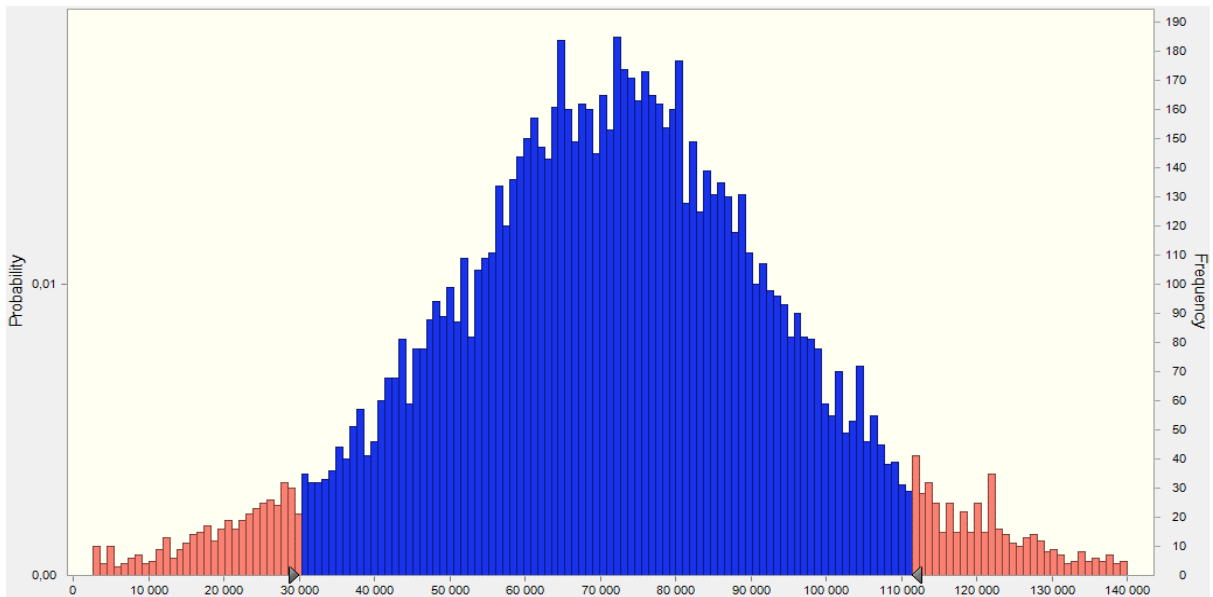


Figura 4.24 – Resultado líquido total do empreendimento, em kR\$, na segunda simulação

Aplicando o TIR aos fluxos de caixa mensais do empreendimento, em kR\$, (sem considerar custos de financiamento) a simulação conduziu, dentro um intervalo de confiança de 90%, a um TIR entre os 3,7% e os 8,5%, e a um valor médio nos 6,5%. Apesar da diminuição espectável face à primeira simulação decorrente de um menor valor para o resultado total líquido, salienta-se que a proximidade do valor médio com a gama de valores praticada em empreendimentos no Brasil, levaria a uma apreciação ajustada aos interesses da organização, a qual, face à informação disponibilizada, encontra-se fora do âmbito da presente dissertação.

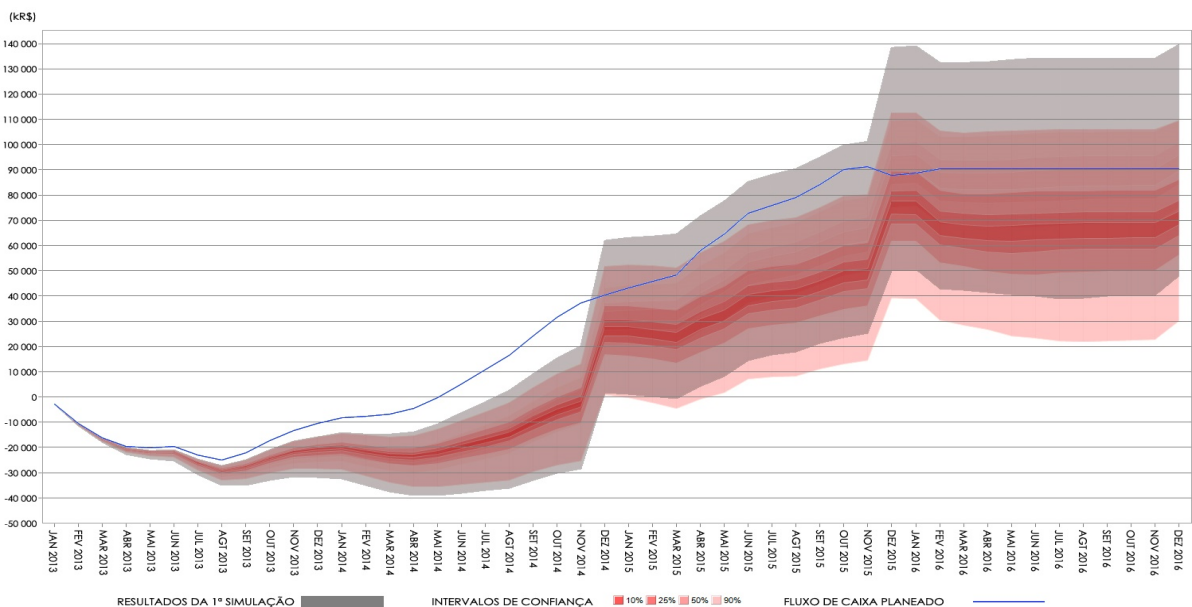


Figura 4.25 – Cronograma físico-financeira da segunda simulação, em kR\$

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Decisions in organizations (...) may be made in contexts which range from being clearly defined and well understood to completely new and unfamiliar situations. The way in which risks are assessed in these circumstances differs.”

- ISO 31010:2016 -

5.1 CONCLUSÕES

Os principais contributos da presente dissertação são, acima de tudo, conceptuais, explanados no capítulo 0, com o desenvolvimento da metodologia. O capítulo 4 fornece igualmente importantes contributos, através da ligação entre a componente prática e conceptual. No capítulo 2, além da revisão bibliográfica, o seu conteúdo alimentou a construção dos restantes capítulos seguintes, enriquecendo-os com outros prismas de abordagem e estabelecendo outras hipóteses de desenvolvimento futuro. Com o contributo do capítulo anterior, a metodologia proposta apresenta-se com um âmbito agregador entre o processo de gestão do risco e outras áreas de conhecimento de gestão, nomeadamente gestão do tempo e do custo de empreendimentos. Ao longo do desenvolvimento do estado da arte, nomeadamente no capítulo 2.4, diversos autores ao apreciarem riscos na execução de um empreendimento internacional, estabeleceram, de forma explícita ou não, uma categorização entre riscos presentes durante a execução da obra, independentemente do seu contexto geográfico, e riscos dependentes essencialmente de factores macroeconómicos, sobre os quais reflecte a localização do empreendimento face à organização construtora. Esta categorização foi cristalizada no desenvolvimento da metodologia, com a apreciação dos riscos supramencionados no âmbito do cronograma físico-financeiro do empreendimento. Este produto do planeamento da execução de um empreendimento foi utilizado, como recomendado no capítulo 2.4, como imagem do impacto conjuntural dos riscos, no contexto de um empreendimento internacional, sobre dois factores relevantes para a execução da obra: custo e duração. Devido ao carácter idiográfico da metodologia proposta, subentendendo que a mesma deve ser ajustada a cada situação particular, o caso de estudo permite munir a metodologia de um contexto prático. Desta forma, procedeu-se à divisão do capítulo 4 entre uma descrição sumária do caso de estudo em análise, a aplicação da metodologia a este último, e na apresentação dos resultados e respectiva discussão. No desenvolvimento do capítulo 4.2, foi necessário recorrer a processos de simplificação (prontamente mencionados) devido a ausência de informação relativa a dados sensíveis à organização, no entanto os mesmos processos foram comunicados e consentidos por esta última, de forma a não desvirtuar os resultados das simulações posteriores. O culminar da relevância desta dissertação incide sobre os resultados das simulações obtidas através do método de Monte Carlo. Durante o capítulo 4.3, apresentou-se os resultados obtidos perante os dados disponíveis em 2012, aquando da apresentação do cronograma físico-financeiro pela organização, e com os dados registados durante os anos que compõe o

