



## Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação



### Análise de Risco no Gerenciamento de Projetos de Software

Mestrado Acadêmico  
Engenharia da Computação

**\*\* 1º Ano de Mestrado \*\***

Carlos Henrique Maciel Sobral Timóteo<sup>1</sup>  
Sérgio Murilo Maciel Fernandes<sup>2</sup>  
Mêuser Jorge Silva Valença<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>Email: [chmst@ecomp.poli.br](mailto:chmst@ecomp.poli.br)

<sup>2</sup>Email: [smurilo@ecomp.poli.br](mailto:smurilo@ecomp.poli.br)

<sup>3</sup>Email: [mjsv@ecomp.poli.br](mailto:mjsv@ecomp.poli.br)

## 1 Descrição do Problema (1 Página)

O Gerenciamento de riscos de projetos é um dos principais tópicos de interesse dos pesquisadores e trabalhadores da área de gerenciamento de projetos. Tanto que um *survey* realizado por Williams em 1995 [Wil95] inclui 241 referências. O gerenciamento de risco é uma das oito áreas de conhecimento do Guia de Gerenciamento de Projetos (PMBOK Guide)[Ins08].

Projetos de desenvolvimento de software são frequentemente confrontados com problemas imprevistos que apresentam eventuais riscos dentro do ambiente de desenvolvimento. O controle desses riscos é uma necessidade da equipe de desenvolvimento técnico e não-técnico, já a partir dos primeiros estágios do desenvolvimento, e é crucial para se chegar a um projeto de sucesso. Para Islam[Isl09], os erros durante o ciclo de desenvolvimento de software podem influenciar no fracasso de projetos de software.

Embora o gerenciamento de risco na gestão de projetos de software seja um processo saudável, sua utilização ainda está aquém das expectativas. Algumas causas disso são o acúmulo de responsabilidades dos gerentes, a falta de compromisso dos gerentes de projeto, a falta de conhecimento em gestão de riscos, os custos envolvidos nas atividades de gestão de risco, a falta de habilidade para lidar com as técnicas e ferramentas. Como consequência, os projetos estão sujeitos a risco sem plano de contingência que podem influenciar negativamente os projetos, provocando o fracasso do mesmo. Segundo o *benchmarking* realizado em 2009 pelo *Project Management Institute* [Ins09b], em 20% dos projetos seus gerentes não realizam todos os processos de planejamento, 46% dos gerentes realizam atividades de gerenciamento em tempo parcial, em 35% dos projetos o gerenciamento de riscos de projetos é realizado de acordo com uma metodologia formal, estruturada por políticas, procedimentos e formulários.

Supondo que os riscos têm natureza diversa e imprevisível, é imperativo que a gestão de risco precise considerar uma visão holística que abranja as dimensões técnicas e não-técnicas, a partir dos atividades comuns de desenvolvimento[Isl08], como também de gestão do projeto.

No entanto, apesar de tantos trabalhos desenvolvidos na área, como em [Vir09] [Boe91] [Hu07], poucos ou nenhum oferece uma abordagem matemática confiável e fácil de utilizar para o processo análise quantitativa de riscos.

## 2 Objetivos (1 Página(s))

Os objetivos deste projeto de mestrado estão associados à pesquisa, desenvolvimento, e análise de risco de projetos visando o desenvolvimento de um *framework* para a identificação de riscos, análise qualitativa e análise quantitativa.

### 2.1 Questões da Pesquisa

Qual o método atual mais eficiente para a identificação de riscos no gerenciamento de projetos de software?

Como desenvolver um método confiável para a análise qualitativa e quantitativa de riscos?

Quais os dados disponíveis de riscos de projetos de software para realizar os estudos?

Porque é difícil, para um gerente, realizar a gestão de riscos em projetos de software, de pequeno, médio ou grande porte?

O que se espera de uma ferramenta para a análise quantitativa de riscos?

### 2.2 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é desenvolver um processo confiável, fácil de usar e eficaz para a análise de riscos de projetos de software.

