

## **Técnicas para Análise de Risco: Uma Avaliação da Literatura sobre Gerenciamento de Projetos de SI**

**PAULO MANNINI**

Universidade de São Paulo  
paulomannini@gmail.com

**EDMIR PARADA VASQUES PRADO**

Universidade de São Paulo  
eprado@usp.br



## T3CNICAS PARA AN3LISE DE RISCO: UMA AVALIA3O DA LITERATURA SOBRE GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE SI

### Resumo

Este artigo trata de t3cnicas de gerenciamento de risco em projetos de sistemas de informa3o (SI). Dentro desse contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar as t3cnicas descritas na literatura para o gerenciamento de riscos em projetos de SI. A fundamenta3o te3rica da pesquisa foi baseada na literatura sobre gerenciamento de projetos consultada nas bases de dados da SCOPUS, IEE e *Science Direct*. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que contou com uma amostra inicial de 227 artigos, dos quais foram extra3dos 25. Os dados foram coletados no primeiro semestre de 2017 e entre os resultados obtidos destacam-se: (1) t3cnicas usadas para entrada de dados em projetos de SI seguem 3s utilizadas em projetos de outras 3reas; (2) nas t3cnicas usadas para tratamento de dados se destacam as que utilizam a t3cnica Fuzzy, sendo que simula3es e t3cnicas baseadas primordialmente em probabilidade s3o pouco usadas; e (3) as t3cnicas para apresenta3o de dados utilizam principalmente listas de prioriza3o.

**Palavras-chave:** An3lise de risco; Gerenciamento de projetos; Revis3o sistem3tica da literatura.

### Abstract

This article addresses risk management techniques in information system (IS) projects. Within this context, this research aims to identify the techniques described in the literature about risk management in IS projects. The research reference framework was based on the literature about project management within the databases of SCOPUS, IEE and Science Direct. This is a qualitative research, which had an initial sample of 227 articles, from which 25 were extracted. Data were collected in the first semester of 2017 and among the results stand out: (1) techniques used for data entry in IS projects follow those used in other fields; (2) Fuzzy was the techniques most used for risk analysis, however simulations and techniques based primarily on probability are little used; and (3) data presentation techniques mainly use prioritization lists.

**Keywords:** Risk analysis; Project management; Systematic review of literature.



## 1 Introducao

Investir na analise de riscos como parte do gerenciamento de projetos e uma pratica importante para diminuir o potencial de falha em projetos. Por em, para permitir que o gerenciamento seja feito de forma adequada, existem modelos de referencia disponiveis na literatura. Esses modelos podem ser utilizados por profissionais envolvidos no gerenciamento de projetos com o intuito de facilitar o alcance dos objetivos do projeto. De acordo com Patah e Carvalho (2012), existem diversos conjuntos de modelos de gerenciamento de projetos, sendo os mais difundidos em organizacoes brasileiras sao: o conjunto de boas praticas denominado *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) disponibilizado pelo *Project Management Institute* (PMI, 2013); o metodo baseado em processos de gerenciamento de projetos denominado *Projects In Controlled Environments* (PRINCE2) disponibilizado pelo *Office of Government Commerce* (OGC, 2009); e o referencial de competencias em gestao de projetos denominado *IPMA Individual Competence Baseline* (ICB) disponibilizado pelo *International Project Management Association* (IPMA, 2015).

Apesar da existencia de uma extensa literatura sobre gerenciamento de projetos, os resultados obtidos com os projetos nao tem sido bons. Segundo o *Standish Group* (2014), baseado em resultados de grandes projetos de sistemas de informacao (SI), obtidos a partir do *CHAOS Report* entre os anos de 2003 e 2012, apenas 6% dos projetos sao finalizados com prazo, custo e implantacao satisfatoria. Esta analise tambem mostrou que 52% dos projetos foram considerados desafiadores por terem extrapolado o orcamento, ultrapassado prazos planejados ou nao obtiveram uma implantacao satisfatoria. Um destaque para esta analise e que, infelizmente, os projetos que representam os 42% restantes da analise foram considerados como falhos, pois foram cancelados ou finalizaram sem a utilizacao do sistema apos a implantacao.

Uma das explicacoes para a alta taxa de falhas nesses projetos e a de que os gerentes nao tomam as medidas necessarias para analisar apropriadamente os riscos envolvidos (Schmidt, Lyytinen & Keil, 2001). Por outro lado, segundo Globerson e Zwikael (2002), os gerentes de projeto possuem uma lacuna de conhecimento em relacao aos metodos formais para o planejamento do gerenciamento de riscos em projetos. Dentro deste contexto, esta pesquisa busca responder a seguinte pergunta: **quais sao as tecnicas descritas na literatura para o gerenciamento de riscos em projetos de SI?**

A partir da pergunta de pesquisa se definiu como objetivo geral da pesquisa identificar as tecnicas descritas na literatura para o gerenciamento de riscos em projetos de SI. Para atingir este objetivo geral foram definidos tres objetivos especificos: (1) identificar, por meio de uma revisao sistematica da literatura, metodos de analise de risco em projetos; (2) analisar as tecnicas utilizadas nos metodos identificados na literatura; e (3) classificar por ordem de frequencia as tecnicas mais citadas na literatura.

