



# Methodological Approaches in Computational Finance

João Zambujal-Oliveira (Editor)  
*University of Madeira, Portugal*

Volume nr. 2018/1  
**Operations Management and Research and Decision Sciences  
Book Series**

2018

Published in Portugal by  
Department of Management Science and Economics  
Campus Universitário da Penteada  
9020-105 Funchal - Portugal  
Tel: (+351) 291 705 000  
Email: [info@mail.uma.pt](mailto:info@mail.uma.pt)  
Web site: <http://www.uma.pt>

Copyright © 2018 by University of Madeira. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced without written permission from the editor. Product or company names used in this set are for identification purposes only. Inclusion of the names of the products or companies does not indicate a claim of ownership by University of Madeira of the trademark or registered trademark.

DigitUMA Cataloging-in-Publication Data

For electronic access to this publication, please access: <https://digituma.uma.pt/>.

Methodological Approaches in Computational Finance / João Zambujal-Oliveira, editor

Includes bibliographical references and index.

Summary: "This publication presents methodologies and practical tools that indicate academic paths of contribution to the global knowledge through quantitative finance practice by showing different views of approach financial issues"— Provided by editor.

ISBN 978-989-8805-40-9 (ebook) 1. Financial Modelling and Spreadsheet Essentials. 2. Measuring risk. 3. Portfolio optimization. 4. Risk analysis. 5. Option valuation 6. Real options valuation with binomial trees 6. Black-Scholes formula and option valuation I. Zambujal-Oliveira, João.

This book is published in the DGE book series Operations Management and Research and Decision Sciences (OMRDS)

All work contributed to this book is author's material. The views expressed in this book are those of the authors, but not necessarily of the publisher.

# Contents

<b>Enterprise Risk Management Analysis</b>	<b>1</b>
<i>Teles, Anabela &amp; Melim, Sara</i>	
<b>Perfil de Risco da Geração Millennium</b>	<b>24</b>
<i>Martins, André</i>	
<b>The Capital Structure and its Impact on Firm Value of JSE Securities Exchange Listed Companies</b>	<b>43</b>
<i>Fernandes, Catarina &amp; Dias, Catarina</i>	
<b>Risk Analysis of Project Time and Cost Through Monte Carlo Method</b>	<b>55</b>
<i>Pereira, David &amp; Abreu, Víctor</i>	
<b>Análise de Gestão de Risco Empresarial - Caso de Estudo de uma Empresa Petroquímica no Qatar</b>	<b>70</b>
<i>Freitas, José</i>	
<b>Critical Review on the Graduation Thesis by Stefan Thorén: “A Monte Carlo for Financial Problems”</b>	<b>89</b>
<i>Gonçalves, Leonardo</i>	
<b>Survey on Financial Risk Management: Evidence on Derivatives Usage by Norwegian Non-financial Firms</b>	<b>105</b>
<i>Gouveia, Mariana</i>	

# ENTREPRISE RISK MANAGEMENT ANALYSIS

*Anabela Teles – anabela\_teles@hotmail.com  
Sara Melim – sara.melim.6@gmail.com  
Computacional Finance – João Zambujal-Oliveira*

## Abstract

This article is based on the master's thesis "Enterprise Risk Management Analysis With Suggestions For Improvements For The Selected Company" by Alja Ferkolj, which addresses the issue of the inherent risks in multinational companies. Its objective is to introduce the concept of ERM (Enterprise Risk Management), as well as raising the risk management to a top management team, enabling companies to gain competitive advantage. The author of the thesis in study was nominated as a risk consultant of a Slovene subsidiary from a multinational company dedicated to the commercialization of non - alcoholic beverages. To this end, it started by doing a bibliographical analysis relevant to the subject in question and later dedicated herself to the implementation of the ERM process in the Slovene branch. Evaluated the company's performance and compared it to the initial goals. Based on her study, she proposes suggestions to improve the selected company.

**Key words:** Risk. Multinationals. Enterprise Risk Management. Top Management.

---

## Introduction

Over time multinational companies due to the globalization process have been extending their borders regarding, more precisely, the areas of production, communication, technology and knowledge. However, along with this internationalization process we have the advancement of technology and the increasing financial sophistication in which multinationals are more susceptible to risks associated with the complexity and size of business relationships.

Organizations recognized the importance of managing risks and their interactions, as well as recognizing the shareholders' desire for stable and predictable earnings. Enterprise Risk Management (ERM) argues that a comprehensive view of risk and its management means that different risks within an organization should not be managed separately. Instead of focusing only on financial forms of risk this model seeks to address all events that could have a negative impact in an organization's performance. The various risks should be dealt in a holistic way and their correlation should be examined.

The purpose of this master thesis is to encourage managers to use an integrated approach to risk management and raise it to a top management team because according to the author, companies should not analyze each risk separately, but the correlation of the various risks. To do so, wants

to encourage the top management team of the selected firm to actively participate in the identification and risk assessment. In addition, the objective of the thesis in study is to introduce the concept of Enterprise Risk Management for all who are interested in this area.

The article is structured as follows:

1. Introduction of the problem and the purpose of the thesis under study.
2. More common definitions around the area of risk and the main risk categories that multinacional companies face facing and the introduction of the Enterprise Risk Management concept;
3. Presentation of the multinational company selected for the study;
4. Implementation of the ERM Process and its performance in the Slovene subsidiary of the selected company;
5. Presentation of the results of the implementation of the ERM process in the Slovene subsidiary;
6. Analysis of the improvements of the ERM process in the Slovene subsidiary of the selected company and the author's suggestions.

## Literature review

Since risk management is constant development and it is an essential tool for a good manager, there are several definitions of risk, however, there is a common characteristic: risk deals with uncertainty.

In finance, a measure of risk is the likelihood of an investment's actual return diverging from its expected value. The most usual statistical measure is the standard deviation, this is the square root of the variance calculated according to the following formula (Clark & Mairos, 1996, p.35):

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^n (R_j - E(R))^2 \cdot p_j$$

$R_j$  is possible result  $j$ ;  $E(R)$  denotes the expected return;  $P_j$  is the probability of a possible outcome  $j$

Multinational companies operate in different countries and with different political, financial and economic interests, which, despite being a great opportunity, also carries some risks.

By opening branches in several countries, multinationals transfer their main resources, such as capital and knowledge. Although they have control over their subsidiaries, this control is not absolute. In fact, the subsidiaries have some autonomy at their disposal to manage their activities. Many important decisions like the launch of a new product, the choices about prices or technologies, and the levels of employment are usually made by the subsidiaries (Hilmi, 2007).

The three major risk categories that multinational companies face are: Country specific risk, Company specific risk and Overall / systematic risk.

The country-specific risk refers to the volatility of returns from international business transactions caused by events associated with a specific country, as opposed to events associated with economic or financial agents. (Marois & Clark, 1996, p. 44). This type of risk is usually split into four main components: economic, financial, monetary and political risk. The economic, financial and monetary components are market based, while the political risk is broader and it refers to the likelihood that decisions unfavorable to the company's interests will be taken at the political level. All four components of risk are interactive, which means that economic, monetary and financial situations will have

consequences in the political climate, and also between each other (Boczko, 2005).

A global company, in addition to being exposed to the four categories of risk mentioned above, is exposed to specific risks of its business. The main categories of uncertainties specific to the company are: operation, liability, research and development (R&D), credit and behavioral uncertainties.

Regarding systematic risk, this all the risk that a multinational company faces when conducting business in different markets. In the international financial literature, the main factor associated with systematic risk reduction in multinationals is the idea that multinational operations are in several countries, which increases the diversity of their cash flows (Shapiro, 1978). As a multinational company is more diversified relative to a similar domestic company, the company's returns will be less correlated with the market and its systematic risk may increase.

Both the additional risk, exchange risk and political risk can increase the level of systematic risk of the company, this requires that the additional risk faced by the international firm may actually raise the level of systematic risk, if the increase in the additional risk is greater than the decrease in the correlation coefficient between returns from different markets.

According to Casualty's definition Actuarial Society, 2003, Enterprise Risk Management is the discipline by which an organization in any industry assesses, controls, exploits, finances and monitors risks from all sources in order to increase the value of the short and long-term of the organization. The underlying principle of ERM is that every entity exists to deliver value to stakeholders.

Uncertainty presents risks and opportunities, with the potential to absorb or increase value. The risk management in companies allows management to deal with uncertainty, risk and associated opportunities increasing the ability to create value. Value is maximized when management sets strategy and objectives to achieve an optimal balance between growth targets, the return and the related risks and to do so implements resources efficiently to achieve the entity's objectives (Sponsoring Organizations Committee of the Treadway Commission, 2004).

Enterprise Risk Management encompasses:

- Align desire and risk strategy;
- Improve risk-response decisions;

- Reduce surprises and operational losses;
- Identify and manage multiple risks between companies;
- Seize opportunities;
- Improve the development of capital;

The ERM emphasizes a comprehensive view of risks and risk management, meaning that different risks within an organization should not be managed separately, the wide variety of risks should be treated globally and the correlation of various risks should be analyzed (Ferkolj, 2010).

Companies that understand their risks better than their competitors are in a prime position to leverage risk to a competitive advantage. Greater knowledge of risk provides the ability to deal with risks that intimidate competitors, project adversities better than competitors and manage risks at the lowest cost. (Davenport & Bradley, 2000).

Identifying and prioritize risk, whether predicted or after a claim, has been a standard management activity. Treating risk by transfer through insurance or other products has also been a common practice. What has changed was to treat the wide variety of risks in a holistic manner and raise risk management to a top management responsibility (Ferkolj, 2010).

Because there are several different interpretations it is important to define what the risk poses to the whole organization at the beginning of ERM implementation. Consistent use of key concepts will save time and effort. At a minimum, an organization must agree on definitions for terms such as risk, risk assessment, risk management, ERM, significance, probability, inherent risk, and residual risk (Ferkolj, 2010).

It is important to integrate strategy and human resources into the ERM process. From the perspective of human resources, the definition of specific goals linked to the success of ERM should be part of an individual's performance management plan, without this, the implementation exercise may fail. Likewise, business strategy should be defined at the beginning of the exercise, along with the organization's mission and vision. The ERM process will flow ahead of this strategy, and events will be identified that may impact the achievement of strategies and objectives (Schanfield & Helming, 2008).

For a successful implementation of this process it is crucial that the Corporate Framework direct

the implementation exercise. Everyone in the organization should be responsible for managing some aspect of risk. Basic risk management skills should be practiced and a structure of risk should be applied to the needs of the organization and risk tolerances should be defined by the Framework. Internal auditors can help with implementation by learning all about ERM as well as networking with risk professionals. They also need to challenge external auditors to get adequate support. Finally, auditors should do more to educate their council about ERM to ensure the correct results (Schanfield & Helming, 2008).

## Methodology

The first method used is a relevant literature review and theoretical expositions about Enterprise Risk Management (ERM), as well as the most common barriers that companies face when the ERM process is implemented.

This is followed by a review of ERM implementation in the case of a company which operates in 28 countries, in which the author of the thesis was chosen to be risk consultant, in a subsidiary in Slovenia, which in 2009 started an improvement project its ERM process in its subsidiaries. To this end, the author was submitted to a training for ERM implementation and later presented the concept to the top management team, with the main objective of involving the top management teams in the identification and risk assessment in the subsidiaries of to implement the risk response plans. The author of the thesis was also responsible for guiding relevant operational risks together with the progress of the management actions, agreed to the Risk Director. In this company, the ERM process began with identification, followed by quantitative and qualitative evaluation and ending with a response to risk. The selected company used software in which the Monte Carlo simulation was integrated, which allowed for the elaboration of risk analyzes.

With this, the author of the thesis analyzed and evaluated the ERM performance in the Slovene subsidiary of the company and compared with the targets initially proposed. Based on the analysis of the theoretical conclusions about ERM and in the case of the selected company, the author suggested improvements for the company.

## Application

The selected company started its activity in 2000, as a result of the Hellenic Bottling Company and Coca-Cola Beverages fusion, established in London. This company produces, sells and distributes non-alcoholic drinks. The two main shareholders of the company are Kar-Tess Holding SA, a private holding company, and The Coca-Cola Company. The owner of most beverages trademarks is The Coca-Cola Company, which in addition to providing concentrates is also responsible for marketing. In 2009, the company had more than 44,000 employees and net revenue was 6,544 million euros, operating in 28 countries. The company headquarters are in Athens, where the main employees and processes are grouped together. Each role has a country-level and group-level structure, thus bringing in close functional operations with the customer, allowing the company to achieve substantial scale benefits such as savings in procurement, knowledge sharing and investment planning.

The executive management group is the Operating Committee, which defines strategy and direction and also ensures effective coordination and decision-making throughout the organization. Among its functions are:

- Develop group strategy;
- Approve annual targets for countries and business functions;
- Challenging and approving strategic business plans;
- Review countries operational performance and agree on corrective actions;
- Review the operational performance of business functions and agree to corrective actions;
- Spread the best practices of partner companies and other industries;

The Corporate Finance department is responsible for overall risk management, which includes safeguarding the company's assets to minimize the risk of financial losses and developing risk management capabilities to improve decision-making, being both the Risk and Insurance and the Treasury departments that mainly deal with risk.

The implementation of the ERM process began in 2005 by the Risk department, with the main

objective of minimizing the costs of exposure to contingencies and give security to the management of identified risks in order to create a stable environment within which the company could develop its operational and strategic objectives. Among the main objectives are the compilation and maintenance of an updated risk portfolio detailing the risks to the achievement of the Group's operational and strategic objectives; and the identification, management and graduation of consistent and replicable risks identified throughout the Group. These objectives should be achieved through:

- Monthly risk reviews with top management teams in the respective country, to check the progress of managing identified risk exposure.
- Routing of significant operational risks, along with progress in management actions agreed to the regional directors quarterly.
- Twice a year the communication of the accumulated exposure to regional risk to the Operating Committee and Audit Committee.

In 2005, the subsidiary management teams began with annual risk assessments and the transmission of risk assessment results with annual business plans. However, this assessment was insufficient.

To improve the business risk management process, in 2009 all subsidiaries requested a risk consultant responsible for the replicable risk management process. The author of the thesis was the one appointed for Risk Advisor in the slovene subsidiary. After being prepared for the implementation of the ERM process, presented the concept to the top management team and ensured that it was active in identifying and evaluating risks and that the risk response plans were implemented. The author was also responsible for guiding significant operational risks along with the progress of management actions agreed to Risk Director. The ERM process in the company selected consisted of three steps: identification, evaluation (qualitative and quantitative) and risk response.

The company itself defined its universe of risks by identifying the ones that had the most impact on its business, and all subsidiaries should take these into account at the risk identification stage. The most present risks in subsidiaries are presented in Appendix A.

The risk consultant and the top management team of the selected company should meet monthly

and identify the risks considered in the universe of risks and the objectives of the subsidiary established by the top management team. Any event that prevents the subsidiary from meeting its objectives is considered a risk. Risks are defined primarily through brainstorming, interviewing and analysis of relevant data.

When risks are detected, they are recorded in the Risk Register, which is designed to be a management document to be reviewed and updated regularly and that aims to determine all risks that may affect the company. This register also includes the risk model which is filled with quantitative information. It follows a methodology that is recognized as common to all risk management processes, regardless of the sector or the task. After identifying and recording the risks, these are evaluated based on the opinions of those who identified them.

Qualitative risk assessment involves the determination of two major factors: the likelihood that an identified risk will occur and the impact or consequences for the business if the risk occurs.

In the selected company, the probability scale (Appendix B), common across the Group, is defined within the current business planning period, so risks are assessed due to the probability of occurrence within the company's delivery period.

In the subsequent evaluation phase, the two categories with the highest impact should be chosen, among which EBIT; the reputation or perception of the company; health, safety and the environment; management effort and quality; taking into account certain criteria (Appendix C).

The results obtained in the Slovene subsidiary in March, 2010, are in Appendix D. For each identified risk, the likelihood and impact were evaluated according to the evaluation criteria described above. After the risks are registered, they are automatically classified as follows:

$$\text{Probability score} \times (\text{Impact A score} + \text{Impact B score}) = \text{Total Impact}$$

The main reason for classifying the risk is for management to focus mostly on those that present a more negative overall impact.

In the Slovene subsidiary of the selected company, the main risks identified were:

- Halt of direct sales distribution (one of the company's major distributors was having liquidity problems in early 2010, so there was a high risk that the company's products would not be delivered in time).
- Slovenia's gross domestic product was lower than forecast (due to the effects of the global economic crisis resulting in lower consumption in 2010).
- Increased competition from the Pivovarna group Laško (PLG), which acquired the main competitor.
- Plastic deposit (the government took advantage of a regulation in which the plastic deposit tax would be included in the consumer price, which would result in an increase in sales prices and could decrease the sales of beverages in plastic packaging).
- Increase in outstanding debts (due to economic situation).
- Retention of people due to SAP<sup>1</sup> system implementation (In 2010, the company implemented the SAP system and throughout 2010 the training sessions were held in Bulgaria. Because many people were temporarily hired and were primarily involved in the SAP project, there was a high risk that they would leave the company before its implementation.)

The 10 biggest ranked risks are displayed on the Top 10 Heat page, which is part of the Commercial Registry. The heat map is composed of four colors: red, orange, amber and green, from upper right to lower left. The most troubling area in the heat map is the upper right corner, the red, which is the risk which are most likely and have impact, this is, the most critical and urgent to be treated. Those represented in the red area are significant risks that will also require a constant management effort to reach acceptable levels, while those located in the region amber should also be regularly reviewed and updated by management. Risks in the green area need to be monitored and evaluated to see if many resources are being spent at such a low risk level. A critical assessment should be made in which all risks

<sup>1</sup> Systems, Applications & Products - software that enables companies to track interactions with customers and businesses.



in the critical area of the Top 10 Heat map are reported to the Group Risk Director. As can be seen from Appendix E, there was no critical zone at the Slovene subsidiary in March 2010.

At the last stage, attention should shift to risk response plans, these can be realized by reducing the likelihood of the risk occurring, or reducing the impact of the risk occurring or, finally, reducing the likelihood and impact of risk. Each time a risk is identified, someone should be responsible for recording it in the Risk Register to ensure that response plans are completed on time. The risk response plans resulting from the company under study are presented in Appendix F.

Quantitative risk analysis assigns numeric values to risks, either using empirical data or quantifying qualitative assessments. Quantitative risk analysis can be done through a Monte Carlo simulation. In this type of simulation, random inputs are represented using possible values through probability distributions, as this is a much more realistic way of describing uncertainty in the analysis of risk variables. There are several probability distributions, namely: Normal, Lognormal, Uniform, Triangular, PERT and Discrete.

During a Monte Carlo simulation, the values are shown at random from distributions of the probabilities of the inputs. Each set of samples is called iteration, and the result of that sample is recorded. This simulation does this hundreds or thousands of times, and the result is a probability distribution of possible outcomes. In this way, a Monte Carlo simulation provides a much more comprehensive view of what can happen. It does not just tell us just what might happen, but also how likely it is to happen (Palisade, 2010).

A Monte Carlo simulation has several advantages:

- Probabilistic outcomes: the results show not only what could happen but how likely it is to happen.
- Graphic results: Due to the data generated by a Monte Carlo simulation, it is easy to create graphs of different results and their probability of occurrence.
- Sensitivity Analysis: In a Monte Carlo simulation, it's easy to see which inputs have greater effect on the final results.

- Scenario analysis: using a Monte Carlo simulation, analysts can see exactly the inputs that had associated values when certain results occurred.

- Correlation of Inputs: In a Monte Carlo simulation, it is possible to model interdependent relationships between input variables.

The selected company has adopted a bit of quantitative risk analysis. It is simplified to calculate the cumulative probability and the cumulative costs of each risk. Also from the probability distributions only four distributions are used in the risk register: normal, PERT, uniform and discrete.

The Slovene subsidiary uses @Risk software to perform risk analysis using a Monte Carlo situation, which involves two steps: the configuration of the risk model and the execution of the risk simulation.

The selected company defines a risk model determined by the probability of risk in percentage; minimum, maximum costs and, if possible, the most likely to be at risk; and by the probability distribution of the risk. In Appendix G it is possible to observe the risks identified in the Slovene subsidiary company in March 2010, ordered based on their priority which originates the qualitative evaluation.

When defining the risk, the top management team should consider the risk response plans that were identified after the qualitative assessment. The risk should be an estimate of the risk that occurs after the response plans are finished and should follow the cost estimate in case the identified risks occur. One of the four probability distributions (PERT, normal, uniform and discrete) must be chosen for each risk. As we can see in Appendix G, only the PERT distribution was used. In this type of distribution a minimum, most probable and maximum values are defined. The values around the most likely are more likely to occur.

After the risk model is met, the selected company uses @Risk software, which recalculates the risk model thousands of times. Risk software encompasses all results on a graph called the cumulative probability curve or 'S' curve (Appendix H).

We can observe the percentiles associated with the company being studied in Appendix I. The maximum cumulative impact of the identified risks is shown in P95: there is a probability above 95%

that the risks identified will not have a cumulative impact higher than € 528,404. Similarly, P05 tells us that there is only a 5% probability that the risks identified will not have a cumulative impact of more than € 42,003. Based on these percentiles, we can conclude that there is a probability of 90% that the accumulated costs vary between 42,003 € and 528,404 €.

In addition to the Cumulative Probability Curve, an important result of risk simulation is risk sensitivity analysis that tells us which risks have the greatest influence depending on the impact they have on cumulative risk.

It can be seen in Appendix J that the risk 2 (gross domestic product is below the forecast) with the regression coefficient 0.78 had the strongest influence the company, followed by the risk of interruption of the distribution coefficient with regression of 0.29, and the risk of alteration in the regulation of packaging, with a regression coefficient of 0.26.

Knowing the main risks, the company can adapt the response plans so that the resources are directed mainly to the risks that have the greatest impact. Adaptations of the most influential early response plans generally lead to a reduction in overall exposure to risk. The reassessment of risk simulation allows for the assessment of benefits due to the response of the adapted plans, in addition, allows a comparison between the overall risk reduction and the additional costs due to the adaptation of the initial plans of response to the risks.

#### Selected Company Analysis

In the past, risk reports in the selected company's subsidiaries were fragmented, namely risks originated in different areas of the organization were reported separately to the business community. The most critical risks the company faced were managed by different departments that had poor communication and cooperation. This approach consisted in leaving senior management in subsidiaries unable to assess the risk environment in a global manner.

To visualize the risks in a holistic way, several organizational obstacles must be overcome. For a venture initiative to succeed, there must be a leader. The company selected the project for improvement of the ERM project in subsidiaries was

initiated by the Department of Enterprise Risk in the last quarter of 2009. The main objective was to improve the involvement of top management teams in the subsidiaries in the risk assessment.

The author was responsible for the improvement of the ERM process in the Slovene subsidiary of the selected company. In the first risk analysis conducted in March 2010, there were no obstacles in involving the top management team in risk assessment. In the first ERM workshop in March 2010, the author had introduced major changes in the risk management process, particularly the need for the top management team to consider all sources of risk.

The default risk universe common to all subsidiaries of the selected company was very useful for identifying risks at the Slovene subsidiary and allowed top management not to focus only on the financial sources of risk, which was a common practice in the past.

Predefined evaluation criteria helped to assess risks more quickly and brought rules, however, the top management team often encountered difficulties using pre-defined evaluation criteria. In the qualitative risk assessment, two of the five impact categories were to be chosen, but in the case of certain risks, it was difficult to choose which two categories that had the greatest impact, and as a result, the top management team often linked certain risks to more than two categories. It was also difficult to reach consensus among the different members on the likelihood of risk.

For each risk, the top management team quickly defined a response plan, one responsible and an expiration date. Managers were already aware of most of the risks identified and the implementation of risk response strategies, as this was already part of their regular activities.

The response plan for one of the major risks (interruption of distribution) was performed efficiently. The company hired a new distributor as early as April 2010 and no consumer was affected. The risk of distribution disruption was significantly reduced and this reduced the cumulative exposure to risk calculated in June 2010. The P95 of the risk review in March was € 584,000 (the breakdown of the impact had an impact), while the P95 of the risk review in June was € 456,796, as the risk of disruption of distribution was significantly reduced.

While the top management team was more focused on risk response plans that were elaborated to reduce risks, quantification of these risks continued to be an unexplored area. In addition, the risk model, used for risk quantification in the selected company, was simplified to require only the cumulative likelihood and identified risk costs. It is not possible to determine the probability of the different possible outcomes in the model, although the software @Risk, which the company used, would allow the calculation of risk based on the probability of different possible outcomes. In addition, despite the different distributions of probabilities, they always used the PERT distribution.

The cooperation of the top management team in the risk assessment decreased when we compared the first and subsequent analyzes. While in the first review, the top management team identified 16 risks, in the subsequent risk analyzes, no additional risks were identified. At the first risk analysis, the team was actively involved in the assessment, but in the subsequent risk reviews it was limited to regulating the initial assessment. In Appendix K, we can analyze the comparisons between the probability and the most likely costs identified according to the risk assessment in March and June.

The top management team can not link the percentiles of the cumulative impact of identified risks, calculated by @Risk software, with the EBIT performance indicator. One possible reason is that each subsidiary sends the monthly income and expenses account for the current year, which is updated monthly according to the market situation and the internal information of different functions within the subsidiary. In this account, the main risks were already considered by the planned adaptation of volumes, prices or costs for the following months. For example, the risk that the gross domestic product would be below forecast or that competition would increase was already incorporated in a decrease in expected sales figures. As most of the risks identified are incorporated into the planning of income and expenses and the expected EBIT, it was difficult to establish the relationship between the output of the risk model and the subsidiary's EBIT.

Because of an effective response plan on the main risk on the interruption of distribution, the cumulative risk exposure measured by P95 decreased from March to June 2010. However, as of March 2010, no other risk was identified and the

likelihood of the initially identified risks also decreased. The credibility of the probability distribution is then questionable, since on the one hand we can deduce that the decrease in the cumulative exposure to the risk of the subsidiary is due to the efficiency of response plans, but given that the top management team was not sufficiently involved in risk identification, this may have been the true factor for this decline to occur, and thus some important risks may have been neglected.

## Conclusion

Because they operate in different markets, multinational companies deal with uncertainty, which can lead to unanticipated change in their results. Effective risk management has therefore become an important activity for these companies, as greater awareness of their risks and ability to deal with them better than their competitors could translate into a competitive advantage and a less expensive activity.

The author of the thesis introduced the concept of Enterprise Risk Management (ERM) in the Slovene subsidiary of the chosen multinational company. This process allows the identification and evaluation of the various risks that can affect the performance of the organization and requires the involvement of the entire top management team. To simplify, the selected company defined the main specific risk areas of its business to serve as a "script" in the risk identification phase. The predefined evaluation criteria were developed for qualitative risk assessment. These brought rules, however, the top management team had some difficulties in handling them and it was also difficult to find a consensus in the risk assessment between different members.

The selected company uses @Risk software to perform risk analysis using Monte Carlo simulation. This software recalculates the risk model thousands of times and generates all the results on a graph.

Risk response plans were implemented efficiently during the first half of 2010. One of the major risks (distribution problems) has been exceeded, thereby reducing overall risk exposure. The ERM process has raised the awareness of the top management team about risks that could affect the performance of the company's subsidiaries.

The participation of the top management team in the ERM process is an area that is still under

development in the selected company. As it was already developing risk response plans, the top management team considered this process to be only an additional and bureaucratic process of activities that they already performed regularly. One of the most important things in this model is to identify the impact of risks on the organization's objectives. In the Slovene subsidiary of the selected company, top management found no direct link between the *outputs* of the risk model (cumulative probability distribution) and the main performance indicator of the subsidiary, EBIT, which also contributed to the lack of motivation. As most risks were already embedded in financial planning (particularly in the income and expense account), they felt that the risks were being considered twice. The author recommends that the ERM process should be updated, interlinking to allow a more coherent relationship.

The software of risk acquired allowed a wide variety of simulations, however, the company did not take advantage of many of the software features. One of the most important characteristics of the software is to carry out the risk analysis according to the probabilities defined for the different possible results considering each identified risk. This feature was neglected because the risk model in the selected company only required the accumulated probability of each identified risk. Therefore, the author suggests that it would be advantageous to update the risk model.

In conclusion, the author's main suggestions would be for the management team of the Slovene subsidiary to continue with the identification and overall risk assessment. The improvements should focus primarily on the area of evaluation and risk analysis. The risk assessment criteria should be reviewed and adapted to the needs of the subsidiaries, and to improve the involvement of the top management teams in the subsidiaries in the risk assessment, a better link should be made between the results of the ERM model and the EBIT.

## Bibliographic References

1. Boczek, A. (2005). Country risk. *Financial management*, February 2005, 25-26.
2. *Business Dictionary*. Retrieved April 10th, 2018 on <http://www.businessdictionary.com/definition/SAP.html>
3. Clark, E. & Marois, B. (1996). *Managing risk in international business: Techniques and applications*, (n.p): International Thomson Business Press.
4. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. *Enterprise risk management Integrated framework*. Retrieved August 10th, 2010 on [http://www.coso.org/Publications/ERM/COSO\\_ERM\\_ExecutiveSummary.pdf](http://www.coso.org/Publications/ERM/COSO_ERM_ExecutiveSummary.pdf)
5. Davenport W. Edgar & Bradley L. Michelle. (2000). Enterprise Risk Management: A Consultative Perspective. *Casualty Actuarial Society* Retrieved February 10th, 2010 on <http://www.casact.org/pubs/dpp/dpp00/00dpp23.pdf>
6. Ferkolj, A. (2010). *Enterprise Risk Management Analysis With Suggestions For Improvements For The Selected Company*. Slovenia: University of Ljubljana.
7. Hilmi, N. (2007). *Foreign direct investment by Multinational companies and by Collective investment firms*. Retrieved September, 5th, 2010 on <http://mibes.teilar.gr/conferences/2007/poster/Hilmi-Ketata-Safa.pdf>
8. Palisade portal. Retrieved August 16th, 2010 on <http://www.palisade.com/risk>
9. Schanfield, A. & Helming, D. (2008). 12 Top ERM Implementation Challenges. *Internal Auditor*, 65(6), 41-44.