horizonte temporal da execução do empreendimento, como sumarizado na Tabela 5.1. Os resultados apontam para a expressiva relevância do impacto dos riscos inerentes à execução da obra tanto na duração como no custo do empreendimento para a organização construtora. Denota-se que, o risco 2 (actividade de escavação) ganha uma relevância sobre os restantes, sobretudo, tanto pela magnitude do impacto, como, pela incidência sobre a actividade 4 (túnel), a qual possui uma preponderância relevante sobre a duração e o custo total do empreendimento. Devido a esse facto, a importância dos riscos inerentes à execução da obra poderia ter um relevo diferente sobre um empreendimento com diferentes características. Quanto aos riscos macroeconómicos, a magnitude do impacto destes depende não só dos seus parâmetros intrínsecos, mas também do impacto dos riscos inerentes à execução da obra, possuindo um efeito amplificador sobre os impactos dos anteriores. Foi por isso relevante compreender a relação e combinação entre os riscos destas duas categorias, de forma a obter resultados com mais acuidade. Dentro da categoria dos riscos macroeconómicos, os valores obtidos nas simulações apontam para a menor relevância dos riscos relacionados com a variação da taxa de juro e cambial sobre o resultado global do empreendimento. No entanto, é compreensível que esta observação seja apenas pertinente para o contexto do presente caso de estudo. Em ambas as simulações realizadas salienta-se, não só as diferenças entre valores obtidos e os planeados, tanto quanto à duração como ao resultado líquido total do empreendimento, mas também a alteração do cronograma físico-financeiro (Figura 4.25), onde períodos de balanço negativo não antecipados poderiam restringir a execução simultânea com outros empreendimentos.

Tabela 5.1 – Valores observados no capítulo 4

Fase	Parâmetro	kR\$	K€	Meses
Contexto Interno	Resultado Líquido do Empreendimento	90 466	33 186	-
	Duração Total	-	-	36
1ª Simulação	Resultado Líquido do Empreendimento	93 253	17 191	-
	Duração Total	-	-	39,4
2ª Simulação	Resultado Líquido do Empreendimento	71 285	20 780	-
	Duração Total	-	-	39,4

Poderá ser concluído, apesar do contexto subjectivo do caso de estudo, que os riscos apreciados condicionam fortemente a viabilidade do empreendimento em questão. Este condicionamento aumenta a relevância da utilização da experiência acumulada e dos registos históricos para validar as análises de risco de uma forma estocástica, no caso dos riscos inerentes à execução do empreendimento, e a importância de garantir uma melhor fiabilidade e compreensão dos parâmetros macroeconómicos, no contexto da construção civil.

Acrescenta-se ainda que, perante a hipótese de manipulação de mais variáveis relacionadas com a execução do empreendimento, como por exemplo a variação na execução nas actividades ou a alteração no plano de pagamentos ou recebimentos, poderia ser elaborado um cronograma físico-financeiro otimizado consoante os interesses da organização em questão. Esta otimização ganha

uma relevância acrescida aquando da sua aplicação tanto em fase de planeamento (ou em fase de selecção entre potenciais empreendimentos candidatos por parte da organização), bem como ao longo da execução da obra, validando a adequabilidade de hipóteses estabelecidas inicialmente, assim como detectando as evoluções, alterações e novas ocorrências relacionados com os riscos tanto no contexto interno como externo à organização. Desta forma, perante um contexto real de execução simultânea de diversos empreendimentos, a utilização da presente metodologia por parte de uma organização poderá constituir uma ferramenta não só de percepção da viabilidade do empreendimento em questão, mas também da própria organização.

Tendo em consideração o contexto temporal entre o estabelecimento do cronograma físico-financeiro do empreendimento pela organização e a elaboração da presente dissertação, procurou-se obter informações sobre a evolução efectiva da execução do caso de estudo. Leite (2016) reporta que o Lote 1 do Rodoanel, em Junho de 2016, encontra-se apenas 38% concluído (em termos globais o Trecho Norte encontra-se nos 42% concluído), apontando diversas divergências entre as empresas de construção e a DERSA. Leite (2016) reporta o impacto, no atraso global do Trecho Norte, de alguns riscos, mencionados no capítulo 4.2.2, como a desmobilização da mão-de-obra (risco 1) e dificuldades na execução dos túneis (risco 2). Acrescenta-se que uma das razões principais do atraso global da obra, e transversais aos 6 lotes, prende-se com o processo burocrático de libertação de frentes de obra, decorrente das disputas judiciais nas expropriações de terreno. No entanto, os atrasos devido a este facto não são imputados às empresas de construção. Visto a impossibilidade de verificação do cronograma físico-financeiro de cada lote e as diversas disputas judiciais entre o dono de obra e as diversas empresas de construção, não poderá ser estabelecido uma comparação fidedigna entre as hipóteses utilizadas na presente dissertação e a execução efectiva do Trecho Norte. Todavia, é pertinente a identificação de alguns dos riscos, apreciados no caso de estudo, na execução do Trecho Norte, indicando a validação da utilização da experiência acumulada e dos registos históricos na aplicação da metodologia proposta a um empreendimento.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A presente dissertação visa o desenvolvimento de uma metodologia para lidar com a importância da alocação dos recursos financeiros, nomeadamente aquando da execução simultânea de empreendimentos, alinhada com o processo de gestão do risco definido pela ISO 31000:2009. Esta metodologia permite visualizar o alcance e o potencial da mesma a outros contextos da indústria da construção. Assim, em termos de desenvolvimentos futuros, colocam-se alguns rumos principais, nomeadamente:

- Aplicação da metodologia no campo de processo de gestão do risco, dentro do contexto empresarial, com um leque mais vasto de empreendimentos de interesse para a organização, tanto de diferentes tipos como em execução simultânea;
- Desenvolvimento do âmbito da metodologia proposta.

Perante um contexto real do funcionamento de uma empresa de construção, com a execução, conclusão, planeamento e selecção em simultâneo de diferentes tipos de empreendimentos, a

metodologia proposta foi elaborada, a um nível conceptual, para permitir a sua aplicação a qualquer tipo de empreendimento da indústria da construção. Neste sentido, abre-se a possibilidade, como mencionado no capítulo 3.1, para o desenvolvimento futuro de, nomeadamente:

- Constituição, com base em critérios de risco definidos pela organização, de orientações e procedimentos para a actividade de avaliação do risco e tratamento do risco, de forma a validar os resultados obtidos pela metodologia proposta e, posteriormente, definir o modo de tratamento dos riscos;

- Definição de orientações e procedimentos para as actividades de monitorização e revisão e de comunicação e consulta, com o particular interesse em estabelecer uma ponte com as diferentes áreas de conhecimento de gestão de empreendimentos. Esta relação constitui, nomeadamente, como mencionado em 3.1, o relacionamento da metodologia proposta com os procedimentos de controlo do tempo e custo do empreendimento;

- Articulação da metodologia com os diversos empreendimentos de interesse para a organização;

- Aplicação da metodologia em diversas fases do empreendimento (selecção, planeamento e execução) de forma a proceder à validação e adequação de hipóteses, e detecção da evolução, alteração e origem de novas ocorrências relacionados com os riscos tanto no contexto externo à organização como no contexto interno (do empreendimento ou com os empreendimentos de interesse da organização).