### 2.3 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma abordagem para a identificação de riscos de projetos de software
- Implementar uma ferramenta para a análise qualitativa dos riscos identificados
- Implementar uma ferramenta para a análise quantitativa desses riscos
- Sugerir uma abordagem automatizada para a definição de estratégias de mitigação de riscos multi-objetiva

### 3 Motivação (1 Página)

Em 2009, o CHAOS Report mostrou que 32% dos projetos alcançaram sucesso e foram entregues no prazo, no orçamento e com os requisitos prometidos; já 44% dos projetos foram desafiados; não menos importante, 24% dos projetos falharam e foram cancelados [Gro09]. Isso ocorre devido aos riscos envolvidos nas atividades, e a um gerenciamento de risco de software ausente ou deficiente [Isl09].

Já que é uma área de pesquisa que vem crescendo, novas e melhores metodologias para identificar, medir e controlar itens de risco de software precisam ser desenvolvidas. Keshlaf e Riddle[Kes10] concluem que mesmo que existam muitas abordagens para o gerenciamento do risco de software há uma grande lacuna com relação ao que é praticado pelas indústrias de software.

Mesmo que existam diferentes metodologias dentro de diversos padrões para definir como os processos de gerenciamento de riscos devem ser, no entanto, vale a pena perceber que não existe uma solução única para o conduzir o gerenciamento de riscos adequadamente [Vir09].

Portanto, as pesquisas nessa área estão crescendo a cada dia, validando o desenvolvimento desse tipo de estudo.

## 4 Estado da Arte (5 Página(s))

A Gerência de Riscos de Projetos foi formalmente apresentada à comunidade de Engenharia de Software através da proposta do modelo Espiral de Barry Boehm [Boe91]. Seguindo-se a este evento muitas abordagens e modelos foram apresentados, destacando-se o programa do SEI (*Software Engineering Institute*) [Hig96] e, atualmente, os mais conhecidos são o modelo CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) [Ins07] e o Guia PMBOK (*Project Management Book of Knowledge*) [Ins08].

### 4.1 Gerenciamento de Riscos de Projetos

O Gerenciamento de Risco envolve processos de planejamento, identificação, avaliação e priorização de riscos. De acordo com o PMBOK [Ins08], riscos podem ser definidos como um evento incerto ou condição que, se ocorrer, tem um efeito em pelo menos um dos objetivos do projeto. Risco pode ser considerado tanto como ameaça (impacto negativo) ou oportunidade (impacto positivo). Numa definição melhor, gerenciamento de riscos pode ser definido como o processo de analisar a exposição ao risco e determinar como melhor lidar com essa exposição. O objetivo do gerenciamento de risco não é somente a identificação de riscos, como também desenvolver uma abordagem robusta para gerenciar proativamente o impacto no projeto [Osu12].

O Gerenciamento de projetos com vários riscos e incertezas, é fundamental para a arte do gerenciamento de projetos. Entretanto, em momentos econômicos de crise torna-se muito mais difícil o gerenciamento de riscos de um projeto, devido aos custos incorridos. Como prever possíveis futuros eventos a curto, médio e longo prazos? Qual seria o custo do projeto dadas as incertezas no financiamento? Como manter seus fornecedores no negócio?

Ao avaliar os riscos e incertezas, os gerentes de projeto muitas vezes confiam na intuição, em vez de lógica e análise detalhada. O pensamento intuitivo é frequentemente alvo de ilusões, que causam erros mentais previsíveis e decisões eventualmente pobres. O método para conciliar o efeito dessas ilusões psicológicas é uma avaliação sistemática dos riscos e esforços de mitigação associados, através de métodos analíticos. É difícil gerenciar algo que não pode ser medido: gerentes de projeto deveriam quantificar a probabilidade de risco, os resultados, e seu efeito cumulativo em um projeto. Além disso, é importante avaliar as várias opções de mitigação de risco: o custo de cada opção e o tempo necessário para realização da mitigação? [Vir09].

Um melhor gerenciamento de riscos começa com a identificação de problemas potenciais. A adoção das ferramentas disponíveis como: revisão das lições aprendidas, *brainstorming*, entrevistas, opinião especializada, *benchmarking*; são alternativas relativamente eficientes, porém muitas vezes apresentam alto custo. Uma proposta acessível, de baixo custo e extensível é utilizar o *framework* da base de dados do PERIL [Ken03a].

## 4.2 *PERIL Database*

Durante alguns anos, em *Workshops* de Gerenciamento de Riscos, foram realizadas entrevistas com centenas de líderes de projetos para conhecer problemas de projetos típicos já enfrentados, definindo o que havia ocorrido e o impacto disso no projeto. Esses dados foram agrupados no banco de dados *Project Experience Risk Information Library* (PERIL) [Ken03b].