## 2 Metodos para Analise de Riscos em Projetos

Existem diversos metodos de analise de riscos em projetos descritos na literatura que sao utilizados em diferentes contextos e em diferentes areas. Nesta pesquisa, como forma de identificar e descrever esses metodos, foi utilizada a tecnica de revisao sistematica da literatura (RSL). A RSL possui o objetivo de identificar, avaliar e interpretar todo o conteudo relevante para uma questao de pesquisa, area ou fenomeno de interesse (Kitchenham *et al.*, 2009). Segundo esses autores, a RSL possui tres etapas principais: (1) **planejamento**, na qual sao identificadas as questoes de pesquisa e elaborado o protocolo de revisao; (2) **conducao**, na qual sao selecionados os estudos seguindo o protocolo especificado; e (3) **relatorio**, na qual sao sumarizados os dados e analisados os resultados.



Por último, cabe definir a diferença entre métodos e técnicas. Para o contexto desta pesquisa utilizou as seguintes definições:

(1) **Método.** É um conjunto das atividades sistemáticas e racionais, executadas em etapas e que permite alcançar o objetivo (Cervo, Bervian & Silva, 2007; Lakatos & Marconi, 2010).

(2) **Técnica.** Refere-se a procedimentos práticos que são adotados para realizar um determinado trabalho (Miranda Neto, 2005). São componentes de um método.

## 2.1 Planejamento da Revisão Sistemática da Literatura

A questão de pesquisa definida para guiar a seleção de trabalhos relevantes foi: quais métodos estão sendo utilizados para análise de riscos em projetos? A seleção de trabalhos foi feita em bases de dados contendo periódicos relacionados ao gerenciamento de projetos e contendo áreas de conhecimento e assuntos relacionados ao objetivo da pesquisa. As bases de dados utilizadas estão relacionadas a seguir:

(1) **Scopus** (<http://www.scopus.com>). Reúne informações de 23.000 títulos de revistas de mais de 5.000 editoras de todo o mundo. Abrange as três áreas de conhecimento: Biológicas, Exatas, Humanas. Entre os diversos assuntos abordados, inclui Engenharia, Ciências Sociais e a área Multidisciplinar.

(2) **Science Direct** ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)). Possui aproximadamente 26.000 livros e 2.200 periódicos. Abrange as três áreas de conhecimento: Biológicas, Exatas, Humanas. Entre os diversos assuntos abordados, inclui Ciências Exatas, Ciências Sociais e a área Multidisciplinar.

(3) **IEEE** (<http://ieeexplore.ieee.org>). Possui publicações periódicas, normas técnicas e anais de congressos e conferências publicados pelo *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) e pela *Institution of Engineering and Technology* (IET). Abrange a área de Exatas e entre os diversos assuntos abordados, inclui as diversas modalidades de engenharia.

O período de tempo considerado foi entre 2012 e maio de 2017, visto que se desejava obter os trabalhos mais atualizados sobre o tema. Foram utilizados apenas *strings* de busca compostas pelas palavras-chave relacionadas à questão da pesquisa e que especificavam o assunto procurado, considerando junções AND e OR e apenas na língua inglesa. O *string* de busca utilizado foi: (“**Project risk analysis**” OR “**Project Risk Assessment**”) AND “**Project Risk Management**”.

O protocolo considerou os seguintes critérios:

(1) **Crítérios de inclusão.** Foram considerados estudos que apresentavam a avaliação ou aplicação de um método de análise de riscos em projetos, sejam eles qualitativos ou quantitativos.

(2) **Crítérios de exclusão.** Com o objetivo de considerar apenas trabalhos relevantes, foram considerados os seguintes critérios de exclusão:

- Trabalhos que não tratam de gerenciamento de riscos em projetos.
- Trabalhos que não abordam os processos de análise qualitativa ou quantitativa de riscos.
- Trabalhos que apresentem somente uma revisão da literatura.
- Trabalhos que não fornecem o nome do método de análise utilizado.
- Trabalhos duplicados nas bases de dados.
- Trabalhos sem o texto completo disponível para consulta.

(3) **Crítério de qualidade.** Foram avaliados os detalhes do processo de execução do método de análise de riscos considerado, de forma a verificar se eram possíveis o entendimento e a reprodução dos mesmos.



## 2.2 Condução da Revisão Sistemática da Literatura

Para seleção dos trabalhos foram realizados três passos. O primeiro foi a leitura dos títulos e *abstracts* para verificar se atendiam aos critérios definidos. Em seguida, fez-se a leitura do texto para verificar a adequação do artigo aos objetivos da pesquisa e, por último, analisaram-se os critérios de qualidade definidos. A Figura 1 apresenta a quantidade de trabalhos inicialmente identificados nas bases de dados e a quantidade de artigos selecionados após a aplicação dos critérios.