Como referido ao longo do capítulo 4, durante o processo do estabelecimento da ponte entre os níveis conceptual e prático, procedeu-se a diversos processos de simplificação. Estes decorreram tanto pela falta de informação, como pela extensão da complexidade de alguns factores, que, de forma a não perder o foco do âmbito da presente dissertação, foram omitidos ou simplificados. Assim, coloca-se a possibilidade dos seguintes desenvolvimentos futuros, nas respectivas fases de aplicação da metodologia:

- Estabelecimento do Contexto

- Na perspectiva do contexto externo, desenvolver a caracterização do país anfitrião, sob o prisma da organização, com a identificação e estabelecimento de parâmetros e variáveis de interesse relevantes, tanto de carácter qualitativo como quantitativo, de forma a enquadrar com os objectivos da organização;

- No ponto de vista do contexto interno, complementar a discriminação dos activos da empresa, envolvidos na execução do empreendimento, tendo em vista a possibilidade de afectação a outros empreendimentos assim como outras características relevantes (tais como custos associados a manutenção, transporte, entre outros);

- Ainda no contexto interno, dentro do cronograma físico-financeiro previsto para o empreendimento, complementar a informação disponibilizada em relação às actividades a serem executadas, nomeadamente as suas interligações, definição de tarefas críticas e flexibilidade no cronograma de execução da obra. Esta informação possui, posteriormente, uma grande relevância na definição da etapa de combinação na análise de risco;

- Dentro da etapa de formulação, estabelecer critérios de risco, de forma a constituir um sistema de apoio à tomada de decisões nas actividades posteriores do processo de gestão do risco. A questão da definição de critérios de risco ganha especial relevância neste caso de estudo, visto que foi negligenciado o impacto dos riscos sobre outros factores, tais como sociais, qualidade da construção ou ambiente. Este último, devido à localização do empreendimento numa zona sensível em termos ambientais (Parque Estadual da Cantareira) e à necessidade de articular a construção com planos ambientais, poderia questionar de forma decisiva tanto a apreciação do risco efectuada como o tratamento deste último.

- Identificação do Risco

- Definição de categorias de risco optimizadas consoante o tipo de empreendimento e a localização do mesmo;

- Estabelecimento de registos históricos nos empreendimentos executados pela empresa para, juntamente com dados periciais, optimizar a identificação dos riscos sobre o empreendimento. Este desenvolvimento é igualmente aplicável na actividade de análise do risco na definição tanto em termos de verosimilhança como magnitude do impacto do risco;

- Selecção de outros parâmetros macroeconómicos, com impactos relevantes, tanto directamente como indirectamente, no empreendimento.

- Análise do Risco

- Em relação aos custos, para a organização, decorrentes da inflação, validação e optimização do ajustamento dos mesmos ao IPC-FIPE e comparação com outros índices, nomeadamente o INCC. Semelhante elaboração com os índices de construção, indicados em 4.2.3, com a ponderação de outros parâmetros para a modelação estatística;

- Validação e optimização do ajustamento dos custos de financiamento ao relacionamento entre IPCA e a taxa Selic;

- Em termos de custos decorrentes de variação cambial, validação e optimização, do ajustamento, dos mesmos à teoria da Paridade do Poder de Compra (PPC), e comparação da hipótese discorrida em 4.2.3 com outros índices ou parâmetros de variação cambial;

- Desenvolvimento do cronograma físico-financeiro optimizado do empreendimento, tendo em vista critérios estabelecidos pela organização, com base em informação recolhido no estabelecimento do contexto;

- Desenvolvimento de uma taxa de desconto, optimizada à organização, para a definição do Valor Actual Líquido de um determinado empreendimento, constituindo uma ferramenta de apoio à decisão no contexto de selecção de empreendimentos.

- Definição dos TIR's de outros empreendimentos executados pela organização, de forma a contextualizar e definir uma base de comparação, entre diversos tipos de empreendimentos e de investimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abidali, A., e Harris, F. (1995). A methodology for predicting company failure in the construction industry. *Construction Management and Economics*, 13(3), 189–196.
- AECOPS. (2014). A construção portuguesa nos mercados externos. *Cadernos Da Internacionalização*, 4(Novembro).
- AECOPS. (2015). Portugal na internacionalização da Construção Europeia. *Cadernos Da Internacionalização*, 5(Novembro).
- Akintoye, A., e MacLeod, M. (1997). Risk analysis and management in construction. *International Journal of Project Management*, 15(1), 31–38.
- Al-Bahar, J., e Crandall, K. (1990). Systematic Risk Management Approach for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 116(3), 533–546.
- Allan, N., Ellinas, C., Godfrey, P., e Lewis, H. (2014). *CIRIA C747 - Engaging with risk*. Londres.
- Amihud, Y., Mendelson, H., e Pedersen, L. (2013). *Market Liquidity: Asset Pricing, Risk, and Crises*. Cambridge: Cambridge University Press.
- AS/NZS. (1998). AS/NZS 3931:1998, Risk analysis of technological systems — Application guide.
- AS/NZS. (2004). AS/NZS 4360:2004, Risk Management.
- Ashley, D., e Joseph, J. (1987). Political Risks in International Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113(3), 447–467.
- Aven, T., e Renn, O. (2010). *Risk Management and Governance: Concepts, Guidelines and Applications*. Heidelberg: Springer Science e Business Media.
- Aydogan, G., e Köksal, A. (2014). Host-Country Related Risk Factors in International Construction: Meta-Analysis. *Megaron - Yıldız Technical University, Faculty of Architecture*, 9(3), 190–200.
- Aziz, A., e Russell, A. (2006). Generalized economic modeling for infrastructure and capital investment projects. *Journal of Infrastructure Systems*, 12(1), 18–32.
- B.I.S. (2000). *Principles for the Management of Credit Risk*. Basel.
- Baganha, M., Marques, J., e Góis, P. (2002). *O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal : 1990-2000. 1-P European Comission*.
- Baker, B., Murphy, D., e Fisher, D. (1988). Factors affecting project success. In *Project Management Handbook* (2^o Edição, pp. 902–919). New York: Van Nos- trand Reinhold.
- Banco de Portugal. (2014a). *Análise do Setor da Construção-Estudos da Central de Balanços*. Lisboa.
- Banco de Portugal. (2014b). *Biblioteca | Risco Operacional* (Ano VII No. 1). Lisboa.
- Barber, J., e Darder, F. (2004). *Dirección de Empresas Internacionales*. Madrid: Pearson.
- Barber, R. (2005). Understanding internally generated risks in projects. *International Journal of Project Management*, 23(8), 584–590.
- Barraza, G., Back, W., e Mata, F. (2000). Probabilistic Monitoring of Project Performance Using SS-Curves. *Journal of Construction Engineering and Management*, (March/April), 142–148.
- Barraza, G., Back, W., e Mata, F. (2004). Probabilistic Forecasting of Project Performance Using Stochastic S Curves. *Journal of Construction Engineering and Management*, (January/February),

25–33.

- Bartram, S., Brown, G., e Waller, W. (2013). How Important is Financial Risk? *Journal of Financial and Quantitative Analysis, Forthcomin*, 88.
- Bennett, J., e Ormedo, R. (1984). Simulation applied to construction projects. *Construction Management and Economics*, (2), 225–263.
- Bergin, P. (2009). Balassa-Samuelson effect. In K. A. Reinert e Ramkishen S. Rajan (Eds.), *The Princeton Encyclopedia of the World Economy I* (pp. 111–113). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Boussabaine, A., e Elhag, T. (1999). Applying fuzzy techniques to cash flow analysis. *Construction Management e Economics*, 17(6), 745–755.
- Boussabaine, A., e Kaka, A. (1998). A neural networks approach for cost flow forecasting. *Construction Management and Economics*, (16), 471–479.
- Banco Central do Brasil. (2012). *Relatório de Inflação, volume 14, número 4*. Brasília.
- Banco Central do Brasil. (2016a). Índices de Preços no Brasil. Brasília: Banco Central do Brasil-Cidadania Financeira.
- Banco Central do Brasil. (2016b). Regime de Metas para a Inflação no Brasil. Brasília: Banco Central do Brasil-Cidadania Financeira.
- C.E.A. - Groupe Consultatif. (2007). *European Union Solvency II Directive for insurers - Glossary*. Brussels.
- Cagno, E., Caron, F., e Mancini, M. (2007). A Multi-Dimensional Analysis of Major Risks in Complex Projects. *Risk Management*, 9(1), 1–18.
- Cañas, L., Fuentes, G., Vallejo, M., e Sánchez, S. (2000). Elementos Determinantes del Proceso de Internacionalización en la Empresa Familiar. In *I Congreso Nacional de Investigación sobre la Empresa Nacional* (pp. 401–417). Valência: Instituto de Investigación de la Empresa Familiar.
- Chan, E., e Au, M. (2008). Relationship between Organizational Sizes and Contractors' Risk Pricing Behaviors for Weather Risk under Different Project Values and Durations. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(9), 673–680.
- Chapman, C., e Cooper, D. (1987). *Risk Analysis for Large Projects*. Chichester: Wiley.
- Chapman, C., e Ward, S. (2003). *Project Risk Management* (2^o Edition). Southampton: John Wiley e Sons, Ltd.
- Chapman, R. (2001). The Controlling Influences on Effective Risk Identification and Assessment for Construction Design Management. *International Journal of Project Management*, 19, 19, 147–160.
- Charette, R. (1989). *Software engineering risk analysis and management*. New York: McGraw-Hill.
- Chen, C., e Messner, J. (2009). Entry Mode Taxonomy for International Construction Markets. *Journal of Management in Engineering*, 25(1), 3–11.
- Chen, H., O'Brien, W., e Herbsman, Z. (2005). Assessing the accuracy of cash flow models: The significance of payment conditions. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131, 669–676.
- Cheung, Y. (2009). Purchasing Power Parity. In K. A. Reinert e Ramkishen S. Rajan (Eds.), *The*