## Appendix A

<b>RISK AREA</b>	<b>RISK TYPE</b>
People assets	Availability of talented people
	Inappropriate employee behavior
	Safe and healthy workplace
	Safety
Product assets and markets	Consumer / marketplace trends
	Malicious product attacks
	Manufacturing process/quality
	Erosion of trademarks
	Relationship Management
	Marketing and promotions
	New product commercialisation
Infrastructure Assets	Business disruption
	Government actions
	Legal liability issues
	Security environment
	Supply chain
Information Assets	Lack of information for decision making
	Loss of access to information
	Unauthorized access to information
Financial assets	Interest rates/currency
	Financial controls
	Financial misstatements
	Forecasting / budgeting
	Commodity Pricing
	Counterpart default
	Inventory Theft/Fraud

**Table 1** - Risk universe of the selected company

**Source:** Internal sources of the selected company

## Appendix B

Probability of occurrence	Probability of evaluation
Highly unlikely (1-10%)	1
Remote (10-25%)	2
Possible (25-50%)	3
Probable (50-85%)	4
Very likely (> 85%)	5

**Table 2:** Qualitative probability assessment of the identified risks in the selected company

**Source:** Internal sources of the selected company, 2010

## Appendix C

Risk impact area	Description of impact	Impact assessment
EBIT	<3% of EBIT	1
	Aprox . 3% of EBIT	2
	3-7% of EBIT	3
	7-10% of EBIT	4
	> 10% of EBIT	5
Company Reputation	Inisignificant damage to reputation Unlikely to attract regional media attention ; No brand expected impact	1
	Minor damage to reputation Unlikely to attract regional media attention No brand impact expcted	2
	Moderate damage to reputation Regional media attention lasting 1-2 weeks Brand recovery expected in 1-2 weeks	3
	Severe damage to reputation Adverse national media coverage Brand recovery expected in 2-8 weeks	4
	Critical damage to reputation Adverse national media coverage Brand recovery expected in 8-24 weeks	5
Health, safety and environment	Internally reportable incident managed locally Leading to < 3 days absence	1
	Internally reportable incident managed locally leading to 3-5 days of absence	2
	Internally reportable incident managed Leading 5-10 days absence	3
	Incident managed locally leading to major injury/loss of limb or sight	4
	Fatality	5
Management effort	No management involvement is required	1
	Management input required to limit impact	2
	Dedicated management effort required	3
	External management report required for less than 28 weeks	4
	External management report for more than 28 weeks	5
Quality	Isolated single event of quality standards	1
	Multiple complaints in breach of equality standards	2
	Multiple incident of breach of local regulatory quality standards	3
	Silent recall of product line	4
	Public recall product line Closure of the production facility	5

**Table 3:** Impact assessment of identified risk in the selected company

**Source:** Internal sources of the selected company



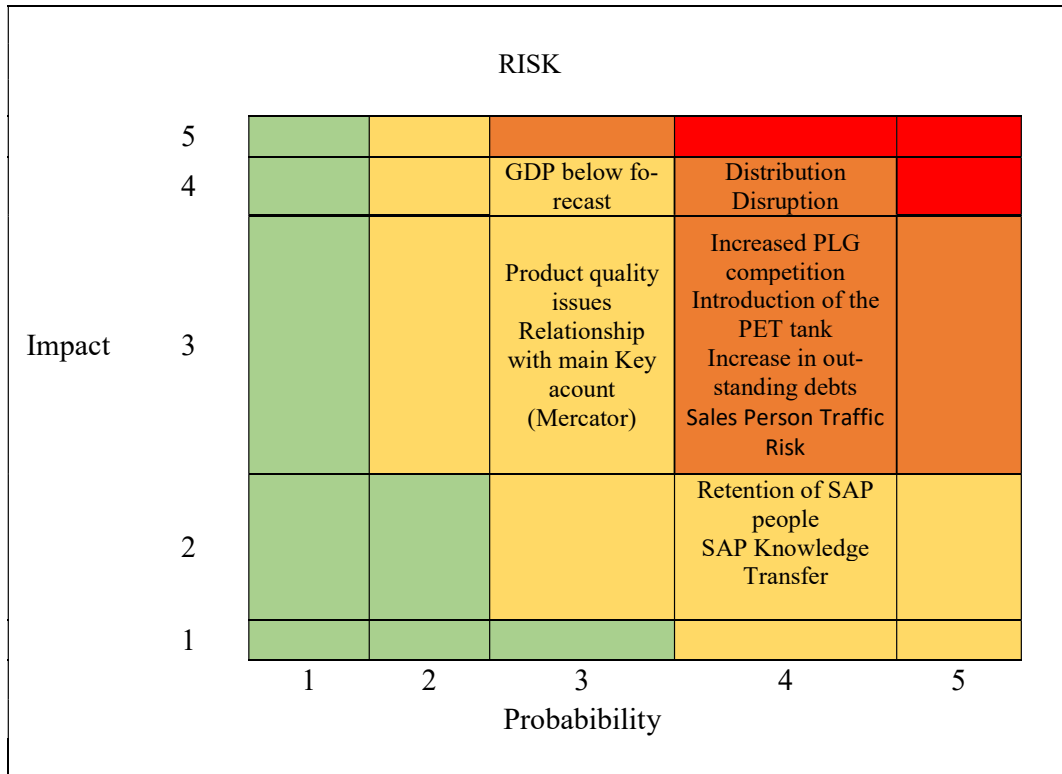
## Appendix D

ID	Risk Description	Consequence	Likelihood (1-5)	Impact (1-5)					Priority
				EBIT	Reputation/Perception	H, S & E	Management Effort	Quality	
1	Direct sales distribution disruption	Goods not delivered	4	4	0	0	3	0	28
2	GDP below forecast	Lower consumption	3	5	0	0	3	0	24
3	Increased competition - PLG will increase activities in AFB	Decrease in market share	4	3	0	0	3	0	24
4	Introduction of PET deposit	Lower sales	4	3	0	0	3	0	24
5	Increase outstanding debts	Loss	4	4	0	0	2	0	24
6	People retention SAP	Business disruption	3	4	0	0	4	0	24
7	Product Quality Issues - NESTEA	Unsatisfied consumers	3	0	0	0	3	4	21
8	Traffic risk of sales personell	Absenteeism, bad company reputation	4	0	0	3	2	0	20
9	Knowledge Transfer SAP	Employees not trained properly	4	1	0	0	4	0	20
10	Relationship with main Key account (Mercator)	Decrease in sales	3	3	0	0	3	0	18
11	Waste packaging regulation change	Increase of packaging fee	3	4	0	0	2	0	18
12	Slovene customers buying from foreign CCH countries	Lower sales	3	3	0	0	3	0	18
13	External supply dependency	Lost sales	2	2	0	0	3	0	10
14	Promotional mechanics	Penalty or <i>recall</i>	3	1	0	0	2	0	9
15	Employee strike	Work disruption	1	0	3	0	3	0	6
16	Changed labeling from GDA to traffic light system	Sales decrease	1	3	3	0	0	0	6

**Table 4:** Qualitative risk assessments of the Slovene subsidiary of the selected company conducted in march 2010

**Source:** Risk register of the selected company, march 2010

## Appendix E



**Figure 1:** Top 10 risks heat map of the Slovene subsidiary of the selected company

**Source:** Risk Heat map of the selected company

## Appendix F

<b>ID</b>	<b>Risk Description</b>	<b>Risk Response Plans</b>	<b>Risk Owner</b>	<b>Response Plan to Ccompleted by</b>
1	Direct times distribution disruption	Identify alternative service providers	Value chain manager	April 2010
2	GDP below forecast	Marketing mix adjustment	Commercial manager	Ongoing
3	Increased competition - PLG will increase in alcohol free beverages	Marketing mix adjustment	Commercial manager	Ongoing
4	Introduction of PET deposit	Negotiations with government	Public Affairs Manager	June 2010
5	Increased in outstanding debts	Update of accounts receivable policy, weekly monitoring	Financial manager	April 2010
6	People retention SAP	Following SAP recruitment policy	Public Affairs Manager	April 2010
7	Product Quality Issues still drinks - NESTEA	Increased visual incoming of goods inspections on critical SKUs	Supply chain manager	April 2010
8	Traffic risk of sales staff	Training on safety driving	Supply chain manager	June 2010
9	Knowledge Transfer SAP	Close monitoring of the SAP implementation process	Public Affairs Manager	Ongoing
10	Relationship to main key account (Mercator)	Extensive monitoring of Mercator's performance -Improved the relationship with other key accounts	Commercial manager	April 2010
11	Waste packaging regulation	Negotiate with the government	Public Affairs Manager	Ongoing
12	Slovene customers shop in CCH foreign countries	Trade policy review	Commercial manager	June 2010
13	External supply dependency	Prepare appropriate contingency plans	Value chain manager	April 2010

14	Promotional mechanics	Legal check of promotional practice, Use of legal services	Commercial manager	April 2010
15	Employee strike	Negotiations with the union	HR Manager	April 2010
16	Change of GDA labelling to traffic light system	Not able to influence		

**Table 5:** Risk response plans for risks identified in the Slovene subsidiary of the selected company in march 2010

**Source:** Risk register of Slovene subsidiary of the selected company, march 2010

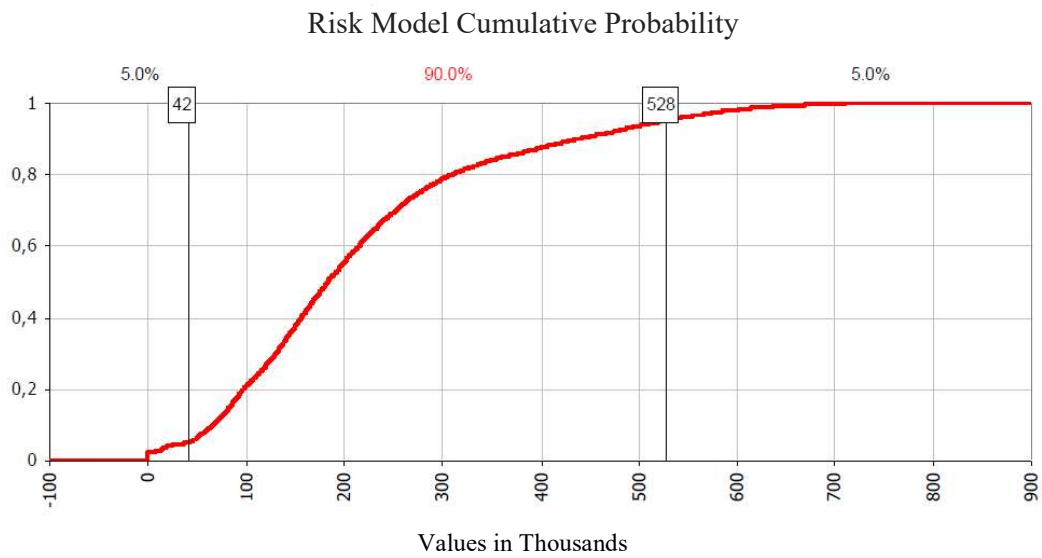
## Appendix G

	Modelo de Risco					
Risk Description	ID	Likelihood	Min	ML	Máx	Distribution
Direct sales distribution disruption	1	30%	€ 50,000	€ 100,000	€ 110,000	P
GDP below forecast	2	15%	€ 250,000	€ 300,000	€ 450,000	P
Increased competition - PLG will increase activities in AFB	3	10%	€ 10,000	€ 40,000	€ 50,000	P
Introduction of PET tank	4	60%	€ 10,000	€ 80,000	€ 100,000	P
Increase in outstanding debts	5	10%	€ 70,000	€ 80,000	€ 150,000	P
People retention SAP	6	10%	€ 50,000	€ 100,000	€ 120,000	P
Product Quality Issues - NESTEA	7	20%	€ 10,000	€ 15,000	€ 17,000	P
Traffic risk of sales personell	8	20%	€ 5,000	€ 8,000	€ 9,000	P
Knowledge Transfer SAP	9	10%	€ 10,000	€ 20,000	€ 32,000	P
Relationship with main key account (Mercator)	10	10%	€ 40,000	€ 50,000	€ 60,000	P
Waste packaging regulation change	11	40%	€ 50,000	€ 80,000	€ 90,000	P
Slovene customers buying from foreign CCH countries	12	40%	€ 40,000	€ 50,000	€ 60,000	P
External supply dependency	13	15%	€ 40,000	€ 65,000	€ 70,000	P
Promotional mechanics	14	5%	€ 10,000	€ 20,000	€ 22,000	P
Employee strike	15	5%	€ 10,000	€ 50,000	€ 60,000	P
Changed of GDA to the traffic light	16	10%	€ 5,000	€ 20,000	€ 23,000	P

**Table 6:** Risk model of the Slovene subsidiary of the selected company according to the risk review in march 2010

**Source:** Risk model of the slovene selected company, 2010

## Appendix H



**Figura 2:** Probability curve for the Slovene subsidiary of the selected company according to the risk review in march 2010

**Source:** Risk model output of the selected company

## Appendix I

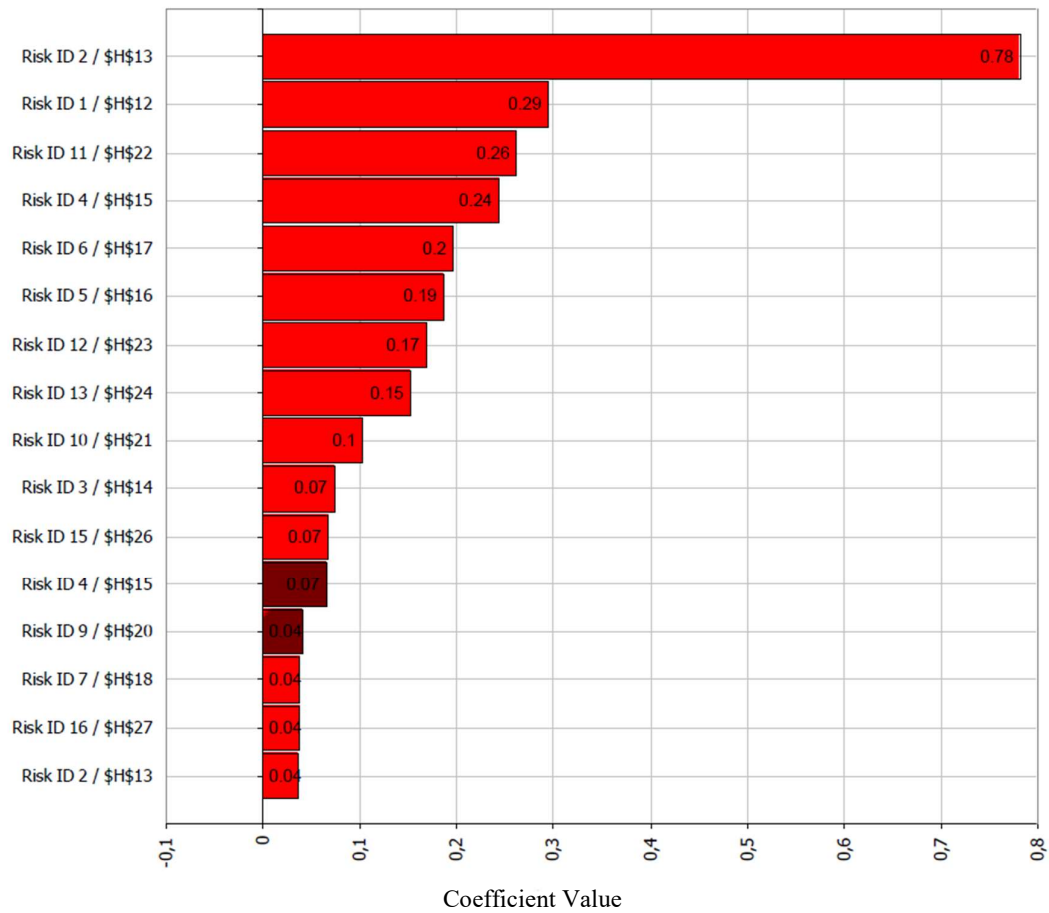
Percentiles (Millions Euros)	
P05	0,862€
P25	0,872€
P75	1,150€
P95	1,650€

**Table 7:** The percentiles for cumulative impact of the identified risks for the Slovene subsidiary of the selected company according to the risk review in march 2010

**Source:** Risk model output of the slovene subsidiary of the selected company, 2010

## Appendix J

### Risk Model Sensitivity Analysis



**Figure 3:** Risk model sensitivity analysis for the Slovene subsidiary of the selected company according to the risk review in march 2010

**Source:** Risk model output of the Slovene selected subsidiary of the selected company



## Appendix K

ID	Risk Description	March 2010		June 2010	
		Likelihood	Most likely costs	Likelihood	Most likely costs
1	Direct sales distribution disruption	30%	€ 100,000	10%	€ 30,000
2	GDP below forecast	15%	€ 300,000	15%	€ 300,000
3	Increased competition - PLG will increase activities in AFB	10%	€ 40,000	20%	€ 40,000
4	Introduction of PET deposit	60%	€ 80,000	10%	€ 80,000
5	Increased outstanding debts	10%	€ 80,000	20%	€ 80,000
6	People retention SAP	10%	€ 100,000	10%	€ 100,000
7	Product Quality Issues - NESTEA	20%	€ 15,000	20%	€ 15,000
8	Traffic risk of sales personell	20%	€ 8,000	20%	€ 8,000
9	Knowledge Transfer SAP	10%	€ 20,000	10%	€ 20,000
10	Relationship with main key account (Mercator)	10%	€ 50,000	10%	€ 50,000
11	Waste packaging regulation change	40%	€ 80,000	30%	€ 80,000
12	Slovene customers buying from foreign CCH countries	40%	€ 50,000	40%	€ 50,000
13	External supply point dependency	15%	€ 65,000	15%	€ 65,000
14	Promotional mechanics	5%	€ 20,000	5%	€ 20,000
15	Employee strike	5%	€ 50,000	-	-

**Table 8:** Comparisons between likelihood most likely costs of the identified risks according to the risk assessment in march and june 2010

**Source:** Risk model of the selected company 2010

## **Appendix L**

List of abbreviations:

ERM: Enterprise Risk Management

EBIT: Earnings Before Interest and Taxes

H,S&E: Health, Safety and Environment

PLP: Property Loss Prevention

R&D: Research and Development

# PERFIL DE RISCO DA GERAÇÃO MILLENNIUM

André Martins (Nº2046915)

## Resumo

Num futuro próximo, a presença da geração *millennium* no mercado financeiro será predominante, sendo fundamental a compreensão do seu perfil de risco. A literatura existente apresenta uma lacuna relativamente a esta questão, sendo inviável a determinação da tolerância ao risco desta geração a partir da mesma.

Recorrendo a uma metodologia adequada, pretende-se assim definir o perfil dos *millennials* com base numa amostra representativa, composta por indivíduos de nacionalidade europeia e americana. Após a análise dos dados, pretende-se elucidar que os europeus e americanos considerados apresentam características semelhantes no que diz respeito ao risco, no entanto existem diferenças preponderantes ao proceder a uma análise por género. Demarca-se ainda uma relação positiva, mas fraca, entre a posse de conhecimentos financeiros e a tolerância ao risco.

Os elementos apresentados contribuirão para a elaboração de novos planos financeiros, que poderão ser analogamente aplicados à população europeia e americana, mas que deverão diferenciar os elementos masculinos e femininos, promovendo sempre a difusão de noções financeiras entre os investidores menos instruídos.

## Introdução

O mercado financeiro tem sofrido várias alterações, demarcadas pela sucessão de várias gerações, que por sua vez possuem diferentes propensões ao risco. Relativamente aos últimos anos, tem-se verificado um aumento do domínio da geração *millennium*, incentivando-se uma maior preocupação relativamente à compreensão do seu perfil de risco.

Esta preocupação não pode ser atenuada pelo recurso à literatura, uma vez que esta não dilucida de forma concreta a propensão ao risco apresentada pelos *millennials*, da mesma forma que perfaz com os *baby boomers*. Torna-se assim eminente, para o sucesso do mercado financeiro, perceber a capacidade, a necessidade e a preferência de risco desta geração, pois estes fatores constituem alicerces fundamentais do processo de tomada de decisão relativamente a potenciais investimentos.

A aquisição destas informações é essencial por parte dos futuros gestores financeiros, para que possam estruturar novos planos e estratégias de investimento adequadas e capazes de responder às necessidades de qualquer etapa geracional. Apesar da estabilidade do mercado financeiro não permanecer garantida, incentiva-se ainda assim o investimento.

Deste modo, esta resenha possui como objetivo central reunir dados suficientes, através dos questionários concretizados por Nguyen Vinh Loc (2017), capazes de auxiliar na definição das características básicas que influenciem o perfil de risco desta geração, plenificando desta forma a lacuna existente na literatura corrente relativamente a esta asserção.

Para concretizar o objetivo desta resenha, pretender-se-á caracterizar a tolerância ao risco dos *millennials* aquando da realização de um investimento e identificar as

diferenças relativamente aos perfis de risco entre os indivíduos europeus e os americanos e entre os indivíduos do género masculino e do feminino. Do mesmo modo, Loc (2017) dirigiu questionários, visando responder a questões coerentes com o objetivo desta resenha, nomeadamente:

*“Qual é o perfil de risco de investimento dos millennials?  
Quais são as diferenças nos perfis de risco dos millennials dos EUA e da Europa?  
Quais são as diferenças no perfil de risco entre os diferentes géneros: masculino e feminino?”*

Esleu-se como amostra indivíduos da Europa e dos EUA, pois estes constituem continentes com dimensões consideráveis, que albergam algumas das nações mais desenvolvidas e, portanto, com maiores apreensões a nível financeiro. Além disso, são superfícies com uma grande densidade de pessoas, as quais representam a maioria desta geração.

Para os devidos efeitos, esta resenha principiará por expor uma revisão da literatura existente, aferindo alguns conceitos fundamentais que determinam a conceção de um perfil de risco de um indivíduo. Analisar-se-á ainda as abordagens teóricas relativamente às características básicas que descrevem a geração dos *baby boomers* e dos *millennials*, com o objetivo de compreender o seu comportamento perante o risco a partir destas. Sintetizando, revistar-se-á investigações e trabalhos correntes sobre o perfil de risco, a geração dos *baby boomers* e dos *millennials*.

Através desta revisão, poderá instituir-se uma coesão entre as várias terminologias sobre a tolerância ao risco dos diferentes indivíduos, uma vez que a existência de várias teorias, torna a formação de um perfil de risco numa tarefa dotada de alguma complexidade. Assim, pretende-se determinar os conceitos mais relevantes, expondo simultaneamente uma rede concetual apropriada que facilite a caracterização do perfil de risco dos indivíduos inquiridos. Sublinhe-se que esta rede é apenas uma estrutura concetual personalizada por Loc (2017) que auxilia apenas na exemplificação da abordagem desta resenha.

Continuamente pretende-se explicitar a metodologia selecionada para alcançar os objetivos desta resenha, sendo ponderada a sua adequabilidade para o apuramento das características relativas ao perfil de risco da geração *millennium*. Expor-se-á o método utilizado para efetuar a recolha de dados e a razão da sua pertinência, mas também as limitações que advêm do seu uso. Este procedimento metodológico terá como principais variáveis a capacidade, a necessidade e a preferência de risco. Ainda no âmbito deste segmento, será descrita a forma de preparação para a análise das variáveis e das hipóteses a serem testadas.

Após a dilucidação da metodologia, seguir-se-á a análise dos dados reunidos, consistindo na validação de hipóteses e na dedução de asserções gerais. Por fim, pretende-se descrever as principais conclusões auferidas a partir da análise dos dados, identificar as limitações dos resultados obtidos e nomear as contribuições para o mercado financeiro internacional. Para terminar, fornece-se algumas sugestões para futuras investigações nesta área, dado que esta resenha é baseada num trabalho pioneiro de Loc (2017), na medida em que, como já foi referido anteriormente, existe poucos estudos que caracterizam de forma concreta o perfil de risco da geração *millennium*.

## Revisão Bibliográfica

A definição de um perfil de risco é um processo que determina o nível ótimo de risco, de acordo com as características de cada indivíduo. No entanto, existem vários conceitos associados a este termo, cuja distinção é essencial para esta resenha. Neste âmbito, considere-se o artigo desenvolvido por Nobre e Grable (2015), onde são apresentados os vários conceitos que são habitualmente confundidos. A noção mais comumente utilizada é tolerância ao risco, sendo descrita por Cordell (2001) como sendo a porção de risco que um sujeito é capaz de tolerar aquando de uma decisão financeira. Por outro lado, aversão ao risco é um conceito que se expressa de forma antagónica em relação ao anterior, podendo ser definido através da proporção inversa da vontade do sujeito para se envolver numa situação de risco.

Posto estes termos opostos, considere-se ainda a capacidade de risco, mensurada através da resistência apresentada por um indivíduo relativamente à perda potencial no âmbito de uma situação de risco, e propensão ao risco, que, como defendido por Carr (2014), representa um comportamento consistente perante o risco, negligenciando respostas impulsivas (Finke e Guillemette, 2016). Na prática, este último conceito tem o mesmo significado que necessidade de risco, sendo este, por sua vez, a porção do mesmo que é assumida de forma consciente pelo indivíduo para alcançar os seus objetivos financeiros. Por fim, existe ainda a preferência de risco, que afere as preferências de um sujeito de entre várias opções de investimento, e o risco percecionado, que se constitui como uma “avaliação cognitiva” do risco presente numa decisão financeira.

Consequentemente, o perfil de risco de um indivíduo é definido através da utilização dos diferentes conceitos supramencionados, contudo a forma como estes são conjugados constitui um fator variável em diferentes obras. De acordo com a proposta de Cordell (2001), a propensão ao risco, a atitude de risco (preferência de risco), a capacidade de risco e o conhecimento de risco constituem os determinantes de um perfil de risco. Por outro lado, segundo Nobre e Grable (2015), apenas são admitidos elementos relativamente estáveis, negligenciando-se o conhecimento de risco, visto que este depende da educação de cada pessoa. Assim, estes autores defendem que a capacidade de risco, a propensão ao risco e a preferência de risco são os elementos fundamentais para a estipulação de um perfil de risco. De outro ponto de vista, Caviezel, Bertoli-barsotti, and Lozza (2011) incluem preferência de risco, horizonte temporal, conhecimento e experiência financeira. Constata-se, desta forma, que existem várias terminologias para caracterização de um mesmo perfil, verificando-se a necessidade de definir um conjunto uniforme de elementos para analisar o perfil de risco dos *millennials*.

Assim, os questionários desenvolvidos por Loc (2017) auferiram, como elementos decisivos de um perfil de risco, a capacidade de risco, a propensão ao risco e a preferência de risco, demonstrando semelhanças relativamente à proposta de Nobre e Grable (2015). No entanto, o modelo em questão considera o conceito de preferência de risco numa perspetiva mais abrangente, na medida em que integra a tolerância ao risco, sendo que se avalia a preferência dos indivíduos de entre várias opções de financiamento, em que é fornecido tanto o risco associado, como também a remuneração potencial. Através da atitude dos indivíduos nesta escolha, apura-se igualmente a proporção de risco tolerável por cada um, tornando-se justificável a integração deste conceito no âmbito da preferência de risco.

De acordo com as determinantes do perfil de risco estabelecidas, prossegue-se com a especificação da geração dos *baby boomers*. Esta geração, também designada por

mercado cinzento ou por terceira geração, identifica os indivíduos que nasceram entre 1946 e 1964, tal como é referido nos artigos de Grable (2013) e Wellner (2000), embora este último autor considere ainda que se pode subdividir esta etapa geracional, argumentando que os indivíduos nascidos entre 1946 e 1953 apresentam características substancialmente diferentes daqueles que nasceram entre 1954 e 1964. Do mesmo modo, Schewe, Geoffrey e Noble (2000) distinguem duas subcategorias, nomeadamente, os “*leading-edge boomers*”, cujo ano de nascença situa-se entre 1946 e 1954, pelo que tiveram a oportunidade de experienciar um ambiente económico mais favorável, e os “*trailing-edge boomers*”, correspondendo aos *baby boomers* remanescentes. Wellner (2000) apresenta outra subcategorização baseada nos diferentes ambientes económicos e sociopolíticos presenciados por esta geração, arguindo que os indivíduos apresentam comportamentos e características económicas dispares consoante o contexto. Diferencia, assim, três subgrupos, os “*leading boomers*” (1946-1950), os que nasceram entre 1951 e 1959 e os “*trailing boomers*” (1960-1964).

De outra perspetiva, segundo Hallahan, Faff e McKenzie (2004), Riley e Chow (1992), Sung e Hanna (1996) e Grable e Joo (1999), a tolerância ao risco financeiro destes indivíduos também é influenciada positivamente pelo seu nível de educação e negativamente pela sua idade. Tendo ainda em conta a análise por género de Hallahan, Faff e McKenzie (2004), verifica-se que os homens desta geração possuem maior tolerância ao risco do que as mulheres, contudo ambos são influenciados positivamente pelo seu nível de rendimento. Grable (2013) argumenta, também, que as diferenças entre géneros podem ser explicadas pelos conhecimentos e experiências adquiridos por cada um, pelas condições socioeconómicas e pelos sistemas de socialização vigentes, sendo que todos estes fatores promoviam essencialmente a apreensão de risco pelos indivíduos do sexo masculino. Por fim, existem ainda estudos que concluem que os *baby boomers* são mais adversos ao risco, em relação aos seus sucessores, a geração X (1965-1979).

Posteriormente à geração X, surgem os *millennials* que, segundo Cutler (2015) e Goldman Sachs (2016), correspondem aos indivíduos nascidos entre 1980 e 2000. Atualmente estes possuem uma idade entre os 17 e os 38 anos, porém não demonstram uma grande apreensão por risco, pelo que os *millennials* preferem investir o seu dinheiro em situações que envolvem pouco risco, como em investimentos para a reforma ou de baixo retorno. Esta aversão demonstrada por esta geração, que faz com que estes prefiram aplicar o seu dinheiro em planos de investimento em detrimento da entrada no mercado de ações, é explicada por Henricks (2014), como um resultado da crise financeira de 2008-2009. Esta crise reformulou o conceito de risco apreendido por esta geração, posto que estes indivíduos o percebem como uma perda potencial ao invés de um fator decorrente da imprevisibilidade do mercado.

A tolerância ao risco dos *millennials* não pode ser compreendida em função das suas capacidades cognitivas, contudo, tal como verificado nos *baby boomers*, o género influencia este fator, sendo que os homens são mais tolerantes ao risco do que as mulheres (Booth & Katic, 2013), e o conhecimento financeiro amplifica a tolerância ao mesmo (Larson, Eastman e Bock, 2016).

Em suma, analisou-se as várias terminologias existentes relativamente ao risco e determinou-se os elementos determinantes para a caracterização do perfil de risco dos *millennials*: capacidade de risco, a propensão ao risco e a preferência de risco. Averiguou-se também que os *baby boomers* e os *millennials* habitualmente demonstram-se adversos ao risco, contudo verifica-se uma correlação positiva com o nível de conhecimentos financeiros obtidos, bem como uma maior tolerância por parte dos indivíduos masculinos.

## Metodologia

Os objetivos específicos da metodologia podem se sintetizar nos seguintes: determinar a capacidade, a necessidade e a preferência de risco da geração *millennium*; determinar o nível de conhecimento financeiro da geração *millennium*; determinar o impacto do nível de conhecimento financeiro no perfil de risco dos *millennials*; comparar o perfil de risco dos *millennials* entre gêneros (masculino e feminino); comparar o perfil de risco dos *millennials* europeus com os americanos.

De forma a alcançar os objetivos supramencionados, procedeu-se à elaboração de um questionário online, baseado no apuramento de dados relativamente aos quatro elementos determinantes de um perfil de risco, nomeadamente, capacidade de risco, necessidade de risco, preferência de risco e conhecimento financeiro. Os benefícios do questionário online associam-se, principalmente, à redução de custos e à facilidade de distribuição e de registro de dados, contudo este método apresenta um grande inconveniente, posto que promove a alavancagem da taxa de abstenção.

O questionário subdivide-se em duas partes, sendo que a primeira é composta por quatro questões principais, que se consideram mais relevantes para esta resenha, e a outra por perguntas de natureza demográfica. A primeira questão averigua o nível de conhecimento do inquirido; a segunda, por sua vez, visa determinar a sua capacidade de risco; a terceira analisa a necessidade de risco; e a quarta, por fim, apura a sua preferência de risco. Seguidamente, na segunda parte do questionário, verificam-se dados relativos ao género, à idade e à nacionalidade dos inquiridos. O apêndice 1 representa um exemplar do questionário.

As possíveis respostas às questões principais estão codificadas de 1 a 5, correspondendo a valores muito baixos e muito altos, respetivamente, quantificando-se assim os vários elementos do perfil de risco dos inquiridos. Exemplificando, é atribuído a classificação de 2 relativamente à capacidade de risco, se determinado indivíduo escolher a segunda possível na primeira pergunta. Após a recolha de dados, as respostas são registadas de acordo com a classificação atribuída por cada indivíduo, posto que aos itens sem classificação é imputada uma pontuação de -99, sendo estes excluídos posteriormente da análise. De forma equivalente, as perguntas da segunda parte também serão codificadas numa escala variável, como por exemplo, relativamente à questão do género determina-se “1” para “masculino” e “2” para feminino, como também em relação à questão da nacionalidade se têm “1” para “europeu” e “2” para “americano”. O quadro 1 exibe um exemplo de um quadro gerado a partir dos dados recolhidos.

Respondent	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
#1	1	3	3	3	1	1	1997
#2	3	4	4	4	2	2	1998
#3	4	5	5	5	1	1	1992
#4	2	2	2	2	2	2	1990
#5	-99	3	1	1	-99	3	1985
#6	1	1	4	2	2	2	2000
#7	2	2	2	2	2	3	1987

**Quadro 1** – Exemplo de conjunto de dados codificados (Loc, 2017)

A população deste estudo é restringida aos indivíduos que cumpram simultaneamente dois requisitos fundamentais para a concretização dos objetivos desta resenha, designadamente, devem ter nascido entre 1985 e 2000 e possuir nacionalidade

européia ou americana. Devido a problemas logísticos, este questionário não será dirigido à população toda, recorrendo-se a uma amostra significativa, constituída por estudantes universitários, uma vez que estes representam uma grande porção dos millennials. Para além disso, garante-se o acesso à internet dos inquiridos, visto que estes frequentam universidades que disponibilizam o mesmo.

As universidades europeias e americanas selecionadas são, respetivamente, Aalto University (Finlândia), Mikkeli University of Applied Sciences (Finlândia), HAN University of Applied Sciences (Holanda), Gustavus Adolphus College (Estados Unidos), Soka University of America (Estados Unidos) e Mount Holyoke College (Estados Unidos). Estas instituições oferecem diferentes cursos, mas nem todos se encontram orientados para o mercado empresarial, o que proporcionará uma amostra composta por indivíduos, não só de diferentes géneros, como também com diferentes níveis de conhecimento financeiro.

Após a estruturação do questionário, este foi analisado minuciosamente, primeiramente em termos da sua interpretação linguística e, posteriormente, por professores que avaliaram o seu conteúdo. De modo a garantir a clareza e a uniformidade, tornou-se necessário proceder a algumas alterações na formulação das questões, assegurando a compreensão das mesmas pelos inquiridos e, consequentemente, gerando resultados mais precisos. Deste modo, relativamente à segunda pergunta, inicialmente tinha-se um retorno esperado de 0% para uma aposta errada, pelo que se alterou para um retorno de 10%, de forma a incitar uma maior preponderância na escolha do inquirido. Além disso, a resposta permitia um investimento de 100%, mas constatou-se que a probabilidade de alguém apostar todo o seu rendimento era mínima, mudando-se para uma escala com um máximo de 80%. Procedeu-se a mudanças, também, na pergunta 3, pois, tendo em conta que nem todos os inquiridos possuem o mesmo nível de conhecimentos financeiros, trocou-se os termos “ações” e “obrigações” para “ativos mais arriscados” e “ativos mais seguros”, respetivamente. Por fim, foram feitas alterações na questão 4, da mesma índole das que foram feitas na questão anterior, no entanto também foi necessário mudar o formato do enunciado, na medida em que inicialmente se pretendia que o inquirido seleccionasse as três opções mais atrativas, mas visto que isso interferia no sistema de codificação dos dados (escala de 1 a 5), alterou-se para a seleção de uma única opção.

Seguidamente, o questionário foi distribuído a um pequeno grupo de estudantes com o intuito de auferir algum equívoco, porém não foi detetado qualquer erro na recolha dos dados, bem como na sua codificação. Verificou-se também que os alunos demoraram em média cerca de 2 minutos para concluir o questionário. Demarque-se que os dados apurados a partir deste teste não foram utilizados para o estudo em causa, visto o propósito original deste, mas foram enviados, simultaneamente com o questionário e os procedimentos de recolha, registo e análise de dados, ao professor supervisor, a fim de obter a sua aprovação. Assim, no dia 13 de março de 2017, a autorização para a publicação do questionário foi concedida e, no mesmo dia, o link para o mesmo foi distribuído pelos estudantes, através dos media sociais utilizados habitualmente por estes, sendo que a sua participação era voluntária.

Procedendo-se à análise dos dados, deduziu-se um conjunto de hipóteses, derivado dos objetivos específicos da metodologia, que auxiliam na exploração dos dados (Loc, 2017):



- a) Os *millennials* europeus (não) têm um perfil de risco significativamente diferente dos *millennials* americanos.
- b) *Millennials* masculinos (não) têm um perfil de risco significativamente diferente dos *millennials* femininos.
- c) O nível de conhecimento financeiro (não) possui uma relação positiva com a capacidade de risco.
- d) O nível de conhecimento financeiro (não) tem uma relação positiva com a necessidade de risco.
- e) O nível de conhecimento financeiro (não) tem uma relação com a preferência de risco.

As hipóteses a) e b) serão testadas recorrendo a uma análise baseada no Teste-T, para apurar a significância das diferenças, enquanto que as restantes serão validadas através de testes de correlação e regressão, de forma a verificar a existência de relações entre os respetivos elementos.

O teste-T terá como base os dados recolhidos a partir das questões 2, 3 e 4 do questionário, tendo como objetivo a verificação da existência ou não de diferenças significativas entre determinados subgrupos de *millennials*. Realiza-se um teste-T para: a verificação da hipótese a), sendo que as variáveis neste caso correspondem à classificação relativamente ao perfil de risco obtida pelos europeus (identificada como EU(rpc)) e a que foi obtida pelos americanos (identificada como US(rpc)); a validação da hipótese b), onde as variáveis correspondem igualmente à classificação relativamente ao perfil de risco, mas que se obteve de subgrupos distintos dos anteriores, nomeadamente, obtida a partir dos *millennials* masculinos (identificada como M(rpc)) e a que foi obtida pelos *millennials* femininos (identificada como FM(rpc)).