Em projetos, os riscos encontrados podem ser classificados como "conhecidos", aqueles antecipados no planejamento, ou "desconhecidos", encontrados durante a execução do projeto. O objetivo da análise dessa base de dados é prover um *framework* para identificação de riscos de modo a aumentar o número de riscos conhecidos, e diminuir o número de riscos desconhecidos.

Algumas características dessa base de dados:

1. Os dados são descorrelacionados: eles representam uma pequena fração de dezenas de milhares de projetos realizados pelo gerente de projeto, por quem eles foram coletados;
2. PERIL apresenta viés (*bias*): a informação não foi coletada aleatoriamente.
3. PERIL representa somente os riscos mais significantes.

A maioria dos projetos teve duração entre 6 meses e 1 ano, e a equipe continha entre 10 e 25 pessoas. No total, 649 riscos foram identificados e categorizados nos seguintes tipos: escopo, cronograma e recurso. A categoria escopo é composta das seguintes subcategorias: mudança e defeito. A categoria cronograma é composta das subcategorias: dependência, estimativa e atraso. Já, recursos é composta das seguintes subcategorias: dinheiro, terceirização e pessoas.

Uma desvantagem dessa base de dados, é que ela somente contabiliza riscos que tiveram impacto negativo no projeto. As oportunidades não foram identificadas e maximizadas com esse estudo.

No entanto, um dos grandes benefícios é que o autor apresenta alguns riscos como *black swans* [Ken03a]: representando a idéia de riscos com amplo impacto, difíceis de prever e raros de ocorrer. Se o risco tiver impacto negativo, é conhecido como catástrofe, ao passo que, se tiver impacto positivo, é conhecido como recompensa.

## 4.3 *Análise Qualitativa de Riscos*

O processo de análise qualitativa de riscos avalia as características dos riscos de projetos identificados individualmente e prioriza os riscos baseado nas requisições estabelecidas para o projeto. Em outras palavras, a análise qualitativa de riscos avalia a probabilidade de cada risco ocorrer e o efeito individual de cada risco nos objetivos do projeto. Como tal não aborda diretamente o risco global para os objetivos do projeto, que resultam do efeito combinado de todos os riscos e suas interações potenciais entre si, então isto pode ser obtido através do uso de técnicas de análise quantitativa de riscos [Ins09a].

Em [Jia04], uma técnica baseada em redes de petri foi utilizada para a análise qualitativa e quantitativa de riscos em desenvolvimento de software. O artigo apresenta um *framework* de coordenação de métricas de software e modelo de processos de software para gerenciar os riscos de projetos. Além disso, [Car12] utilizou redes de Petri para identificar, controlar, e gerenciar riscos de desenvolvimento de programas.

#### 4.4 Redes de Petri Estocásticas

As redes de Petri são um formalismo matemático que permite representar sistemas dinâmicos em que há relações de causa e efeito complexas, concorrência e sincronização. Elas foram criadas em 1962 por Carl Adam Petri [Pet62]. A rede de Petri é um grafo direcionado em que há dois tipos de nós: lugares, representados por círculos, e transições, representadas por barras ou retângulos. Os lugares podem conter tokens, que são representados por círculos pretos dentro do lugar.

A Figura 1 apresenta um exemplo simples de rede de Petri, em que é modelado o ciclo dia e noite. Quando um *token* é colocado no lugar Dia, significa que o sistema está no estado Dia. Isto habilita a transição Anotar a ocorrer. Quando esta transição dispara, o *token* é removido do lugar Dia e um *token* é colocado no lugar Noite, indicando que o sistema está neste estado. Isto, por sua vez, desabilita a transição Anotar e habilita a transição Amanhecer. De forma análoga, o disparo da transição Amanhecer faz com que o *token* seja removido do lugar Noite e um *token* seja colocado no lugar Dia [HTT00] [Fer07].