- Princeton Encyclopedia of the World Economy I* (pp. 942–946). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Cooper, D., Grey, S., Raymond, G., e Walker, P. (2005). *Project risk management guidelines. managing risk in large projects and complex procurements*. Chichester: Wiley.
- COSO. (2004). *Enterprise Risk Management — Integrated Framework*.
- Dalbem, M., Brandão, L., e Macedo-Soares, D. (2010). Avaliação Econômica de Projectos de Transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. *Revista de Administração Pública-RAP*, 44(1), 87–117.
- del Caño, A., e de la Cruz, M. (2002). Integrated methodology for project risk management. ... *Engineering and Management*, 128(December), 473–486.
- Dersa. (2011). *Documentos de Licitação para a Contratação de Obras de Implantação do Trecho Norte do Rodoanel Mario Covas*. São Paulo: Governo de São Paulo e Governo Federal do Brasil.
- Dersa. (2017). Rodoanel Norte - Dados do Projeto. <http://www.dersa.sp.gov.br/empreendimentos/rodoanel-norte/#dados-do-projeto>.
- Dersa, JGP, e Engenharia, P. (2010). *RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA*. São Paulo.
- Dias, L. (2015). *Organização e Gestão de Obras*. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georecursos - Secção de Construção.
- Dikmen, I., e Birgonul, M. (2004). Neural Network Model to Support International Market Entry Decisions. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(January/February), 59–66.
- Dikmen, I., Birgonul, M., e Han, S. (2007). Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects. *International Journal of Project Management*, 25(5), 494–505.
- Dziadosz, A., e Rejment, M. (2015). ScienceDirect Risk analysis in construction project - chosen methods. *Procedia Engineering*, 122, 258–265.
- OECD. (2012). *Economic Outlook 92*. Paris: OECD Publishing.
- Edum-Fotwe, F., Price, A., e Thorpe, A. (2016). A review of financial ratio tools for predicting contractor insolvency. *Construction Management and Economics*, 14(3), 189–198.
- Edwards, P., e Bowen, P. (1998). Risk and risk management in construction: a review and future directions for research. *Engineering Construction and Architectural Management*, 5(4), 339–349.
- Ellis, L. (2001). Measuring the Real Exchange Rate. *Measuring the Real Exchange Rate: Pitfalls and Practicalities*, 4(November), 70–73.
- FEPICOP. (2015). *Informação nº111 - Obras públicas em queda travam recuperação da Construção*.
- Flanagan, R., e Norman, G. (1993). *Risk Management and Construction*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Franke, A. (1987). Risk analysis in project management. *International Journal of Project Management*, 5(1), 29–34.
- Fundo Monetário Internacional. (2012). *World Economic Outlook-Coping with High Debt and Sluggish Growth*. Washington D.C.: International Monetary Fund, Publication Services P.O.
- Garrido, M., Ruotolo, M., Ribeiro, F., e Naked, H. (2011). Risk identification techniques knowledge and application in the Brazilian construction. *Journal of Civil Engineering and Construction*

- Technology*, 2(11), 242–252.
- Gates, M., e Scarpa, A. (1979). Preliminary cumulative cash flow analysis. *Cost Engineering*, 21(6), 243–249.
- General Accounting Office. (1999). *Public-Private Partnerships: Terms Related to Building and Facility Partnerships* (GAO/GGD-99-71). Washington D.C.
- Gibson, G. E., e Walewski, J. A. (2004). *Risks of International Projects : Reward or Folly ?* Austin, Texas, USA.
- Godfrey, P. (1996). *CIRIA SP125 - Control of risk: a guide to the systematic management of risk from construction*. Londres.
- Gomes, V. (2011). *Avaliação de Projectos de Investimento : Elaboração de um Estudo de Viabilidade Económico-Financeira*. Universidade de Coimbra.
- Governo do Estado de São Paulo. (2015). Governador realiza vistoria técnica nas obras do Rodoanel Norte.<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/governador-realiza-vistoria-tecnica-nas-obras-do-rodoanel-norte-1/>
- Gunhan, S., e Arditi, D. (2005). Factors Affecting International Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(3), 273–282.
- Han, S., e Diekmann, J. (2001). Making a risk-based bid decision for overseas construction projects. *Construction Management and Economics*, 19(8), 765–776.
- Han, S., Diekmann, J., Lee, Y., e Ock, J. (2004). Multicriteria Financial Portfolio Risk Management for International Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, (May/June), 346–356.
- Han, S., Kim, D., Jang, H., e Choi, S. (2010). Strategies for contractors to sustain growth in the global construction market. *Habitat International*, 34(1), 1–10.
- Han, S., Kim, D., e Kim, H. (2007). Predicting Profit Performance for Selecting Candidate International Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, (June), 425–436.
- Han, S., Kim, D., Kim, H., e Jang, W. (2008). A web-based integrated system for international project risk management. *Automation in Construction*, 17(3), 342–356.
- Han, S., Park, H., Yeom, S., Chae, M., e Kim, D. (2014). Risk-Integrated Cash Flow Forecasting for Overseas Construction Projects. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18, 875–886.
- Hastak, M., e Shaked, A. (2000). ICRAM-1: Model for International Construction Risk Assessment. *Journal of Management in Engineering*, 16(1), 59–69.
- Heaton, H. (2005). On Valuing Negative Cash Flows Related to Contamination , Asset Removal , or Functional Obsolescence. *Journal of Property Tax Assessment and Administration*, 2(4), 33–41.
- Hope, W. (2002). *Introdução ao Gerenciamento dos Riscos*. Rio de Janeiro: Funenseg.
- Horcher, K. (2005). *Essentials of Financial Risk Management*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Hromkovič, J. (2004). *Algorithmics for Hard Problems: Introduction to Combinatorial Optimization, Randomization, Approximation, and Heuristics* (2nd ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- ICE. (1998). *RAMP Risk Analysis and Management for Projects*. (Institution of Civil Engineers and the Faculty and Institute of Actuaries by Thomas Telford, Ed.). Londres.
- IEC/ISO. (2009). *ISO 31010 - Risk Management - Risk Assessment Techniques*.

- IPQ. (2013). *Gestão do Risco, Princípios e linhas de Orientação (ISO 31000:2009)*. Instituto Português da Qualidade.
- ISO. (2008). ISO 15686-5:2008-Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5:Life-cycle costing.
- ISO. (2009). *ISO 73:2009 - Risk management — Vocabulary*.
- ISO. (2012). *ISO 21500:2012 - Guidance on project management*.
- Jannadi, O., e Almishari, S. (2003). Risk Assessment in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(1), 8–15.
- Jarrah, R., Kulkarni, D., e O'Connor, J. (2007). Cash flow projections for selected txdot highway projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133, 235–241.
- Jawad, D., e Ozbay, K. (2006). The Discount Rate in Life Cycle Cost Analysis of Transportation Projects. In *85th Annual Meeting of the Transportation Research Board*. Washington D.C.
- Kaka, A., Odeyinka, H., e Lowe, J. (2008). An evaluation of risk factors impacting construction cash flow forecast. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 13(1), 5–17.
- Kaka, A. (1996). Towards more flexible and accurate cash flow forecasting. *Construction Management and Economics*, 14(1), 35–44.
- Kaka, A., e Price, A. (1991). Net cash flow models: are they reliable? *Construction Management and Economics*, 9, 291–308.
- Kaka, A., e Price, A. (1993). Modelling standard cost commitment curves for contractor's cash flow forecasting. *Construction Management and Economics*, (11), 271–283.
- Karimiazari, A., Mousavi, N., Mousavi, S., e Hosseini, S. (2011). Risk assessment model selection in construction industry. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9105–9111.
- Kaufman, G. (2000). Banking and currency crises and systemic risk: Lessons from recent events. *Economic Perspectives, Federal Reserve Bank of Chicago*, 24, 9–28.
- Kenley, R., e Wilson, O. (1986). A construction project cash flow model - an ideographic approach. *Construction Management and Economics*, (4), 213–232.
- Kenley, R., e Wilson, O. (1989). A Construction Project Net Cash Flow Model. *Construction Management and Economics*, (7), 3–18.
- Krugman, P., Obstfeld, M., e Melitz, M. (2015). *International Economics: Theory and Policy* (10th ed.). Pearson.
- Leite, F. (2016). Dersa ameaça romper contrato de Rodoanel Norte após paralisação. São Paulo: <http://sao-paulo.estadao.com.br>.
- Ling, F., e Hoi, L. (2006). Risks faced by Singapore firms when undertaking construction projects in India. *International Journal of Project Management*, 24, 261–270.
- Ling, F., William, C., e Cuervo, J. (2005). Entry and business strategies used by international architectural, engineering and construction firms in China. *Construction Management and Economics*, 23(5), 509–520.
- Lock, D. (2007). *Project Management*. (Gower, Ed.) (9th ed.).
- Lyons, T., e Skitmore, M. (2004). Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey. *International Journal of Project Management*, 22(1), 51–61.