Por sua vez, os testes de correlação averiguam a possibilidade do estabelecimento de relações entre o conhecimento financeiro dos inquiridos e as outras três determinantes do seu perfil de risco, sendo realizados três testes para o efeito. Cada teste indicará o grau de influência do conhecimento financeiro na capacidade, preferência e necessidade de risco dos indivíduos, respetivamente. A dimensão da amostra utilizada para a realização dos testes corresponde ao total de inquiridos, sendo que é necessário um mínimo de 30. As variáveis desta análise podem ser constituídas através dos dados recolhidos nas quatro perguntas principais do questionário, sendo estas o conhecimento financeiro (Q1), a capacidade de risco (Q2), a necessidade de risco (Q3) e a preferência de risco (Q4).

Por fim, realizam-se os testes de regressão para validar as relações encontradas no procedimento anterior. Tal como se verificou para os testes de correlação, o tamanho da amostra corresponde também ao número de inquiridos, sendo requerido um mínimo de 30, e as variáveis são obtidas a partir dos dados recolhidos nas quatro primeiras perguntas do questionário, correspondendo novamente ao conhecimento financeiro (Q1), à capacidade de risco (Q2), à necessidade de risco (Q3) e à preferência de risco (Q4).

Conclui-se que a metodologia exposta é adequada aos objetivos deste estudo, contudo esta apresenta algumas limitações. Primeiramente, quanto à amostra utilizada, uma vez que a população da geração *millennium* é significativamente superior à porção de estudantes europeus e americanos inquiridos. Além disso, o conhecimento financeiro pode não constituir a única variável da qual dependem os elementos de um perfil de risco, no entanto este estudo apenas considera esta variável independente. E, por fim, o facto de a amostra delimitar-se aos alunos universitários pode constituir também uma desvantagem, posto que estes, eventualmente, podem possuir um conhecimento

financeiro superior ao da sua geração na generalidade, sobrevalorizando-se, assim, o conhecimento financeiro que a maioria dos *millennials* possui. Portanto, a extrapolação é um fator a considerar na análise dos resultados, podendo ser encontrados eventuais erros.

## Resultados

Primeiramente é necessário referir que, apesar do questionário ter sido distribuído por universidades que albergam um grande número de estudantes, maioritariamente da geração *millennium*, apenas 68 de um total de 47 311 alunos universitários responderam ao questionário, o que se traduz numa taxa de resposta de 0,14%. Esta taxa é justificável se considerarmos a baixa adesão aos questionários online no geral, o período limitado de disponibilização do próprio questionário (5 dias) e a alta especificidade do tema, tornando-o pouco apelativo. Contudo apuraram-se 98,5% de respostas válidas, que podem servir de base para futuras investigações nesta área. A taxa de 98,5% de respostas válidas corresponde a 67 *millennials*, dos quais 30 são do género masculino e 37 do género feminino e, coincidentemente, 30 são igualmente os indivíduos de nacionalidade americana e 37 são naturais da Europa. Registou-se, ainda, que o ano de nascimento destes indivíduos variava de 1988 a 1999. Todos estes dados encontram-se sintetizados no quadro seguinte:

	Response					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Question 1: Financial Knowledge	67	98.5%	1	1.5%	68	100.0%
Question 2: Risk capacity	67	98.5%	1	1.5%	68	100.0%
Question 3: Risk need	67	98.5%	1	1.5%	68	100.0%
Question 4: Risk preference	67	98.5%	1	1.5%	68	100.0%
Question 5: Nationality	67	98.5%	1	1.5%	68	100.0%
Question 6: Gender	67	98.5%	1	1.5%	68	100.0%
Question 7: Year of birth	67	98.5%	1	1.5%	68	100.0%

**Quadro 2** – Resumo das respostas (Loc, 2017)

Relativamente às respostas das questões principais do questionário, registou-se a distribuição que consta no quadro 3. Verifica-se que o conhecimento financeiro dos inquiridos é maioritariamente médio ou baixo, perfazendo um total de 73,1%. Além disso, no que diz respeito aos elementos determinantes de um perfil de risco, registou-se que 68,6% possuía uma capacidade de risco relativamente baixa e que uma grande porção dos estudantes apresentava uma necessidade de risco e uma preferência de risco também baixa. De modo a possibilitar a identificação de diferenças entre os subgrupos, os dados serão redistribuídos segundo o género dos indivíduos e pela sua nacionalidade. Calculou-se, para o efeito, a média das classificações obtidas por cada subgrupo em cada uma das perguntas e organizou-se os dados num quadro (quadro 4).

	1		2		3		4		5	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Q1: Financial knowledge	2	3.0%	25	37.3%	24	35.8%	13	19.4%	3	4.5%
Q2: Risk capacity	21	31.3%	25	37.3%	9	13.4%	8	11.9%	4	6.0%
Q3: Risk need	8	11.9%	42	62.7%	8	11.9%	8	11.9%	1	1.5%
Q4: Risk preference	17	25.4%	29	43.3%	9	13.4%	9	13.4%	3	4.5%

**Quadro 3** – Distribuição das respostas (Loc, 2017)

	Nationality		Gender	
	European	US	Male	Female
Q1: Financial knowledge	2.8378	2.8667	3.4000	2.4054
Q2: Risk capacity	2.0811	2.4333	2.8667	1.7297
Q3: Risk need	2.3514	2.2000	2.7667	1.8919
Q4: Risk preference	2.4054	2.1333	2.7333	1.9189

**Quadro 4** – Classificação média das questões distribuídas por grupos (Loc, 2017)

Em todas as dimensões do perfil de risco, constata-se diferenças relativamente significativas entre os inquiridos do género masculino e do feminino. Este resultado sustenta a literatura corrente, visto que se defende que os *millennials* masculinos apresentam um perfil de risco distinto dos *millennials* femininos. Apesar de existirem igualmente diferenças entre os perfis de risco dos europeus e dos americanos, estas não são tão relevantes como ocorre ao nível dos géneros.

Perante os dados recolhidos, existem efetivamente condições para testar as hipóteses expostas anteriormente na metodologia. Principiando pela primeira hipótese:

- a) Os *millennials* europeus (não) têm um perfil de risco significativamente diferente dos *millennials* americanos.

Averiguar-se-á a validade desta primeira hipótese através do teste-T, posto que, para o devido efeito, define-se uma nova variável resultante da soma das variáveis Q1, Q2, Q3 e Q4, que quantificará a classificação definitiva de um perfil de risco. Esta variável é calculada por subgrupo, obtendo-se um valor para os *millennials* europeus e um para os americanos, tornando-se possível a comparação através do teste-T.

	Nationality	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Risk profile score	European	37	9.6757	2.62524	.43159
	US	30	9.6333	3.88173	.70870

**Quadro 5** – Estatísticas por nacionalidade (Loc, 2017)

Estabeleceu-se um nível de confiança de 95% para a realização do teste-T, pelo que o alfa associado corresponde a 0,05. Por sua vez, como o valor p do teste F é inferior ao alfa, assume-se que as variâncias não são iguais. Assim, o valor t segundo o teste-T encontra-se consideravelmente próximo de 0 e o valor p deste mesmo teste é muito maior que o alfa, concluindo-se que não se pode rejeitar a hipótese nula (isto é, não se pode rejeitar o “não” que se encontra entre parênteses na hipótese). Esta rejeição significa, por sua vez, que a diferença entre os perfis de risco dos *millennials* europeus e dos americanos, que se verificou numa primeira análise dos dados, não é de facto significativa.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Risk profile score	Equal variances assumed	6.669	.012	.053	65	.958	.04234	.79761	-1.55059	1.63527
	Equal variances not assumed			.051	49.063	.960	.04234	.82978	-1.62510	1.70979

**Quadro 6 – Teste de amostras independentes (Loc, 2017)**

Prossegue-se à validação da segunda hipótese:

- b) *Millennials* masculinos (não) têm um perfil de risco significativamente diferente dos *millennials* femininos.

Como supramencionado, para analisar esta hipótese recorrer-se-á também ao modelo do teste-T. Tal como esperado, a classificação média do perfil de risco apresentada pelos indivíduos masculinos é superior à dos indivíduos do género feminino, sendo que comparativamente à análise por nacionalidades, a diferença entre as classificações dos perfis dos dois géneros é igualmente maior.

	Gender	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Risk profile score	Male	30	11.7667	3.35984	.61342
	Female	37	7.9459	1.79422	.29497

**Quadro 7 – Estatísticas por género (Loc, 2017)**

Para a realização deste teste, manter-se-á o valor de alfa em 0,05, observando-se, novamente, que o valor p do teste F é menor que o valor de alfa, indicando-nos que não se assumem variações iguais. Consequentemente, apura-se um valor de t igual a 5,613 e um valor de p igual a 0, existindo assim fortes evidências em contraposição à hipótese nula. Logo esta pode ser rejeitada, o que significa que a hipótese alternativa à hipótese nula está correta, ou seja, existe de facto uma diferença suficientemente relevante entre os perfis de risco dos *millennials* dos géneros masculino e feminino, mais concretamente, pode se afirmar que a classificação do perfil de risco dos homens desta geração é 3,82

pontos superior à das mulheres. Conjugando este resultado com dados anteriores, verifica-se que esta diferença pode estar associada ao facto de os homens apresentarem uma classificação mais alta do que as mulheres em todas as dimensões do perfil de risco, pelo que se conclui que os homens desta geração confiam mais nos seus conhecimentos financeiros e tem uma maior apetência pelo risco.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Risk profile score	Equal variances assumed	11.493	.001	5.955	65	.000	3.82072	.64158	2.53941	5.10204
	Equal variances not assumed			5.613	42.146	.000	3.82072	.68065	2.44725	5.19419

**Quadro 8** – Teste de amostras independentes (Loc, 2017)

Seguidamente, considere-se a hipótese:

- c) O nível de conhecimento financeiro (não) possui uma relação positiva com a capacidade de risco.

Neste caso, já não é apropriada a utilização de um teste-T para a verificação da hipótese anterior, uma vez que se pretende averiguar a existência de uma possível relação entre as duas variáveis em questão, sendo que se procederá à realização de testes de correlação. A partir dos mesmos, constata-se que existe de facto uma relação positiva entre o conhecimento financeiro e a capacidade de risco dos millennials inquiridos, pois o coeficiente de correlação de Pearson apresenta um valor de 0,348 para ambas as variáveis, sendo que esta correlação é relevante a um nível de 0,01. Assim, é possível concluir, através da rejeição da hipótese nula, que o conhecimento financeiro influencia positivamente a capacidade de risco.

		Financial Knowledge	Risk capacity
Q1: Financial Knowledge	Pearson Correlation	1	.348**
	Sig. (2-tailed)		.004
	N	67	67
Q2: Risk capacity	Pearson Correlation	.348**	1
	Sig. (2-tailed)	.004	
	N	67	67

**Quadro 9** – Correlação entre as variáveis Q1 e Q2 (Loc, 2017)

Continuamente, testar-se-á outra das hipóteses referidas na metodologia, designadamente:

- d) O nível de conhecimento financeiro (não) tem uma relação positiva com a necessidade de risco.

Tal como se procedeu para a verificação da hipótese c), também se recorrerá aos testes de correlação para apurar a veracidade da hipótese d). Como se pode observar a partir do quadro 10, o conhecimento financeiro também afeta a necessidade de risco, dado que, de forma semelhante ao teste anterior, o coeficiente de correlação de Pearson é de 0,330 e a correlação é, novamente, relevante a um nível de 0,01. Por conseguinte, pode-se rejeitar a hipótese nula em virtude da hipótese alternativa, que determina a existência de uma relação positiva entre as duas variáveis consideradas.

		Financial Knowledge	Risk need
Financial Knowledge	Pearson Correlation	1	.330**
	Sig. (2-tailed)		.006
	N	67	67
Risk need	Pearson Correlation	.330**	1
	Sig. (2-tailed)	.006	
	N	67	67

**Quadro 10** – Correlação entre as variáveis Q1 e Q3 (Loc, 2017)

Por fim, resta apenas testar a última hipótese:

- e) O nível de conhecimento financeiro (não) tem uma relação com a preferência de risco.

Torna-se, de novo, necessário recorrer aos testes de correlação. Com efeito, o coeficiente de correlação de Pearson é igual 0,303 e, apesar de esta correlação ser significativa a um nível de 0,05, conclui-se da mesma forma que o conhecimento financeiro influencia positivamente a preferência de risco dos indivíduos pertencentes à amostra. Portanto, aceita-se a hipótese alternativa em detrimento da hipótese nula.

		Financial Knowledge	Risk preference
Financial Knowledge	Pearson Correlation	1	.303*
	Sig. (2-tailed)		.013
	N	67	67
Risk preference	Pearson Correlation	.303*	1
	Sig. (2-tailed)	.013	
	N	67	67

**Quadro 11** – Correlação entre as variáveis Q1 e Q4 (Loc, 2017)

De forma a comprovar as relações que se determinaram através dos testes de correlação anteriores, realiza-se testes de regressão para cada uma das relações estabelecidas. Com efeito, analisando-se o conhecimento financeiro e a capacidade de risco, a partir de um teste de regressão, obtém-se um  $r$  quadrado igual a 0,121, determinando-se que 12,1% da variância da capacidade de risco pode ser explicada em função da alteração do nível de conhecimento financeiro. Ajustando-se o  $r$  quadrado, obtém-se um valor ainda mais reduzido para o mesmo, designadamente, de 0,108. Por sua vez, através da tabela ANOVA, denota-se que o modelo prevê relativamente bem o comportamento das variáveis dependentes, pelo que o valor do sig. é mais baixo que o alfa (0,05). Ainda se conclui que uma alteração em uma unidade do nível de conhecimento financeiro apenas provoca uma mudança de 0,449 no nível de capacidade de risco dos inquiridos. Sintetizando, verifica-se que existe de facto uma relação positiva entre o conhecimento e a capacidade de risco, contudo esta relação é fraca.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.348 <sup>a</sup>	.121	.108	1.12846

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	11.407	1	11.407	8.957	.004 <sup>b</sup>
	Residual	82.773	65	1.273		
	Total	94.179	66			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.958	.450		2.131	.037
	Financial Knowledge	.449	.150	.348	2.993	.004

**Quadro 12** – Teste de regressão entre as variáveis Q1 e Q2 (Loc, 2017)

Pode-se comprovar, também, a relação estabelecida entre o conhecimento financeiro e a necessidade de risco através de outro teste de regressão. Neste caso, o  $r$  quadrado corresponde a 0,109, estipulando-se que 10,9% da variância da necessidade de risco pode ser explicada por alterações ao nível do conhecimento financeiro, sendo que o  $r$  ajustado é ainda mais reduzido (0,095). Constata-se igualmente que o teste de regressão está correto, posto que o valor do sig., apresentado na tabela ANOVA, é 0,006, revelando-se mais baixo do que o valor de alfa. Regista-se, assim, uma relação positiva e fraca entre as duas variáveis em questão, mais concretamente, pode-se afirmar que uma alteração em uma unidade do nível de conhecimento financeiro apenas altera o nível da necessidade de risco em 0,316.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.330 <sup>a</sup>	.109	.095	.84108

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.630	1	5.630	7.958	.006 <sup>b</sup>
	Residual	45.982	65	.707		
	Total	51.612	66			

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	1.384	.335		4.129	.000	.715	2.053
	Financial Knowledge	.316	.112	.330	2.821	.006	.092	.539

**Quadro 13** – Teste de regressão entre as variáveis Q1 e Q3 (Loc, 2017)

Finalmente, para comprovar a relação existente entre o conhecimento financeiro e a preferência de risco recorre-se novamente a outro teste de regressão. Desta forma, demarca-se um valor de r quadrado igual a 0,92 e um valor ajustado do mesmo de 0,078. Prova-se assim que 9,2% da variância total da preferência de risco é provocada por mudanças ao nível do conhecimento financeiro. Este teste é fidedigno, pois o valor do sig. é inferior ao valor do alfa, determinando-se que este teste prevê de forma correta a relação estabelecida entre as duas variáveis. Consequentemente, deduz-se que existe uma relação positiva, mas fraca, entre o conhecimento financeiro e a preferência de risco, sendo que alteração em uma unidade no nível do conhecimento financeiro apenas causa uma mudança de 0,303 no nível de preferência de risco.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.303 <sup>a</sup>	.092	.078	1.08081

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.683	1	7.683	6.577	.013 <sup>b</sup>
	Residual	75.929	65	1.168		
	Total	83.612	66			



Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	1.232	.431		2.862	.006	.372	2.092
Financial Knowledge	.369	.144	.303	2.565	.013	.082	.656

**Quadro 14** – Teste de regressão entre as variáveis Q1 e Q4 (Loc, 2017)

## Conclusão

Em suma, apesar da amostra deste estudo ser relativamente pequena, quando comparada à população dos *millennials* no seu todo, podem-se deduzir conclusões significantes quanto ao perfil de risco da geração *millennium*. Primeiramente, infere-se, a partir da simples observação dos dados recolhidos, que independentemente do parâmetro do perfil de risco considerado, os *millennials* possuem uma tendência para a aversão ao próprio risco, sendo que se verificaram valores reduzidos relativamente à capacidade, à necessidade e à preferência de risco. Com efeito, a classificação média dos elementos determinantes de um perfil de risco definidos nesta resenha varia entre 1,8 e 2,8, o que significa que os *millennials* demonstram, em média, uma apetência por risco média ou baixa.

Além disso, a partir dos testes realizados, dilucidou-se que não existem diferenças significativas entre o perfil de risco dos *millennials* europeus e dos americanos, contudo se subdividirmos a geração *millennium* por géneros, verificam-se perfis de risco consideravelmente distintos. Em concreto, constata-se que os *millennials* masculinos inquiridos possuem um nível de conhecimento financeiro relativamente superior comparativamente ao dos *millennials* femininos, bem como classificações em relação à capacidade, à necessidade e à preferência de risco mais altas.

Por fim, pelos testes de correlação e regressão, apurou-se a existência de uma relação entre o conhecimento financeiro e os outros determinantes de um perfil de risco, nomeadamente, a capacidade, a necessidade e a preferência de risco. No entanto, os testes de regressão comprovaram que, apesar da relação estabelecida entre estes ser positiva, esta é consideravelmente fraca.

Posto isto, confirma-se que os resultados deste estudo são compatíveis com que é defendido na literatura corrente sobre o perfil de risco da geração *millennium*, demonstrando-se que os *millennials* masculinos e femininos possuem perfis de risco distintos e que o conhecimento financeiro é um fator preponderante que afeta os outros elementos de um perfil de risco, ainda que a sua influência não seja muito significativa. Mas, a principal correspondência entre os resultados desta resenha e a literatura baseia-se no facto dos *millennials* serem potencialmente adversos ao risco.

Apesar das conclusões significantes apuradas neste estudo, este apresenta algumas limitações. Primordialmente, há que ter em conta a dimensão reduzida da amostra utilizada, sendo que os resultados obtidos podem não ser diretamente aplicáveis

à generalidade dos elementos que constituem a população dos *millennials*. Seguidamente o questionário poderia integrar mais elementos, de forma a aperfeiçoar o apuramento dos dados. Para além das limitações referidas, a metodologia pode ser considerada também insuficiente, visto que existem métodos mais rigorosos do que os testes de correlação e regressão utilizados, que poderiam fornecer resultados mais credíveis.

Ainda assim, este estudo fornece importantes contributos para os negócios internacionais. A primeira implicação está relacionada com o resultado obtido no primeiro teste efetuado no âmbito deste estudo, nomeadamente, com o facto de os *millennials* europeus e os americanos apresentarem perfis de risco relativamente semelhantes. Por conseguinte, doravante as estratégias e planos financeiros dirigidos aos *millennials* europeus, podem também ser reutilizados para os *millennials* americanos, e vice-versa. Deste modo, esta dedução é particularmente relevante para as empresas que pretendam internacionalizar-se. Outra implicação deste estudo baseia-se no facto de existirem diferenças significativas entre os perfis de risco dos *millennials* masculinos e femininos, sugerindo-se que, futuramente, os consultores financeiros e gestores de portfolio adaptem as propostas financeiras, de acordo com o género dos clientes, fornecendo propostas mais ativas e arriscadas aos indivíduos masculinos e planos mais conservadores aos clientes femininos. A última implicação sustenta-se no facto do conhecimento financeiro influenciar o perfil de risco dos *millennials*, propondo-se uma maior preocupação quanto ao fornecimento de conhecimentos financeiros aos indivíduos menos instruídos, quando estes pretendam investir o seu dinheiro. Assim, a probabilidade de os clientes optarem por investimentos mais ativos e arriscados aumentará e, consequentemente, gerar-se-á salários mais altos para os profissionais da área financeira, bem como uma maior rendibilidade para as organizações.

Por fim, sugere-se que, em investigações futuras nesta área, se utilize uma maior amostra, para que se possa obter resultados mais significativos. Para além disso, estudos posteriores deverão também utilizar outras variáveis, para além do conhecimento financeiro e do género, que influenciem os elementos determinantes de um perfil de risco. Caso aplicável, a metodologia apresentada nesta resenha poderá ser reutilizada para analisar o efeito de outros fatores nos perfis de risco dos *millennials*. Sem prejuízo do disposto, incentiva-se igualmente que os investigadores desenvolvam estudos na tentativa de determinar o motivo pelo qual as diferenças de nacionalidade não afetam o perfil de risco da geração *millennium*. Resumindo, investigações futuras na área deverão investir em pesquisas mais abrangentes e detalhadas, pretendendo-se que o estudo apresentado nesta resenha sirva como impulsionador dos mesmos.

## Apêndice 1 – Exemplar do questionário distribuído (Loc, 2017)

1. Please rate your level of financial knowledge. Please click on the option that you choose.

Very low	1	2	3	4	5	Very High
----------	---	---	---	---	---	-----------

2. What percentage of your monthly income would you be willing to spend on lotteries if you know that there is 50% chance of winning 100% of your investment or losing 90% of what you spend?

- a. 0%
- b. 20%
- c. 40%
- d. 60%
- e. 80%

3. How would you allocate your investment portfolio?

- a. 100% safe assets
- b. 30% risky assets, 70% safe assets
- c. 50% risky assets, 50% safe assets
- d. 70% risky assets, 30% safe assets
- e. 100% risky assets

4. Please select the most attractive portfolio to you.

- a. 20% risky assets, 80% safe assets, 5% expected return
- b. 35% risky assets, 65% safe assets, 7.5% expected return
- c. 50% risky assets, 50% safe assets, 10% expected return
- d. 65% risky assets, 35% safe assets, 14% expected return
- e. 80% risky assets, 20% safe assets, 20% expected return

5. Which nationality group do you belong to?

- a. European
- b. US

6. What is your gender?

## **Bibliografia consultada**

Loc, Nguyen Vihn (2017), Investment risk profile of the Millennial generation, Bachelor's Thesis, Aalto University School of Business

## **Referências bibliográficas**

Booth, A. & Katic, P (2013), Cognitive Skills, Gender and Risk Preferences, *Economic Record*, 89 (284): pp. 19-30

Carr, N. (2014), Reassessing the Assessment: Exploring the Factors that Contribute to Comprehensive Financial Risk Evaluation [online], available at: <http://krex.k-state.edu/dspace/handle/2097/17283> [accessed 4 Feb. 2017]

Caviezel, V., Bertoli-barsotti, L. and Lozza, S.O. (2011), MEASURING RISK PROFILE WITH A MULTIDIMENSIONAL RASCH ANALYSIS, *Journal of Applied Quantitative Methods*, 6(4)

Cordell, D. M. (2001), RiskPACK: How to Evaluate Risk Tolerance, *Journal Of Financial Planning*, 14 (6): 36

Cutler, N. (2015), Millennials and Finance: The "Amazon Generation", *Journal Of Financial Service Professionals*, 69 (6): 33-39

Finke, M. & Guillemette, M. (2016), Measuring Risk Tolerance: A Review of Literature, *Journal Of Personal Finance*, 15 (1): 63-76

Grable, J. & Joo, S. (1999), Factors related to risk tolerance: A further examination, *Consumer Interest Annual*: 45.

Grable, J. E. (2013), Gender, Wealth, and Risk: Why Are Baby Boomer Women Less Risk Tolerant Than Baby Boomer Men?, *Journal Of Financial Service Professionals*, 67 (3): 7-9

Hallahan, T., Faff, R. & McKenzie, M. (2004), An empirical investigation of personal financial risk tolerance, *Financial Services Review*, 13: 57-78

Henricks, M (2014), When It Comes to Investing, Millennials Lack a Taste for Risk, *Institutional Investor*, 48 (3): 32

Larson, L, Eastman, J, & Bock, D (2016), A Multi-Method Exploration of the Relationship between Knowledge and Risk: The Impact on Millennials' Retirement Investment Decisions, *Journal Of Marketing Theory & Practice*, 24 (1):72-90

Nobre, L, & Grable, J (2015), The Role of Risk Profiles and Risk Tolerance in Shaping Client Investment Decisions, *Journal Of Financial Service Professionals*, 69 (3): 18-21

Riley, B. & Chow, K. (1992), Asset allocation and individual risk aversion, *Financial Analysts Journal*: 32-37

Sachs, Goldman (2016), Millennials Infographic [online], available at: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/millennials/> [accessed 10 Jan. 2017]

Schewe, Charles. D., Meredith, Geoffrey E. & Noble, Stephanie M. (2000), Defining Moments: Segmenting by Cohorts, *Marketing Management*, 9 (3): 48-53

Sung, J. & Hanna, S. (1996), Factors related to risk tolerance, *Journal of Financial Counseling and Planning*: 11-20

Wellner, Alison S. (2000), Generation divide: are traditional methods of classifying a generation still meaningful in a diverse and changing nation?, *American Demographics*, 22 (10): 60-64

# **The Capital Structure and its impact on firm value of JSE Securities Exchange Listed Companies**

*Catarina Isabel Faria Fernandes, nº2049815*

*Catarina Vanessa Dantas Dias, nº 2049115*

*Finanças Computacionais - João Manuel Marcelino Dias Zambujal de Oliveira*

24 de abril de 2018

## **Resumo**

Modigliani e Miller (1958) sendo os primeiros a introduzir a teoria da estrutura de capital afirmam que a estrutura de capital de cada empresa não tem nenhuma consequência no valor das suas ações, ou seja, no valor da empresa. Nesta dissertação o autor investiga, assim, a relevância que a estrutura de capital tem no valor da empresa, através do painel de empresas não financeiras que se encontra listado na *JSE Securities Exchange* investigando também a estrutura de capital das empresas da África do Sul.

Os resultados que foram obtidos não apresentam nenhuma relação relevante entre o valor da empresa e a sua estrutura de capital. Estes resultados apontaram que as empresa localizadas na África do Sul adotavam uma teoria de *pecking order*.

Por outro lado, foi descoberto que que o tamanho, a lucratividade, o benefício fiscal e a tangibilidade dos ativos têm uma ligação significativa com a estrutura de capital da empresa ou com a alavancagem. Foi possível concluir, através da análise da estrutura de capital das empresas sul-africanas, que as estas têm uma preferência dívidas de longo prazo em vez das dívidas de curto prazo.

**Palavras-Chave:** Estrutura de Capital. Valor da empresa. Alavancagem. Teorias

## Introdução

O presente trabalho foi realizado no âmbito da unidade curricular de Finanças Computacionais, instruída no 2.º semestre do 3º ano do curso Gestão da Universidade da Madeira, proposto pelo docente João Manuel Marcelino Dias Zambujal de Oliveira, retratando como tema *The Capital Structure and its impact on firm value of JSE Securities Exchange Listed Companies*.

Esta dissertação tem como principais objetivos clarificar a estrutura de capital predominante nas empresas da África do Sul e também responder à seguinte questão: qual é o papel da estrutura de capital na avaliação da empresa?

Até agora a estrutura de capital das empresas sul-africanas não foi muito estudada, por isso, o que sabemos é limitado sobre as suas estruturas de capital, daí vem a necessidade de ponderar sobre este assunto. Pelo que o estudo aqui apresentado pretende, então, adicionar mais alguma informação à que já foi estudada no passado, com o objetivo de preencher assim a lacuna que existe na literatura e tornando maior compreensão, em relação, às decisões de capital tomadas por empresas sul-africanas.

Claramente, o ambiente em que as empresas sul-africanas operam é diferente do que as empresas que funcionam em países desenvolvidos. Uma das razões é o facto dos mercados de capitais na África serem pequenos, ineficientes e pouco negociados, logo as conclusões que obtemos em estudos que foram centrados nas empresas localizadas em países desenvolvidos não podem se aplicar as empresas nos países ainda em desenvolvimento.

Para a realização desta dissertação o autor realizou então uma análise de pesquisa nas empresas não financeiras listadas *JSE Securities Exchange* (JSE), as empresas financeiras foram excluídas do estudo, devido ao facto de apresentarem uma estrutura de capital diferente das empresas não financeiras. Os dados utilizados irão ser, maioritariamente, financeiros e extraídos do banco de dados da *Bloomberg* (é uma fonte priorizada dos dados financeiros necessários relativos às empresas na JSE), no entanto, também foi utilizada a *McgregorBFA* como fonte de dados. A análise de regressão também irá ser utilizada para atender às questões de pesquisa. As Teorias econômicas, que se acharem relevantes, e alguns estudos empíricos serão examinados com o propósito de construir a estrutura mais adequada para avaliar as relações hipotéticas.

Este trabalho estará disposto de forma clara e objetiva de modo à uma melhor compreensão do mesmo, começando pela revisão bibliográfica onde abordaremos outros autores com temas e problemas semelhantes aos dispostos na dissertação de Neo Mohohlo (2013). Seguidamente, aprofundaremos os vários métodos utilizados nesta dissertação para averiguar se a pergunta de partida se confirma, isto é, qual é o papel da estrutura de capital na avaliação da empresa? Posteriormente iremos interpretar os resultados obtidos na utilização desses mesmos métodos, e finalmente, iremos concluir este trabalho baseando-se em toda a análise efetuada ao longo deste.

## Revisão de literatura

A estrutura de capital de uma empresa diz respeito às fontes de financiamento utilizadas para financiar os investimentos dessa empresa, ou seja, acaba por ser a escolha que a empresa faz entre um financiamento de dívida ou de capital. Neste campo, existem diversas pesquisas e teorias à cerca do impacto que a estrutura de capital tem no valor, na lucratividade e no tamanho da empresa. Modigliani e Miller (1958) apoiam que o valor de uma empresa não depende da sua estrutura de capital, os autores basearam esta teoria num conjunto de hipóteses simplificadoras, que incluem custos de transação, impostos e nenhuma assimetria de informação. Ou seja, no fundo a empresa não deve prestar demasiada atenção à sua estrutura de capital, pois “Se o investidor estiver altamente endividado, o risco e o retorno das ações da empresa (para o investidor) serão simplesmente os mesmos como se a empresa estivesse altamente alavancada” (Byström, 2007). Uma outra visão de estrutura de capital é a de Assaf Neto (2006): a estrutura de capital de uma empresa é composta pelas suas fontes de financiamentos a longo prazo, oriundas de capital de terceiro (exigível), e de capitais próprios (patrimônio líquido).

O valor da empresa tem a habilidade de produzir fluxo de caixa em longo prazo, ou seja, é a capacidade de gerar valor quanto ao capital que foi investido, relativamente ao custo do seu capital (MCKINSEY, 2002). Como tentativa de medir o valor de uma empresa no mercado financeiro, algumas ideias foram valorizadas, como a de Cunha (2006) e de Matucheski e Almeida (2006) que expõem o seguinte: “o valor que os investidores do mercado acionário estão dispostos a pagar em negociação nas bolsas de valores e é obtido pela multiplicação do valor unitário de suas ações pela quantidade total de ações que compõem o capital social das mesmas”.

Existe uma teoria que é conhecida como a teoria do *trade-off*, que afirma, num mundo com impostos corporativos, a dívida de uma empresa é referente, de uma forma positiva, com o valor da empresa, ou seja, as empresas que são mais lucrativas têm tendência a utilizar mais dívidas para apoderar-se do “escudo fiscal” oferecido pelo financiamento da dívida dos investimentos. Enquanto que numa empresa destas só as autoridades fiscais e os acionistas têm reivindicações sobre a empresa, numa empresa alavancada já são os acionistas, os detentores da dívida e o governo. Logo, o valor da empresa alavancada é o somatório entre o valor do patrimônio líquido e o valor da dívida, sendo que nestes casos, o valor atinge o seu máximo quando pagam o mínimo na forma de impostos (Hillier et al., 2010).

Encontram-se também outras teorias neste assunto, como a teoria do *pecking order* e a teoria do *market timing*. No caso da *pecking order*, as empresas têm preferência entre financiamento interno, por outro lado, na teoria *timing* de mercado, as empresas que têm baixos níveis de alavancagem levantam capital quando as suas avaliações de mercado são altas, quando têm elevados níveis de alavancagem levantam o capital quando as suas avaliações de mercado são baixas. De modo a que uma empresa possa maximizar as retribuições dos seus diversos *stakeholders* é necessário terem cuidado com as decisões que tomam em relação à estrutura de capital, para além do facto de que uma estrutura de capital ótima irá ajudar no que toca à concorrência. Esta estrutura de capital ótima foi introduzida por Modigliani e Miller (1958), e



esta só existe quando os riscos relativos à falência são, de certa forma, compensados pela economia fiscal da dívida.

Embora seja um fator importante numa empresa, a literatura teórica da estrutura de capital e os testes empíricos não têm conseguido orientar no que toca à escolha entre capital ou dívida (Frank & Goyal, 2009). Isto dá-se, pois, existem muitas teorias contraditórias, embora possa existir uma concordância entre elas, o porquê dos resultados obtidos geralmente é explicado em pontos de vista opostos. O conteúdo da estrutura de capital concentra-se na mistura entre o património líquido, a dívida e todo o conjunto de instrumentos usados para o financiamento dos investimentos da empresa. Segundo Dreyer (2009), as fontes de capital empregado para o financiamento dos ativos reais que são precisos para a empresa, são todos os elementos que se encontram do lado direito do balanço, pondo de parte, o passivo corrente.

Dentro da estrutura de capital temos os detentores de capital próprio e os detentores da dívida. Estes detentores de capital são os proprietários da organização e apenas têm uma reivindicação residual sobre os ativos da empresa (Dreyer, 2009). Já os detentores de dívida, costumam exigir alguma forma que consiga assegurar a garantia dos empréstimos que concedem. Normalmente, são compensados através de juros. Apresentam, assim, um menor risco, em relação aos detentores de capital próprio, pois são os primeiros a ir buscar os ativos da empresa. A dívida é, assim, uma opção de financiamento menos custosa para o capital próprio (Gitman, 2003).