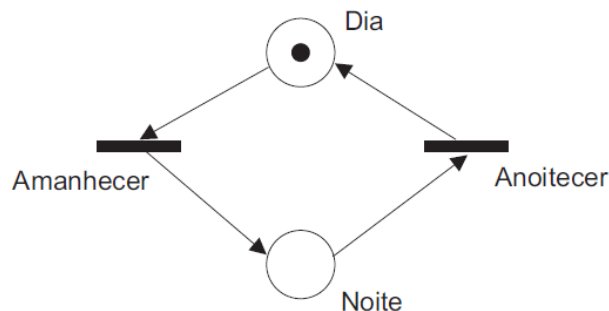


Figura 1: Exemplo de Rede de Petri

As Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (*Generalized Stochastic Petri Nets*) [AM95], permitem a utilização de transições temporizadas estocásticas em conjunto com transições não-temporizadas (chamadas imediatas). Esta característica facilita a modelagem de transições lógicas, que não estão associadas a tempo. Transições temporizadas apenas são habilitadas quando não há mais nenhuma transição imediata habilitada. Marcações em que transições imediatas estão habilitadas são chamadas de não-tangíveis (*vanishing*). Marcações em que transições temporizadas estão habilitadas são chamadas de tangíveis (*tangible*).

## 4.5 Análise Quantitativa de Riscos

A análise quantitativa de riscos envolve o processo de mapear eventos de riscos relacionados a atividades e executar a simulação de Monte Carlo considerando a probabilidade de ocorrência.

O objetivo da análise quantitativa de riscos é criar um "perfil do risco" do projeto. Para tanto, é necessário as seguintes informações: a chance que o projeto será finalizado dentro de um certo período de tempo ou orçamento; a taxa de sucesso de projetos; as estimativas pior, média e melhor de duração e outros parâmetros do projeto [Ins08].

As ferramentas utilizadas na análise quantitativa são:

1. Análise de Sensibilidade: Determina qual incerteza tem o maior potencial de impacto.
2. Simulação de Monte Carlo: É um método matemático utilizado para aproximar a função de distribuição de probabilidade de resultados potenciais (duração do projeto, custo, taxas de sucesso, e outros parâmetros baseado em entradas probabilísticas). Nesse procedimento amostras aleatórias são criadas com base na amostra apresentada, de modo que a função de distribuição de probabilidade alcance o nível de confiança desejado, comumente 95% ou 99%.
3. Análise de Árvores de Decisão: É um tipo de análise que determina qual decisão é a melhor. Por exemplo, para o gerenciamento do custo do projeto, a árvore de decisão suporta o cálculo do Valor Monetário Agregado (*Estimated Monetary Value*) que determina qual decisão é menos onerosa.

No entanto, alguns trabalhos propõem novas ferramentas de análise quantitativa de riscos. Entre eles, Virine [Vir09] apresenta a Metodologia da Cadeia de Eventos. Nesse trabalho, as atividades de um projeto não são um procedimento uniforme e contínuo. Essas tarefas são afetadas por eventos externos, que transformam as atividades de um evento para outro. O momento em que os eventos externos ocorrem são probabilísticos e podem ser definidos utilizando uma distribuição estatística. Além disso, eventos podem causar outros eventos, criando, portanto, a cadeia de eventos. A análise dessas combinações é realizada através da simulação de Monte Carlo.

## 4.6 Redes Neurais Artificiais

As redes Neurais Artificiais (RNA) são modelos que procuram simular o comportamento e funcionamento do cérebro humano. Assim como existem os neurônios biológicos, componentes essenciais para o processamento das informações do cérebro, a RNA é formada por unidades que objetivam realizar as mesmas funções do neurônio biológico. Esses componentes são denominados neurônios artificiais e foram propostos em 1943 por McCulloch e Pitts [MCC43].



A rede *Multi-Layer Perceptron* (MLP) funciona como um *Perceptron* de muitas camadas, ou seja, ela possui pelo menos uma camada de neurônios intermediária ou escondida. A vantagem de ter camadas intermediárias é que a rede neural passa a resolver problemas que não são linearmente separáveis, possibilitando, assim, a aproximação de qualquer função contínua, com apenas uma camada, e qualquer função matemática, quando houver mais de uma camada [Hay07]

Em [Hu07], algumas técnicas inteligentes são utilizadas para a análise do risco projetos de software. O artigo conclui que uma técnica híbrida de redes neurais e algoritmos genéticos obteve uma precisão de 85% para prever se o projeto obterá sucesso, será desafiado ou falhará totalmente.