- Mason, R., e Harris, F. (1979). Predicting company failure in the construction industry. *Proceedings Institution of Civil Engineers*, 66, 301–307.
- Matos, A. (2013). *Análise e gestão de risco na internacionalização de empresas do sector da construção*. Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- Ministério da Fazenda. (2012). *Economia Brasileira em Perspectiva-17ª Edição*. Governo Federal do Brasil.
- Ministério da Fazenda. (2013). *Infraestrutura no Brasil-Projetos, financiamento e oportunidades | Março*. Governo Federal do Brasil.
- Mohamed, M., Trigunaryah, B., Teo, M., e Kajewski, S. (2013). *The Impacts of FOREX Fluctuations on Construction Business Performance: An Organisational Capabilities Perspective*. “Challenges in Innovation, Integration and Collaboration in Construction e Engineering”- *Seventh International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-VII)*. Bangkok.
- Morgan, M., e Henrion, M. (1990). *Uncertainty: A Guide to Dealing With Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Banco Mundial. (2012). *Global Economic Prospects-Managing growth in a volatile world*.
- FMI. (2012). *The Global Competitiveness Report 2012-2013*. (K. Schwab e Xavier Sala-i-Martin, Eds.). Geneva: World Economic Forum.
- Mustafa, M., e Al-Bahar, J. (1991). Project risk assessment using the analytic hierarchy process. *IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT*, 38(1), 46–52.
- NASA (2013). *Analytic Method for Probabilistic Cost and Schedule Risk Analysis*. Washington D.C.
- Nazem, S. (1968). Planning contractors capital. *Building Technology and Management*, 6(10), 256–60.
- Nikolaou, K. (2009). *Liquidity (risk) concepts, definitions and interactions* (No. 1008). Frankfurt am Main.
- O’Keefe, M. (1971). *An empirical study of cash flow in engineering contracts*. University of Aston in Birmingham.
- Odeyinka, H., e Lowe, J. (2001). An evaluation of methodological issues for assessing risk impacts on construction cash flow forecast. In *17th Annual ARCOM Conference* (Vol. 1, pp. 5–7). University of Salford. Association of Researchers in Construction Management.
- Odeyinka, H., Lowe, J., e Kaka, A. (2002). A Construction Cost Flow Risk Assessment Model. In D. Greenwood (Ed.), *18th Annual ARCOM Conference* (pp. 3–12). Northumbria University, Newcastle, UK: ARCOM.
- Paek, J., Lee, Y., e Ock, J. (1993). Pricing Construction Risk: Fuzzy Set Application. *Journal of Construction Engineering and Management*, 119(4), 743–751.
- Peer, S. (1982). Application of cost flow forecasting models. *Journal of the Construction Division*, 108(2), 226–232.
- Perry, J., e Hayes, R. (1985). *Risk and Its Management in Construction Projects*. *Proceedings of the Institution of Civil Engineering*. Londres.
- Pierson, G., e Zicherman, M. (2008). *Mechanics’ Liens — An International Perspective*. Project Management Institute. (2008). *PMBOK - Project Management Body of Knowledge*. (Project

- Management Institute, Ed.) (4th ed.).
- Radujkovic, M. (1996). Risk Management : Maintaing Programmed Construction Time in Economies in Transition. In *8th International Symposium The Organisation e Management of Construction : Shaping Theory and Practice*. Glasgow: CIB W65.
- Rezakhani, P. (2012). Classifying Key Risk Factors in Construction Projects. *BULETINUL INSTITUTULUI POLITEHNIC DIN IAȘI, LVIII (LXI)(2)*.
- Rodrigues, R. (2005). Cálculo Financeiro e Contabilidade. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto, Secção de Organização e Gestão.
- Rosa, E. (1998). Metatheoretical foundations for post-normal risk. *Journal of Risk Research*, 1(1), 15–44.
- Salapatas, J., e Sawte, W. (1986). Measuring success of utility projects past, present and future. In *Proceedings of the 18th Annual Seminar/Symposium of the Project Management Institute* (pp. 67–76). Montreal, Canada: Project Management Institute.
- Schwarcz, S. (2008). *Systemic Risk*. Durham, U.S.A.
- Shafer, G. (1976). *A Mathematical Theory of Evidence*. Princeton University Press.
- Simkovic, M. (2016). What Can We Learn from Credit Markets? In *American Law Institute-93rd Annual Meeting* (pp. 1–13). Washington D.C.: American Law Institute.
- Simon, P., Hillson, P., e Newland, K. (1997). *PRAM Project Risk Analysis and Management Guide*. Norwich, UK: Association for Project Management.
- ONU. (2012). LINK Global Economic Outlook | June 2012.
- Sousa, V. (2012). *Gestão do Risco na Construção - Aplicação a Sistemas de Drenagem Urbana*. Instituto Superior Técnico.
- Steiner, G. (1969). *Top Management Planning*. New York: Macmillan.
- Tah, J., e Carr, V. (2001a). A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system. *Advances in Engineering Software*, 32(10–11), 847–857.
- Tah, J., e Carr, V. (2001b). Knowledge-Based Approach to Construction Project Risk Management. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 15(July), 170–177.
- Tah, J., e Carr, V. (2001c). Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain. *Advances in Engineering Software*, 32(10–11), 835–846.
- Tah, J., Thorpe, A., e McCaffer, R. (1993). Contractor project risks contingency allocation using linguistic approximation. *Computing Systems in Engineering*, 4(2–3), 281–293.
- Tang, C. (2005). *An Impartial Financial Decision Support System (E- FDSS) for Construction SMES in Hong Kong*. CITY UNIVERSITY OF HONG KONG, Hong Kong.
- Tang, C., e Leung, A. (2005). AN IMPARTIAL DECISION MODEL FOR FINANCIAL RISK AND DECISION ANALYSIS IN CONSTRUCTION PROJECTS, 2(September), 893–904.
- Tang, C., Leung, A., e Wong, C. (2010). Entropic Risk Analysis by a High Level Decision Support System for Construction SMEs. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 24(February), 81–94.
- Taroum, A., Yang, J. B., e Lowe, D. (2011). Construction Risk Modelling and Assessment: Insights from a Literature Review. *The Built and Human Environment Review*, 4(1), 87–97.