Os gestores financeiros, de forma a atingir os objetivos da maximização da riqueza dos acionistas, têm de tomar duas decisões imprescindíveis (decisões de investimento e financiamento). Fica claro, que a mistura de financiamento que irá ser escolhida influenciará o valor e o risco da empresa (Firm et al, 2008). Pode-se dizer que quase todas as discussões que se encontram à cerca deste tema começam com a teoria de Modigliani e Miller (1958), que foi publicada em 1958 (Dreyer, 2010).

## **Dados de Pesquisa e Metodologia**

A dissertação de Neo Mohohlo (2013) procura responder se de facto a estrutura de capital das empresas tem um papel importante no valor das empresas, assim para averiguar esta questão recorreu-se inicialmente a uma revisão da literatura. Segundo, Modigliani e Miller (1958) a estrutura de capital é considerada dispensável para avaliação do valor da empresa. Posteriormente, a autor a fim de comprovar esta situação definiu como unidade de estudo as empresas não financeiras cotadas pela *JSE Securities Exchange* da África do Sul, seguidamente recolheu os dados pretendidos e por fim analisou-os através de diversos métodos de análise, como a média, mediana, variância, desvio padrão, regressão linear entre outros.

- **Caso de Estudo:** População de Análise, Unidade de Estudo e Amostra

Segundo Yin (1994) podemos definir um estudo de caso “com base nas características do fenómeno em estudo e com base num conjunto de características associadas ao processo de recolha de dados e às estratégias de análise dos mesmos” (p.13). O objetivo é identificar e

descrever os factos ou situações, procurar informação o sobre os mesmos com a finalidade de constatar ou certificar os factos iniciais (Guba e Lincoln, 1994). Assim, o principal objetivo deste caso estudo é compreender se de facto a estrutura de capital afeta o valor da empresa utilizando as empresas não financeiras da África do sul.

Desta forma, definiu-se a população de análise. Segundo Pestana e Velosa (2010) a população é um “conjunto de todos os valores que descrevem um fenómeno que interessa ao investigador. De um modo geral, a população é conceptualizada por um modelo”. Deste modo, a população de análise é definida como o conjunto de indivíduos que possuem uma característica comum, sendo submetidos um estudo estatístico. Neo Mohohlo (2013) utilizou no seu estudo como população de investigação as empresas de serviços não financeiras do ano 2002 ao 2011 (período de 10 anos) enumeradas *JSE Securities Exchange* da África do Sul.

A população possui um conjunto de informações muito extensa. (R., Spiegel, Murray; Alu., Srinivasan, R.; Correa, Carmona, Sara Ianda; 2004). Sendo assim, para uma melhor interpretação dos dados é retirado um conjunto de elementos da população, denominados por amostra. O processo de obtenção das amostras, designado por amostragem, pode ser dividido em por duas categorias: quantitativo e qualificativo. Desta forma, na dissertação Neo Mohohlo (2013) a amostra é constituída por 65 empresas, tendo sido excluídas as empresas que não possuem atividade durante o período de análise estabelecido, as empresas de serviços financeiros, dado que não possuem a mesma estrutura das empresas não financeiras e por fim, as empresas listadas pela *AltX*, visto que apresentam diferenças em relação à ao painel da *JSE Securities Exchange*.

- **Fonte de Dados**

A procura de informação é essencial para conseguir suprimir as dúvidas, sendo que o instrumento chave da recolha de dados é o investigador. Assim sendo, a obtenção de dados é um marco importante na análise de estudo e estes podem ser adquiridos por diversos meios, como rede web, televisão, documentos, etc.

Neo Mohohlo (2013) no seu estudo recorreu à utilização dados secundários financeiros já tratados pela uma empresa de tecnologia e dados para mercado financeiro, a Bloomberg, por meio um pacote de ferramentas chamado E-views. A *McGregorBFA* também foi usada na fonte de dados. Utilizou-se um conjunto dados em painel, dado que estes permitem designar informações de várias unidades amostrais (indivíduos, empresas, etc) acompanhadas por um período de tempo onde encontra-se os dados financeiros tratados.

- **Análise de Dados**

A análise de dados consiste numa avaliação ou estudo detalhado de certo objeto de estudo, permitindo identificar respostas e soluções, de modo a facilitar a tomada de decisão. Cada vez mais, estes precisam de um tratamento prático e de bom senso que os transformem em informação pertinente (Davis, 1989). A análise está dividida em dois grupos: análise qualificativa, relacionada com as características e análise quantitativa, relacionada com os números, quantidades.

Assim para estudar os dados da dissertação de Neo Mohohlo (2013) recorreu-se a uma análise quantitativa utilizando as estatísticas descritivas, a análise de regressão, as variáveis dependentes, as variáveis explicativas e por fim ao processo de teste de hipóteses.

- **Estatística Descritiva**

A estatística descritiva é a etapa usada para sintetizar e caracterizar os dados, tendo sido tratadas na dissertação as medidas de tendência central, de dispersão e por fim de variabilidade. A medida de tendência central é composta pela média da amostra, definida pela soma do conjunto de dados numéricos a dividir pelo número de dados, e pela mediana que indica o valor intermediário do conjunto de dados.

Relativamente à medida de dispersão, é observado o mínimo e máximo do conjunto de dados e o respetivo intervalo entre ambos. Por fim, na medida de variabilidade é analisado a variância e o desvio padrão. Através da variância é possível determinar se os valores estão próximos ou não do valor esperado, sendo que quanto maior a variância mais distante os valores estarão do valor esperado. Em relação ao desvio padrão, este indica o grau de variação do conjunto de dados.

- **Análise de Regressão**

A análise de regressão é um método descritivo da análise de dados e permite verificar a relação existente entre as chamadas variáveis dependentes e independentes, sendo que é representado por um modelo matemático, ou seja, uma equação. Segundo Milone e Angelini (1995, p.84) esta análise é representada por um modelo matemático, ou seja, uma equação, onde pode ser analisado o comportamento das respetivas variáveis. Na dissertação em estudo foi utilizado a análise de regressão com intuito de confirmar se estruturar de capital é desprezível através da hipótese MM1 defendida por Modigliani e Miller (1958) e os fatores que definem a divisão entre dívida e capital próprio. Este tipo de análise teve em consideração o modelo de regressão de dados de painel e sua principal vantagem está no controlo da heterogeneidade para os diferentes indivíduos e na dependência das observações porque a variável evolui cronologicamente (Marques, 2000). O Modelo de regressão de dados de painel tem como principal objetivo averiguar se performance das organizações está relacionada com o rácio dívida/capital, o benefício fiscal e tangibilidade dos ativos. Assim, para responder às questões de pesquisa como a hipótese MM1 e os determinantes da estrutura, será utilizado a análise de regressão.

- **Variáveis dependentes e explicativas**

Para uma melhor análise definiu-se como variáveis dependentes e explicativas. As dependentes são compostas pelo lucro por ação (LPA) ou valor da empresa, isto é, o lucro líquido dividido pelo número de ações emitidas, e o rácio dívida- capital (D/C). Em relação às explicativas, estas são constituídas o rácio dívida-capital, o benefício fiscal, o tamanho, a rentabilidade e a tangibilidade dos ativos. O rácio de dívida de capital é um dos rácios mais utilizados para determinar a alavancagem financeira e pode ser calculado dividindo o valor

dívida (passivo total) pelo valor líquido da empresa. O benefício fiscal de acordo com o Código Tributário “medidas de carácter excecional instituídas para tutela de interesses públicos extrafiscais relevantes que sejam superiores aos da própria tributação que impedem”, todavia neste estudo este será visto uma razão de imposto pago ao lucro da empresa. Em relação ao tamanho da empresa este pode ser visto como o valor que esta detém em relação ao valor do mercado e pode estar relacionado com endividamento a longo prazo. (Demirgüçkunt e Marsimovic, 1999). Segundo Demirgüç-Kunt e Maksimovic (1999) quanto maior o potencial de endividamento maior o tamanho da empresa. No que toca a rentabilidade, Neo Mohohlo (2013) utilizou a rentabilidade do ativo (ROE) uma medida que permite avaliar rentabilidade dos capitais totais investidos na empresa, independentemente de serem capitais próprios ou alheios. Este rácio é obtido através da divisão entre os resultados líquidos e o ativo total (Neves, 2012). Finalmente, a tangibilidade pode ser calculada por meio da divisão do ativo imobilizado pelo ativo total. Segundo Valle e Silva (2008), empresas com maior volume de ativos fixos tendem a endividar-se mais.

- **Processo de teste de hipóteses**

O teste de hipóteses é um processo estatístico que possibilita tomar uma decisão acerca das hipóteses com base numa amostra. Cabe ao investigador formular a hipótese específica, recolher e usar os dados da amostra, a fim destes suportarem a hipótese deste. (Davis et al, 2006). Segundo Casella e Berger (2010) a hipótese estatística é um conjunto de acontecimentos sobre um parâmetro desconhecido de população ou estudo de uma característica da população. Assim, objetivo está a tomar uma das duas decisões, rejeitar  $H_0$  ou não rejeitar  $H_0$ , sendo que esta é considerada a mais revelante ou então escolher entre hipótese  $H_0$  ou  $H_1$ . Após definir  $H_0$  e  $H_1$ , é estabelecido um nível de significância, sendo que nesta dissertação o valor escolhido é de 5%. Posto isto, é rejeitado  $H_0$  ou não. No entanto, não rejeitar  $H_0$  não implica que  $H_0$  seja verdadeira e rejeitar  $H_0$  não comprova que  $H_0$  seja falsa.

Desta maneira, Neo Mohohlo (2013) estabeleceu nas seguintes pesquisas as determinadas hipóteses:

- Primeira pesquisa: estrutura de capital é irrelevante como por MM1:
  - $H_0: \mu > 0,05$  (estrutura de capital não está relacionada com o valor da empresa)
  - $H_1: \mu \leq 0,05$  (Estrutura de capital relacionada com o valor da empresa)
- Segunda pesquisa: a dívida de capital difere entre as empresas listadas pela JSE *Securities Exchange*:
  - $H_0: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \mu_n$  (o rácio da dívida em capital da indústria é heterogêneo)
  - $H_1: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots \mu_n$  (o rácio da dívida em capital da indústria é homogêneo)
- Terceira pesquisa: a relação da dívida- capital é considerada persistente
  - $H_0: \mu_d / e y_1 \neq \mu_d / e y_2 \neq \dots$  (a dívida em capital é igual ao longo do tempo)
  - $H_1: \mu_d / e y_1 = \mu_d / e y_2 = \dots$  (a dívida em capital é igual ao longo do tempo)

- Quarta pesquisa: uma relação entre as variáveis explicativas, do rácio dívida de capital para com o benefício fiscal, o tamanho, a rentabilidade e a tangibilidade dos ativos
  - H 0:  $P(\text{ROA, benefício fiscal, a capitalização de mercado, tangibilidade dos ativos}) > 0,05$
  - H 1:  $P(\text{ROA, benefício fiscal, o valor de mercado, tangibilidade dos ativos}) \leq 0,05$
- Quinta pesquisa: diferença entre as categorias relativamente à dependência da dívida a longo prazo
  - H 0:  $\mu \text{ dívida a longo prazo / dívida total } y1, \text{ indústria1} \neq \mu \text{ dívida a longo prazo / dívida total } y2, \text{ a indústria 2} \neq \dots$
  - H 1:  $\mu \text{ dívida a longo prazo / dívida total } y1, \text{ indústria1} = \mu \text{ dívida a longo prazo / dívida total } Y2, \text{ indústria 2} = \dots$

### **Apresentação e análise de resultados**

Analisando o estudo de caso através das metodologias acima referidas, com intuito de concluir se de facto estrutura de capital é irrelevante no valor da empresa, foram extraídos determinados resultados.

Relativamente às estatísticas descritivas realizou-se e verificou-se através da regressão, uma média global da amostra no valor de 3,84% de LPA, 50,17% no rácio dívida-capital, 28,89% na média e 70,13% no desvio padrão. Apesar, das variáveis dependentes, LPA e D/E, apresentarem uns valores dispersos, a sua distribuição é a próxima à normalidade.

Para confirmar se a primeira pesquisa em que hipótese da estrutura de capital de é irrelevante como defende Modigliani e Miller (1958), definiu-se como variável dependente o valor da empresa e observou-se que as variáveis explicativas possuem um 5% de significância, contudo a tangibilidade dos ativos tem 10%, sendo nas empresas da Africa do Sul o rácio da dívida de capital não tem significância no valor da empresa. Desta forma, para uma melhor análise o autor aumentou a sua amostra para 86 empresas e agrupou estas em categorias como a industria, as matérias básicas, serviços de consumidor, bens de consumo, cuidados de saúde e da tecnologia, tendo constatado que o rácio da dívida de capital é insignificante no valor da empresa. Assim, podemos que concluir que apesar de ter sido feito uma análise por categoria, nenhum valor das empresas da amostra é afetado pelo rácio da dívida de capital, não existindo relação nenhuma entre ambos. No entanto, para uma análise mais pormenorizada para esta hipótese agregou-se as empresas em pequenas, médias e empresas segundo a sua capitalização e definiu-se como ano de estudo 2007, tendo verificado mais uma vez que não há inter-relação entre a estrutura de capital e o valor da empresa. Sendo assim, a hipótese inicial é nula e verifica-se a hipótese MM1.

Em relação à hipótese de pesquisa dois, que a dívida de capital difere entre as empresas listadas pela JSE *Securities Exchange* constatou-se tal situação. Sendo assim, foram realizados a média dos rácios da dívida de capital para cada empresa da amostra e segundo os dados da tabela de rácios da dívida em capital da amostra da dissertação de Neo (2013) todas as

categorias, mencionadas anteriormente, apresentam valores distintos na dívida de capital, sendo que a categoria com o maior valor é os cuidados de saúde e mais baixo a tecnologia.

No que diz respeito à hipótese pesquisa três, a relação da dívida- capital é considerada persistente, averiguou-se que estrutura de capital e persistência varia nas diferentes categorias através da análise de gráficos. Na tecnologia observou-se rácio da dívida variou durante o período de análise de 10 anos, no entanto entre 2009-2011 ocorreu um aumento acentuado. No que toca às empresas ligadas à saúde, estas detêm o maior valor em dívida de capital comparadas com os outros sectores e são os outliers graves da amostra, tendo surgido um forte aumento entre 2005-2008. As empresas de serviços e bens de consumo não se mantiveram constantes ao longo do tempo, havendo um pico acentuado em 2007 nas de serviços e em 2008 nas de bens. Relativamente materiais básicos, este evidenciou um declínio constante entre 2004 e 2011. Por fim, no setor da indústria o rácio de dívida de capital manteve-se persistente sempre acima de 60%, atingindo por vezes valores entre 80% e 90%, contudo diminuído vagamente em 2008. Conclui-se, que perante os resultados expostos a hipótese três é reconhecida, pelo que estes são distintos.

No que se refere quarta pesquisa de hipótese, é defendido que existe uma relação entre as variáveis explicativas, do rácio dívida de capital para com o benéfico fiscal, o tamanho, a rentabilidade e a tangibilidade dos ativos. Estudos têm recorrido ao lucro, ao tamanho, ao crescimento e à tangibilidade dos ativos para verificar se estes afetam a estrutura de capital (Fama e French, 2003). Para tal, utilizou-se a análise de regressão dos dados em painel, com nível de significância a 5 %, observou-se que só a rentabilidade e a tangibilidade dos ativos é possuem poder explicativo relativamente à variável dependente, o rácio de capital da dívida, isto é, estas duas variáveis são consideradas revelantes na estrutura de capital das empresas sul africanas e apresentam uma relação negativa. Desta forma, o autor voltou a utilizar as diversas categorias e conclui que nas empresas de materiais, o tamanho possui uma relação negativa com estrutura, que nas de serviços aos consumidores a estrutura é definida pela rentabilidade com uma relação negativa, e benefício fiscal e tangibilidades dos ativos com uma relação positiva e por fim, nas de cuidado de saúde existe uma relação negativa com a rentabilidade. Desta maneira, é rejeitado a hipótese nula comprova-se que existe uma relação do rácio dívida de capital para com o benéfico fiscal, o tamanho, a rentabilidade e a tangibilidade dos ativos.

Por fim, no que concerne à última pesquisa de hipótese, Neo Mohohlo (2013) pressupõe que há uma diferença entre as categorias relativamente à dependência da dívida a longo prazo. Sendo assim, perante os gráficos de empréstimos a longo prazo, apurou-se que no sector da tecnologia os valores de endividamento alteram-se ao longo do tempo, contudo estes descem a partir de 2007. Nas empresas de cuidado de saúde há uma grande dependência em empréstimo a longo prazo, sendo que os níveis têm vindo aumentar desde 2005, bem como as de materiais básicos. Em contrapartida, as empresas de bens de consumo possuem mais dependência em empréstimos a curto prazo. As empresas dos serviços ao consumidor apresentam uma constante linha, tendo em 2007 chegado a 70%. Em relação à indústria esta tem vindo aumentar os seus níveis, sendo que em 2011 apresentava 50% de uso de empréstimos a longo prazo. Desta forma, perante os estes resultados verifica-se grande afluência e aumento na utilização de empréstimos bancários a longo prazo em relação aos de curto prazo, e que a sua dependência difere nas

diferentes categorias. Assim, a hipótese nula é rejeitada, dado que se comprova o uso de dívida a longo prazo em todas as empresas da amostra.

## **Conclusão**

Neste trabalho abordámos o tema *The Capital Structure and its impact on firm value of JSE Securities Exchange Listed Companies*, que consiste na relação que existe entre a estrutura de capital de uma empresa e o seu valor, evidenciando assim a estrutura de capital predominante na África do Sul. Ao longo dos últimos anos a estrutura de capitais tem sido um dos principais temas das finanças empresariais, porém, muitos dos estudos realizados neste domínio têm-se debruçado fundamentalmente sobre as empresas que se encontram em países desenvolvidos o que não é o caso das empresas sul-africanas.

O autor utilizou diversas técnicas para conseguir cumprir os objetivos desta dissertação, com sucesso. Foi realizada uma análise a nível do tamanho da empresa e também uma regressão de dados para todas as empresas nos setores. Através dos resultados conseguimos apurar que não existe nenhuma relação considerável entre a estrutura de capital de uma empresa e o seu valor, nas empresas sul-africanas. Porém, existe uma enorme incoerência com alguma literatura já existe como Fama e French (2002) e Sharma (2006) e também com a teoria económica de todo o mundo. Sendo que esta inconsistência acaba por concordar com Myers (2002), este declara que não existe uma teoria universal da estrutura de capital.

Visto que os objetivos propostos foram cumpridos, foi possível buscar uma relação entre a estrutura de capital das empresas e o seu valor, onde ficou claro que esta relação é bastante insignificante, indo de encontro com a teoria de Modigliani e Miller (1958).

Em suma, embora os resultados obtidos não concordem com alguns estudos feitos nesta área foi possível entender melhor a estrutura de capital das empresas da África do Sul e a sua estrutura de capital. Foi-nos possível aprender mais sobre a estrutura de capital da empresa e as teorias que rondam a relação que existe entre esta e o valor da empresa. Assim como, entender que nem todas as empresas funcionam da mesma maneira e é necessário avaliar também o contexto envolvente, como por exemplo, o facto da empresa se localizar num país ainda em desenvolvimento pode ser um fator importantíssimo no que toca ao estudo da estrutura de capital dessa empresa.

Este trabalho foi-nos percebido como uma orientação de estudo. Proporcionou-nos uma noção mais teórica da estrutura de capital de uma empresa e do seu valor, abrindo-nos assim os horizontes de conhecimento e informação sobre este tema.

## Referências bibliográficas

- ASSAF NETO, Alexandre.(2006) Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico-financeiro: comércio e serviços, indústrias, bancos comerciais e múltiplos. 8. ed. São Paulo: Atlas.
- CASELLA, G.,BERGER,R.L.(2008) Statistical inference . Duxbury Press
- CUNHA, José Humberto da Cruz. (2006) A Contabilidade e o real valor das empresas: foco no Capital Intelectual. In: Congresso USP, SP.
- DAVIS, R.B, MUKAMAL, K.J.,(2006) Hypothesis Testing Means. Statistical Primer for Cardiovascular Research. Circulation.
- DAVIS, G. (1989) Management information systems. London, McGraw- Hill
- DEMIRGÜÇ-KUNT, A.; MAKSIMOVIC, V. (1999) Institutions, financial markets, and firm debt maturity. Journal of Financial Economics, 54(3), 295-336
- FAMA, E. F., FRENCH, K. R.(2003) Financing decisions: who issues stock? Working Paper. Social Science Electronic Publishing, Rochester, NY
- ISABEL CARVALHO GUERRA(2006) Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso. Lucerna; p. 44.
- MARQUES, L. D. (2000) Modelos dinâmicos com dados em painel: revisão da literatura. Série Working Papers do Centro de Estudos Macroeconômicos e Previsão (CEMPRE) da Faculdade de Economia do Porto, Portugal, n. 100
- MATUCHESKI, Silvio; ALMEIDA, Lauro Brito de. Variáveis Contábeis e o Preço das Ações. In: Congresso USP, 2006, SP.
- MCKINSEY & COMPANY.(2002) Investor Opinion Survey on Corporate Governance. London, July,
- MILONE, GIUSEPPE; ANGELINI, FLÁVIO (1995). Estatística Aplicada. São Paulo: Atlas
- MOHOHLO, NEO (2013) ; The Capital Structure and its impact on firm value of JSE Securities Exchange Listed Companies
- MURRAY R. SPIEGEL; JOHN J. SCHILLER; R. ALU SRINIVASAN (2004). Teoria E Prob. Probabilidade E Estatística. Bookman; p. 164 - 165.
- NEVES, J. C. (2012). Análise e Relato Financeiro- Uma visão integrada de Gestão (5ª ed.). Alfragide: Texto Editores, Lda
- PESTANA, D., VELOSA, S. (2010) – Introdução à Probabilidade e à Estatística, Volume I, 4ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian.



- R., SPIEGEL, MURRAY; ALU., SRINIVASAN, R.; CORREA,, CARMONA, SARA IANDA (2004). Teoria e problemas de probabilidade e estatística 2 ed ed. Porto Alegre: Bookman
- VALLE, M. R.; SILVA, A. F. (2008) Análise da Estrutura de Endividamento: Um Estudo Comparativo entre Empresas Brasileiras e Americanas. Revista de Administração Contemporânea, v. 12, p. 201-22
- YIN, R. K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. 2ª edição. Thousand Oaks, CA: SAGE, Publications

# RISK ANALYSIS OF PROJECT TIME AND COST THROUGH MONTE CARLO METHOD

*David Nuno Aveiro Pereira n.º 2048015*  
*([davidpereira1996@hotmail.com](mailto:davidpereira1996@hotmail.com))*

*Victor Emanuel Neves Abreu n.º 2048215*  
*([victoremanuel16a@gmail.com](mailto:victoremanuel16a@gmail.com))*

*Computational Finances – João Manuel Marcelino Dias Zambujal Oliveira*

## Abstract

The Monte Carlo method is one of main tools to analyse the inherent risk and various parameters attached to a specific project. This was the base for Danielson & Khan (2015) study, to analyse and explore the risk associated to the time and cost function in the AX Parts project, that was being implemented by Scania CV AB. This method was a fundamental tool to simulate these two variables as it is common the existence of risk associated with a project delay and subsequent budget deviation. In the case study, the dual risk was analysed at 5% and 10%, as well as the estimated time and cost for the project with risk. The results obtained by the simulation were: 14,49% probability that the project will exceed the estimated time with risk; and 12,61% probability that the project will exceed the projected cost when associated with risk. To associate these functions with their inherent risk, related to time and cost separately, the resort to complementary methods for sensibility analysis, like the Tornado and Spider Plot Analysis, was necessary. Due to this, it was possible to identify which activities were more vulnerable to risk in the project.

**Keywords:** Monte Carlo Simulation, Risk Analysis, Cost, Time, Sensitivity Analysis.

## Introduction

Project Management has become an indispensable process to guarantee the company success, due to the usage of appropriate practices for a correct project implementation. Managers resort to the most common variables of these processes, cost, time and scope, as well as their dynamic to analyse, understand and evaluate the challenges and difficulties, as well the uncertainty of the different parameters that appear during the project development. The biggest source of uncertainty in the project's parameters is risk, which can result from internal or external factors. The organizations live in a constant battle to identify and implement subsequent risk management policies, to control and minimize it, as the ultimate goal is the early assessment of risk before it produces negative effects in the project.

Markets are in a constant change due to this, it is crucial to know how to evaluate different business opportunities by exploring the involved risk to guarantee an acceptable investment security. The most common analysed parameters are time and budget. To proceed with this kind of analysis, the methods with the biggest application are Earned Value Management (EVM), that focus on historical data, and Risk Management (RM), that focus on

dynamic aspects which consider future risk associated to the project. Their utilization is dependent of situation and interpretation of the project's paradigm.

EVM is used to monitor and analyse the process related to time (if it meets the deadline) and cost (if it is within budget). In comparison to RM, this method doesn't have in consideration the dynamic of changes which might not originate reliable data from the project's key parameters. Another drawback is the fact that it bases itself on past data to determine future results. As past data is not sufficient for a correct future analysis, this method needs a concrete future scrutiny as it uses different approaches like quantitative metrics and extrapolation. Therefore, for future analysis the RM method appears, as well as tools like the Monte Carlo simulation. This analytical tool can be interpreted as a simulation that's based on random variables that allow the determination of multiple trails by using a huge number of samples, that guarantee, with great precision, their occurrence probability.

This case study will respond, by using risk analysis practices, to questions like: if the project development meets the estimated time; if the project is going to overcome the estimated budget; and which activities have the biggest impact to the overall risk of the project, in terms of time and cost respectively.

In a way to answer these questions, the study was based on a work opportunity, in partnership with Scania CV AB, who provided the data and information to be used in the investigation, to present a concrete analysis about the risk in the AX Parts project. This project consisted in the creation of a blue print solution in Microsoft Dynamics for the spare parts process at the wholesale level, with an estimated budget of 4000 thousand SEK, where aspects like the development and implementation are key to determine the final cost. Scania CV AB started life with the production of railroad cars in 1891. Due to growing demand in the European market, they expanded their business portfolio to the manufacture of trucks and cars. Nowadays, Scania is present in 100 different customers and employs 35000 people. This project will be implemented in their Asian strategic business units (SBU's) attending local legal requirements, starting with the Taiwanese market. The project aims to the analysis and subsequent creation and development of solutions to implement this business segment adapted to the local market. All hardware, software and AX Parts project management capacities were included and estimated in the plan. The individuals behind the project organization included a project manager, a business analyst, consultants, a technical team and a solution's architect.

The identification of the activities that have the biggest impact on the project risk when associated to the time and cost factors, was the main objective of the case study, as these were analysed separately to verify the sensibility of their correspondent activities towards risk. For this analysis, both quantitative, like the Monte Carlo simulation, and qualitative methods (expert opinion) were used. This led to final objective which was the reduction of risk in the AX Parts project through the analysis and discussion of the results and create a better understanding about risk calculation in the decision process made by managers or others involved, helping them to take more logical decisions for the future based on predictions and quantified estimates instead of using subjectivity and past suppositions.

The multiple future scenarios, that the Monte Carlo simulation created, will guide managers and investors to take better decisions. Despite generating a large number of situations, this method cannot calculate a correct probability for a specific area and still consider unknown factors. The fact that the study was conducted by someone outside the organization and the fact that it was still a live project, the information access was restricted as it was considered classified, and this can be viewed as another drawback to the case study.

## 1. Literature Review

The research methodology is used to collect and analyse information to select the correct decision as this is considered a systematic and organized process. This research helps the investigation by creating and establishing systematic facts about this particular area.

Risk analysis is defined as a systematic process that aims to understand risk itself as well as deducting its level. Due to the inherent level of variation in the method used, Danielson & Khan (2015) defined three levels of analysis, namely the qualitative method, the semi-quantitative method and the quantitative method.

The first method is characterized by the usage of non-numerical data. According to Jha. N. K. (2008), the information used in this method is based on interviews, observations and different kinds of surveys. Bresler (2009) reports that the source of qualitative investigation resides in the observation of the natural environment and the base “instrument” is the investigator. This is present in risk identification in the initial planning phase where the conducted analysis must be more detailed: for the decision-making phase if decided appropriate; and when the quantitative method does not have a fundamental base for its usage, in other words, the used data is insufficient.

In semi-quantitative analysis its inputs can be based on the previous method to increase the scope of analysis without the same level of accuracy when compared with the quantitative method, yet it allows the identification of the consequences and respective probability of occurrence.

Lastly, the quantitative method like its name suggests attends to quantify the problem, or in other words, it has an objective base. According to Fonseca (2002), the reality can only be perceived by the usage of rough data for an eventual analysis which can be collected using standardized and neutral tools that are based on mathematical language.

The risk management system, according to the Project Management Institute (2000), is a systematic process identification, analysis and response to the risk in a project. Part of its function is to maximize the probability and its consequences in positive scenarios and in equal measure, to minimize negative effects. The institute defined six key processes that are connected to each other as well as with other areas of knowledge that happen at least once in all projects, and they are: risk management planning; risk identification; qualitative risk analysis; quantitative risk analysis; risk response planning; and risk control and monitoring.

One of main purposes of this study was the analysis and calculation of the risk associated to the cost and time functions in the AX Parts project of Scania CV AB. Scania CV AB has used risk management system in terms of responsibilities, analysis and categories regarding risk. The risk is divided into five sections associated to corporate development and long-term planning, namely strategic risk, operational risk, legal risk, tax risk and financial risk. For the Danielson & Khan (2015) study, the correct time and cost function associated with risk construction will help decision makers to reduce the risk level as their decision was based on quantitative methods rather than using only qualitative methods, because, according to Ravetz J.R. (2010), the exclusive use of quantitative methods does not have in consideration the intervention of external people.

The quantitative method used was the Monte Carlo simulation. This simulation first appeared during WWII in the “Manhattan Project” which, according the Atomic Heritage Foundation (2014), was a scientific collaboration to execute faster simulations. Since then, this simulation has been used in various fields like engineering, statistics, medicine, finance, among others. This method involves a statistical analysis that looks to approximate the quantitative

problem that is going to be studied with random probabilities and samples. The vast number of functions and/or processes that happen in all projects, as is the case of cost, production, quantity and time are supported by different coefficients, variables and inputs. The use of this method is justified by the utilization of quantitative data that helps to communicate and fundament the projects parameters in a more convincing way when compared to the other method. With the Monte Carlo tools and technics, the project manager can easily interpret and supervise with software, the risk in probabilistic terms by statistical inference. Beyond this advantage, this method allows to face up the challenging scenarios during the multiple project's phases.

According to Kroese D.P., Brereton T., Taimre T. & Botev Z. I. (2014), the Monte Carlo method, due to its simplicity, is regarded as one of most useful approaches to scientific computing. Future techniques will be able to provide important tools for solving complex estimation and problem optimisation in multiple areas like engineering, finance, statistics, etc.

Another important characteristic of the Monte Carlo simulation is that this tool allows, after the conducted simulations, the creation of a hierarchy of the activities that make a project, in terms of time and significance for a complete project application. Hamby D. M. (1994) attaches great importance to sensitivity analyses because they help managers to: choose which parameters need more care; which of them can be overthrown because they are too insignificant; which are the inputs that most contribute to the company's outputs (goods or services); which parameters have the greatest correlation with the created outputs; and once the project has ended, what are the consequent results of a change in one or more inputs. For this effect, the most common tools are the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis.

Javid e Seneviratne (2000), looked for the analysis of risk associated to project implementation using the Monte Carlo simulation. In their study the focus was on the sensitivity analysis to identify how much the activities contributed to the final project risk associated to cash-flows, using simulations and standard risk approaches. They concluded that the quantitative method is the ideal tool to identify parking demand as the parameter that has the biggest impact in the global risk determination associated to cash-flows. With all this, we conclude that Danielson & Khan (2015) have chosen one or maybe the best method to analyse the AX Parts project and make their case study.

## **2. Methodology**

The work method, in this case study, started by the distinction of the two inherent functions to the problem resolution, the time and cost functions. The former is related to the total working hours, while the latter is based on the overall budget, distributed to different activities. In cost analysis, the monetary unit used is the Swedish Crown (SEK) due to the location where the project is being implemented. This project, was divided in 16 activities to study time associated with risk, and 15 activities to study the same phenomena associated to the cost factor. Due to project secrecy, the activities were identified as AC 1-16 and AC 1-15, respectively. Time and cost are based on different parameters, since the latter involves financial parameters and variables.

The selection of the Monte Carlo simulation is due to its efficiency when compared with qualitative analysis, as this involves computer software in problem solution generating and simulating random processes, which are easily understood and can be adapted to future situations. This facilitates the analysis as the manual process has a bigger propensity to error while simultaneously consume more time. This system's experiences are categorized in three distinct areas which are optimization, numerical integration and simulated statistical inference

of the probability distribution method. The defined areas can be interpreted as “guidance” to simulate the model, as this is a great method in a research study that has this aspects as a basis.

The strategies involved in the Monte Carlo simulation were defined into four steps. The first was characterized by the definition of project domain, which corresponds to the different activities that portrays time and cost functions. The following step, associates generated activities of probability distribution related to domain. Then, the activities associated to time and cost functions are simulated. In the end, there's the analysis of the obtained results to determine risk associated to the previously described functions, as well as the identification of activities that contribute more to the overall project risk.

In this investigation, the dimension of the sample used is fifty thousand, as this is considered a large number that guarantees a better precision of the obtained results. Then, the analysis was conducted using a level of significance of 5% and 10% probability for the estimated time and cost, and their respective risk by conducting histogram analysis.

Concerning estimate analysis, the chosen probabilistic distribution was the Triangular, as this has a strong tendency to indicate the most likely probabilistic value, even if they tend to be around the upper or lower values. This distribution helps managers estimate unexpected “episodes”. As the decision-making process has only one point of view it is not very realistic, so the statistical distribution was used as it is considered a way to obtain reliable data. The use of uniform distribution would be considered not correct because all values within a certain range would have a similar probabilistic density function and could fall to zero.

After calculating time and cost associated with risk, and simulating their probabilities, a sensitivity analysis to their respective functions was conducted. To obtain a more detailed analysis, the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis tools were used with a 90% conditional cumulative percentile.