## 5 Resumo do Projeto (1 Página(s))

O intuito dessa dissertação de mestrado é o desenvolvimento de um *framework* para a análise de riscos no gerenciamento de projetos de software, de forma a facilitar o trabalho do analista ou gerente de projeto quanto às atividades de gerenciamento de risco.

Alguns desafios para essa área de conhecimento do PMBOK são: alguns gerentes de projetos não realizam todos os processos de planejamento; muitos gerentes realizam atividades de gerenciamento em tempo parcial; em poucos projetos o gerenciamento de riscos de projetos é realizado de acordo com uma metodologia formal estruturada por políticas, procedimentos e formulários; muitos gerentes não têm o conhecimento ou não dominam as técnicas e ferramentas para a análise quantitativa de riscos. O objetivo desse trabalho é desenvolver um *framework* para a identificação de riscos, análise qualitativa e análise quantitativa.

A adoção de todas as ferramentas disponíveis para a identificação de riscos como: revisão das lições aprendidas, *brainstorming*, entrevistas, opinião especializada, *benchmarking*; são alternativas relativamente eficientes, porém muitas vezes apresentam alto custo. Uma proposta acessível, barata e extensível é utilizar o *framework* da base de dados do PERIL.

Algumas abordagens alternativas baseadas em redes de petri podem ser utilizadas para a análise qualitativa e quantitativa de riscos em desenvolvimento de software. Além disso, utilizou-se não apenas redes de Petri para identificar, controlar, e gerenciar riscos de desenvolvimento de software, como também algumas técnicas inteligentes foram utilizadas para a análise de risco de projetos de software. Uma técnica híbrida de redes neurais e algoritmos genéticos obteve uma precisão de 85% na previsão de sucesso, desafio ou falha total do projeto.

Mesmo que existam diferentes metodologias dentro de diversos padrões para definir como os processos de gerenciamento de riscos devem ser, vale a pena perceber que não existe uma solução única para o conduzir o gerenciamento de riscos adequadamente [Vir09]. Portanto, as pesquisas nessa área estão crescendo a cada dia, e é válido desenvolver um estudo como este.

## 6 Metodologia (1 Página(s))

Esse trabalho envolve atividades de pesquisa e desenvolvimento de ferramentas para a análise de riscos de software.

### 6.1 Fases do Projeto

1. **Fase 1** - Revisão Bibliográfica Sistemática da Linha de Pesquisa
2. **Fase 2** - Levantamento de Bases de Dados para Estudo
3. **Fase 3** - Definição de Metodologia para Identificação de Riscos
4. **Fase 4** - Definição de Metodologia para Análise Qualitativa de Riscos
5. **Fase 5** - Definição de Metodologia para Análise Quantitativa de Riscos
6. **Fase 6** - Escrita de Artigo e Dissertação de Mestrado

### 6.2 Lista das Principais Atividades

1. **Atividade 1** - Pesquisa Bibliográfica no Periódicos CAPES e PMI.org
2. **Atividade 2** - Escrita de Relatório da Revisão Bibliográfica Sistemática
3. **Atividade 3** - Pesquisa de Bases de Dados de Riscos de Projetos de Software
4. **Atividade 4** - Avaliação das Metodologias Atuais e Elaboração da Proposta para Identificação de Riscos
5. **Atividade 5** - Implementação de Metodologia para Análise Qualitativa de Riscos
6. **Atividade 6** - Otimização da Metodologia Desenvolvida para Análise Qualitativa de Riscos
7. **Atividade 7** - Implementação da Metodologia para Análise Quantitativa de Riscos
8. **Atividade 8** - Otimização da Metodologia Desenvolvida para Análise Quantitativa de Riscos
9. **Atividade 9** - Comparação das Metodologias Desenvolvidas com as Atuais
10. **Atividade 10** - Escrita de Artigo e Dissertação de Mestrado

## 7 Cronograma (1 Página(s))

O Cronograma para o projeto é apresentado a seguir.

Cronograma																		
	2012						2013											
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Ativ01																		
Ativ02																		
Ativ03																		
Ativ04																		
Ativ05																		
Ativ06																		
Ativ07																		
Ativ08																		
Ativ09																		
Ativ10																		

## 8 Resultados Esperados (1 Página(s))

Os resultados esperados para esse projeto são o desenvolvimento do *framework* para o gerenciamento de projetos conforme estabelecido nos objetivos do projeto. Mais especificamente, espera-se implementar uma ferramenta que apresente 15% ou menos de erro na estimativa do impacto de riscos individuais nos objetivos do projeto. E implementar uma ferramenta que avalie a probabilidade de riscos dos projetos de forma holística levando em consideração o caráter estocástico dos riscos.