- Tucker, S., e Rahilly, M. (1985). *Computer user manual for program "FINCASH": A program for predicting the cash flow of a single building project*. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Division of Building Research.
- Uher, T., e Toakley, A. (1999). Risk management in the conceptual phase of a project. *International Journal of Project Management*, 17(3), 161–169.
- Vose, D. (2008). *Risk Analysis: A Quantitative Guide* (3th Editio). Chichester: Wiley.
- Vose, D. (2010). Fitting distributions to data and why you are probably doing it wrong. www.vosesoftware.com.
- Walewski, J. (2005). *International Project Risk Assessment*. University of Texas, Austin.
- Walewski, J., e Gibson, G. (2003). *International Project Risk Assessment: Methods, Procedures, and Critical Factors*. Center Construction Industry Studies. Austin, Texas.
- Walewski, J., Gibson, G., e Vines, E. (2006). Risk Identification and Assessment for International Construction Projects. In D. Cleland & R. Gareis (Eds.), *Global Project Management Handbook* (2nd Editio, p. 6.1-6.17). New York: McGraw-Hill.
- Walney, D. (2017). Reportagem. *Fundações E Obras Geotécnicas*, 77, 30–40.
- Wibowo, A., e Kochendörfer, B. (2005). Financial Risk Analysis of Project Finance in Indonesian Toll Roads. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131.
- Williams, T. (1995). A classified bibliography of recent research relating to project risk management. *European Journal of Operational Research*, 85(1), 18–38.
- Wirba, E., Tah, J., e Howes, R. (1996). Risk interdependencies and natural language computations. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 3(4), 251–269.
- Wong, J., e Ng, S. T. (2010). *Company Failure in the Construction Industry: A Critical Review and a Future Research Agenda*. Sydney.
- Xenidis, Y., e Angelides, D. (2005). Identification and classification of risks in a new modeling process for Build-Operate-Transfer projects. *21st Annual ARCOM Conference*, 2(September), 803–812.
- Yang, J., e Xu, D. (2002). On the Evidential Reasoning Algorithm for Multiple Attribute Decision Analysis Under Uncertainty. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, 32(3), 289–304.
- Zhang, G., e Zou, P. (2007). Fuzzy Analytical Hierarchy Process Risk Assessment Approach for Joint Venture Construction Projects in China. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(10), 771–779.
- Zhang, H. (2007). A redefinition of the project risk process: Using vulnerability to open up the event-consequence link. *International Journal of Project Management*, 25(7), 694–701.
- Zhi, H. (1995). Risk management for overseas construction projects. *International Journal of Project Management*, 13(4), 231–237.
- Zou, P., Zhang, G., e Wang, J. (2007). Understanding the key risks in construction projects in China. *International Journal of Project Management*, 25(6), 601–614.
- Zou, P., Zhang, G., e Wang, J. (2009). Identifying Key Risks in Construction Projects: Life Cycle and Stakeholder Perspectives. *International Journal of Construction Management*, 9(1), 61–77.

ANEXOS

ANEXO A

Anexo A - Ferramentas e técnicas de apreciação do risco (adaptado ISO/IEC 31010:2009 e Sousa,2012)

FERRAMENTAS E TÉCNICAS	APRECIÇÃO DO RISCO					RESULTADO
	Identificação	Análise do risco			Avaliação	
		Consequência	Ocorrência	Nível		
MÉTODOS DE PROCURA						
Lista de Riscos	FA	NA	NA	NA	NA	Qualitativo determinístico
Análise preliminar de perigos (PHA – Preliminary Hazard Analysis)	FA	NA	NA	NA	NA	Qualitativo determinístico
MÉTODOS DE SUPORTE						
Brainstorming	FA	NA	NA	NA	NA	Qualitativo probabilístico
Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas	FA	NA	NA	NA	NA	Qualitativo probabilístico
Técnica Delphi	FA	NA	NA	NA	NA	Qualitativo probabilístico
Análise de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats)	FA	NA	NA	NA	NA	Qualitativo determinístico
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE						
Técnica Estruturada "e se" (SWIFT - Structure "What If?")	FA	FA	FA	FA	FA	Qualitativo determinístico
Análise de cenários	FA	FA	A	A	A	Semi-quantitativo determinístico
Análise de Árvores de Falhas (FTA - Failure Tree Analysis)	A	NA	FA	A	A	Quantitativo probabilístico
Análise de Árvores de Eventos (ETA - Event Tree Analysis)	A	FA	A	A	NA	Quantitativo probabilístico
Análise Causa-Consequência	A	FA	FA	A	A	Quantitativo determinístico
Análise Causa-Efeito	FA	FA	NA	NA	NA	Qualitativo determinístico
ANÁLISE DE FUNCIONAMENTO						
Análise de Perigos e Operacionalidade (HAZOP - Hazard and Operability Studies)	FA	FA	A	A	A	Qualitativo determinístico

Análise de Perigos e Pontos de Controlo Críticos (HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points)	FA	FA	NA	NA	FA	Qualitativo determinístico
Análise do Modo e Efeitos de Falhas (FMEA - Failure Mode Effect Analysis)	FA	FA	FA	FA	FA	Quantitativo determinístico
Análise do Modo, Efeitos e Criticalidade de Falhas (FMECA - Failure Mode Effect and Cause Analysis)	FA	FA	FA	FA	FA	Semi-quantitativo determinístico e probabilístico
ANÁLISE DE CONTROLOS						
Análise BowTie	NA	FA	FA	A	A	Quantitativo determinístico e probabilístico
Análise de camadas de proteção (LOPA - Layer Protection Analysis)						Semi-quantitativo determinístico
MÉTODOS ESTATÍSTICOS						
Análises de Markov	NA	NA	NA	FA	FA	Quantitativo probabilístico
Simulação de Monte-Carlo	NA	NA	NA	FA	FA	Quantitativo probabilístico
Análise Baysiana	NA	FA	NA	NA	FA	Quantitativo probabilístico
MÉTODOS DECISÓRIOS						
Matrizes do Risco	FA	FA	FA	FA	A	Semi-quantitativo determinístico
Curvas F-N	A	FA	FA	A	FA	Quantitativo determinístico e probabilístico
Análise de Decisões Multi-Critério (MCDA - Multi-Criteria Decision Analysis)	A	FA	A	FA	A	Quantitativo determinístico

NA – Não Aplicável; **A** – Aplicável; **FA** – Fortemente Aplicável

ANEXO B

DISTRIBUIÇÃO BETA PERT

Valor esperado:

$$E[X] = \frac{a + 4m + b}{6}$$

desvio padrão:

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

Onde os parâmetros “a” e “b” representam, respectivamente, o mínimo e o máximo dos extremos da distribuição e o “m” o valor da moda.

DISTRIBUIÇÃO BETA

Valor esperado:

$$E[X] = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

variância:

$$var[X] = \frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2(\alpha + \beta + 1)}$$

Onde os parâmetros “α” e “β” representam, respectivamente, parâmetros positivos de forma.

DISTRIBUIÇÃO LOG-NORMAL

média:

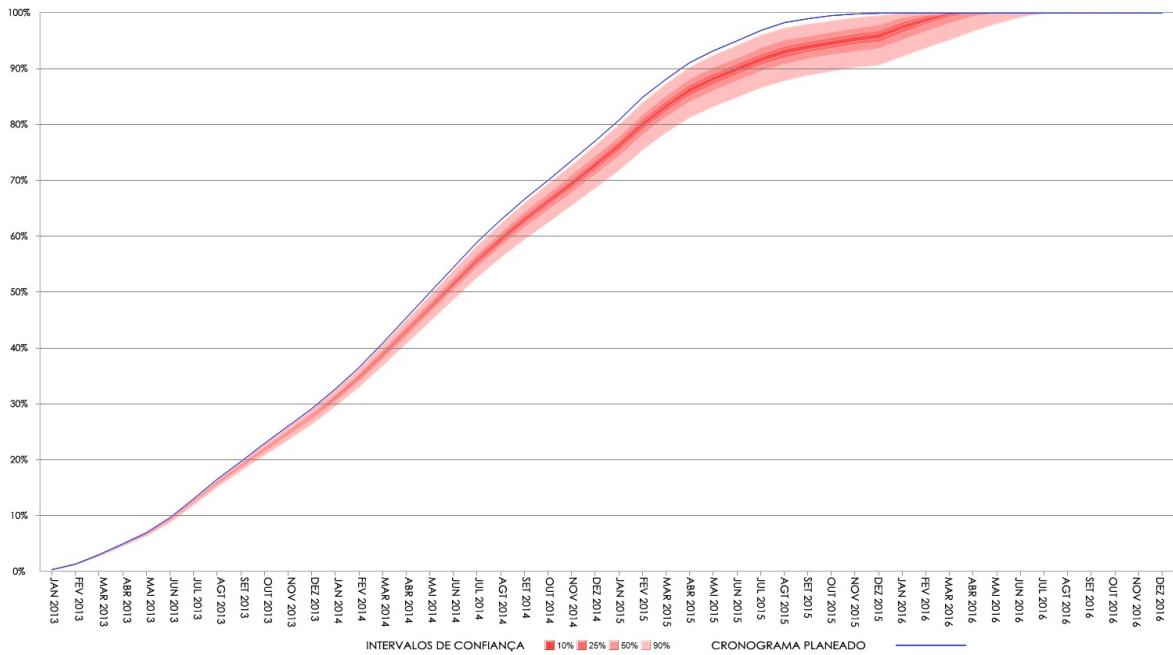
$$E[X] = e^{(\mu - \frac{\sigma^2}{2})}$$

variância:

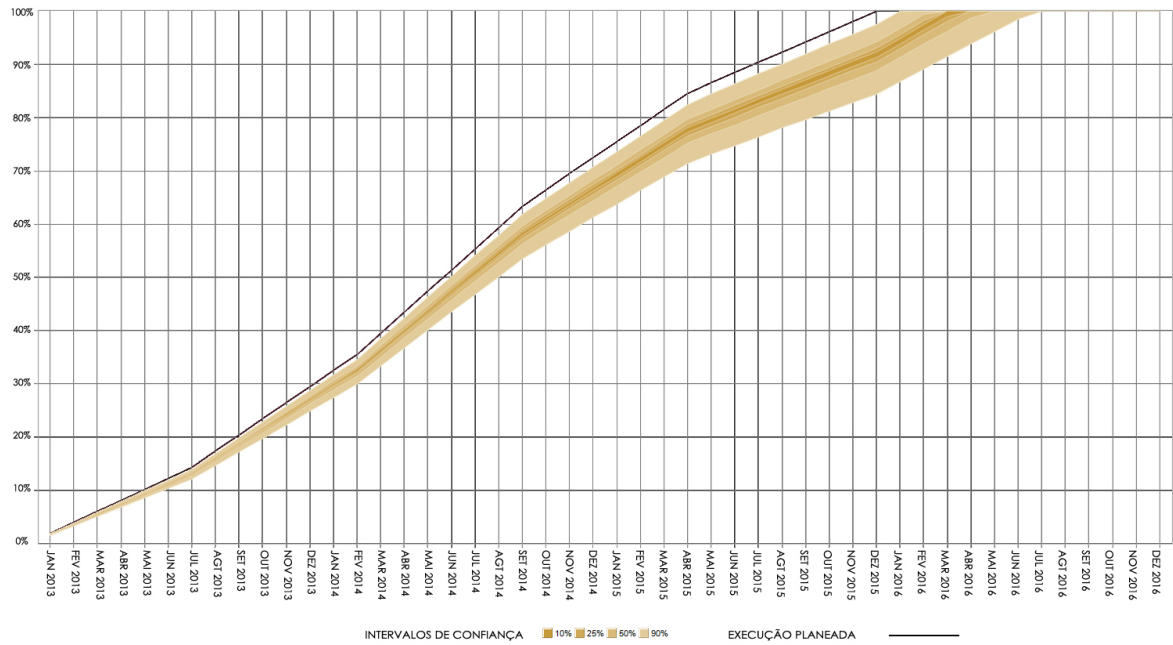
$$var[X] = e^{(2\mu - \sigma^2)}(e^{\sigma^2} - 1)$$

Onde os parâmetros “μ” e “σ” representam, respectivamente, a média e o desvio padrão.

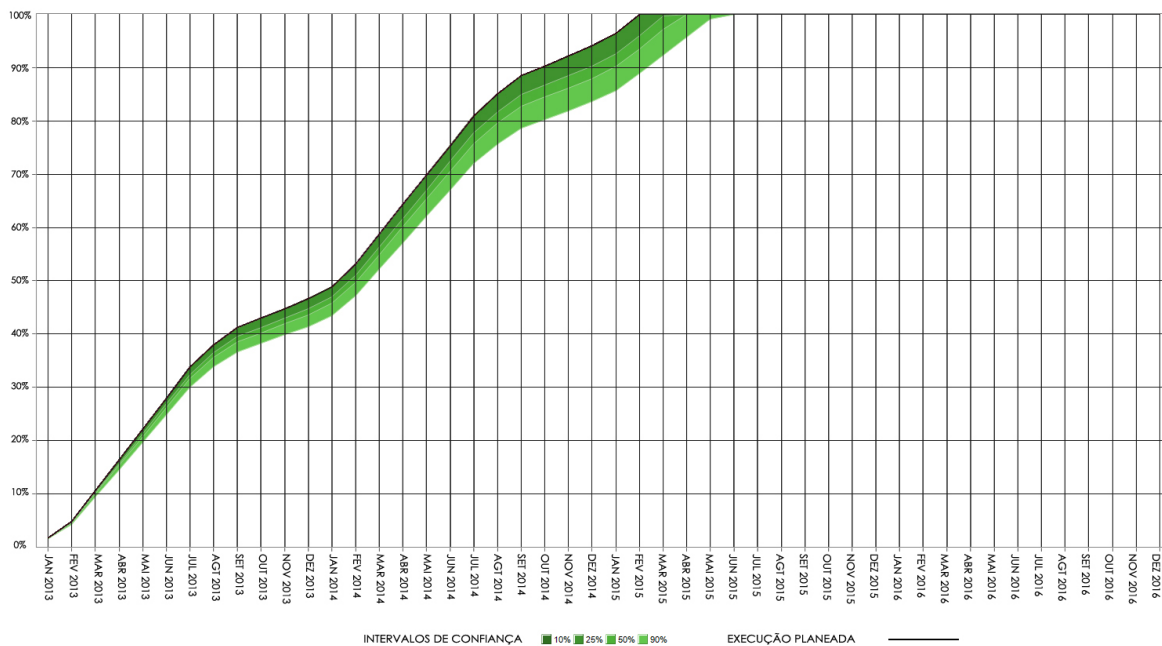
ANEXO C



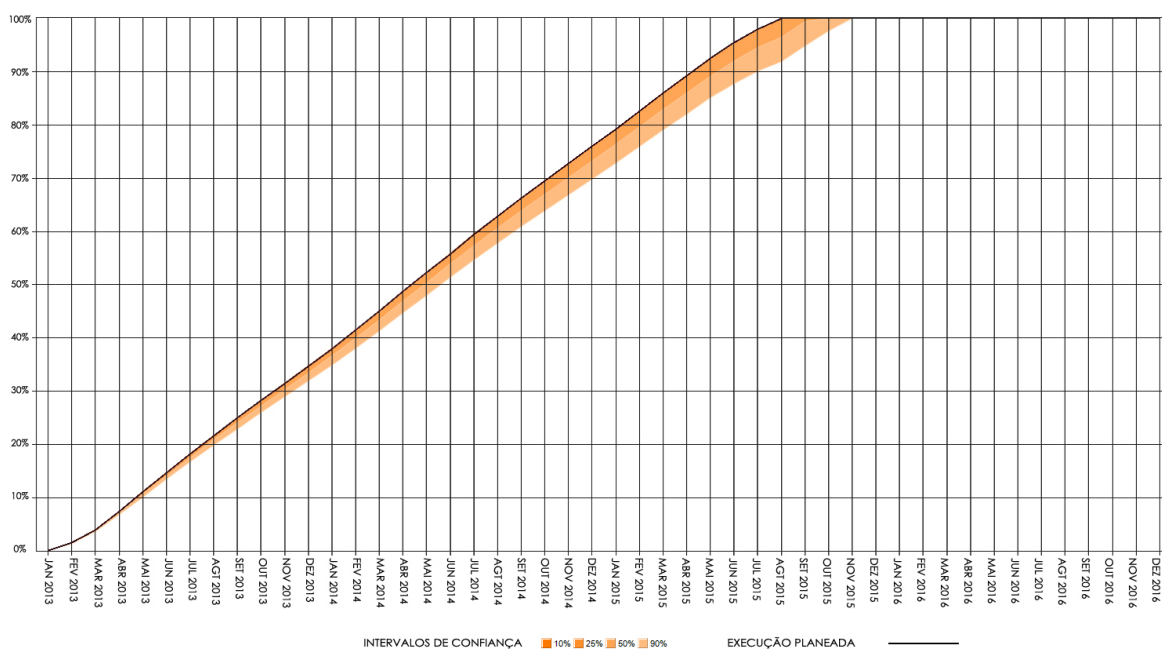
Anexo C.1 – Cronograma planeado e simulado da execução do empreendimento, em %