As previously stated, the information related to different project parameters was considered classified so, to confirm data reliability and validate the obtained results, different approaches were used. To verify data reliability there are predetermined steps: confirmation of data fulfilment; exploration of data accuracy; and verifying data modification through time. The validity process was mainly conducted through qualitative approaches, like literature and data obtained via interviews and feedback provided by the project manager.

During this all process, there was a considerable ethical consideration involving both parties, since the company was informed of all processes and information related to this. To comply with the previous established confidentiality agreement, it was mandatory that information regarding the report should be analysed by the project manager, to confirm and update it, aiming at a good enforcement of this agreement.

Specialist knowledge in project management sometimes can be “contaminated” with beliefs and personal experiences that can condition information exchange. Another limitation surges, because the AX Parts project, at the time of the case study, was still being implemented so, data comparison was not possible. Meanwhile, the results obtained in this study must be tested in reality to prove their veracity although the previous escort by the project manager gives credibility to it.

### **3. Results**

The results and their respective interpretations were possible thanks to the Monte Carlo tool for Model Risk Software simulation. Danielson & Khan (2015) divided the results in three parts, corresponding to time function analysis, cost function analysis, and to conclude, the discussion of the obtained results related to activity sensibility analysis. As said in the methodology, in all cases the sample size was the same, 50 000.

#### **3.1. Time function analysis**

The initial estimated time for the time function analysis of AX Parts project was 2956 hours. This was composed by 16 activities which had different requirements, stakeholders, departments, groups and subgroups associated to their respective responsibilities, to keep them connected with the project scope and objective, but above all to carry them out within the previously determined parameters regarding time and scope.

The initial phase of the Monte Carlo simulation regards the distribution of probability by each individual activity. In this probability distribution, the triangular probability distribution was implemented due to this case study's nature. The qualitative method used in this initial phase, expert opinion, was destined to appraise the necessary period for a normal task execution, as well as the potential deviation (minimum and maximum extremes) where these can be performed. This way, the obtained number associated to risk was 3163 hours, demonstrating a very strong possibility that the original estimate will be surpassed by 207 hours. After this, using the Monte Carlo tool, a simulation was conducted which coincided with the second phase. For further detail it was attributed a level of significance of 5% and 10%. In the end, the last phase refers to the calculation and sensitivity analysis using two programs, the Tornado Plot Analysis and the Spider Plot analysis.

##### **3.1.1. Risk analysis of working hours with a level of significance of 5%**

Through the level attributed, the histogram (annexe I) gives a 90% probability that the project will be implemented between 2953 hours and 3210 hours. There's also a 5% probability that this will be concluded before 2953 hours, as there is an equal probability that the project will surpass 3210 hours.

##### **3.1.2. Risk analysis of working hours with a level of significance of 10%**

After the analysis with a level of significance of 5% it was attributed a new level of 10% and resulting histogram (annexe II), with the conclusion that there's an 80% probability that the project will be concluded between 2979 hours and 3181 hours. In the histogram extremities there's an equal 10% probability that the project will be completed before the previously described lower limit or surpasses the upper limit.

##### **3.1.3. Estimated time analysis with and without risk**

With the application of the estimated project data with and without risk, the simulation results (annexe III) concluded that there is an 80.02% probability that the project implementation will occur within the initial estimated time. In addition to this conclusion it was possible to identify in the histogram that there is a 5.49% probability that the project can be completed below the original estimate (2956 hours), which is a very small possibility when compared to the estimated time with risk, where the obtained value is 14.49%

##### **3.1.4. Tornado Plot Analysis for time associated with risk**

It was possible to identify with this method, when using a 90% conditional cumulative percentile, three activities that present a major contribution to the total time of the project, namely AC9, AC6 and AC2 (annexe IV). Depending on the time spent in activity AC9, the total project time can go to 3111 hours (if kept low) or up to 3233 hours (if kept high). For AC6, using the same rational thought, the minimum and maximum value is 3120 hours and 3235 hours, respectively.

### **3.1.5. Spider Plot Analysis for time with risk**

When compared with the previous method, this one provides a more detailed analysis because each activity is being analysed regarding their sensitivity in relation to the distribution's mean, presented in the histogram (annexe V). The activities identified in this method confirm the Tornado results, since they present a more pronounced tilt degree when compared with other activities.

## **3.2. Cost function analysis**

As previously stated, the estimated budget was 3763 thousand SEK and was formed by 15 activities in which the budget was allocated. Each activity was discussed with the team involved in the project and respective stakeholders, to determine a minimum and maximum project budget. In comparison with time analysis, the data interpretation was based in expert opinion which were used in the triangular distribution. The sum of all activities with risk originated the maximum budget associated with risk, which is 4035 thousand SEK. Like time function analysis, the followed procedures were the simulations for a future analysis and interpretation with a level of significance of 5% and 10%. In the end, the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis tools were used to analyse the activities regarding their risk.

### **3.2.1. Risk analysis of cost with a level of significance of 5%**

Relatively to budget, the estimated value was set between 3750 thousand SEK and 4098 thousand SEK when using a 90% level of significance (annexe VI). In an extreme case, there is an equal 5% probability that the project cost will surpass 4098 thousand SEK, on the other hand, in best case scenario the cost will be below 3750 thousand SEK.

### **3.2.2. Risk analysis of cost with a level of significance of 10%**

When the level of significance is altered from 5% to 10%, the obtained results (annexe VII) give an 80% probability that the total cost can start at 3785 thousand SEK and go up to 4050 SEK. In worst-case scenario there is a 10% probability that the project will excel 4050 thousand SEK. On the contrary, there is a 10% probability that the total budget will sit below the lower estimated value (3785 thousand SEK).

### **3.2.3. Estimated cost analysis with and without risk**

As previously stated, the data used for budget forecast with and without risk is 3763 thousand SEK and 4035 thousand SEK, respectively (annexe VIII). With the obtained results, it was possible to determine an 80.92% probability that cost could be positioned in this interval. In best-case scenario, the total cost will sit below 3763 thousand SEK with a 6.46% probability, while the possibility that the total cost is going to surpass 4035 thousand SEK is nearly double at 12.62%.

### **3.2.4. Tornado Plot Analysis for budget associated with risk**

Activities associated to this function AC1-15, were analysed using the Tornado tool to classify their sensitivity towards the total cost, and the top three are AC3, AC13 and AC5



(annexe IX). For example, if the AC3 activity cost is kept low, the total project cost will be 3935 thousand SEK. On the other hand, if AC3 cost is high, the project implementation cost will surpass 4137 thousand SEK.

### **3.2.5. Spider Plot Analysis for budget with risk**

The analysis conducted by the Spider tool starts by the determination and representation of the balance point in the distribution histogram (annexe X) with a 90% conditional cumulative percentile. This way, it is possible to obtain a more detailed analysis of risk and the contribution of each activity for the total project cost, where the AC3, AC13 and AC5 activities are regarded as the most sensitive in the project.

### **3.3. Discussion**

Previously, the project implementation was estimated that was going to consume 2956 hours, although after the results analysis we can verify the possibility that the AX Parts project can be concluded above the initial estimate which may get to 3163 hours. Having said that, the project manager must have a flexible strategy in consideration in case the project surpasses the estimated budget and subsequently needs the allocation of more resources. They should be prepared for this type of situation so that the project can have a more fluid implementation without constraints and interruptions.

Through the gathered data with the sensitivity analysis, it was possible to verify the volatility of the activities regarding risk. The three identified activities as the most volatile in the time function analysis were AC6, AC9 and AC2, which are associated to the development phase, to the migration and to the requirement specification in the blue print solution and are correlated to each other. These activities, since they are considered the most volatile, need a previous identification to mitigate and control the risk factor, so they deserve a better attention by the people in charge of the project. This information is not only important for the implementation phase, as it is important for future projects which have similar activities.

Relatively to the cost function which was based in 15 activities, it was determined an 81% probability that the project would comply with the initial estimated budget. However, the project manager must have in consideration the fact that the project might exceed the budget (which might get to 4035 thousand SEK), with a 13% probability which is considered a significant value for a good implementation. For a correct initial project phase, the number to consider would be 4035 thousand SEK which would be reconsidered when the project's cash-flows get analysed. Since the value with risk can be superior to the initial estimate, it can turn an otherwise viable investment into a non-viable solution.

There is still a small possibility that the AX Parts project can be kept below the 3763 thousand SEK estimate. This favourable scenario has a nearly insignificant probability of 6.46%, which means that in every 20 implemented projects only one would sit below budget.

The gathered information with the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis tools made the sensitivity analysis regarding the activities possible. The AC3, AC13 and AC5 were identified as most volatile when risk is associated, which means that these activities are the biggest contributors to the final budget determination. Other activities should not lose their importance, but the previously stated ones must be the focus of project managers and respective stakeholders. Despite the information being considered classified it was possible to relate these activities to the blue print solution development, to the related services with the support and structure, and prototype and solution testing.

#### **4. Final Considerations**

Danielson & Khan (2015) study proved that a quantitative risk analysis can be applied to a real project. This has proved to be of great value for Scania CV AB since it was possible to analyse the risk in the financial and operational departments, as the analysed parameters were time and cost, which are intrinsically connected to them.

With the use of the Monte Carlo simulation on this analysis it was possible to establish a better position to identify and interpret the opportunities and threats regarding risk so that the AX Parts project could be implemented. It was also possible to create a hierarchy of the activities that contribute the most towards the overall risk regarding the time and cost function. The activity identified as the most volatile is related to the development of the blue print solution. Therefore, the company increased its sensibility of the risk impact in each department and determined the most fragile activities to comply with the estimated cost and time. If the risk mitigation action is not conducted in the planning or even in the initial phase, the costs can be difficult to monitor and control and could lead to unpredicted expenses.

In the base of this study there were different variables, coefficients and inputs, all susceptible to proportional change by market dynamics, so there is always a need for continuous revision of risk evaluation practices by considering not only external factors but also internal.

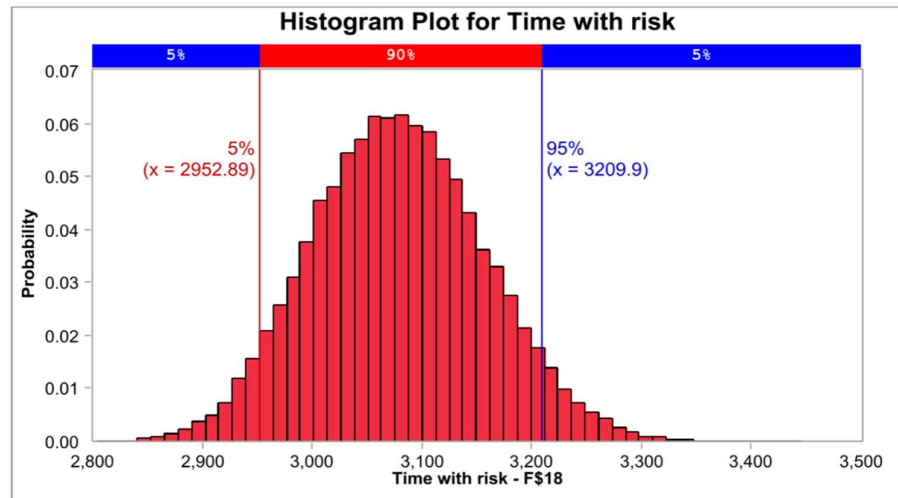
Scania CV AB still benefited from this study because they could map all possible scenarios regarding the risk in the AX Parts project and could therefore, prepare themselves from unpredicted events by creating a backup plan to respond accordingly. It is widely known that one of the major factors for projects failure refers to the absence of analysis regarding all scenarios which leads to a lack of preparation for their implementation.

Having said that, due to this study's singularity, it can't be used for another project, although it proved that if adapted to other contexts, it will have positive impacts in a way that enables the determination of the budget and time necessary which might help the decision-making process made by project managers. This will increase the viability of future projects promoting a better security for investors.

## 5. References

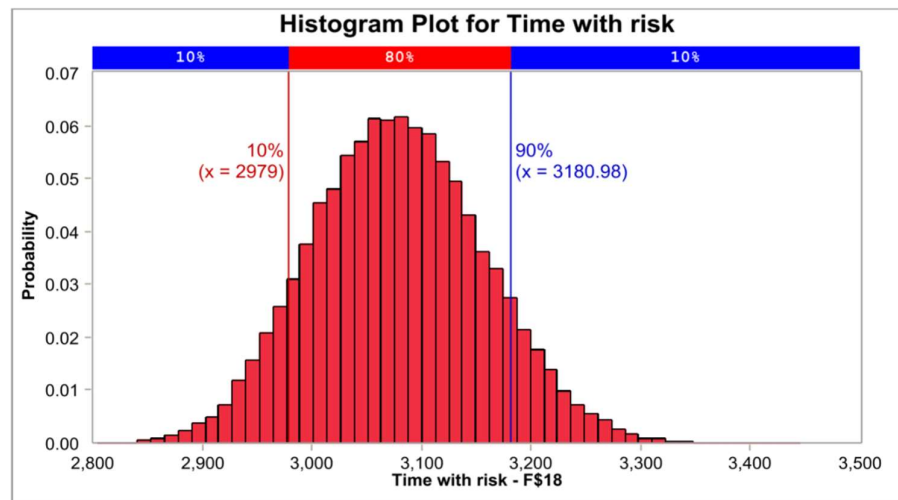
- Atomic Heritage Foundation (18/08/2014). Computing and the Manhattan Project. Consulted in 19/04/2018 from <https://www.atomicheritage.org/history/computing-and-manhattan-project>.
- Bresler, L. (2000). In Metodologias Qualitativas de Investigação em Educação Musical (pp. 5-30). Instituto Politécnico do Porto. Porto, Portugal.
- Danielson, C. and Khan H. (2015). Risk analysis of project time and budget: Case study of AX Parts at Scania CV AB (Monte Carlo Simulation Approach). Stockholm, Sweden.
- Fonseca, P. J. (2002). In Metodologia da Pesquisa Científica (pp. 19-26). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, Brasil.
- Hamby D. M. (1994). A Review of Techniques for Parameter Sensitivity Analysis of Environmental Models (pp. 135-136), Ann Arbor, Michigan, USA.
- Institute Project Management. (2000). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (pp. 127-146), Newtown Square, Pennsylvania, USA.
- Jha. N.K. (2008). Research Methodology, Chandigarh: Abhishek Publications, 2008.
- Kroese, D. P., Brereton, T., Taimre, T., & Botev, Z. I. (2014). Why the Monte Carlo Method is so Important Today. St Lucia, Queensland, Australia.
- Ravetz, J. R. (2010). Sensitivity Analysis in the Context of Quality Assurance. In Procedia Social and Behavioral Sciences 2 (pp. 7590-7591). Institute for Science, Innovation and Society, University of Oxford: Elsevier Ltd. Oxford, United Kingdom.

## 6. Annexes



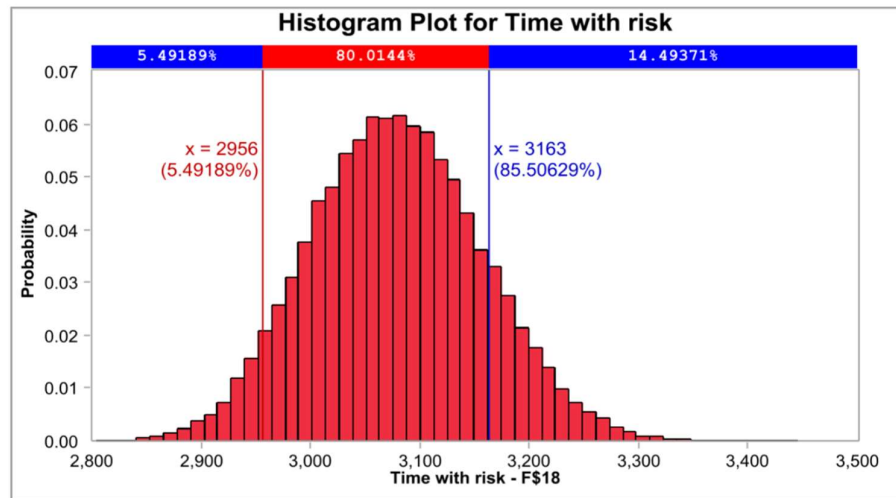
**Annexe I:** Risk Analysis for working hours at 5% level of significance

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



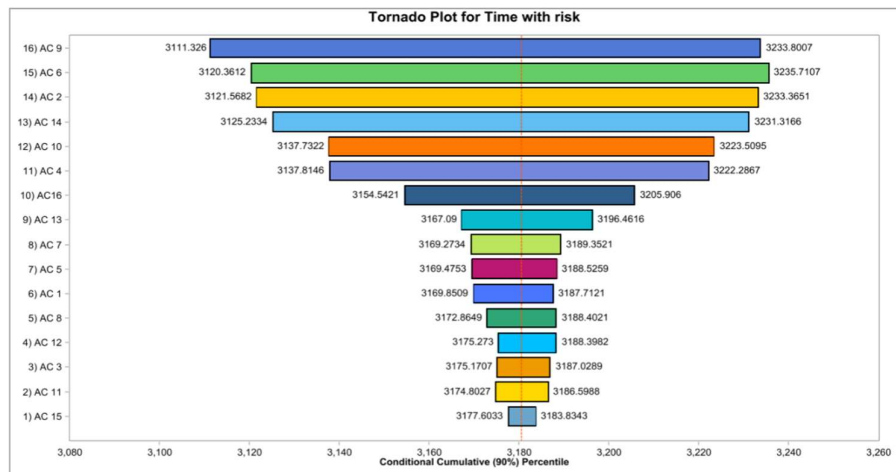
**Annexe II:** Risk Analysis for working hours at 10% level of significance

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



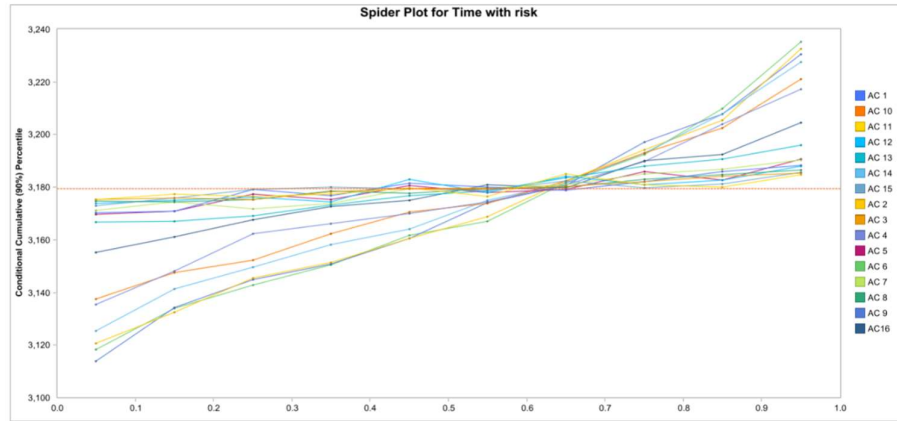
**Annexe III:** Histogram (risk) analysis at estimated and the project time with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



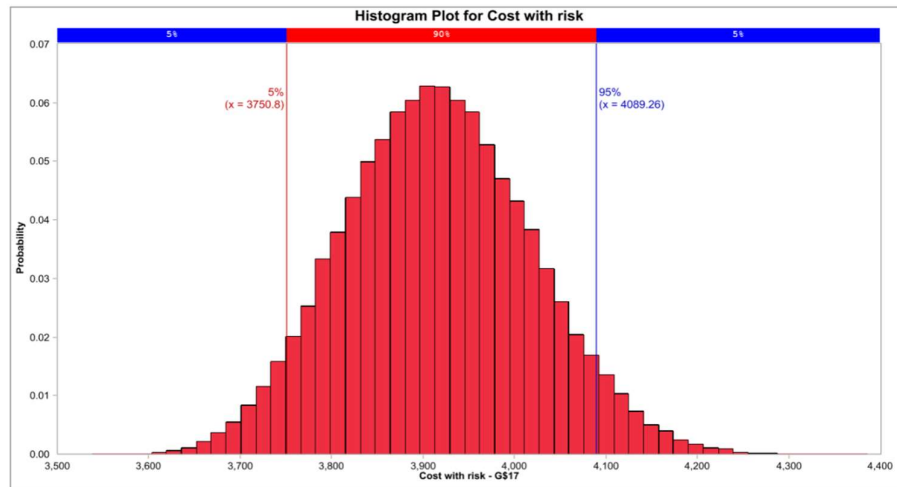
**Annexe IV:** Tornado Plot Analysis for time with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



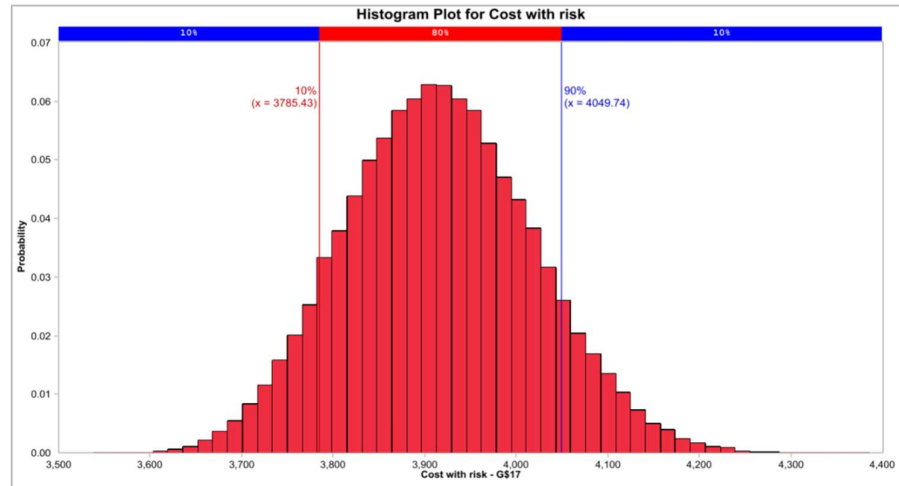
**Annexe V:** The Spider Plot Analysis for time with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



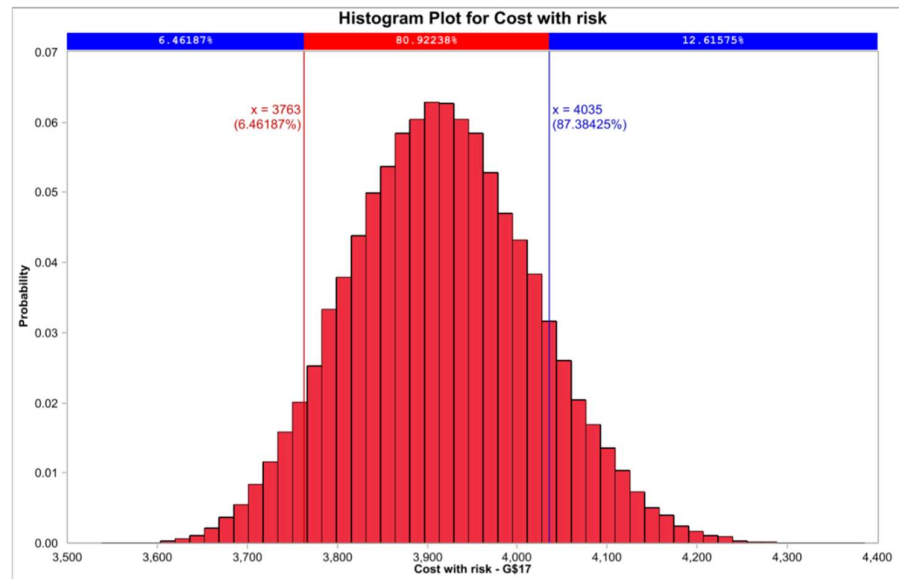
**Annexe VI:** Risk Analysis for budget at 5% level of significance

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



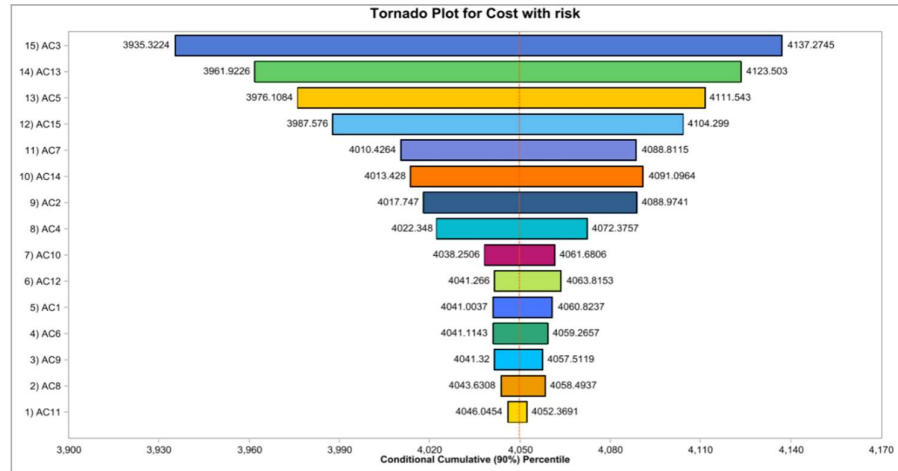
**Annexe VII:** Risk Analysis for budget at 10% level of significance

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



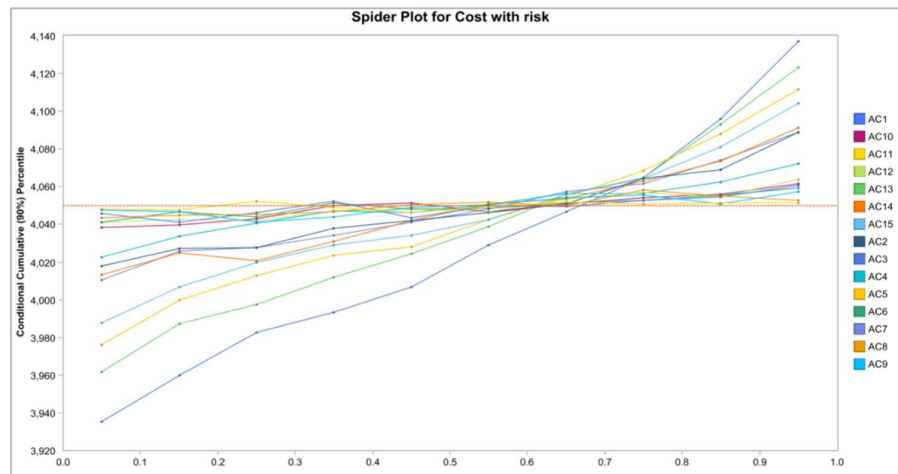
**Annexe VIII:** Histogram (risk) analysis at estimated and the project budget with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



**Annexe IX:** Tornado Plot Analysis for budget with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



**Annexe X:** The Spider Plot Analysis for budget with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



# ANÁLISE DE GESTÃO DE RISCO EMPRESARIAL - CASO DE ESTUDO DE UMA EMPRESA PETROQUÍMICA NO QATAR

*José Nuno Ferreira de Freitas (aluno n.º 2097714)*

20 de junho de 2018

## **Resumo**

A dissertação "Enterprise risk management analysis - Case study of a petrochemical company in Qatar", da autoria de Omar Murtaja e Abdulaziz Al-Wattar (2016), realizada no âmbito de um Mestrado em Gestão na Lund University (Suécia) procura compreender a importância da análise da gestão de risco no processo de tomada de decisão da empresa em análise.

A gestão de risco é considerada pelos autores como um aspeto a ser estudado pela empresa, através do qual os gestores devem analisar e prever cada etapa/decisão, com o propósito de eliminar ou reduzir o impacto dos riscos identificados e, consequentemente, garantir a sustentabilidade da empresa a longo prazo. A gestão de risco segue um procedimento através do qual é feita a identificação, análise (qualitativa e quantitativa), avaliação, resposta e, por fim, um processo de monitorização, controlo e reporte dos riscos.

Com este estudo os autores concluíram que a gestão de riscos é fundamental para permitir às empresas enfrentar os desafios constantes da vida empresarial e, desta forma, estarem melhor preparadas para os desafios enfrentados numa economia cada vez mais global e em constante mudança. O estudo é complementado pela identificação de riscos financeiros hipotéticos a que a empresa estará exposta e com sugestões de ferramentas de finanças computacionais para suportar a quantificação e monitorização desses riscos.

**Palavras-chave:** gestão de risco, risco, ERM, finanças computacionais

U.C.: Finanças Computacionais

3.º ano - 2.º semestre

Licenciatura em Gestão

## Índice

1. Introdução.....	2
2. Revisão de literatura.....	3
3. Metodologia .....	6
4. Aplicação, resultados e análise crítica.....	8
4.1. Gestão de risco na empresa .....	8
4.2. Apetite ao risco na empresa.....	9
4.3. O processo de gestão de riscos na empresa .....	9
4.4. Sugestões dos autores para a gestão de riscos .....	10
4.5. Análise crítica sobre o estudo de caso .....	12
5. Conclusões .....	14
6. Referências bibliográficas .....	15
7. Anexos.....	17

## 1. Introdução

A gestão de risco ganha cada vez mais importância no mundo empresarial face às mudanças inerentes a uma economia cada vez mais global. Qualquer empresa tem como objetivo criar rentabilidade para as partes interessadas e garantir a continuidade do negócio, o que leva a que a tomada de decisões deva ser sustentada por uma análise prévia dos riscos inerentes.

Os autores da dissertação em análise (Murtaja e Al-Wattar, 2016) consideram que "o risco é um aspeto inevitável da vida". O conceito de risco, numa vertente económico-financeira, pode ser definido como "incerteza futura sobre o desvio dos ganhos ou resultados esperados, medindo a incerteza que um investidor está disposto a assumir para obter um ganho de um investimento" ou "a probabilidade de que o retorno real num investimento seja menor do que o retorno esperado". No mundo empresarial, os riscos e os seus impactos têm um papel decisivo na determinação da continuidade da empresa e é importante perceber se é aceitável estar exposto a determinado risco ou se este deve ser evitado. Como tal, a gestão destes riscos é extremamente relevante no processo de tomada de decisão de uma empresa na medida em que permite eliminar ou reduzir o impacto da sua materialização.

A pesquisa realizada pelos autores da dissertação visou realçar a importância da gestão do risco empresarial em empresas do Qatar, sendo este um fenómeno de crescente relevância em países em rápido crescimento. Como tal, a análise inclui um caso de estudo sobre uma empresa na área da petroquímica localizada no Qatar. O objetivo dos autores da dissertação é desenvolver um plano de gestão de risco para uma amostra de três riscos a que a empresa está sujeita e avaliar os processos a seguir pelo departamento de gestão de risco. De uma forma geral, e de acordo com os autores da dissertação, o objetivo será encorajar as empresas que operam em países em crescimento a estabelecer departamentos de gestão de risco com capacidade de identificação de riscos e de construção de planos adequados e atempados, na medida em que um bom entendimento dos riscos será uma fonte de vantagem competitiva para a empresa.

Para atingir os objetivos genéricos acima descritos, são colocadas duas questões de pesquisa: (i) "Como identificar, avaliar e tratar riscos, de acordo com o quadro de gestão de risco corporativo na empresa?" e (ii) "Quais as sugestões para tratamento de diferentes riscos para evitar falhas na empresa selecionada?".

Os objetivos específicos a que os autores da tese se propõem são: (i) estabelecer uma compreensão clara de gestão de risco corporativo num quadro teórico geral; (ii) definir o quadro atual de gestão de risco corporativo da empresa selecionada, utilizando os dados retirados do departamento de gestão de risco da empresa; e (iii) sugerir um plano de gestão de risco para três tipos de impacto (Severo, Médio e Alto), dando exemplos de como tratar riscos por parte da empresa.

Este trabalho procura explicar, de forma sucinta, a visão dos autores da dissertação acerca da gestão de risco corporativo, apresentando os métodos utilizados e os resultados e conclusões que os mesmos alcançaram. Para isso, é apresentada uma revisão bibliográfica das referências enunciadas e de outras consideradas importantes para o tema, assim como uma abordagem dos métodos com base no quadro teórico e da metodologia utilizada com base no caso de estudo em análise. Este trabalho é também dotado de análise crítica às várias partes da dissertação, tendo como referência a literatura existente e apresentando soluções adicionais para a gestão de risco da empresa selecionada.

## **2. Revisão de literatura**

A importância da gestão de risco é explicada pelos autores da dissertação através do exemplo do incidente ocorrido com os navios da *British Petroleum* (BP), em 2010, no Golfo do México, conhecido como *Macondo blowout*. De acordo com Azwell et al. (2011), este incidente ocorreu devido à falta de processos de gestão de risco no apoio à tomada de decisão por parte da BP, o que, aliado ao facto de esta empresa pretender uma redução de custos e de tempo, foram fatores que contribuíram para a ocorrência deste desastre. Como consequência do incêndio após a explosão, verificaram-se perdas humanas (onze mortos) e também numerosos danos para a empresa, assim como um grande desastre ambiental com cerca de cinco milhões de barris de petróleo despejados no Golfo do México. Após este grave episódio, a BP decidiu implementar procedimentos de avaliação mais rigorosos de forma a perceber quais os perigos envolvidos e prevenir a ocorrência de acidentes semelhantes no futuro.

De acordo com os autores da dissertação e com referência a Sadrove (2015), o conceito de gestão de risco surgiu por volta de 2100 a.c. quando um tipo de seguro foi estabelecido para

cobrir casos em que os navios e a sua carga eram perdidos no mar. Estas medidas de gestão de risco perduraram até às décadas de 1960 e 1970, onde as seguradoras incentivavam a implementação de procedimentos de segurança no local de trabalho para reduzir o número de sinistros, o que levaria a uma redução de potenciais perdas. Após este período identificado como "primeira era da gestão de riscos", durante as décadas de 1970 e 1980, ocorreu a "segunda era da gestão de riscos", período caracterizado pela introdução e implementação da garantia de qualidade dos produtos. A terceira era da gestão de risco ocorreu em 1995 com a introdução do primeiro padrão universal apresentado pela *Standards Australia*, AS/NZS 4360:1995, e com a introdução do padrão do Canadá, CAN/CSA-Q850-97. De acordo com Sadrove (2015), esses padrões expandiram o âmbito dos riscos tradicionais associados às empresas para abordar preocupações associadas a riscos empresariais.