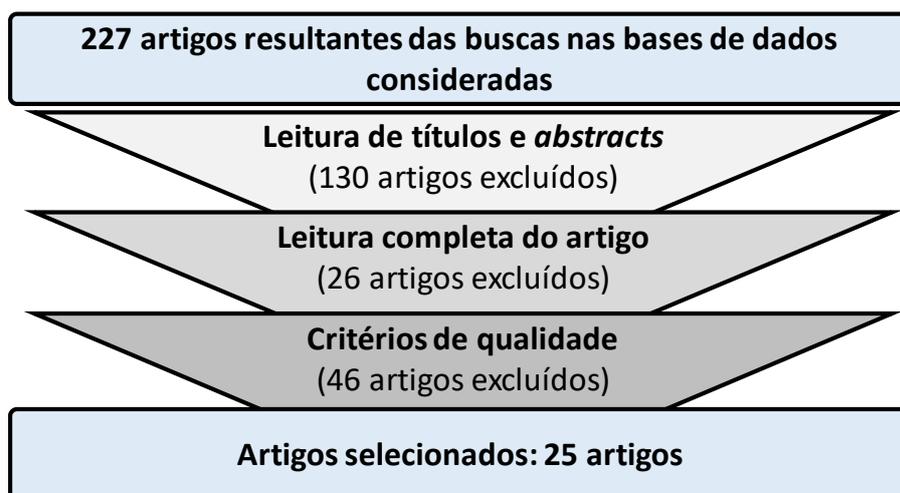


Figura 1. Visão geral da seleção de artigos pela RSL

## 2.3 Relatório da Revisão Sistemática da Literatura

Por meio da RSL realizada foram identificados 17 diferentes métodos, que estão apresentados na Figura 2. A seguir são descritos cada um desses métodos identificados na RSL.

Códi	Método de análise de riscos	Trabalhos relacionados
M1	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Marle, Vidal e Bocquet (2013)</li><li>● Subramanyan, Sawant e Bhatt (2012)</li></ul>
M2	<i>Bayesian Network</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Hu <i>et al.</i>, (2013)</li><li>● Odimabo e Oduoza (2014)</li><li>● Raoofpanah e Hassanlou (2013)</li><li>● Yet <i>et al.</i> (2016)</li></ul>
M3	<i>Colored Petri Nets</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Aloini, Dulmin e Mininno (2012a)</li></ul>
M4	<i>Dynamic Bayesian Network</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Yet <i>et al.</i> (2016)</li></ul>
M5	<i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Taylan <i>et al.</i> (2014)</li></ul>
M6	<i>Fuzzy Analytic Network Process</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Zegordi, Nik e Nazari (2012)</li></ul>
M7	<i>Fuzzy Expert COCOMO</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Manalif <i>et al.</i> (2012)</li></ul>
M8	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Mohammadi e Tavakolan (2013)</li></ul>
M9	<i>Fuzzy Multiple Criteria Decision Making</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Marmier, Gourc e Laarz (2013)</li></ul>
M10	<i>Fuzzy TOPSIS</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Taylan <i>et al.</i> (2014)</li></ul>
M11	<i>Importance-performance Analysis</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● López e Salmeron (2012)</li></ul>
M12	<i>Integrated Index</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Valitov e Sirazetdinova (2014)</li></ul>
M13	<i>Interpretive Structural Modeling</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Aloini, Dulmin e Mininno (2012b)</li></ul>



Códi	Método de análise de riscos	Trabalhos relacionados
M14	<i>Matrix-based risk propagation model</i>	● Fang e Marle (2013)
M15	Monte Carlo	● Arashpour <i>et al.</i> (2016) ● Ayala-Cruz (2016)
M16	<i>Relative Importance Index</i>	● Hossen, Kang e Kim (2015)
M17	<i>Three Scenario Approach</i>	● Purnus e Bodea (2013)

**Figura 2. Métodos de análise de riscos e trabalhos relacionados**

(M1) **Analytic Hierarchy Process (AHP)**. O AHP é um método baseado em comparação por pares, utilizado para elaborar uma escala de comparação entre diversos fatores analisados (Marle, Vidal & Bocquet, 2013). Segundo Hossen, Kang e Kim (2015), trata-se de um dos métodos mais populares e poderosos de tomada de decisão. O ponto crucial do AHP é permitir que um tomador de decisão estruture visualmente, sob uma forma hierárquica, um problema envolvido com múltiplos atributos. Zegordi, Nik e Nazari (2012).

(M2) **Bayesian Network**. Também conhecido como *Bayesian Belief Networks*, trata-se de um método para representação do conhecimento e reflexão sobre as condições de incerteza, que tem se tornado incrivelmente popular para modelagem de domínios complexos envolvidos com conhecimento e dados incertos (Raoofpanah & Hassanlou, 2013; Odimabo & Oduoza, 2014). Segundo Hu *et al.* (2013) e Yet *et al.* (2016), este método têm sido explorado em diversas práticas de gerenciamento de riscos, inclusive no gerenciamento de riscos em projetos de desenvolvimento de software.

(M3) **Colored Petri Nets (CPN)**. O Petri Net é um método gráfico utilizado para especificação, análise e desenho de sistemas de eventos discretos (Aloini, Dulmin & Mininno, 2012a). Apesar desses autores obterem sucesso em aplicações de problemas de diversos domínios, algumas desvantagens restringem a aplicação em sistemas complexos grandes. Com o objetivo de compensar essas desvantagens, surgiu o *Colored Petri Net*, que é uma extensão da forma tradicional.