Além disso, é essencial que os métodos propostos sejam fáceis de ser utilizados e eficazes, pelo menos tanto quanto os correntes.

## Referências

- [AM95] Balbo G. Conte G. et al. Ajmone Marsan, M. Modelling with generalized stochastic petri nets. *Wiley series in parallel computing*, 1995.
- [Boe91] B. W. Boehm. Software risk management: principle and practices. *IEEE Software*, 8:32–41, 1991.
- [Car12] Tasinaffo P. M. Montini D. A. Fernandes D. D. da Cunha A. M. Dias L. A V. Cardoso, F. R. M. A formal control model for risks management within software projects. In *Proceedings of the 2012 Ninth International Conference on Information Technology - New Generations*, ITNG '12, pages 452–457, Washington, DC, USA, 2012. IEEE Computer Society.
- [Fer07] S. M. M. Fernandes. Avaliação de dependabilidade de sistemas com mecanismos tolerantes a falha: Desenvolvimento de um método híbrido baseado em edspn e diagrama de blocos. PhD Thesis, 2007.
- [Gro09] The Standish Group. Chaos report. 2009.
- [Hay07] S. Haykin. *Redes Neurais: Princípios e Práticas*. 2007.
- [Hig96] Y. Y. Higuera, R. P. e Haimes. Software risk management, 1996.
- [HTT00] Christophe Hirel, Bruno Tuffin, and Kishor S. Trivedi. Spnp: Stochastic petri nets. version 6.0. In Boudewijn R. Haverkort, Henrik C. Bohnenkamp, and Connie U. Smith, editors, *Computer Performance Evaluation: Modelling Techniques and Tools, 11th International Conference, TOOLS 2000, Schaumburg, IL, USA, March 27-31, 2000, Proceedings*, volume 1786 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 354–357. Springer, 2000.
- [Hu07] Huang J. Chen J. Liu M. Xie K. Hu, Y. Software project risk management modeling with neural network and support vector machine approaches. *Third International Conference on Natural Computation (ICNC)*, 2007.
- [Ins07] SEI Software Engineering Institute. *CMMI - Capability Maturity Model Integration*. 2007.
- [Ins08] Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. 2008.
- [Ins09a] Project Management Institute. Practice standard for project risk management. 2009.
- [Ins09b] Project Management Institute. Relatório principal perspectiva geral estudo de benchmarking em gerenciamento de projetos. 2009.

- [Isl08] Dong W. Islam, S. Human factors in software security risk management. *In Proceedings of the first international workshop on Leadership and management in software architecture*, 2008.
- [Isl09] S. Islam. Software development risk management model - a goal driven approach. *Proc. Of ESEC FSE Doctoral Symposium 09 Amsterdam The Netherlands*, pages 5–8, 2009.
- [Jia04] Chen Y. Jiang, G. Coordinate metrics and process model to manage software project risk. *International Engineering Management Conference*, 2004.
- [Ken03a] T. Kendrick. *Identifying and Managing Project Risk: Essential Tools for Failure-Proofing your Project*. 2003.
- [Ken03b] T. Kendrick. Overcoming project risk: Lessons from the peril database. *Proceedings of PMI Global Congress*, 2003.
- [Kes10] Riddle S. Keshlaf, A. Risk management for web and distributed software development projects. *The Fifth International Conference on Internet Monitoring and Protection*, 2010.
- [MCC43] Pitts W. McCulloch, W. A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, pages 115–133, 1943.
- [Osu12] A. Osundahunsi. Effective project risk management using the concept of risk velocity, agility and resiliency. *CAMERON International, Houston, TX, USA*, page 13, 2012.
- [Pet62] C. A. Petri. Kommunikation mit automaten. *PhD thesis, Schriften des IIM Nr. 2, Bonn*, 1962.
- [Vir09] L. Virine. Project risk analysis: How to make better choices in the uncertain times. *Proceedings of PMI Global Congress*, 2009.
- [Wil95] T. M. Williams. A classified bibliography of recent research relating to project risk management. *European Journal of Operational Research*, pages 18–38, 1995.