A gestão de risco corporativo e a gestão de risco tradicional foram abordadas por Razali e Tahir (2011) quando analisados diferentes autores. De acordo com o *Casualty Actuarial Salarity* (2003), a gestão de risco corporativo tem como objetivo aumentar "o valor da organização para os seus *stakeholders*", avaliando, controlando, explorando, financiando e monitorizando os riscos de todos os departamentos da empresa. Por outro lado, a gestão de risco corporativo é definida por Lam (2000) como uma integração da gestão dos riscos em diferentes aspetos, tais como crédito, mercado, operacional, económico e transferências para maximizar o valor da empresa. Para Alvinunessen e Jankensgard (2009), o risco que afeta os fluxos de caixa futuros de uma empresa é universal e, quando conhecido, permite à equipa de gestão aceder à probabilidade e impacto dos mesmos baseados nos objetivos da empresa.

De acordo com Connell (2005), o Comité das Organizações Patrocinadoras da Comissão Treadway (COSO) desenvolveu, durante a década de 1990, um quadro integrado para ajudar as empresas a melhorar os seus sistemas de gestão de risco. O COSO definiu gestão de risco corporativo como "um processo afetado pelo conselho de administração, gestão e outro pessoal da entidade, aplicado na definição de estratégia e em toda a empresa, projetado para identificar potenciais eventos que podem afetar a entidade e gerir riscos para que se mantenham dentro do seu apetite ao risco, no sentido de fornecer uma garantia razoável de realização dos objetivos da entidade" (COSO, 2004; Connell, 2005). Segundo os autores da dissertação, o quadro desenvolvido pelo COSO foi criticado por Rims (2011), por este não considerar a "análise das causas ou a resiliência e sustentabilidade do negócio" em algumas

atividades, defendendo que as empresas que implementam o COSO devem considerar técnicas adicionais de gestão de risco para identificar e melhorar as lacunas desse quadro.

De acordo com os autores, a gestão de risco agrega dois tipos de risco de negócio: riscos não-empresariais (e.g. incêndios, poluição, fraude) e riscos empresariais (e.g. construção de uma nova fábrica, lançamento de um novo produto, aquisição de outra empresa). Enquanto os impactos das catástrofes podem ser cobertos através de seguros, os riscos empresariais requerem uma estrutura de gestão que elimine ou reduza o impacto destes.

Grace et al. (2010) introduziu uma abordagem moderna que permite a gestão de vários riscos em simultâneo através da avaliação, quantificação, financiamento e gestão de risco.

Purdy (2010) ressalva a importância da identificação (em linha com o seu valor para a empresa), análise (estudo sobre as causas de incerteza, e.g. fluxos de caixa futuros e probabilidade de sucesso de um projeto), avaliação (quantificar o impacto potencial de cada risco), resposta (ações para mitigar ou fazer face ao risco) e monitorização, controlo e reporte do risco.

Os autores distinguem a análise de risco entre métodos qualitativos e quantitativos. Os métodos qualitativos envolvem usualmente *brainstorming*, questionários, entrevistas e opiniões de especialistas. Como resultado destas iniciativas, Yoe (2011) propõe a aplicação de uma notação a cada risco (e.g. alto, médio, baixo e nulo). A análise quantitativa permite identificar a probabilidade de ocorrência de um determinado risco e as potenciais consequências através da expressão numérica do risco. Yoe (2011) sugere a aplicação de simulações computacionais na análise dos riscos e das suas consequências, em particular a simulação de Monte Carlo na medida em que esta permite incorporar uma vasta seleção de diferentes cenários.

Hancock (2015) propõe a criação de uma escala de notação de risco de acordo com o impacto potencial de cada um, que varia entre 1 (impacto muito baixo) e 5 (impacto catastrófico / muito elevado).

### **Análise crítica sobre a revisão de literatura**

A revisão de literatura do estudo em análise é exaustiva na definição de gestão de risco corporativo e na sua evolução ao longo do tempo. No entanto, não realça a importância da definição de um detalhado apetite ao risco nem descreve em detalhe os vários métodos e

ferramentas de gestão de risco. Nomeadamente, seria útil identificar as técnicas de quantificação do risco tal como exemplificado pela *Protiviti*, uma consultora de risco que publicou um guia sobre gestão de risco corporativo (e.g. análise de indicadores de risco, análise de discrepâncias face a empresas comparáveis, modelos de notação de risco, análises de sensibilidade, análises de *stress*, *Value-at-Risk*, análise de cenários, medidas de desempenho ajustadas ao risco, metodologias de otimização do *portfolio*).

Adicionalmente, a revisão de literatura atribui bastante importância ao impacto resultante da materialização de um determinado risco sem referir explicitamente a importância da sua probabilidade de ocorrência e materialização.

### **3. Metodologia**

Os autores realizaram um estudo sobre uma empresa do Qatar que opera na área da petroquímica com o intuito de analisar a gestão de risco e a sua importância no processo de tomada de decisão. Após análise dos dados recolhidos, os investigadores sugerem um plano de medição do risco para ajudar a empresa a mitigar possíveis falhas futuras de um certo projeto e a reduzir a probabilidade da sua ocorrência.

Os autores seguem uma estratégia flexível, baseando-se em métodos qualitativos para fornecer análises de dados detalhadas e aprofundadas e observações claras de vários aspetos, o que é refletido no foco de identificação, avaliação e tratamento de riscos (Bryman & Bell, 2007). De acordo com Somekh e Lewin (2005), a utilização de casos de estudo enriquece a descrição da pesquisa e apoia os resultados alcançados, aprofundando a compreensão dos leitores e ampliando a possibilidade de futuras pesquisas.

Os dados foram recolhidos através da documentação disponibilizada pela empresa, tendo a tese sido elaborada com recurso a informação primária e secundária. Um dos autores visitou a empresa e observou a estrutura do seu departamento de gestão de risco. Foram ainda realizadas entrevistas informais com representantes do departamento em análise, a fim de saber como o risco é tratado, desde a sua identificação até ao seu tratamento. A informação secundária foi obtida através de relatórios de risco do terceiro trimestre de 2015 e de critérios

de avaliação implementados pelo departamento de gestão de risco corporativo (ERM) da empresa.

Os autores aplicaram o processo de análise de risco em três exemplos dos dados recolhidos com diferentes níveis de severidade e categoria com o intuito de clarificar o processo de avaliação de risco. O primeiro é um risco de conformidade com os prazos definidos, com o título "Risco de Cronograma" que avalia a incapacidade de cumprir com os prazos do projeto, o que resulta em custos adicionais e perdas financeiras. O segundo é um risco estratégico com o título "Unidade Centralizada de Monitorização" que avalia a ausência de uma unidade centralizada para o controlo de excedentes de projetos, o que pode resultar em custos desnecessários e/ou atrasos no projeto. O último risco selecionado é operacional, com o título "*Design* de Projeto" e avalia o seu desenho inadequado, o que pode conduzir a ineficiências do projeto, aumento de custos e incapacidade de alcançar os objetivos do mesmo.

A análise dos dados é feita pelos autores relacionando as variáveis de acordo com a Matriz de Classificação de Risco. Os autores reconhecem explicitamente que a estrutura de gestão de risco em análise não pode ser generalizada para outras empresas com diferentes características. No entanto, a análise do processo de gestão de risco pode ser usada como referência. Adicionalmente, os dados foram retirados de documentos não oficiais e não foi permitido realizar entrevistas formais com colaboradores.

### **Análise crítica sobre a metodologia**

Os autores não descrevem exatamente o processo de tratamento de dados e de que forma validaram a confiabilidade da informação recolhida. Este ponto é crítico por dois fatores: a validade do estudo pode ser comprometida por falta de credibilidade dos dados e qualquer modelo de gestão de risco corporativo deve ser baseado numa robusta estrutura de dados. Adicionalmente, o estudo de caso devia dar maior relevância à identificação, quantificação e controlo de riscos financeiros, na medida em que esses serão porventura os que maior impacto terão na empresa em análise.



#### 4. Aplicação, resultados e análise crítica

O caso de estudo começa com a análise do quadro atual de gestão de risco adotado pela empresa selecionada e é seguido pelo processo de como identificar, avaliar e tratar riscos com diferentes níveis de severidade. Segundo referências dos autores, todos os dados têm origem em fontes internas da empresa e o estudo é complementado por observação direta de um dos pesquisadores. Devido a restrições legais da empresa, todos os nomes são anónimos, incluindo o nome da empresa.

Para além da gestão das reservas de gás do país, a empresa expandiu-se como produtora de fertilizantes e outros produtos químicos. Atualmente a empresa é detida em 70% pelo governo e em 30% por acionistas estrangeiros. Considerada uma das maiores produtoras do mundo na área da petroquímica, a empresa procura agora a produção de outros tipos de produtos para minimizar os impactos ambientais. A intenção de expandir o negócio aumenta a importância da gestão de risco.

##### 4.1. Gestão de risco na empresa

O conceito de ERM foi inicialmente introduzido na empresa em 2010 com o objetivo de aumentar o foco da gestão, de acordo com a visão da empresa de expansão local e internacional. O departamento de gestão de risco foi criado para ter responsabilidades pela gestão geral dos riscos dentro da empresa. Este é também responsável pela antecipação e minimização de todo o tipo de riscos dentro da empresa, tais como riscos de *compliance*, financeiros, estratégicos e operacionais. Após a deteção do risco, o departamento deve implementar um plano de ação adequado para reduzir ou eliminar o mesmo, para além de monitorizar e controlar para permitir mudanças futuras. Esta estrutura de gestão procura também que a propriedade do risco seja atribuída em tempo útil, que os planos de comunicação sejam claros e apropriados, que os recursos sejam devidamente alocados e que existam práticas de formação.

A comunicação efetiva entre os comités chave e o coordenador do ERM é fundamental para a gestão eficaz dos riscos. Os "risk champions" e proprietários de risco são representantes de cada departamento e são responsáveis por participar no processo de gestão de risco e reporte à

função do ERM trimestralmente. Estes são também responsáveis por determinar os proprietários dos riscos, além de propor estratégias para tratamento dos mesmos. No entanto, os "risk champions" devem implementar e monitorizar a gestão de riscos, apoiando a implementação do processo, sendo ambos responsáveis por garantir que este processo é compreendido em todos os departamentos. A determinação de responsabilidades e respetivas tarefas estão resumidas nas Figuras 3 e 4 dos Anexos.

#### **4.2.   Apetite ao risco na empresa**

O comité de risco executivo discute os objetivos da organização e determina a que nível empresa está exposta em relação à sua capacidade de assumir riscos. A empresa procura identificar os riscos potenciais que podem afetar o alcance dos objetivos, assim como as exposições aos riscos de tolerância zero (e.g. risco de *Compliance*). A empresa procura, por exemplo, identificar o nível máximo de risco que pode suportar tendo em conta a sua estrutura de capital. De seguida, considera a margem necessária para absorver as perdas potenciais e define o apetite ao risco através de métricas (e.g. intervalos de tolerância). Por fim, a empresa deve monitorizar o intervalo de tolerância e as métricas associadas de maneira contínua como parte do processo estabelecido na estrutura de gestão de risco. A Figura 1 dos Anexos apresenta o nível de apetite ao risco no que respeita a duas categorias: Produção e Segurança, Ambiente e Qualidade.

#### **4.3.   O processo de gestão de riscos na empresa**

Os "risk champions", juntamente com os proprietários do risco e outros representantes do departamento, debatem e documentam todos os riscos relevantes que poderão ter impacto sobre os seus objetivos.

Cada risco será avaliado com base na Matriz de Critérios de Avaliação de Risco (RACM), selecionada com base na declaração de apetite ao risco para determinar o nível inerente. No processo de avaliação qualitativa, a classificação de impacto de cada risco será avaliada. Na empresa, essa avaliação considera como qualquer risco pode afetar o objetivo corporativo, a reputação, a produção, a interrupção dos serviços, os regulamentos da empresa ou a saúde, a

segurança e o meio ambiente (HSE). A probabilidade é frequentemente medida por métodos objetivos baseados em programas de análise de engenharia ou através da experiência passada da empresa ao longo dos anos (Cryptologic Systems Group, 2007).

A classificação de risco inerente é uma combinação das classificações selecionadas de probabilidade e impacto, que são mapeadas na matriz de classificação mostrada na Figura 2 dos Anexos. Esta matriz de classificação é projetada com base na estrutura integrada do COSO (2004) para avaliar o risco, como mencionado anteriormente na revisão de literatura.

Uma vez que o nível de risco inerente é avaliado, a eficácia dos controles existentes será determinada com base em uma matriz de efetividade do controle (CEF), que avalia a capacidade da sua mitigação dos controles existentes. Ao determinar a eficácia geral do controle, o nível de risco residual é avaliado. Assim, a classificação de risco residual será uma combinação das classificações de probabilidade residual e de impacto residual, que são novamente mapeadas na matriz de classificação considerando os controles existentes. O risco inerente resulta do produto entre o impacto e a probabilidade de ocorrência de um determinado risco. Tanto o impacto como a probabilidade são classificados numa escala de 1 a 5. A RACM é representada através de um mapa de calor que permite identificar as áreas de risco mais elevados e que, por consequência, requerem uma gestão que permita a sua redução para níveis aceitáveis.

Dependendo da notação da RACM, o plano de gestão pode ser a aceitação do risco, a mitigação/gestão do risco para reduzir o impacto/probabilidade ou a transferência do risco (e.g. através de um seguro).

#### **4.4. Sugestões dos autores para a gestão de riscos**

Para além de apresentar o caso de estudo, os autores procuram também identificar um plano de gestão adequado para os três riscos selecionados.

O primeiro é relativo à incapacidade de cumprir o cronograma do projeto, que foi classificado como de elevado risco. De acordo com Venkataraman & Pinto (2011), as principais características que delineiam um projeto bem-sucedido são a gestão eficiente de custos e a criação e o aumento do valor. Estas características-chave irão desenhar o quadro completo

para as partes interessadas do projeto na compreensão das atividades e capitais necessários para alcançar os objetivos do mesmo. Além disso, permitirá que eles entendam as despesas necessárias para concluir o projeto, além de satisfazer a procura do cliente (Venkataraman e Pinto, 2011). A monitorização requer supervisão, verificação, observação e determinação do estado de um certo risco. Essa verificação contínua permite identificar quaisquer alterações do nível de desempenho desejado ou esperado. A monitorização é realizada pelo coordenador de ERM, que apresenta trimestralmente ao comité de risco executivo o relatório consolidado que inclui os planos de gestão de risco. Após a aprovação deste registo pelo comité executivo, o coordenador do ERM deve agendar reuniões com os proprietários e os “risk champions” do respetivo departamento. Após essa reunião, o proprietário do risco terá que implementar todos os planos de gestão aprovados dentro do cronograma acordado e reportar à função de ERM periodicamente. O principal requisito para o sucesso do projeto e para o cumprimento do cronograma do projeto é a utilização de uma abordagem de equipa, com a representação das partes interessadas do projeto, nomeadamente o cliente, a equipa de projeto, os responsáveis pela implementação do projeto e todos os potenciais operadores. Essa equipa deve concentrar-se nos objetivos finais, visando áreas que maximizem o benefício e o valor. Finalmente, a equipa deve ser liderada por um gestor de projetos qualificado e orientado para os resultados.

O segundo é relativo à ausência de uma unidade centralizada para utilizar excedentes de projetos diferentes que podem resultar em custos desnecessários para o projeto e foi categorizado como de baixo risco. Assim, o plano de gestão pode ser uma aceitação do risco, na medida em que não é expectável que afete o projeto. No entanto, a probabilidade de ocorrência deste risco é alta mesmo que ele caia na zona verde do mapa de calor e, portanto, deve ser desenvolvido um plano de gestão e monitorização. Alguns dos materiais excedentes podem ser vendidos a outras empresas e considerados como transferência de risco, o que pode evitar uma desvalorização dos produtos com uma perda financeira para a empresa (Flouris e Lock, 2012).

O terceiro risco selecionado é o inadequado *design* de projeto, classificado como risco médio, na medida em que pode levar a ineficiências no projeto, aumento de custos e incapacidade de atingir os objetivos. O impacto dos erros no projeto foi classificado como moderado no registo de riscos, na medida em que poderá resultar em entregas incorretas ou insuficientes do projeto, mas não em elevadas perdas financeiras ou suspensão do projeto. O plano de gestão

sugerido para evitar erros no projeto é o seguinte: investigação adequada do local antes de iniciar o projeto, envolvimento dos profissionais experientes em todo o processo de *design*, aperfeiçoamento da comunicação entre a equipa de *design*, planeamento, controlo e monitorização do processo de *design* e atribuição de tempo suficiente para implementação das melhorias no *design*.

#### **4.5. Análise crítica sobre o estudo de caso**

O estudo em análise tem o mérito de dissertar sobre um caso real e de apresentar o resultado de uma interação direta com os responsáveis pela gestão de risco de uma grande empresa local. Essa oportunidade de interagir com intervenientes ativos desse processo não resultou, no entanto, numa análise exaustiva sobre as principais fases do processo de gestão de risco, nomeadamente a identificação, a quantificação, a monitorização e o controlo. Para a temática de finanças computacionais, é particularmente interessante perceber de que forma é possível modelar, quantificar e monitorizar os riscos de uma empresa, em particular os riscos financeiros. Neste sentido, procura-se de seguida apresentar possíveis riscos financeiros da empresa em análise e de que forma a sua gestão eficaz pode ser potenciada.

- **Identificação do risco**

A empresa deve ter uma estrutura de gestão interna que permita identificar os riscos com maior probabilidade e impacto de ocorrência. Como tal, em particular para riscos financeiros, deve identificar que fatores influenciam a geração de resultados. Uma empresa com atividade no Qatar e especializada na gestão de reservas de gás e na indústria petroquímica está sujeita, por exemplo, aos seguintes riscos: risco do país (uma crise económica ou a deterioração das relações diplomáticas com países vizinhos pode reduzir a procura pelos produtos da empresa), risco de mercado (variações de preços das matérias-primas e dos produtos vendidos impactam diretamente os resultados da empresa), risco operacional (falhas operacionais podem comprometer seriamente o produto final) e risco de reputação (uma ocorrência com impacto ambiental negativo pode comprometer a perceção pública sobre a empresa). A identificação de riscos e a sua materialidade podem basear-se, por exemplo, em análises de sensibilidade

que permitam quantificar o impacto na conta de resultados se cada um dos riscos se materializar individualmente.

- **Quantificação do risco**

Sendo muitos dos riscos acima descritos quantificáveis, técnicas de modelização de risco devem ser utilizadas para a sua mensuração. Em particular, o risco de mercado pode ser mensurado através de modelos de *Value-at-Risk* que quantificam a perda máxima com um determinado nível de confiança. Para a utilização desta métrica, a empresa deve ter sistemas informáticos que permitam obter informação instantânea sobre preços de mercado. A sua implementação requer sistemas robustos que processem esses preços e permitam identificar os fatores de risco e o seu impacto na conta de resultados. Não sendo uma ferramenta robusta para o tratamento de bases de dados de grandes dimensões, uma simples ferramenta de Excel permite, por exemplo, calcular o *Value-at-Risk* com estimações baseadas em dados históricos ou em simulações de Monte Carlo. Esta quantificação é particularmente relevante para estabelecer limites internos em linha com o apetite ao risco.

- **Monitorização e controlo do risco**

O controlo, mitigação e delineamento de ações para gestão de riscos requer uma monitorização contínua e efetiva pela função de risco da empresa. Esta monitorização é facilitada caso os sistemas permitam controlar continuamente a evolução e magnitude dos riscos, nomeadamente através de indicadores financeiros. Por exemplo, se um determinado risco de mercado estiver muito perto do limite de apetite ao risco, o sistema de monitorização deve informar a função de gestão de risco e esta pode, entre outras medidas, iniciar contratos de cobertura que permitam reduzir essa exposição. Um efetivo controlo de risco deve ainda garantir o reporte regular às funções responsáveis pela tomada de decisão na empresa.

## 5. Conclusões

O objetivo da dissertação é analisar a estrutura de gestão de risco corporativo adotada por uma empresa petroquímica do Qatar selecionada para o estudo de caso. A gestão de risco corporativo permite uma avaliação contínua dos riscos inerentes ao negócio com o intuito de proteger o valor da empresa.

O negócio da empresa petroquímica está potencialmente exposto a variados riscos, incluindo riscos específicos da indústria do petróleo e do gás. A empresa reconheceu que a adoção de uma eficiente gestão de risco empresarial é crucial para um crescimento continuado. Para que tal aconteça, é fundamental a criação de políticas, procedimentos e estruturas robustas. Estas estruturas devem ser descentralizadas e devem assegurar uma correta identificação, análise, quantificação, tratamento, monitorização e reporte de riscos.

O estudo em análise procurou identificar métodos efetivos de gestão dos riscos a que a empresa se encontra exposta e possibilidades de monitorização das respetivas causas. Estes métodos estão em linha com a COSO *framework* (2004) e estão alicerçados no tratamento do risco em linha com o nível de severidade e respetivo impacto no negócio da empresa.

Como forma de complementar o estudo em análise, são também apresentados riscos hipotéticos a que a empresa pode estar exposta. A principal contribuição para o enriquecimento do trabalho é a apresentação de sugestões para uma gestão efetiva desses riscos em linha com as potencialidades oferecidas no campo das finanças computacionais.

## 6. Referências bibliográficas

- Dissertação em análise: Murtaja, O., Al-Wattar, A. 2016. Master's Dissertation: Enterprise Risk Management – Case study of a petrochemical company in Qatar. Lund University.
- Alviunessen, A., & Jankensgård, H. 2009. Enterprise Risk Budgeting: Bringing Risk Management Into the Financial Planning Process. *Journal of Applied Finance*, 19(1/2), 178-190.
- Azwell, T., Blum, M.J., Hare, A., Joye, S., Kubendran, S., Laleian, A., Lane, G., Meffert, D.J., Overton, E.B., Thomas III, J. and White, L.E. 2011. The Macondo blowout environmental report. Deepwater Horizon Study Group Environmental Report.
- Bryman, A. and Bell, E. 2007. *Business Research Methods*, Oxford University Press.
- Casualty Actuarial Society (CAS). 2003. Overview of Enterprise Risk Management. Disponível em: <https://www.casact.org/area/erm/overview.pdf>
- Connell, P. M. 2005. *Measuring Operational Risk Management Systems*.
- COSO Enterprise Risk Management. 2004. *Integrated Framework: Application Techniques*. Committee of sponsoring organizations of the treadway commission.
- Cryptologic Systems Group. Julho de 2007. *CPSG Risk Management Implementation Guide*, Version 1.2.
- Flouris, T.G. and Lock, M.D. 2012. *Managing Aviation Projects from Concept to Completion*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Grace, M.F., Leverty, J.T., Phillips, R.D., & Shimpi, P. 2015. The Value of Investing in Enterprise Risk Management. *Journal of Risk and Insurance* 82.2: pp. 289-316.
- Hancock, B.V. 2015. *Survey of Risk Assessment Practices*. Enterprise Risk Management Initiative, North Carolina State Poole College of Management.
- Lam, J. C. 2000. *Enterprise-Wide Risk Management and the role of the Chief Risk Officer*.
- Protiviti Independent Risk Consulting. *Guide to Enterprise Risk Management FAQ*
- Purdy, G. 2010. ISO 31000: 2009 - setting a new standard for risk management. *Risk analysis*, 30(6), pp.881-886.
- Razali, A.R. and Tahir, I.M. 2011. Review of the literature on enterprise risk management. *Business Management Dynamics*, 1(5), pp.08-16.
- Rims (2011). *An overview of widely used risk management standards and guidelines*.
- Sadrove, M.K. 2015. *The complete guide to business risk management*. Ashgate Publishing, LTD
- Somekh, B. And Lewin, C. Ed. 2005. *Research Methods in the Social Sceiences*. London: Saga.



Venkataraman, R.R. and Pinto, J.K. 2011. Cost and value management in projects. John Wiley & Sons.

Yoe, C. 2011. Principles of risk analysis: decision making under uncertainty. CRC press.

<https://economictimes.indiatimes.com/definition/risk>

<http://www.businessdictionary.com/definition/risk.html>

## 7. Anexos

Figura 1 – Appetite ao risco da empresa (ajustado de dados da empresa, 2016)

Area	Risk Appetite
Production	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ The Company has a <b>low</b> appetite for production losses and deviations from production targets.</li> <li>➤ The company has <b>no tolerance</b> for decrease in production targets by more than five percent (5%).</li> </ul>
Safety, Environmental, and Quality	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ The Company has a <b>very low</b> appetite for plant operations that compromises safety, security, and environmental requirements.</li> <li>➤ The company has <b>zero tolerance</b> for any incidents or accidents that lead to fatality and multiple serious injuries.</li> </ul>

Figura 2 – Matriz de Classificação de Risco (ajustado de COSO, 2004)

		Likelihood				
Impact		1	2	3	4	5
	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

**Figura 3 – Descrição de símbolos para cada tarefa (ajustado de dados da empresa, 2016)**

Symbol	Job	Job Description
R	Responsible	Responsible for performing the activity
A	Accountable	Accountable for making the business decision and its outcome or delegating specific tasks to other employees or teams
C	Consulted	Consulted for inputs and feedback
I	Informed	Informed of the final result, task completion or deliverable distribution
F	Facilitate	Facilitate the performance of the activity or task
M	Monitor	Monitors to ensure that the activity is being addressed

**Figura 4 – Responsabilidades e tarefas (ajustado de dados da empresa, 2016)**

Process	Risk Owners/Risk champions	ERM coordinator	Executive Risk Committee
Risk identification	A & R	C & F	I
Risk analysis	A & R	C & F	I
Risk evaluation	A & R	C & F	I
Risk treatment	R	C & F	A & M
Risk monitoring	R	C & F	A & M
Risk reporting	R	A & R	M & I



## **CRITICAL REVIEW ON THE GRADUATION THESIS BY STEFAN THORÉN: “A MONTE CARLO SOLVER FOR FINANCIAL PROBLEMS”**

*Leonardo Ruben Ramos Gonçalves, n° 2022708*

*([leoges1989@gmail.com](mailto:leoges1989@gmail.com))*

*Computational Finances - João Manuel Marcelino Dias Zambujal de Oliveira*

### **Abstract**

In this critical review we will study the way the author designs the software for the Monte Carlo simulation which facilitates the simulation of many different kinds of stochastic processes. The Monte Carlo simulation is one of the most important tools used nowadays in all the financial dimension. We will focus our attention in the particular case which we can take advantage of the simulation for the pricing of complex financial derivatives. Pricing derivatives are like a “little world” inside the complex financial context. And as our world, it’s continuously changing and growing. In the light of this issue, the author tries to suggest a universal software for Monte Carlo simulation that will allow all financial players to save time, effort and mostly money, when acting on pricing the derivatives. First I will introduce some of the applications of the Monte Carlo simulation on the finances, then, and most specifically, the advantages of its use on pricing derivatives. After, I’m going to point out the methodology used by Stefan Thorén to conduct this thesis and all the respective results. Last but not least, I’m going to make my own critical review on the method used.

**Key words:** Monte Carlo simulation; Financial dimension; Pricing derivatives.

### **Introduction**

From the author point of view, the implicit need on the use of Monte Carlo simulations for financial derivatives was that it had to evaluate a vast variety of different derivatives to satisfy another more vast variety of customer’s wants and needs. To attend such specification, it’s very important that the software allows customer to strictly specify their own conditions about use and research. This flexibility in defining the model themselves it’s one of the features that creates value for the customer. It also applies to the complex issue of the pay-off rules, in the way that it allows them to define if they desire the rules of the European calls or the ones of knock-in/out, and many others. Following this underlying philosophy, the author, also tries to

simplify variance reduction techniques by allowing the costumer to apply different methods of it.

The main purpose of the author thesis is to design and implement prototype software for Monte Carlo simulations of financial derivatives considering the conditions specified above. We will also pay attention to the author segmentation of this software users, more specifically: developers (extendedly used for create work spaces for traders) and users (traders and sales staff that use the workplace created by developers).

In this critical review I intend to proportionate the reader with all the methodology used by the author to create this special feature for the software “Monte Carlo simulation”, along with the results obtained by him. After which, I’ll make my own critical review based on scientific theories and reports that I find much pertinent for the case in question.

## **1. Bibliographic Review (Theory)**

This chapter contains some fundamentals awareness’s about theoretical framework on financial derivatives and Monte Carlo simulation’s.

### **1.1. Derivatives**

We consider a derivative to be a financial contract that derives its value from an underlying asset. The buyer agrees to purchase the asset on a specific date at a specific price. As a normal contract, it’s made between minimum two parties in which all rights and obligations are pointed out. This derivatives cannot be used for abstract things as rainstorms or air, for example, but often for commodities such as gasoline, oil or gold.

Academia Montepio Trader has pointed out that the risk of the market associated to the variations in the interest rates, exchange rates, stock quotes, inflation and the credit risk, can and should be covert by financial derivatives. They even allow the arbitrary and speculation strategies in the way that they take advantage of so characteristic market volatility using an important mechanism called “leverage of financial assets”.

This derivatives can be trade, or over the counter or, at stock exchange markets, for example, what happens with Futures or Options. The value depends either on the underlying assets or on variables like interest or change rate. The most traded derivatives are Futures and Forwards.

To sum it up we can simply refer to derivatives as “an instrument whose price depends on, or is derived from, the price of another asset” (Thorén, n.d.).

#### **1.1.1. Futures and Forwards**

Futures are contracts between a seller and a buyer in which the first one seriously agrees in delivering certain amount of pre-defined asset, in a future date, at the price written when the contract is made. Nowadays there are no physical exchange of the underlying assets, but a financial settlement obtained by the difference between market price and the price agreed at the beginning.

Forwards are taylor made by the customer and the deal occurs over the counter, where all the variables underlying the pricing of the business are written. Their main objective is the future settlement of the transaction price of certain asset, for example interest or exchange rates, at a timeline and price written today.

### 1.1.2. Options

It's a contract between two parties which gives his owner the right, but not the obligation, of buying or selling, in some future timeline, an underlying asset at a pre-defined price (strike price). American Options can be called at any time during the Option's lifetime. The European Options, on the other hand, can only be called in the last day of its lifetime.

### 1.1.3. Swaps

A Swap contract, of currency or interest rate, it's based on a current agreement of a future currency or interest rate exchange rule. In finances we normally apply this tool when there's some comparatives advantages in getting external financing at a flat or variable rate.

### 1.1.4. Call options (C)

It's now time to learn how to calculate this powerful financial tool called derivatives. The call option gives its holder the right, but not the obligation, of buying the underlying asset at pre-determined price, called the strike price (K). So the value of a call option at that time will also depend on the price of the underlying asset (S), which means that:  $C = \max(S - K; 0)$

For example:

An investor buys a call option with a maturity of two years. The strike price is 50\$; prize (C) equals 2\$; contract is 100 bonds:

Price of asset at maturity	Result of position in the option
45\$	-200\$
50\$	-200\$
51\$	-100\$
52\$	0\$
55\$	300\$

Table 1. Results of a call option

### 1.1.5. Put options (P)

Gives the holder the right, but not the obligation, of selling the underlying asset at a pre-determined price:  $P = \max(K - S; 0)$

For example:

The same investor now buys a put option contract on 100 bonds with a strike price of 50\$; prize (P)= 2\$:

Price of asset at maturity (European put)	Result of position
45\$	300\$
47\$	100\$
49\$	-100\$
52\$	-200\$
55\$	-200\$

Table 2. Results of a Put option

Note: let's not forget of course that if the option can be called at any time of its lifetime then we are invariably talking about American options.

## 1.2. Stochastic differential equation (SDE)

It's a differential equation in which one or more of the terms is a stochastic process, resulting in a solution which is also a stochastic process. SDEs are used to model various phenomena such as unstable stock prices or physical systems subject to thermal fluctuations. Typically, SDEs contain a variable which represents random white noise calculated as the derivative of Brownian motion or the Wiener process. However, other types of random behavior are possible, such as jump processes. When a model has been defined by a stochastic differential equation means that it is time that we contemplate and take conclusions of the model, but, if the model is not accurate enough then the conclusions that were withdraw from the Monte Carlo simulation, will be terribly wrong.

Using the SDE approach we can conclude that the asset price path will be randomly moved during a short period of time. It is saying that the value of o derivative itself is a stochastic differential equation. The SDE model and the Monte Carlo method goes “hand to hand”.

## 1.3. Black-Scholes Model

The Black and Scholes model allows us to value the prize the contract of an European call option. The price of a call option on stocks that don't pay out dividends can be metrically defined as:

$$C = S \cdot N(d_1) - K \cdot e^{-(r \cdot T)} \cdot N(d_2)$$

$$d_1 = [\ln(S/K) + (r + 0,5\sigma^2) \cdot T] / \sigma \cdot \sqrt{T}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T}$$

Where C is the prize value of the call option; S is the current price of the underlying asset;  $\sigma$  is the risk of the underlying asset; K is the strike price; r is the risk free interest rate; T is the time until maturity and; N(d) is the accumulated distribution function of the normally reduced distribution.

If we consider a put option and a call option with the same underlying asset, the same strike price and the same maturity, then it is possible to relate the prices of both options, we call it “call-put parity”:

$S + P = C + K \cdot e^{-(r \cdot T)}$  and it is the same as  $P = C + K \cdot e^{-(r \cdot T)} - S$ , and there we have it, the evaluation of a put option.

“The Black-Scholes model makes the following assumptions on the economy:

- The stock follows a geometric Brownian motion with constant volatility.
- The stock does not generate any dividends or other cash flows.
- The interest rate on the money market account is known and constant.
- The option can only be exercised on the expiration date, i.e. it is European.
- Markets are efficient.
- No commissions are charged.

Black and Scholes used the assumptions above to derive their famous valuation formulas for European call and put options.” (Thorén, n.d.)

#### 1.4. The Monte Carlo method

“The technique was first developed by Stanislaw Ulam, a mathematician who worked on the Manhattan Project. After the war, while recovering from brain surgery, Ulam entertained himself by playing countless games of solitaire. He became interested in plotting the outcome of each of these games in order to observe their distribution and determine the probability of winning. After he shared his idea with John Von Neumann, the two collaborated to develop the Monte Carlo simulation.”

(Investopedia, 2018)

“The Monte Carlo method was first used to value derivatives by P.P Boyle in 1977”.  
(Thorén, n.d)

“Monte Carlo Simulations are powerful models that in the financial space can be used to predict asset price movement and better inform investment and business decisions.”  
(Investopedia, 2018)

Globally, the Monte Carlo simulations are commonly used to model probability of the most variables outcomes in processes that, because of random variables, cannot be directly and simply predicted. In the financial dimension, we use it to comprehend the impact of risk and uncertainty in predicting forecasting models.