(M4) **Dynamic Bayesian Network**. Diferente do método tradicional, o método *Dynamic Bayesian Network* utiliza a incerteza e variabilidade dos fatores de riscos em conjunto com fatores econômicos, de modo a realizar previsões em diferentes estágios do projeto (Yet *et al.*, 2016). Para isso, o método considera a realização de estimativas do risco calculadas ao longo do tempo comparadas com a estimativa inicial, ajustando-se os custos em função da previsão inicial e das mudanças identificadas nas estimativas dos riscos.

(M5) **Fuzzy Analytic Hierarchy Process**. Este método é uma extensão do método AHP tradicional e é utilizado para solucionar problemas com julgamentos subjetivos e em termos linguísticos dos objetos analisados pelos especialistas (Taylan *et al.*, 2014). Subramanyan, Sawant e Bhatt (2012) e Taylan *et al.* (2014) utilizaram este método para determinar os pesos entre os fatores analisados utilizando variáveis linguísticas *Fuzzy*. Em ambos os estudos os autores buscaram analisar riscos em projetos de construção civil e dados obtidos por meio de julgamento dos especialistas da área.

(M6) **Fuzzy Analytic Network Process**. Diferente do AHP que é utilizado para solução do problema de independência entre as alternativas ou critérios, o *Analytic Network Process* (ANP) tende a solucionar o problema de dependência entre essas alternativas ou critérios. O ANP representa uma generalização do AHP, pois permite uma complexa interrelação entre os atributos de cada camada (Zegordi, Nik & Nazari, 2012). A inserção do Fuzzy no método ANP permitiu algumas vantagens em relação à melhoria na modelagem da ambiguidade, menor exigência cognitivamente dos especialistas e melhor reflexão dos tomadores de decisão sobre a atitude para lidar com o risco e o grau de confiança sobre a subjetividade das avaliações.



(M7) **Fuzzy Expert COCOMO**. Trata-se de uma eficiente abordagem para o gerenciamento de riscos em projetos de software, que utiliza conhecimento e expertise obtidos de estimativas de esforço já realizadas previamente para analisar riscos em novos projetos de software (Manalif *et al.*, 2012). Este autor propôs este método, que combina a vantagem da técnica *Fuzzy* com a técnica Expert COCOMO.

(M8) **Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis**. Trata-se de um método para identificação de todos os modos de falha dentro de um sistema, identificando as causas raiz, avaliando os impactos das falhas e planejando ações corretivas. No método tradicional, as prioridades de riscos são baseadas no *Risk Priority Number*, que pode variar de 1 a 1000 e obtido através da multiplicação da probabilidade de ocorrência, da severidade e da detecção do risco, que podem variar de 1 a 10 (Mohammadi & Tavakolan, 2013). Segundo estes autores, o *Fuzzy*, quando utilizado junto ao método FMEA para realização de análise de riscos, serve para endereçar as limitações do método FMEA tradicional, tornando-o em um mecanismo simples e efetivo na análise de problemas.

(M9) **Fuzzy Multiple Criteria Decision Making**. A lógica *Fuzzy* foi criada para servir como uma alternativa para lidar com a incerteza, imprecisão e problemas complexos difíceis de se resolver quantitativamente. Para realização de análises de riscos em projetos, de acordo com Marmier, Gourc e Laarz (2013), a lógica *Fuzzy* melhora a precisão das estimativas, aumentando a probabilidade de sucessos dos projetos por meio de um gerenciamento de riscos eficaz.

(M10) **Fuzzy TOPSIS**. Trata-se de um método de tomada de decisão multicritério que se baseia no conceito de seleção de alternativas que tenham a menor distância da solução positiva ideal e a maior distância de solução negativa ideal (Taylan *et al.*, 2014). Geralmente o método utiliza os dados gerados pela aplicação de outro método, como por exemplo o método Fuzzy AHP ou o método Fuzzy ANP, para estabelecer um *ranking* de riscos utilizando os pesos obtidos a partir dos outros métodos.

(M11) **Importance-performance Analysis**. O método combina a medida de importância de cada fator (que são os riscos no caso da utilização para analisar riscos) e sua performance através de uma matriz de duas dimensões (López & Salmeron, 2012). Segundo estes autores, a partir das informações obtidas com a aplicação do método, é possível prover informações úteis e facilmente interpretadas sobre quais riscos deveriam ser priorizados em função da probabilidade e impacto.

(M12) **Integrated Index**. O método foi desenvolvido por Valitov e Sirazetdinova (2014) para considerar a natureza híbrida dos riscos, probabilidades, consequências e controle dos riscos. Este método utiliza os seguintes indicadores para realização do cálculo: probabilidade de ocorrência de um evento; resultados financeiros de um evento de risco; e capacidade de influência na realização do evento de risco ou de suas consequências. Segundo os autores, o método é efetivo em conectar o gerenciamento de riscos com os riscos de maior impacto e probabilidade.

(M13) **Interpretive Structural Modeling**. Trata-se de um método suportado por computador e baseado em processos *Structural Modeling* para construir e compreender os fundamentos das relações entre variáveis em um sistema complexo (Aloini, Dulmin & Mininno, 2012b). O método prove uma forma estruturada para interpretação de um grupo de julgamentos sobre quando e como essas variáveis estão relacionados no sistema. Os processos *Structural Modeling* geralmente operam como processos de aprendizagem interpretativa de um grupo de indivíduos sobre um sistema. Por meio da contribuição de diversos participantes com dados, ideias, conhecimento e habilidades relacionadas ao sistema, os processos de *Structural Modeling* oferecem uma melhoria de entendimento sobre esse sistema.