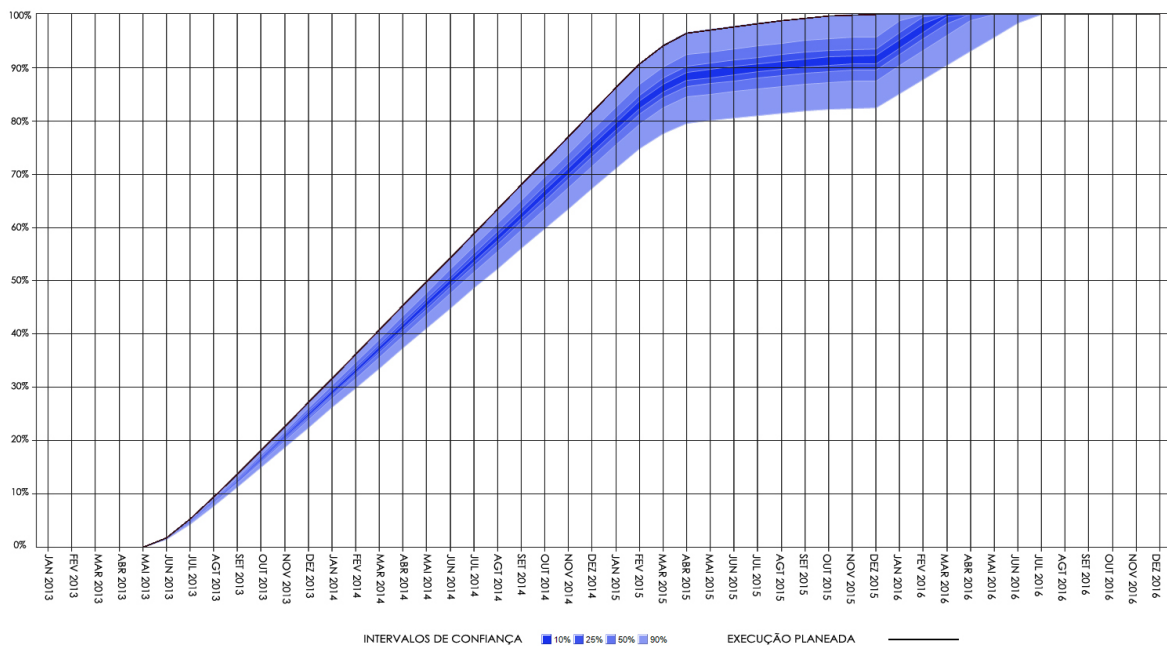
Anexo C.2 – Cronograma planeado e simulado da execução da actividade 1, em %



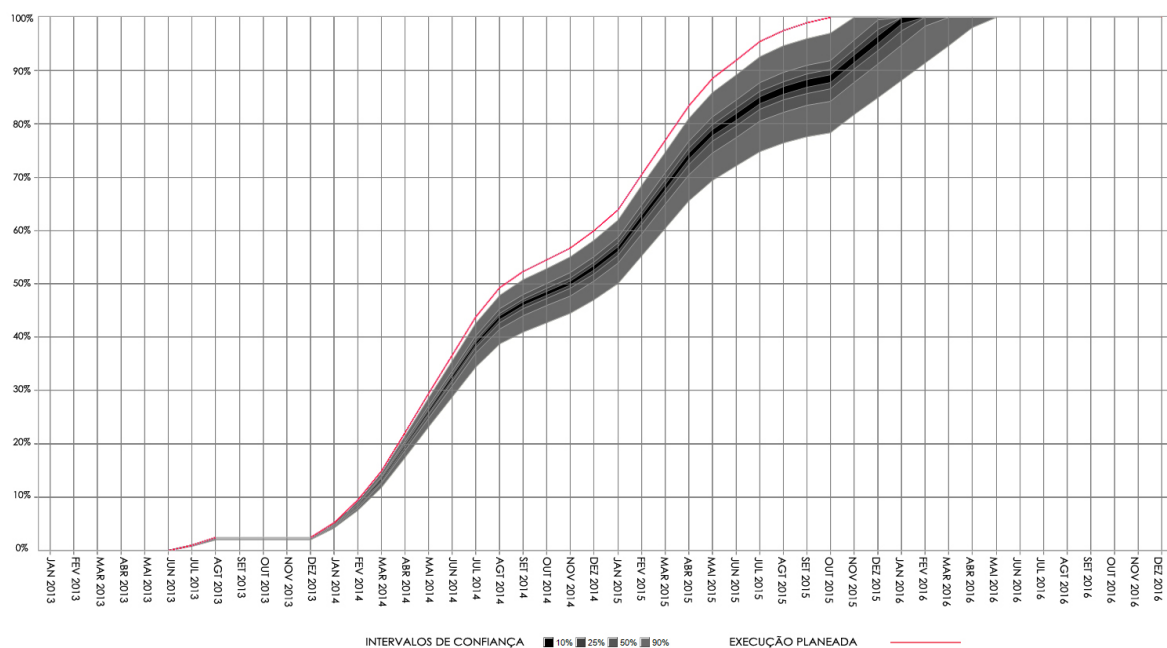
Anexo C.3 – Cronograma planeado e simulado da execução da actividade 2, em %



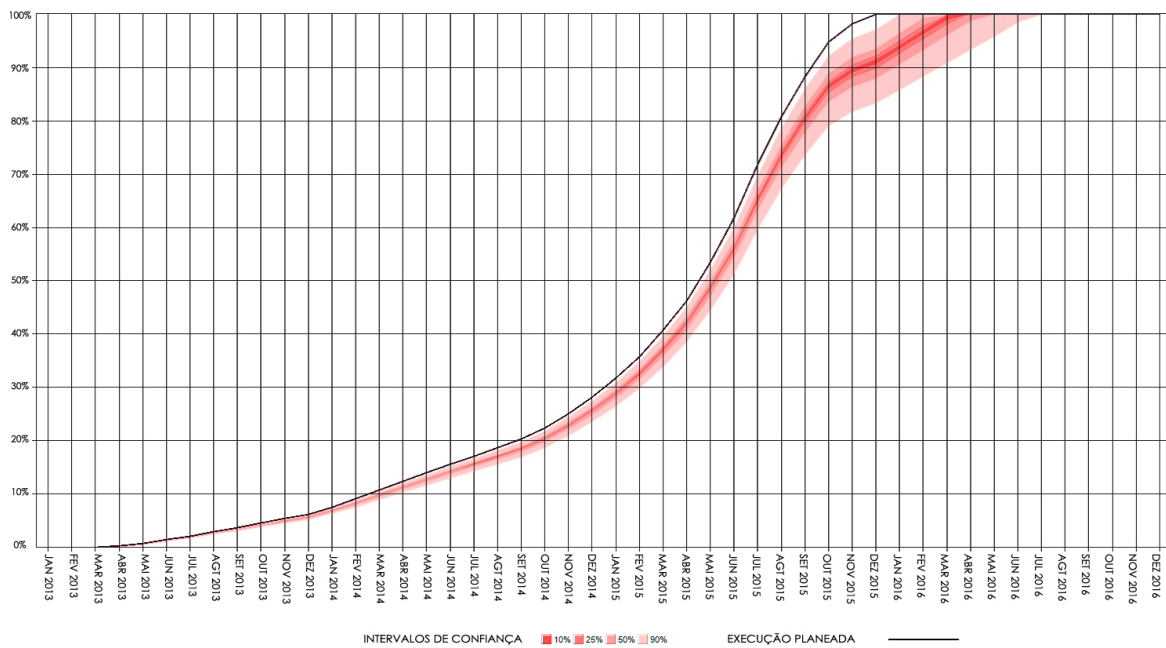
Anexo C.4 – Cronograma planeado e simulado da execução da actividade 3, em %



Anexo C.5 – Cronograma planeado e simulado da execução da actividade 4, em %



Anexo C.6 – Cronograma planeado e simulado da execução da actividade 5, em %



Anexo C.7 – Cronograma planeado e simulado da execução da actividade 6, em %