In all business and financial dimension there's a great number of random variables that can impact and influence greatly the outcomes of operations or projects. So instead of just given some well thought value, which can later prove disastrous, we use the Monte Carlo simulation to better get close to the path that it's more likely to happen in the future. This simulation have countless applications outside of finance, such as meteorology, astronomy and particle physics.

##### 1.4.1. Asset Price Modeling

One of the most important way to use the simulation is to predict (model) the different movements and the ones that are most commonly to occur of asset prices. Asset prices are composed by two components, the constant directional movement and market volatility. So if we determine the drift, standard deviation, variance and average price movement, we can use it as building blocks for the Monte Carlo simulation.

Practice in Excel:

- To predict one possible price movement or path, we use the historical price data of the asset to generate a series of periodic daily returns using the natural logarithm:

Periodic daily return =  $\ln(\text{day's price} / \text{previous day's price})$

Then we use “AVERAGE”, “STDEV.P” AND “VAR.P” functions on the entire resulting series to obtain the average daily return, standard deviation and variance inputs.

- The drift:

Drift = average daily return – (variance / 2)

We can set, if we want to, drift to 0, to reflect a certain theoretical orientation.



- Random input:

Random value = standard deviation \* NORMSINV(RAND())

- Equation for the next day's price:

Next day's price = today's price \*  $e^{(\text{drift} + \text{random value})}$

So, to take “e” to a given power “x” in Excel, we use EXP function and, each repetition of this calculation represents each day. This way we can obtain a simulation of future price movement, and the respective security's price along with its given trajectory.

The simulation will form different outcomes resulting in a normal distribution which we call “bell curve”. So the most likely path to follow will be at the middle of this curve and so, the probability that the actual return will be within one standard deviation of the most probable (“expected”) rate is 68%; that it will be within two standard deviations is 95%; and that it will be within three standard deviations is 99.7%. Even so, there is no guarantee that the most expected outcome will occur.

Let's not forget that Monte Carlo simulation assumes that the market is perfectly efficient and so will ignore some factors like macro trends, company leadership, hype or cyclical factors. This may represent a failure or lacuna when trying to predict the almost exact price movement in the future.

#### 1.4.2. The mechanics of a Monte Carlo simulation

A Monte Carlo simulation typically involves hundreds or thousands of individual forecasts based on data that you provide (e.g., your portfolio, time frames, and financial goals). Each iteration draws a result based on the historical performance of each investment class included in the simulation.

Each asset class – Large-cap stocks, corporate bonds, etc. – has an average (or mean) return for a given period. Standard deviation measures the statistical variation of the returns of that asset class around its average for that period. A higher standard deviation implies greater volatility. The returns for stocks have a higher standard deviation than the returns for U.S. Treasury bonds, for instance.

There are various types of Monte Carlo methods, but each generates a forecast that reflects different patterns of returns. Software modeling stock returns, for example, might produce a series of annual returns such as the following: Year 1: -7%; Year 2: -9%; Year 3: +16%, and so on. For a 10-year projection, a Monte Carlo simulation will produce a series of 10 randomly generated returns—one for each year in the forecast. A separate series of random returns is generated for each iteration in the simulation and multiple combined iterations are considered a simulation. A graph of a Monte Carlo simulation might appear as a series of statistical “bands” around a calculated average.

#### 1.4.3. Some Limitations of Monte Carlo simulation

Investments assigned fixed rates of return reflect a constant growth rate, which is compounded on an annual basis with no variation and have no underlying correlation data. The growth on investments is the flat rate throughout the Monte Carlo simulation. Market volatility may be more extreme than what is represented by the simulation. The accuracy of the simulation is reduced in periods of market crisis. The simulation does not consider all investments, and those not considered might have characteristics similar or superior to those analyzed in this

report. The projections or other information generated by the Monte Carlo simulation regarding the likelihood of various investment outcomes are hypothetical in nature, which means that they do not reflect actual investment results and are not guarantees of future results.

## 2. Methodology

The analysis of the methodology used by the author shows that he first analyses the problem which is given and then he breaks it down in phases until reaching the final results. This phases are described by the author like, namely: the user; implementation language; flexibility; underlying asset; the derivative; simulation variance reduction techniques; simulation results, and finally; functionality.

To proceed with his experiment, Stefan Thorén, uses as a sidekick the “QuantLab” developers to work with the Monte Carlo solver, this way he takes advantage of their good, flexible and advanced programming skills. For the process, the language used was the “C++” because their clients, and generally the financial industry, are most familiar whit it. He uses the word flexibility in two senses: first, it allows the user to freely choose which simulation solver to perform; second, the user can pre-determinate which of the following properties he will rater use or not. The properties are:

- The underlying asset, grab’s all single models of behaviors of a single or multiple variables, inserts them into the Monte Carlo solver and let it do the work. For more accurate results, it’s important that the user himself specifies his own model of the underlying so that not many different results arises from the use of the most variable models. For the user it’s much relevant for this method to describe the behavior with a SDE, especially when using stocks and bonds.
- The derivative and inherent calculation of its payoff. This payoffs results from the path of the underlying over some period in time and its pre-determined when the contract is written. Following the sense that it’s the client who chooses the type of payoff he wants, it’s not wise to tie the engine to types of payoff rules.
- The simulation of variance reduction techniques are most commonly used to abbreviate the time used in the simulations. For this simulation it’s very important for the user to choose his specific variance reduction techniques, especially when it comes to low-discrepancy numbers. To simplify, we can say that it is at the user’s power to not only defining himself the model used for the underlying asset but also, the flexibility in pre-defining the rules of derivative valuation.
- Finally we have the simulation results derived from this paths. It is important that the result has a risk-neutral derivative value, but there’s still another paths that a user can take in count depending on his personalization. The bigger the variance, the bigger the insecurity. Another important features is the ability to save computing resources for futures paths research, in that way the user will be able to value several derivatives at the same time. And of-course the ultimate most important features derives from the option that the user has to define the specific statistics he wants.

To put this all together, Stefan Thorén, along with “QuantLab” developers, have some special techniques of functionality being the design of a reusable flexible solver the biggest challenge. First the system must have some specific basic functionality, or as the author call’s

it, “template”, more specific, the main information needed to start the simulation. There’s a lot of information that a user can insert into the program for the Monte Carlo simulation but, but there’s ones that are indispensable, namely: “the time period over which the simulation is to take place; how the underlying asset behaves over that time period; how to calculate the derivative’s payoff, given the path of the underlying asset; when to stop the simulation.” (Thorén, n.d)

This functionalities are like the backbone of the simulation solver, and it allows the program to strictly perform the tasks needed for the simulation. And so the task pretended for the author research are: the construction of several paths of the underlying assets properties over a certain time period; value the wanted derivatives that are on the paths and; return the results to the user where he will be able to carry on his own perception of the findings.

Both the necessary information and the tasks performed by the solver are personalized and controlled by the user so that he can withdraw the maximum advantage of this rather important financial instrument called, the Monte Carlo simulation program. More specifically how can the user design and implement the engine? Using some concepts like nodes, path, valuation and classes, all together during the simulation.

The path is a set of steps called nodes, defined at the time the underlying asset is to be simulated. This node contains information regarding the asset at that specific time period that will be used to continuously create new nodes forming a path and, of course, to value the derivative. The node will also allow some processes to progress simultaneously proving it to be a pro features meaning that will be able to simulate more complex underlying assets and payoff functions.

To build a path, first we need to apply SDE’s to define the time series to an initial state. This initial state is a node and then, the next node, is built upon the main data pre-defined in the node one and so on until forming a path that is subsequent to the behavior pre-determined by the user.

After the path as been built, we use it to evaluate derivatives either after every path simulation, where all the results are stored until all the paths have been simulated, or only after all paths have been simulated, which will require a much bigger memory to store all nodes. So the user can choose to use either more function calls or more memory. A better way to do it is to store only a few nodes until all paths have been simulated.

Next there is “Time”, which we use it to define the period to write the derivative. But there’s a problem, is time a use of a calendar or a number? For Stefan Thorén, number is the better definition and here’s why: models treat time as a number so it’s easier for the user to have the same definition when using the engine; easier to discount cash flows and; saves time because the engine would have to convert time in a number anyway.

All the information for the modelling are on the nodes so it is rather important for the user to control it and specify it himself as a C++ class. The class is then responsible for the path creation for the underlying asset, and we call it “TProcess”.

In this case, “TProcess” is a template class, like the ones used to define node class, and to create it, the process must: describe how the stochastic process develops step by step (funcP); define the initial node in the simulated paths (startVal); indicate whether the simulation should continue or return with a default value (bP); define the array of doubles that contain the points

in time (stepTimes) and; indicate the number of nodes in a path (s). To store the node needed for statistics and path building we use the function “OnePath”.

“Onepath” follows: an array to hold nodes in the simulation path (pathArray); hold the size of the pathArray (pathArraySize); hold the nodes in the path (statisticsArray); hold its size (statisticsArraySize) and; a pointer to a function that takes a node and returns true if that node is to be sampled for statistics (sample).

To facilitate the storage of results for the future and obtain statistical measures from collected data we will then use “TStatistics”. This follows some rules like: state the number of statistic to be store (measures); hold the number of results posted to the class so far (resultsDumped); state the number of nodes in a posted result (pathSteps); show an array of results from the simulations (results) and; calculate statistics on the posted results (functionP). We can then build a foundation for statistic posting continuously results (dumpOneResult) or compile statistics on the posted results (resultsSoFar).

All this tools are pre-determined in simple user criteria’s so that the solver can take care of everything. For the high level tasks of a simulation there’s the need to be used the Monte Carlo engine (MCEngine). It defines time series and consequently gathers and calculates desired statistics. How? Tying up together the functionality provided by the “TProcess” and “TStatistics” classes. It only provides the “simulate function” that it’s defined by some parameters, namely: defining the stochastic process for the behavior of the underlying (process); the format of the statistic (statistics); the number of paths simulated (numberOfPaths); number of steps in the simulated paths (stepsInPath); number of nodes used to value the derivative (stepsForStats) and finally; determine whether a node is to be kept for statistic or not (sample). Tying all of this together we have a Monte Carlo simulation which we can simply observe in Figure 1.

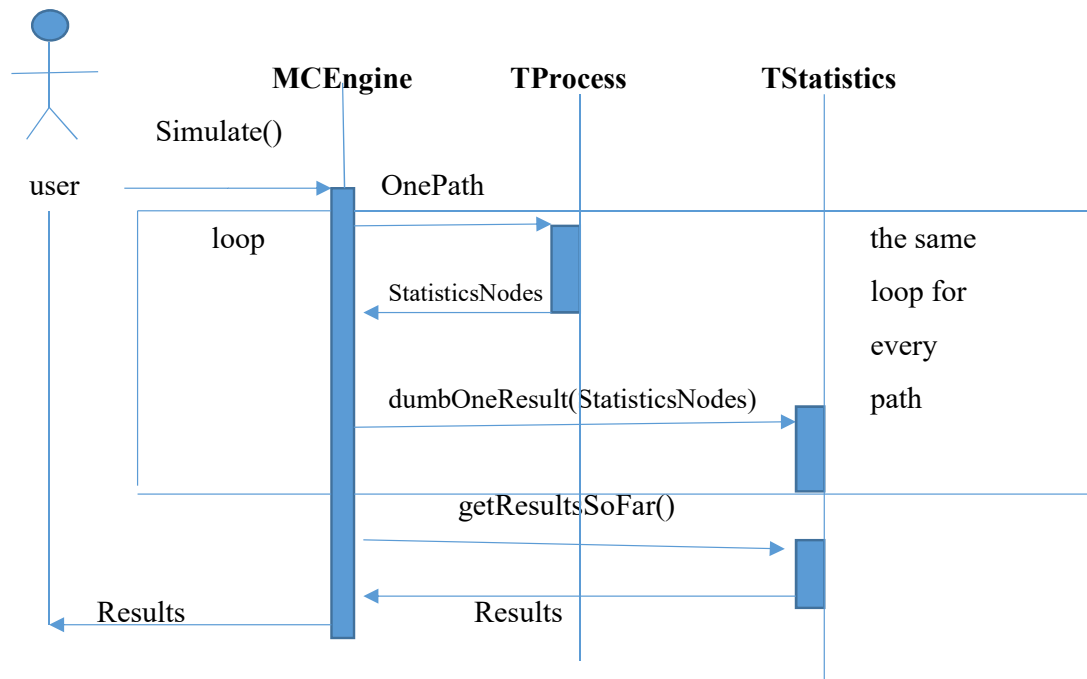


Figure 1. Monte Carlo simulation

### 3. Critical Review

The methodology that I observed from the author Thesis, seems very accurate and most practical to use when calculating derivatives value. In fact I'm with the opinion that there's a lot of benefits from using this or any other Monte Carlo method for solving financial problems.

“Monte Carlo analysis has become an increasingly popular arrow in the financial planner's quiver, as an improvement over the oversimplified traditional straight-line projection. Unfortunately, though, use of Monte Carlo analysis has begun to focus excessively on a singular probability of success, that itself can be almost as misleading as straight-line projections when not viewed in proper context. However, this is not a flaw of the Monte Carlo approach itself, but instead of the tools being used by financial planners. Instead, what's ultimately needed is software that shows not just the probability of success, but also the magnitude and consequences of failures, and a sensitivity analysis that helps clients understand the impact of the trade-off decisions they have available. What can ultimately result is a next generation of Monte Carlo analysis, that provides a more useful, relevant, and actionable framework to help clients make effective financial planning decisions”

(Kitces, 2012)

I totally subscribe Michael Kitces in the way that the Monte Carlo engine of the future must be thought for investors or financial individuals that need's a straight and specific answer of whether to advance, with the project or planning, or to just back down from it. To do so the Monte Carlo simulation must be totally flexible and adapted to the user, similar to the thesis idea of Stefan Thorén, but must also allow the user an empiric perspective of success and also failure of the path that he's willing to take. This way, the simulation can help, not only the experts in finance, but also the young wannabes that have few understanding of how to start making a living with financial tools and strategies.

This looks all so perfectly made for future wealth but let's not take the eyes of some dangerous results that advent's from the use of Monte Carlo simulation, namely, the fact that it doesn't recognize that almost all portfolio performances depends on the sequence of future investments returns as it does on the average of those returns. And there's more, the thousands of iterations that Monte Carlo simulators produce can lull clients into believing they've considered all of the possible financial outcomes they could experience, when in fact the numbers generated may have little relevance to their particular financial situation. Further, Monte Carlo doesn't measures bear markets well. To sum it up, this kind of simulation is not capable of connecting projected returns with realistic cash flows and that can result to be a major problem in the decision-making process.

To conclude, in my opinion, presenting some explanation of the past is invariably much easier and flawless than predicting the future. The uncertainty in predicting, raises a number of issues when creating a financial plan for a costumers or user. Monte Carlo simulation will illuminate the nature of that uncertainty, but only if advisors understand how it should be applied and, of course, its limitations. But for me there's no doubt that Monte Carlo Simulator is the most powerful tool for having an appropriate successful financial strategy.

For a better understanding of the design of the Monte Carlo engine I'll show you some examples, of how it practically looks like, on the attachment.

#### 4. Conclusion

My approach on this framework was to focus my attention on pros and cons of all the mechanics involving the use of the Monte Carlo solver for financial problems. The objective proposed was to make a critical study on Stefan Thorén graduation thesis and, the practical implementation of his research. The author proposed the implementation of a software to facilitate the use of Monte Carlo engine. His focus was on making it quicker, efficient and appealed for the user/costumer in the way it was up to them to configure the engine with their own specifications and wants, a kind of personalization.

Through this framework we have studied the methodology used by Stefan Thorén, along with some practical fundamentals of how to apply the method by the Excel motor tool. The method used from the author was very accurate and successfully experimented by the programmers. In this way the Monte Carlo engine can become a powerful engine to gain competitive advantage in the furious financial dimension and, a company that develops this flexible features on their own engines, will be able to grow in reputation and market share.

To sum it up we can say this research represents one step closer to the future of Monte Carlo simulation engines. Of course there's still a long way to go until this method becomes empiric in the decision making progress, but still is one of the best tools to use nowadays in all financial strategies. Even though we can encounter some disadvantages of the use of Monte Carlo, in the way that some variables calculated can mislead us from the true path of success, but I have the opinion that this method, if well strict implemented, will allow the users and the companies who promote it to gain the ultimate advantage in the financial dimension.

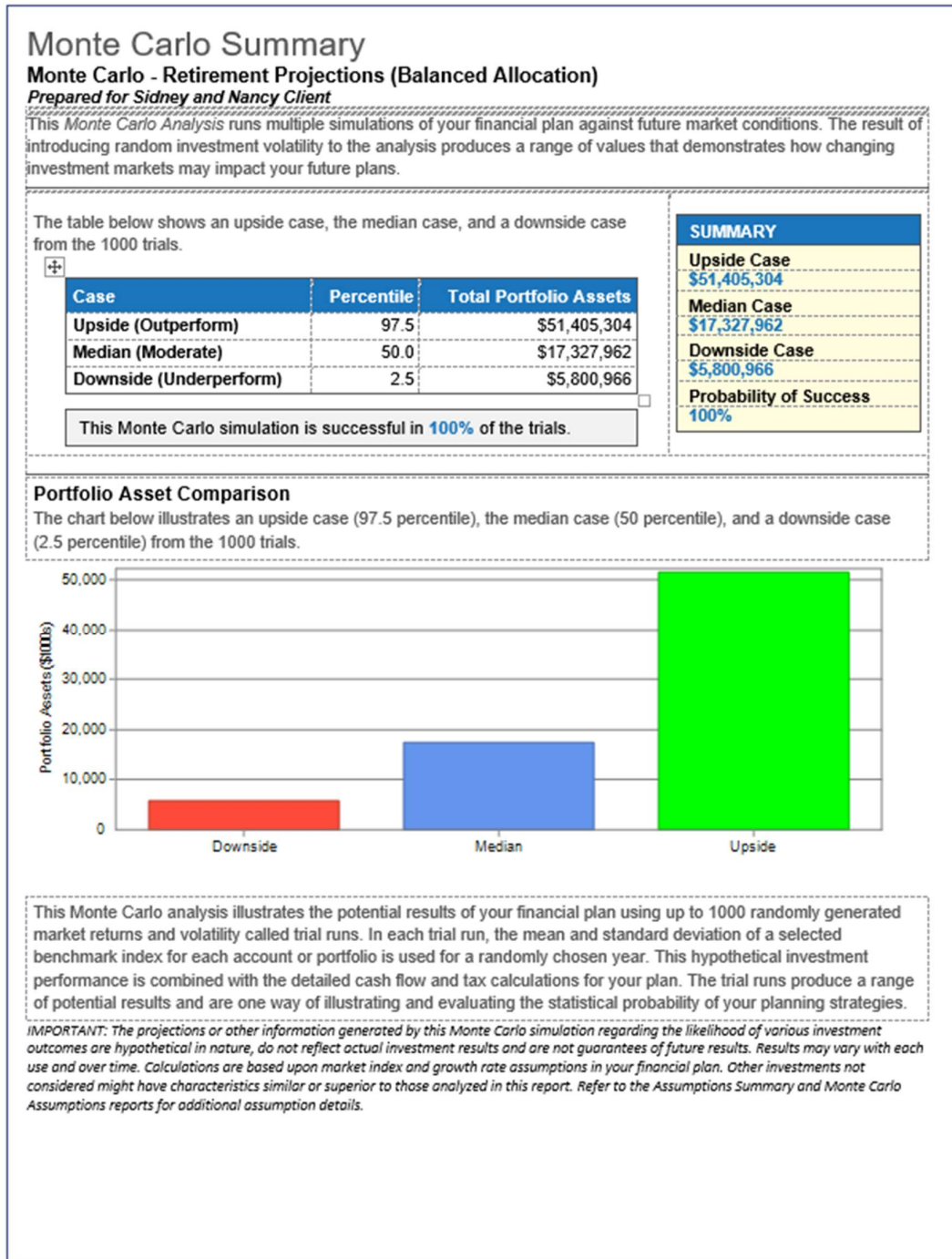
This framework was perceived by me as an important study reference, namely when it comes to a possible future in the Financial Markets area. It has allowed me to have a notion of how derivatives calculation really works, opening my horizon of knowledge and information about the practical framework developed in this dimension, which make us a little bit more prepared to face a work market that gets more specialized, in its specific areas, by the day.

## 5. Bibliography

- Derivados Financeiros*. (2018). Obtido de Expresso: <http://expresso.sapo.pt/gictreze/gictrezemontepio/derivados-financeiros=f844496#gs.NC0P8nY>
- Hull, J. (2011). *Options, Futures and Other Derivatives*. Pearson.
- Investopedia, L. (2018). *Monte Carlo simulation*. Obtido de Financial analysis: <https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp>
- Kitces, M. (2018). *The next generation of Monte Carlo analysis*. Obtido de Kitces: <https://www.kitces.com/blog/its-time-for-the-next-generation-of-monte-carlo-analysis-software/>
- Monte carlo simulation*. (2018). Obtido de Montepio Trader: <https://www.montepiotrader.pt/>
- Mota, A., Barroso, C., Nunes, J., & Ferreira, M. (2010). *Finanças Empresariais - Teoria e Prática*. Edições Sílabo.
- Pinho, C., & Soares, I. (2008). *Finanças, Mercados e Instrumentos*. Edições Sílabo.
- Thorén, S. (n.d). *A Monte Carlo Solver for Financial Problems*. KTH Numerical Analysis and Computer Science.



## 6. Attachment



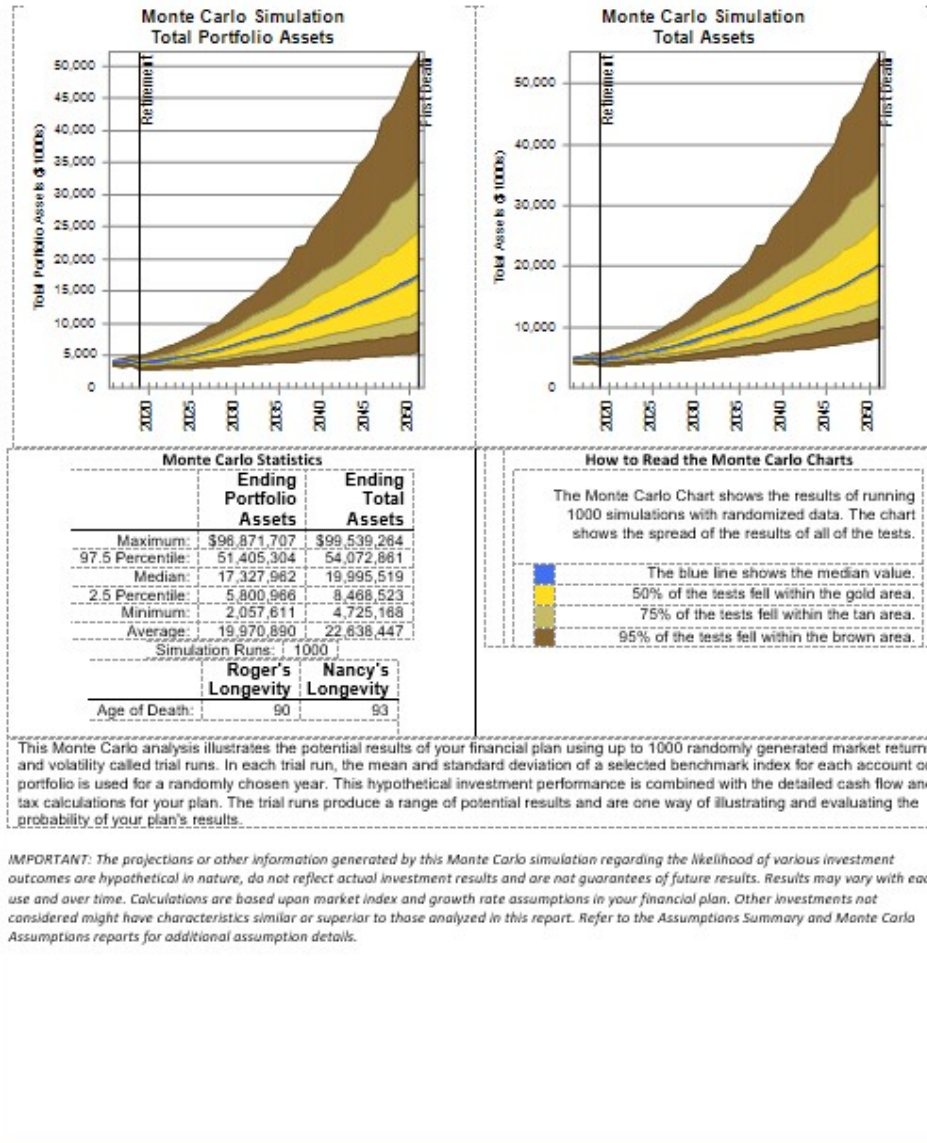


## Monte Carlo Asset Spread

### Monte Carlo - Retirement Projections (Balanced Allocation)

Prepared for Sidney and Nancy Client

The following Monte Carlo charts illustrate a potential range of your assets over time.

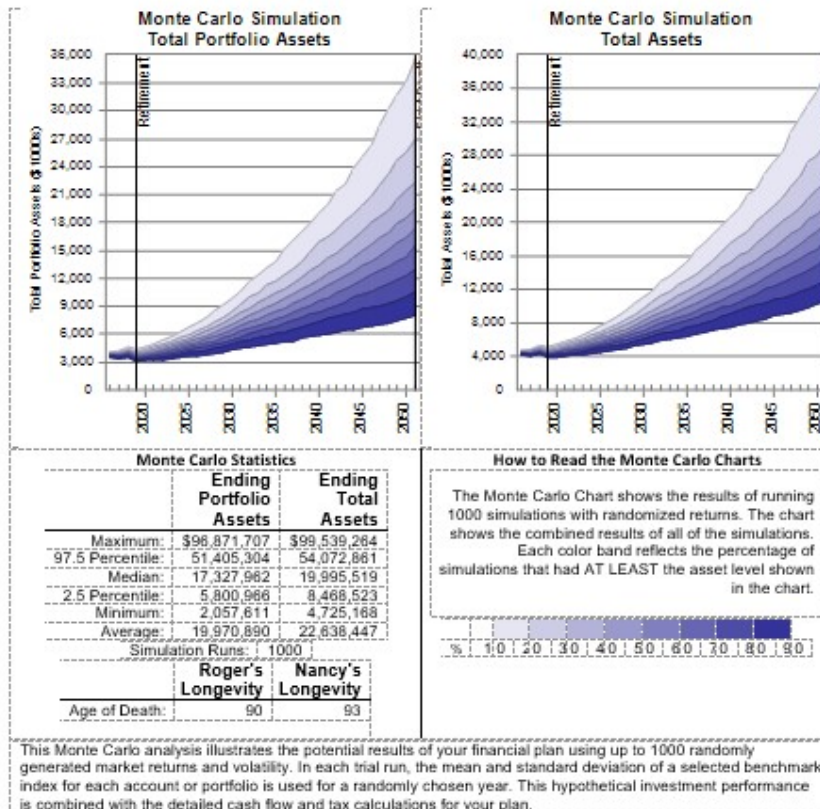


## Monte Carlo Asset Confidence

### Monte Carlo - Retirement Projections (Balanced Allocation)

Prepared for Sidney and Nancy Client

The following Monte Carlo charts illustrate the probability of achieving a minimum asset level over time.



**IMPORTANT:** The projections or other information generated by this Monte Carlo simulation regarding the likelihood of various investment outcomes are hypothetical in nature, do not reflect actual investment results and are not guarantees of future results. Results may vary with each use and over time. Calculations are based upon market index and growth rate assumptions in your financial plan. Other investments not considered might have characteristics similar or superior to those analyzed in this report. Refer to the Assumptions Summary and Monte Carlo Assumptions reports for additional assumption details.

## Monte Carlo Assumptions

### Monte Carlo - Retirement Projections (Balanced Allocation)

*Prepared for Sidney and Nancy Client*

A Monte Carlo Analysis seeks to approximate actual investment market volatility by adding random investment returns to your financial plan. The result of introducing random investment volatility to the analysis produces a range of values that demonstrates how changing investment markets may impact your future plans.

This Monte Carlo simulation uses randomly selected return and volatility data of market indexes and applies cash flow and tax calculations based on the facts and assumptions you have provided to produce a trial run. The market indexes are assigned to investment accounts and portfolios to represent component asset classes. In each trial run, a rate of return is generated for each asset class using the mean and standard deviation of the market index in the randomly chosen year. Up to 1000 trial runs are calculated resulting in a range of values that is further analyzed to produce a statistical probability for your planning strategies.

Carefully consider the high, low and average values in terms of how comfortable you would be with those results. Keep in mind it is impossible to predict future investment results and this analysis should be monitored over time.

#### Monte Carlo Definitions

- **Mean:** Simple average, equal to the sum of all values divided by the number of values.
- **Maximum:** The largest value of the distribution.
- **97.5 Percentile:** The value of the distribution that 97.5% of the values fall below.
- **Median:** The middle value of a distribution, above and below which lies an equal number of values.
- **2.5 Percentile:** The value of the distribution that 2.5% of the values fall below.
- **Minimum:** The smallest value of the distribution.
- **Monte Carlo Simulation:** A statistical analysis model generally used to analyze the effect of varying inputs on the outputs of a model. The Monte Carlo simulation randomly applies values for uncertain variables over and over to simulate a model.
- **Standard Deviation:** A statistical measure of the volatility based on the distribution of a set of data from its mean (average value). Example: A portfolio with an average return of 10% and a standard deviation of 15% would return a result between -5% and +25% the majority of the time (68% probability or 1 standard deviation), almost all the time the return would be between -20% and +40% (95% probability or twice the standard deviation). If there were 0 standard deviation, then the result would always be 10%. Generally, more aggressive portfolios have a higher standard deviation and more conservative portfolios have a lower standard deviation.
- **Total Assets:** Includes all Total Portfolio Assets plus any Personal Property, Real Estate, Notes Receivable, Business assets, Irrevocable Trust assets and Family Limited Partnerships.
- **Total Portfolio Assets:** Includes all holdings within the following categories: Investment Assets, Cash Assets, Retirement Assets, Annuities, Insurance Assets and any Stock Options / Grants.

*A Monte Carlo Analysis seeks to approximate actual investment market volatility by randomising investment returns and looks at various scenarios to imitate the random behavior of real life. The result of introducing random investment volatility to the analysis produces a range of values that demonstrates how changing investment markets may impact your future plans.*

# RISK ANALYSIS OF PROJECT TIME AND COST THROUGH MONTE CARLO METHOD

*David Nuno Aveiro Pereira n.º 2048015*  
*([davidpereira1996@hotmail.com](mailto:davidpereira1996@hotmail.com))*

*Víctor Emanuel Neves Abreu n.º 2048215*  
*([victoremanuel16a@gmail.com](mailto:victoremanuel16a@gmail.com))*

*Computational Finances – João Manuel Marcelino Dias Zambujal Oliveira*

## Abstract

The Monte Carlo method is one of main tools to analyse the inherent risk and various parameters attached to a specific project. This was the base for Danielson & Khan (2015) study, to analyse and explore the risk associated to the time and cost function in the AX Parts project, that was being implemented by Scania CV AB. This method was a fundamental tool to simulate these two variables as it is common the existence of risk associated with a project delay and subsequent budget deviation. In the case study, the dual risk was analysed at 5% and 10%, as well as the estimated time and cost for the project with risk. The results obtained by the simulation were: 14,49% probability that the project will exceed the estimated time with risk; and 12,61% probability that the project will exceed the projected cost when associated with risk. To associate these functions with their inherent risk, related to time and cost separately, the resort to complementary methods for sensibility analysis, like the Tornado and Spider Plot Analysis, was necessary. Due to this, it was possible to identify which activities were more vulnerable to risk in the project.

**Keywords:** Monte Carlo Simulation, Risk Analysis, Cost, Time, Sensitivity Analysis.

## Introduction

Project Management has become an indispensable process to guarantee the company success, due to the usage of appropriate practices for a correct project implementation. Managers resort to the most common variables of these processes, cost, time and scope, as well as their dynamic to analyse, understand and evaluate the challenges and difficulties, as well the uncertainty of the different parameters that appear during the project development. The biggest source of uncertainty in the project's parameters is risk, which can result from internal or external factors. The organizations live in a constant battle to identify and implement subsequent risk management policies, to control and minimize it, as the ultimate goal is the early assessment of risk before it produces negative effects in the project.

Markets are in a constant change due to this, it is crucial to know how to evaluate different business opportunities by exploring the involved risk to guarantee an acceptable investment security. The most common analysed parameters are time and budget. To proceed with this kind of analysis, the methods with the biggest application are Earned Value Management (EVM), that focus on historical data, and Risk Management (RM), that focus on

dynamic aspects which consider future risk associated to the project. Their utilization is dependent of situation and interpretation of the project's paradigm.

EVM is used to monitor and analyse the process related to time (if it meets the deadline) and cost (if it is within budget). In comparison to RM, this method doesn't have in consideration the dynamic of changes which might not originate reliable data from the project's key parameters. Another drawback is the fact that it bases itself on past data to determine future results. As past data is not sufficient for a correct future analysis, this method needs a concrete future scrutiny as it uses different approaches like quantitative metrics and extrapolation. Therefore, for future analysis the RM method appears, as well as tools like the Monte Carlo simulation. This analytical tool can be interpreted as a simulation that's based on random variables that allow the determination of multiple trails by using a huge number of samples, that guarantee, with great precision, their occurrence probability.

This case study will respond, by using risk analysis practices, to questions like: if the project development meets the estimated time; if the project is going to overcome the estimated budget; and which activities have the biggest impact to the overall risk of the project, in terms of time and cost respectively.

In a way to answer these questions, the study was based on a work opportunity, in partnership with Scania CV AB, who provided the data and information to be used in the investigation, to present a concrete analysis about the risk in the AX Parts project. This project consisted in the creation of a blue print solution in Microsoft Dynamics for the spare parts process at the wholesale level, with an estimated budget of 4000 thousand SEK, where aspects like the development and implementation are key to determine the final cost. Scania CV AB started life with the production of railroad cars in 1891. Due to growing demand in the European market, they expanded their business portfolio to the manufacture of trucks and cars. Nowadays, Scania is present in 100 different customers and employs 35000 people. This project will be implemented in their Asian strategic business units (SBU's) attending local legal requirements, starting with the Taiwanese market. The project aims to the analysis and subsequent creation and development of solutions to implement this business segment adapted to the local market. All hardware, software and AX Parts project management capacities were included and estimated in the plan. The individuals behind the project organization included a project manager, a business analyst, consultants, a technical team and a solution's architect.