(M14) **Matrix-based Risk Propagation Model**. O método foi introduzido por Fang e Marle (2013), baseando-se no método *Design Structure Matrix*. Usando o DSM, Fang e Marle



(2013) criaram uma estrutura matricial binária denominada de *Risk Structure Matrix*, identificando se há ou não interação entre riscos identificados por meio dos julgamentos de especialistas. Posteriormente, além da avaliação realizada do impacto e da probabilidade de cada risco, são avaliadas também as forças entre as interações dos riscos, considerando a probabilidade do risco em ser acionado pela ocorrência de outro risco.

(M15) **Simulação de Monte Carlo.** Segundo Arashpour *et al.* (2016), a simulação de Monte Carlo é um dos métodos mais sofisticados para realização de análise de riscos, utilizado para uma grande variedade de problemas de risco, tais como atrasos no cronograma e estrapolação de custos. Ele é baseado em teorias científicas que permitem entender e comprovar os riscos considerados de maior impacto nos objetivos principais do projeto (Ayala-Cruz, 2016).

(M16) **Relative Importance Index.** O trabalho de Hossen, Kang e Kim (2015) utiliza a combinação deste método com os métodos AHP. O AHP é usado para avaliar os impactos e este método é usado para avaliar as probabilidades de ocorrência de fatores riscos. O *Relative Importance Index* é um método estatístico para determinação de um *ranking* de diferentes fatores baseado na probabilidade de ocorrência fornecidas por especialistas.

(M17) **Three Scenario Approach.** Segundo Purnus e Bodea (2013), trata-se de um método semi-probabilístico. Para aplicação deste método são realizadas três estimativas (otimista, mais provável e pessimista), considerando-se os eventos de risco e os dados iniciais do projeto, tais como duração, volume de trabalho, produtividade, cronogramas e recursos. A partir destas estimativas, as curvas de probabilidade são geradas para prazos, custos e recursos necessários para o projeto. Segundo Liberzon e Archibald (2003), estas estimativas são utilizadas na análise de riscos para definir as probabilidades desejáveis para se alcançar as datas, custos e taxa de utilização de recursos alvo do projeto.

### 3 Método da Pesquisa

Esta pesquisa é fundamentada em uma revisão bibliográfica e apresenta características qualitativas e quantitativas. Nesta seção são apresentados o tipo de pesquisa, as fases da pesquisa, bem como os procedimentos de coleta e tratamento dos dados.

#### 3.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa proposta neste trabalho se caracteriza por ser um estudo bibliográfico e exploratório. Segundo Cervo Bervian e Silva (2006), a pesquisa exploratória visa oferecer informações sobre o objeto de estudo e orientar a formulação de hipóteses para futuras pesquisas. Dessa forma, esta pesquisa explora as bases de dados científicas para identificar técnicas de análise de riscos em projetos, que possam servir de base para futuras pesquisas descritivas e explicativas e que possam ser usadas na prática gerencial. Por fim, cabe destacar que este estudo se trata de uma pesquisa quantitativa e transversal do tipo único, pois a coleta de informação foi feita uma única vez.

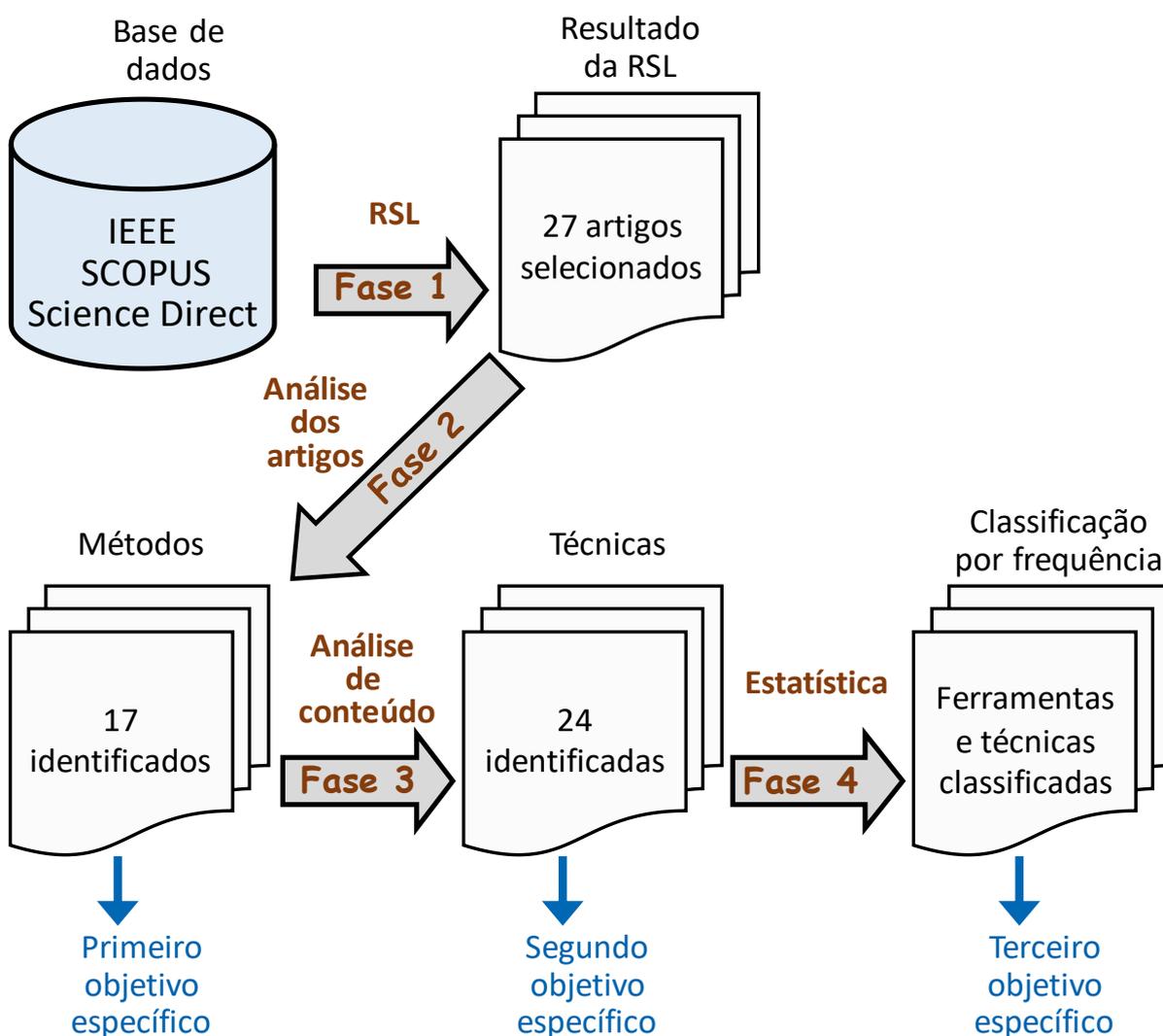
#### 3.2 Fases da Pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida em quatro fases como ilustra a Figura 3. A primeira fase constituiu a revisão sistemática da literatura apresentada na Seção 2. Esse levantamento foi realizado nas bases de dados da IEEE, SCOPUS e *Science Direct* e selecionou 27 artigos.

A segunda fase, realizou uma análise nos 27 artigos selecionados pela RSL e identificou 17 métodos utilizados na análise de risco em projetos. Os resultados desta fase também estão apresentados na Seção 2.

Na terceira fase da pesquisa foi feita uma análise de conteúdo (Bardin, 2011) que identificou 24 técnicas presentes nos 17 métodos de análise de risco identificados na segunda fase. Os resultados desta fase estão apresentados na Seção 4.

Na quarta e última fase foram utilizadas técnicas estatísticas para classificar por frequência de citação na literatura as técnicas identificadas na terceira fase. Os resultados desta fase também estão apresentados na Seção 4.



**Figura 3. Fases da pesquisa**

### 3.3 Coleta e Análise dos Dados

As unidades de análise desta pesquisa são os métodos de análise de risco identificados na literatura. Os dados foram coletados das bases científicas no primeiro semestre de 2017. Os dados foram analisados inicialmente com técnicas qualitativas e em seguida com técnicas quantitativas cujas características estão descritas a seguir.



(1) **Análise qualitativa.** Esta análise foi feita por meio da aplicação de técnicas de análise de conteúdo (Bardin, 2011). Entre essas técnicas, foi utilizada a análise semântica, que consiste em analisar o sentido das palavras encontradas nos textos. O uso desta técnica apresenta limitações, entre as quais destaca-se a subjetividade presente na análise feita pelos pesquisadores.

(2) **Análise quantitativa.** Esta análise foi feita com uso de técnicas estatísticas descritivas. Entre as limitações do uso desta técnica, destaca-se a impossibilidade de generalizar os resultados, uma vez que diversas bases de dados não foram consultadas e a amostra obtida não é significativa da população de artigos científicos sobre análise de risco em projetos.

#### 4 Análise e Resultados

A análise dos dados e os resultados estão apresentados em dois tópicos. O primeiro apresenta as técnicas identificadas na literatura e o segundo classifica por ordem de frequência essas mesmas técnicas.

##### 4.1 Técnicas Identificadas

A partir dos 17 métodos identificados na RSL buscou-se, por meio da análise semântica desses métodos, identificar as técnicas utilizadas por eles. Foram identificadas 20 técnicas, as quais estão apresentadas na Figura 4.

Técnicas	Fre- quência	Métodos																
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
<b>Entrada de dados</b>																		
Opinião Especializada	11	•	•			•	•		•	•	•	•		•		•		•
Bases históricas	6	•	•		•			•								•		•
Entrevista	6				•	•			•	•		•			•			
Riscos categorizados por fonte	5	•			•			•	•	•								
Questionário	3	•	•						•									
Delphi	2			•										•				
Brainstorming	1																	•
Observações Experimentais	1		•															
Riscos categorizados por fase	1	•																
<b>Tratamento de dados</b>																		
Fuzzy	7	•				•	•	•	•	•	•							
Interdependência de riscos	7	•	•	•				•				•		•				•
Multicritério	6	•				•	•		•	•	•							
Probabilidade e impacto	5	•				•			•	•			•					
Distribuição probabilística	4	•	•		•												•	
Simulação	4	•	•	•												•		
<b>Apresentação de dados</b>																		
Lista priorizada	8	•				•	•		•	•	•			•		•		
Rede	5	•	•	•	•													•
Matriz	4	•										•	•	•				
Tabela	3	•	•	•														
Radar(Teia de aranha)	1	•																

Figura 4. Técnicas usadas pelos métodos

Nota: os métodos de M1 a M17 estão descritos na Figura2.