The identification of the activities that have the biggest impact on the project risk when associated to the time and cost factors, was the main objective of the case study, as these were analysed separately to verify the sensibility of their correspondent activities towards risk. For this analysis, both quantitative, like the Monte Carlo simulation, and qualitative methods (expert opinion) were used. This led to final objective which was the reduction of risk in the AX Parts project through the analysis and discussion of the results and create a better understanding about risk calculation in the decision process made by managers or others involved, helping them to take more logical decisions for the future based on predictions and quantified estimates instead of using subjectivity and past suppositions.

The multiple future scenarios, that the Monte Carlo simulation created, will guide managers and investors to take better decisions. Despite generating a large number of situations, this method cannot calculate a correct probability for a specific area and still consider unknown factors. The fact that the study was conducted by someone outside the organization and the fact that it was still a live project, the information access was restricted as it was considered classified, and this can be viewed as another drawback to the case study.

## 1. Literature Review

The research methodology is used to collect and analyse information to select the correct decision as this is considered a systematic and organized process. This research helps the investigation by creating and establishing systematic facts about this particular area.

Risk analysis is defined as a systematic process that aims to understand risk itself as well as deducting its level. Due to the inherent level of variation in the method used, Danielson & Khan (2015) defined three levels of analysis, namely the qualitative method, the semi-quantitative method and the quantitative method.

The first method is characterized by the usage of non-numerical data. According to Jha. N. K. (2008), the information used in this method is based on interviews, observations and different kinds of surveys. Bresler (2009) reports that the source of qualitative investigation resides in the observation of the natural environment and the base “instrument” is the investigator. This is present in risk identification in the initial planning phase where the conducted analysis must be more detailed: for the decision-making phase if decided appropriate; and when the quantitative method does not have a fundamental base for its usage, in other words, the used data is insufficient.

In semi-quantitative analysis its inputs can be based on the previous method to increase the scope of analysis without the same level of accuracy when compared with the quantitative method, yet it allows the identification of the consequences and respective probability of occurrence.

Lastly, the quantitative method like its name suggests attends to quantify the problem, or in other words, it has an objective base. According to Fonseca (2002), the reality can only be perceived by the usage of rough data for an eventual analysis which can be collected using standardized and neutral tools that are based on mathematical language.

The risk management system, according to the Project Management Institute (2000), is a systematic process identification, analysis and response to the risk in a project. Part of its function is to maximize the probability and its consequences in positive scenarios and in equal measure, to minimize negative effects. The institute defined six key processes that are connected to each other as well as with other areas of knowledge that happen at least once in all projects, and they are: risk management planning; risk identification; qualitative risk analysis; quantitative risk analysis; risk response planning; and risk control and monitoring.

One of main purposes of this study was the analysis and calculation of the risk associated to the cost and time functions in the AX Parts project of Scania CV AB. Scania CV AB has used risk management system in terms of responsibilities, analysis and categories regarding risk. The risk is divided into five sections associated to corporate development and long-term planning, namely strategic risk, operational risk, legal risk, tax risk and financial risk. For the Danielson & Khan (2015) study, the correct time and cost function associated with risk construction will help decision makers to reduce the risk level as their decision was based on quantitative methods rather than using only qualitative methods, because, according to Ravetz J.R. (2010), the exclusive use of quantitative methods does not have in consideration the intervention of external people.

The quantitative method used was the Monte Carlo simulation. This simulation first appeared during WWII in the “Manhattan Project” which, according the Atomic Heritage Foundation (2014), was a scientific collaboration to execute faster simulations. Since then, this simulation has been used in various fields like engineering, statistics, medicine, finance, among others. This method involves a statistical analysis that looks to approximate the quantitative



problem that is going to be studied with random probabilities and samples. The vast number of functions and/or processes that happen in all projects, as is the case of cost, production, quantity and time are supported by different coefficients, variables and inputs. The use of this method is justified by the utilization of quantitative data that helps to communicate and fundament the projects parameters in a more convincing way when compared to the other method. With the Monte Carlo tools and technics, the project manager can easily interpret and supervise with software, the risk in probabilistic terms by statistical inference. Beyond this advantage, this method allows to face up the challenging scenarios during the multiple project's phases.

According to Kroese D.P., Brereton T., Taimre T. & Botev Z. I. (2014), the Monte Carlo method, due to its simplicity, is regarded as one of most useful approaches to scientific computing. Future techniques will be able to provide important tools for solving complex estimation and problem optimisation in multiple areas like engineering, finance, statistics, etc.

Another important characteristic of the Monte Carlo simulation is that this tool allows, after the conducted simulations, the creation of a hierarchy of the activities that make a project, in terms of time and significance for a complete project application. Hamby D. M. (1994) attaches great importance to sensitivity analyses because they help managers to: choose which parameters need more care; which of them can be overthrown because they are too insignificant; which are the inputs that most contribute to the company's outputs (goods or services); which parameters have the greatest correlation with the created outputs; and once the project has ended, what are the consequent results of a change in one or more inputs. For this effect, the most common tools are the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis.

Javid e Seneviratne (2000), looked for the analysis of risk associated to project implementation using the Monte Carlo simulation. In their study the focus was on the sensitivity analysis to identify how much the activities contributed to the final project risk associated to cash-flows, using simulations and standard risk approaches. They concluded that the quantitative method is the ideal tool to identify parking demand as the parameter that has the biggest impact in the global risk determination associated to cash-flows. With all this, we conclude that Danielson & Khan (2015) have chosen one or maybe the best method to analyse the AX Parts project and make their case study.

## **2. Methodology**

The work method, in this case study, started by the distinction of the two inherent functions to the problem resolution, the time and cost functions. The former is related to the total working hours, while the latter is based on the overall budget, distributed to different activities. In cost analysis, the monetary unit used is the Swedish Crown (SEK) due to the location where the project is being implemented. This project, was divided in 16 activities to study time associated with risk, and 15 activities to study the same phenomena associated to the cost factor. Due to project secrecy, the activities were identified as AC 1-16 and AC 1-15, respectively. Time and cost are based on different parameters, since the latter involves financial parameters and variables.

The selection of the Monte Carlo simulation is due to its efficiency when compared with qualitative analysis, as this involves computer software in problem solution generating and simulating random processes, which are easily understood and can be adapted to future situations. This facilitates the analysis as the manual process has a bigger propensity to error while simultaneously consume more time. This system's experiences are categorized in three distinct areas which are optimization, numerical integration and simulated statistical inference

of the probability distribution method. The defined areas can be interpreted as “guidance” to simulate the model, as this is a great method in a research study that has this aspects as a basis.

The strategies involved in the Monte Carlo simulation were defined into four steps. The first was characterized by the definition of project domain, which corresponds to the different activities that portrays time and cost functions. The following step, associates generated activities of probability distribution related to domain. Then, the activities associated to time and cost functions are simulated. In the end, there's the analysis of the obtained results to determine risk associated to the previously described functions, as well as the identification of activities that contribute more to the overall project risk.

In this investigation, the dimension of the sample used is fifty thousand, as this is considered a large number that guarantees a better precision of the obtained results. Then, the analysis was conducted using a level of significance of 5% and 10% probability for the estimated time and cost, and their respective risk by conducting histogram analysis.

Concerning estimate analysis, the chosen probabilistic distribution was the Triangular, as this has a strong tendency to indicate the most likely probabilistic value, even if they tend to be around the upper or lower values. This distribution helps managers estimate unexpected “episodes”. As the decision-making process has only one point of view it is not very realistic, so the statistical distribution was used as it is considered a way to obtain reliable data. The use of uniform distribution would be considered not correct because all values within a certain range would have a similar probabilistic density function and could fall to zero.

After calculating time and cost associated with risk, and simulating their probabilities, a sensitivity analysis to their respective functions was conducted. To obtain a more detailed analysis, the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis tools were used with a 90% conditional cumulative percentile.

As previously stated, the information related to different project parameters was considered classified so, to confirm data reliability and validate the obtained results, different approaches were used. To verify data reliability there are predetermined steps: confirmation of data fulfilment; exploration of data accuracy; and verifying data modification through time. The validity process was mainly conducted through qualitative approaches, like literature and data obtained via interviews and feedback provided by the project manager.

During this all process, there was a considerable ethical consideration involving both parties, since the company was informed of all processes and information related to this. To comply with the previous established confidentiality agreement, it was mandatory that information regarding the report should be analysed by the project manager, to confirm and update it, aiming at a good enforcement of this agreement.

Specialist knowledge in project management sometimes can be “contaminated” with beliefs and personal experiences that can condition information exchange. Another limitation surges, because the AX Parts project, at the time of the case study, was still being implemented so, data comparison was not possible. Meanwhile, the results obtained in this study must be tested in reality to prove their veracity although the previous escort by the project manager gives credibility to it.



### **3. Results**

The results and their respective interpretations were possible thanks to the Monte Carlo tool for Model Risk Software simulation. Danielson & Khan (2015) divided the results in three parts, corresponding to time function analysis, cost function analysis, and to conclude, the discussion of the obtained results related to activity sensibility analysis. As said in the methodology, in all cases the sample size was the same, 50 000.

#### **3.1. Time function analysis**

The initial estimated time for the time function analysis of AX Parts project was 2956 hours. This was composed by 16 activities which had different requirements, stakeholders, departments, groups and subgroups associated to their respective responsibilities, to keep them connected with the project scope and objective, but above all to carry them out within the previously determined parameters regarding time and scope.

The initial phase of the Monte Carlo simulation regards the distribution of probability by each individual activity. In this probability distribution, the triangular probability distribution was implemented due to this case study's nature. The qualitative method used in this initial phase, expert opinion, was destined to appraise the necessary period for a normal task execution, as well as the potential deviation (minimum and maximum extremes) where these can be performed. This way, the obtained number associated to risk was 3163 hours, demonstrating a very strong possibility that the original estimate will be surpassed by 207 hours. After this, using the Monte Carlo tool, a simulation was conducted which coincided with the second phase. For further detail it was attributed a level of significance of 5% and 10%. In the end, the last phase refers to the calculation and sensitivity analysis using two programs, the Tornado Plot Analysis and the Spider Plot analysis.

##### **3.1.1. Risk analysis of working hours with a level of significance of 5%**

Through the level attributed, the histogram (annexe I) gives a 90% probability that the project will be implemented between 2953 hours and 3210 hours. There's also a 5% probability that this will be concluded before 2953 hours, as there is an equal probability that the project will surpass 3210 hours.

##### **3.1.2. Risk analysis of working hours with a level of significance of 10%**

After the analysis with a level of significance of 5% it was attributed a new level of 10% and resulting histogram (annexe II), with the conclusion that there's an 80% probability that the project will be concluded between 2979 hours and 3181 hours. In the histogram extremities there's an equal 10% probability that the project will be completed before the previously described lower limit or surpasses the upper limit.

##### **3.1.3. Estimated time analysis with and without risk**

With the application of the estimated project data with and without risk, the simulation results (annexe III) concluded that there is an 80.02% probability that the project implementation will occur within the initial estimated time. In addition to this conclusion it was possible to identify in the histogram that there is a 5.49% probability that the project can be completed below the original estimate (2956 hours), which is a very small possibility when compared to the estimated time with risk, where the obtained value is 14.49%

##### **3.1.4. Tornado Plot Analysis for time associated with risk**

It was possible to identify with this method, when using a 90% conditional cumulative percentile, three activities that present a major contribution to the total time of the project, namely AC9, AC6 and AC2 (annexe IV). Depending on the time spent in activity AC9, the total project time can go to 3111 hours (if kept low) or up to 3233 hours (if kept high). For AC6, using the same rational thought, the minimum and maximum value is 3120 hours and 3235 hours, respectively.

### **3.1.5. Spider Plot Analysis for time with risk**

When compared with the previous method, this one provides a more detailed analysis because each activity is being analysed regarding their sensitivity in relation to the distribution's mean, presented in the histogram (annexe V). The activities identified in this method confirm the Tornado results, since they present a more pronounced tilt degree when compared with other activities.

## **3.2. Cost function analysis**

As previously stated, the estimated budget was 3763 thousand SEK and was formed by 15 activities in which the budget was allocated. Each activity was discussed with the team involved in the project and respective stakeholders, to determine a minimum and maximum project budget. In comparison with time analysis, the data interpretation was based in expert opinion which were used in the triangular distribution. The sum of all activities with risk originated the maximum budget associated with risk, which is 4035 thousand SEK. Like time function analysis, the followed procedures were the simulations for a future analysis and interpretation with a level of significance of 5% and 10%. In the end, the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis tools were used to analyse the activities regarding their risk.

### **3.2.1. Risk analysis of cost with a level of significance of 5%**

Relatively to budget, the estimated value was set between 3750 thousand SEK and 4098 thousand SEK when using a 90% level of significance (annexe VI). In an extreme case, there is an equal 5% probability that the project cost will surpass 4098 thousand SEK, on the other hand, in best case scenario the cost will be below 3750 thousand SEK.

### **3.2.2. Risk analysis of cost with a level of significance of 10%**

When the level of significance is altered from 5% to 10%, the obtained results (annexe VII) give an 80% probability that the total cost can start at 3785 thousand SEK and go up to 4050 SEK. In worst-case scenario there is a 10% probability that the project will excel 4050 thousand SEK. On the contrary, there is a 10% probability that the total budget will sit below the lower estimated value (3785 thousand SEK).

### **3.2.3. Estimated cost analysis with and without risk**

As previously stated, the data used for budget forecast with and without risk is 3763 thousand SEK and 4035 thousand SEK, respectively (annexe VIII). With the obtained results, it was possible to determine an 80.92% probability that cost could be positioned in this interval. In best-case scenario, the total cost will sit below 3763 thousand SEK with a 6.46% probability, while the possibility that the total cost is going to surpass 4035 thousand SEK is nearly double at 12.62%.

### **3.2.4. Tornado Plot Analysis for budget associated with risk**

Activities associated to this function AC1-15, were analysed using the Tornado tool to classify their sensitivity towards the total cost, and the top three are AC3, AC13 and AC5

(annexe IX). For example, if the AC3 activity cost is kept low, the total project cost will be 3935 thousand SEK. On the other hand, if AC3 cost is high, the project implementation cost will surpass 4137 thousand SEK.

### **3.2.5. Spider Plot Analysis for budget with risk**

The analysis conducted by the Spider tool starts by the determination and representation of the balance point in the distribution histogram (annexe X) with a 90% conditional cumulative percentile. This way, it is possible to obtain a more detailed analysis of risk and the contribution of each activity for the total project cost, where the AC3, AC13 and AC5 activities are regarded as the most sensitive in the project.

### **3.3. Discussion**

Previously, the project implementation was estimated that was going to consume 2956 hours, although after the results analysis we can verify the possibility that the AX Parts project can be concluded above the initial estimate which may get to 3163 hours. Having said that, the project manager must have a flexible strategy in consideration in case the project surpasses the estimated budget and subsequently needs the allocation of more resources. They should be prepared for this type of situation so that the project can have a more fluid implementation without constraints and interruptions.

Through the gathered data with the sensitivity analysis, it was possible to verify the volatility of the activities regarding risk. The three identified activities as the most volatile in the time function analysis were AC6, AC9 and AC2, which are associated to the development phase, to the migration and to the requirement specification in the blue print solution and are correlated to each other. These activities, since they are considered the most volatile, need a previous identification to mitigate and control the risk factor, so they deserve a better attention by the people in charge of the project. This information is not only important for the implementation phase, as it is important for future projects which have similar activities.

Relatively to the cost function which was based in 15 activities, it was determined an 81% probability that the project would comply with the initial estimated budget. However, the project manager must have in consideration the fact that the project might exceed the budget (which might get to 4035 thousand SEK), with a 13% probability which is considered a significant value for a good implementation. For a correct initial project phase, the number to consider would be 4035 thousand SEK which would be reconsidered when the project's cash-flows get analysed. Since the value with risk can be superior to the initial estimate, it can turn an otherwise viable investment into a non-viable solution.

There is still a small possibility that the AX Parts project can be kept below the 3763 thousand SEK estimate. This favourable scenario has a nearly insignificant probability of 6.46%, which means that in every 20 implemented projects only one would sit below budget.

The gathered information with the Tornado Plot Analysis and Spider Plot Analysis tools made the sensitivity analysis regarding the activities possible. The AC3, AC13 and AC5 were identified as most volatile when risk is associated, which means that these activities are the biggest contributors to the final budget determination. Other activities should not lose their importance, but the previously stated ones must be the focus of project managers and respective stakeholders. Despite the information being considered classified it was possible to relate these activities to the blue print solution development, to the related services with the support and structure, and prototype and solution testing.

#### **4. Final Considerations**

Danielson & Khan (2015) study proved that a quantitative risk analysis can be applied to a real project. This has proved to be of great value for Scania CV AB since it was possible to analyse the risk in the financial and operational departments, as the analysed parameters were time and cost, which are intrinsically connected to them.

With the use of the Monte Carlo simulation on this analysis it was possible to establish a better position to identify and interpret the opportunities and threats regarding risk so that the AX Parts project could be implemented. It was also possible to create a hierarchy of the activities that contribute the most towards the overall risk regarding the time and cost function. The activity identified as the most volatile is related to the development of the blue print solution. Therefore, the company increased its sensibility of the risk impact in each department and determined the most fragile activities to comply with the estimated cost and time. If the risk mitigation action is not conducted in the planning or even in the initial phase, the costs can be difficult to monitor and control and could lead to unpredicted expenses.

In the base of this study there were different variables, coefficients and inputs, all susceptible to proportional change by market dynamics, so there is always a need for continuous revision of risk evaluation practices by considering not only external factors but also internal.

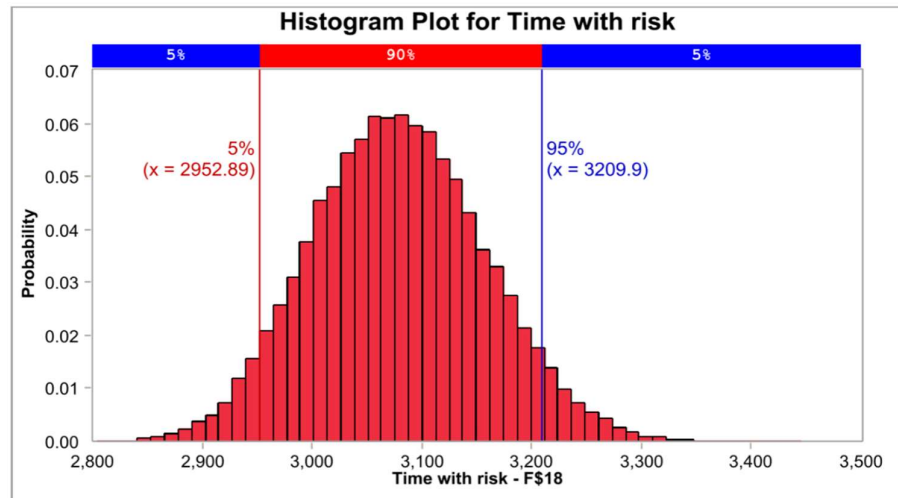
Scania CV AB still benefited from this study because they could map all possible scenarios regarding the risk in the AX Parts project and could therefore, prepare themselves from unpredicted events by creating a backup plan to respond accordingly. It is widely known that one of the major factors for projects failure refers to the absence of analysis regarding all scenarios which leads to a lack of preparation for their implementation.

Having said that, due to this study's singularity, it can't be used for another project, although it proved that if adapted to other contexts, it will have positive impacts in a way that enables the determination of the budget and time necessary which might help the decision-making process made by project managers. This will increase the viability of future projects promoting a better security for investors.

## 5. References

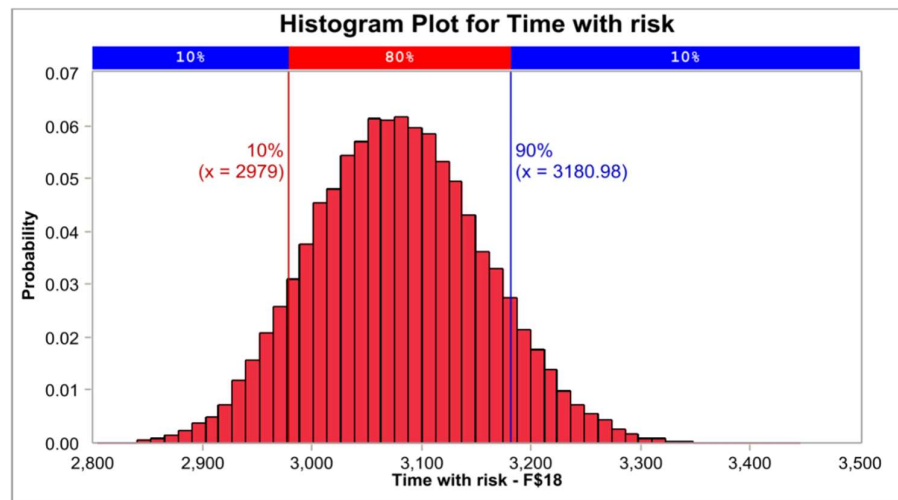
- Atomic Heritage Foundation (18/08/2014). Computing and the Manhattan Project. Consulted in 19/04/2018 from <https://www.atomicheritage.org/history/computing-and-manhattan-project>.
- Bresler, L. (2000). In Metodologias Qualitativas de Investigação em Educação Musical (pp. 5-30). Instituto Politécnico do Porto. Porto, Portugal.
- Danielson, C. and Khan H. (2015). Risk analysis of project time and budget: Case study of AX Parts at Scania CV AB (Monte Carlo Simulation Approach). Stockholm, Sweden.
- Fonseca, P. J. (2002). In Metodologia da Pesquisa Científica (pp. 19-26). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, Brasil.
- Hamby D. M. (1994). A Review of Techniques for Parameter Sensitivity Analysis of Environmental Models (pp. 135-136), Ann Arbor, Michigan, USA.
- Institute Project Management. (2000). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (pp. 127-146), Newtown Square, Pennsylvania, USA.
- Jha. N.K. (2008). Research Methodology, Chandigarh: Abhishek Publications, 2008.
- Kroese, D. P., Brereton, T., Taimre, T., & Botev, Z. I. (2014). Why the Monte Carlo Method is so Important Today. St Lucia, Queensland, Australia.
- Ravetz, J. R. (2010). Sensitivity Analysis in the Context of Quality Assurance. In Procedia Social and Behavioral Sciences 2 (pp. 7590-7591). Institute for Science, Innovation and Society, University of Oxford: Elsevier Ltd. Oxford, United Kingdom.

## 6. Annexes



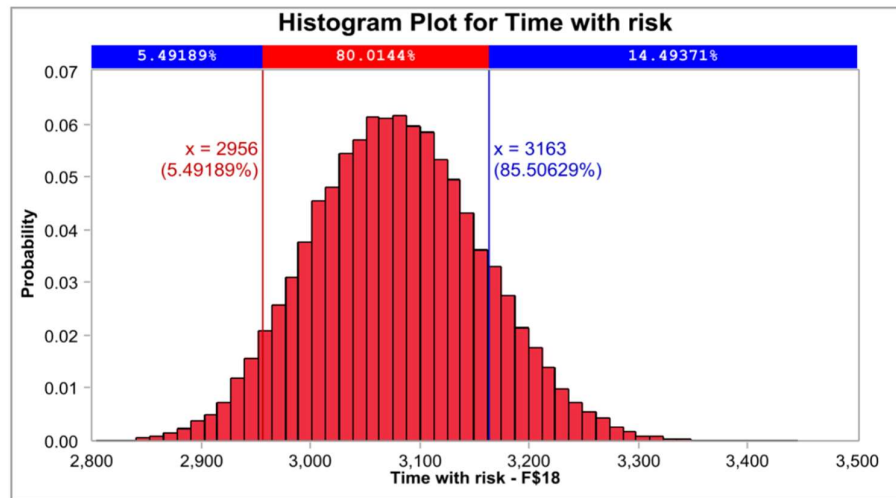
**Annexe I:** Risk Analysis for working hours at 5% level of significance

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



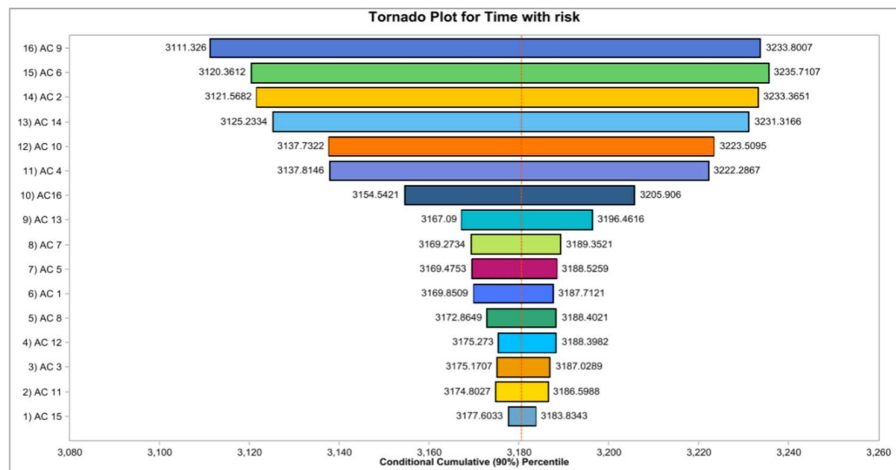
**Annexe II:** Risk Analysis for working hours at 10% level of significance

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



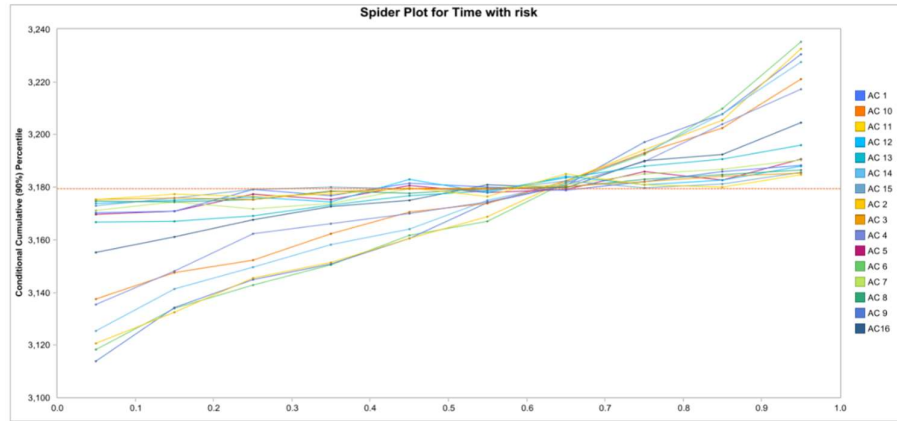
**Annexe III:** Histogram (risk) analysis at estimated and the project time with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



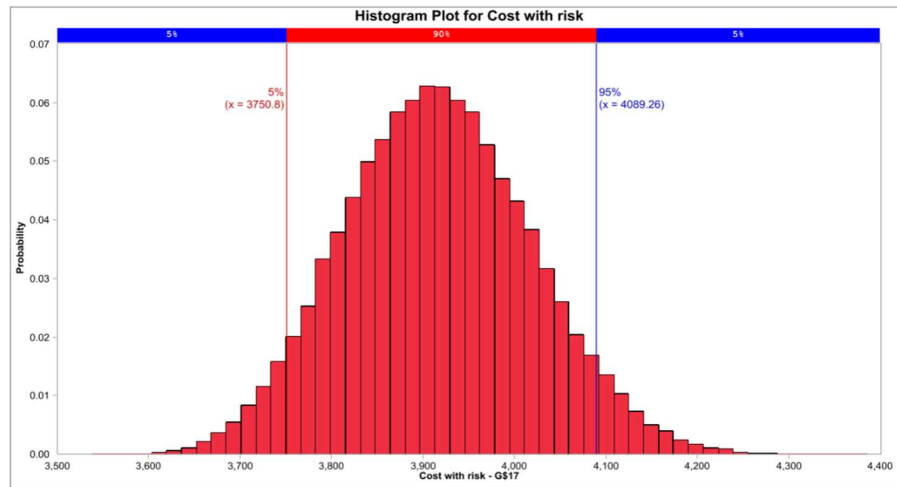
**Annexe IV:** Tornado Plot Analysis for time with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



**Annexe V:** The Spider Plot Analysis for time with risk

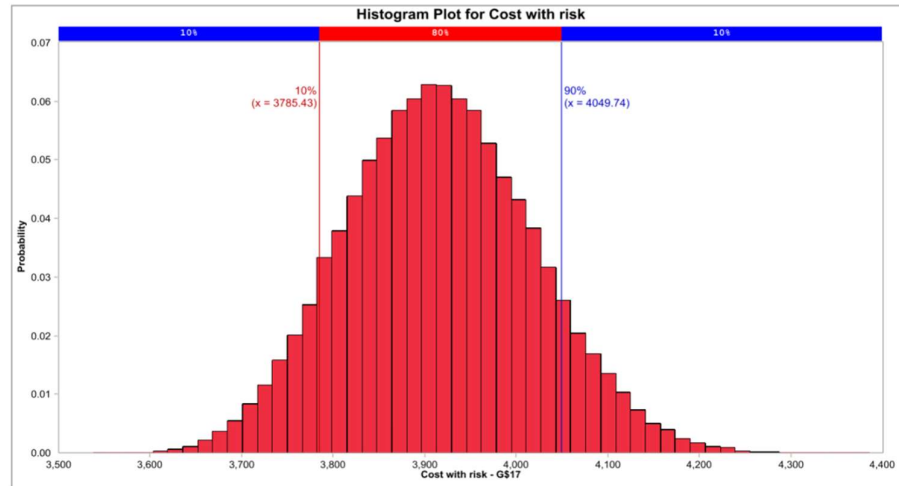
**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



**Annexe VI:** Risk Analysis for budget at 5% level of significance

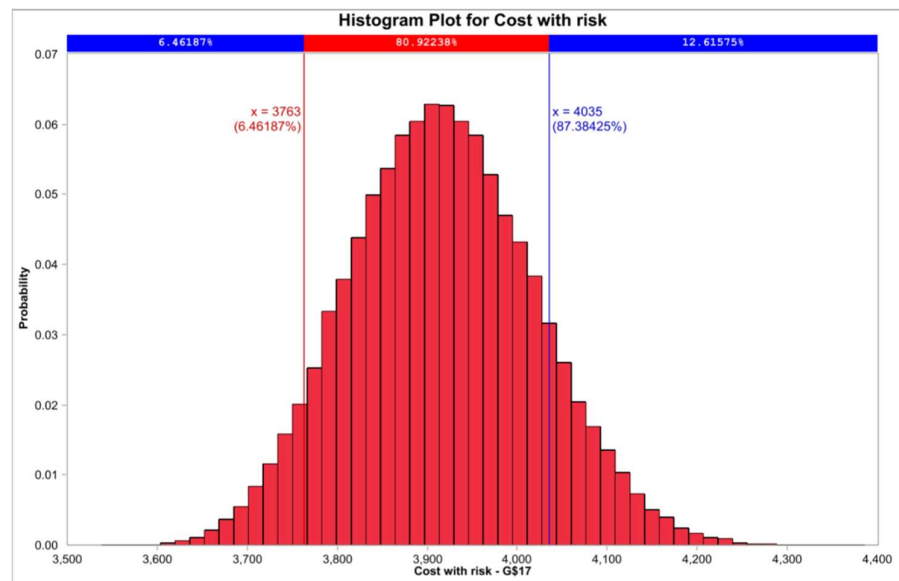
**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)





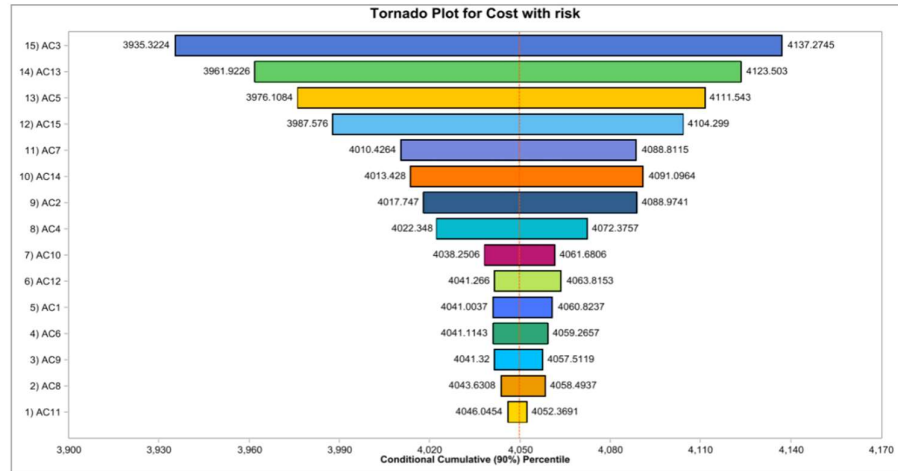
**Annexe VII:** Risk Analysis for budget at 10% level of significance

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



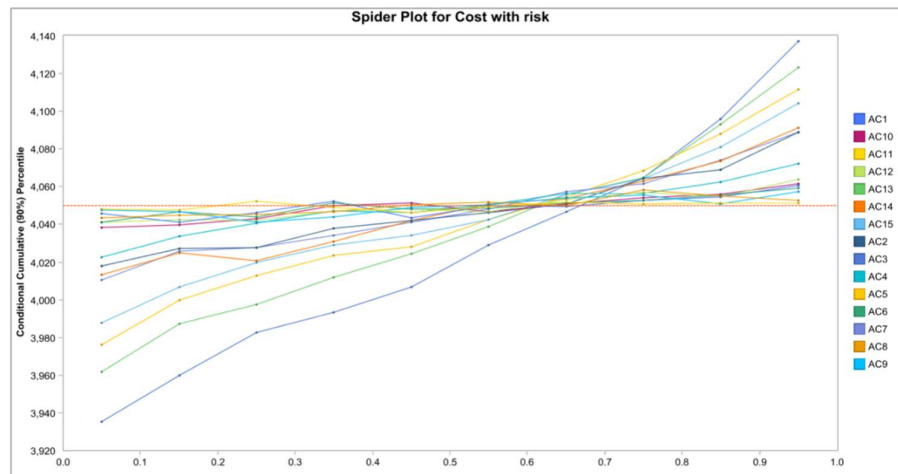
**Annexe VIII:** Histogram (risk) analysis at estimated and the project budget with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



**Annexe IX:** Tornado Plot Analysis for budget with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)



**Annexe X:** The Spider Plot Analysis for budget with risk

**Source:** Risk analysis of project time and budget (Danielson & Khan, 2015)