Em relação à entrada de dados nos processos de avaliação de risco de projetos de SI, pelo menos três e técnicas usadas em gerenciamento de projetos não forma citadas na literatura de SI: reunião; técnica de grupo nominal; e riscos categorizados por área.

Utilizando a estatística de percentil os métodos foram classificados em três grupos. O grupo com maior número de técnicas apresentou seis métodos: AHP (M1); *Bayesian Network* (M2); *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (M5); *Failure Mode and Effect Analysis* (M8); *Fuzzy Multiple Criteria Decision Making* (M9); e Monte Carlo (M15). Três desses métodos, usados em projetos de SI, são tradicionais na área de projetos como um todo (M1, M2 e M15) e dois métodos (M2 e M9) são baseados em técnica Fuzzy e redes bayesianas.

A técnica Fuzzy foi a mais citada nos projetos de SI. O fato se justifica por essa técnica estar associada à área de computação. Uma análise da frequência de citações dessas técnicas está apresentada na próxima seção.

## 4.2 Classificação das Técnicas

A Figura 5 classifica as técnicas mais citadas na literatura para análise de risco em projetos de SI, a partir dos métodos encontrados.

Técnicas		Classificação por percentil
Entrada de dados	Opinião Especializada Bases históricas Entrevista Riscos categorizados por fonte	Mais citadas
	Questionário Delphi Brainstorming Observações Experimentais Riscos categorizados por fase	Menos citadas
Tratamento de dados	Fuzzy Interdependência de riscos Multicritério Probabilidade e impacto Interdependência de riscos Multicritério	Mais citadas
	Probabilidade e impacto Distribuição probabilística Simulação	Menos citadas
Apresentação de dados	Lista priorizada Rede	Mais citadas
	Matriz Tabela Radar(Teia de aranha)	Menos citadas

Figura 5. Classificação das técnicas por frequência de citação



Entre as técnicas de entrada de dados mais citadas estão a opinião especializada, consulta às bases de dados históricas e entrevistas. A categorização de risco por fonte é bem citada, porém a categorização por fase de projeto e a menos citada. Pode-se inferir que em projetos de SI há uma maior preocupação com a fonte de informação em relação ao risco do que propriamente a fase do projeto.

Em relação ao tratamento de dados na análise de risco praticamente todas as técnicas foram classificadas como mais citadas. Exceção a três técnicas que são baseadas em probabilidade e simulação (probabilidade e impacto, distribuição probabilística e simulação). Pode-se inferir que probabilidade e simulação não estão entre as técnicas mais utilizadas para tratamento de dados em processos de análise de risco de projeto de SI. Por último cabe destacar, que a técnica mais utilizada para apresentação dos dados é a lista priorizada.

## 5 Conclusão

O objetivo deste trabalho foi identificar as técnicas descritas na literatura para o gerenciamento de riscos em projetos de SI. Para isso foi realizado uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados da SCOPUS, IEEE e Science Direct. A partir de 227 artigos selecionados nas bases, extraiu-se 25 artigos que foram analisados em relação aos métodos e técnicas descritas.

Entre os resultados obtidos destacam-se:

(1) **Métodos para análise de risco.** Os métodos mais destacados na literatura para análise de risco em projetos de SI são similares àqueles frequentemente encontrados em outros campos de conhecimento, tais como Bayesian Network e Simulação de Monte Carlo. Destaca-se a associação desses métodos a uso de recursos computacionais.

(2) **Técnicas para análise de risco.** Os resultados obtidos em relação às técnicas usadas pelos métodos de análise de risco são baseados primordialmente em técnica Fuzzy e multicritério. O uso de métodos baseados em Fuzzy e multicritério permite o uso de recursos computacionais. Talvez por essa razão, essas técnicas tenham sido mais citadas na literatura de SI.

O resultado mostrou uma frequência maior de trabalhos com métodos e técnicas que exigem recursos computacionais. Isto mostra que o estudo do gerenciamento de projetos em áreas de conhecimento específicas, geralmente aponta particularidades da área. O conhecimento dessas particularidades não só aprimora o conhecimento teórico em gerenciamento de projetos, como permite a definição de hipótese para futuras pesquisas. Dentro desse contexto, esta pesquisa contribuiu com o aumento do conhecimento sobre as características dos processos de análise de risco em projetos de SI. Contribui ainda, como uma pesquisa exploratória sobre métodos e técnicas de análise de risco, que podem servir como ponto de partida para futuras pesquisas que possam analisar quais os métodos e técnicas melhor se aplicam ao gerenciamento de projetos em áreas e contextos específicos

## Referências Bibliográficas

- Aloini, D., Dulmin, R., & Mininno, V. (2012a). Modelling and assessing ERP project risks: A petri net approach. *European Journal of Operational Research*, 220(2), p. 484–495.
- Aloini, D., Dulmin, R., & Mininno, V. (2012b). Risk assessment in ERP projects. *Information Systems*, 37(3), p. 183–199.



- Arashpour, M. et al. (2016). Analysis of interacting uncertainties in on-site and off-site activities: Implications for hybrid construction. *International Journal of Project Management*, 34(7), p. 1393–1402.
- Ayala-Cruz, J. (2016). Project risk planning in high-tech new product development. *Academia*, 29(2), p. 110–124.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Cervo, A. L., Bervian, P. A. & Silva, R. (2007). *Metodologia científica*, 6ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Fang, C., & Marle, F. (2013). Dealing with project complexity by matrix-based propagation modelling for project risk analysis. *Journal of Engineering Design*, 24(4), p. 239–256.
- Globerson, S., & Zwikael, O. (2002). The impact of the project manager on project management planning processes. *Project management journal*, 33(3), p. 58–64.
- Hossen, M. M., Kang, S., & Kim, J. (2015). Construction schedule delay risk assessment by using combined AHP-RII methodology for an international NPP project. *Nuclear Engineering and Technology*, 47(3), p. 362 – 379.
- Hu, Y. et al. (2013). Software project risk analysis using Bayesian networks with causality constraints. *Decision Support Systems*, 56(1), p. 439–449.
- IPMA. (2015). *Individual competence baseline*, 4<sup>th</sup> version. International Project Management Association.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, 51(1), p. 7–15.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. de A. (20010). *Fundamentos de Metodologia científica*. São Paulo: Atlas.
- Liberzon, V., & Archibald, R. D. (2003). From Russia with love: truly integrated project scope, schedule, resource and risk information. In: *Proceedings of the 2003 PMI World Congress—Europe*. [S.l.: s.n.].
- López, C., & Salmeron, J. L. (2012). Risks response strategies for supporting practitioners decision-making in software projects. In: *4<sup>th</sup> Conference of Enterprise Information Systems – aligning technology, organizations and people* (CENTERIS 2012), v. 5, p. 437–444.
- Manalif, E. et al. (2012). Fuzzy-Excom software project risk assessment. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Machine Learning and Applications*, ICMLA 2012, v. 2, p. 320–325.
- Marle, F., Vidal, L. A., & Bocquet, J. C. (2013). Interactions-based risk clustering methodologies and algorithms for complex project management. *Anticipation of risks impacts and industrial performance evaluation in distributed organizations life cycles*, 142(2), p. 225–234.
- Marmier, F., Gourc, D., & Laarz, F. (2013). A risk oriented model to assess strategic decisions in new product development projects. *Decision Support Systems*, 56, p. 74 – 82.
- Miranda Neto, M. J. (2005). *Pesquisa para o planejamento: métodos e técnicas*. Rio de Janeiro: FGV.



- Mohammadi, A., & Tavakolan, M. (2013). Construction project risk assessment using combined Fuzzy and FMEA. In: *Proceedings of the 2013 Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting*, IFSA/NAFIPS 2013, p. 232–237.
- Odimabo, O., & Oduoza, C. (2014). Methodology for project risk assessment using Bayesian belief networks in engineering construction projects. In: *Proceedings of the 24<sup>th</sup> International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing: Capturing Competitive Advantage via Advanced Manufacturing and Enterprise Transformation - FAIM 2014*, p. 201–208.
- OGC. (2009). *Managing successful projects with PRINCE2*. [S.l.]: The Stationery Office.
- Patah, L. A., & Carvalho, M. M. (2012). Métodos de gestão de projetos e sucesso dos projetos: um estudo quantitativo do relacionamento entre estes conceitos. *Revista de Gestão e Projetos - GeP*, 3(2), p. 178–206.
- PMI. (2013). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. [S.l.]: Newtown Square, PA: Project Management Institute – PMI.
- Purnus, A., & Bodea, C. N. (2013). Considerations on project quantitative risk analysis. In: *Proceedings of the 26th International Project Management Association World Congress - IPMA, Crete, Greece*, v. 74, p. 144–153.
- Raofpanah, H., & Hassanlou, K. (2013). A probabilistic approach for project cost estimation using Bayesian networks. *Life Science Journal*, v. 10, p. 342–349.
- Schmidt, R., Lyytinen, K., & Keil, P. C. M. (2001). Identifying software project risks: An international Delphi study. *Journal of management information systems*, 17(4), p. 5–36.
- Standish Group. (2014). *Big bang boom*. Inc. Boston, MA: Standish Group
- Subramanyan, H., Sawant, P., & Bhatt, V. (2012). Construction project risk assessment: development of model based on investigation of opinion of construction project experts from India. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(3), p. 409–421.
- Taylan, O. et al. (2014). Construction projects selection and risk assessment by fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing*, 17, p. 105–116.
- Valitov, S., & Sirazetdinova, A. (2014). Project risks' management model on an industrial enterprise. *Asian Social Science*, 10(21), p. 242–249.
- Yet, B. et al. (2016). A Bayesian network framework for project cost, benefit and risk analysis with an agricultural development case study. *Expert Systems with Applications*, 60, p. 141 – 155.
- Zegordi, S., Nik, E. R., & Nazari, (2012). A. Power plant project risk assessment using a fuzzy-ANP and fuzzy-TOPSIS method. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 25(2), p. 107–120.