

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

**ANÁLISE DE DEPENDÊNCIA DE RISCOS EM
GERENCIAMENTO COLABORATIVO DE RISCOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Catherine de Lima Barchet

Santa Maria, RS, Brasil

2015

ANÁLISE DE DEPENDÊNCIA DE RISCOS EM GERENCIAMENTO COLABORATIVO DE RISCOS

Catherine de Lima Barchet

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Área de Concentração em Computação Aplicada, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência da Computação.**

Orientador: Prof^a. Lisandra Manzoni Fontoura
Co-orientador: Prof. Luís Alvaro de Lima Silva

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ANÁLISE DE DEPENDÊNCIA DE RISCOS EM GERENCIAMENTO
COLABORATIVO DE RISCOS**

elaborada por
Catherine de Lima Barchet

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Lisandra Manzoni Fontoura
(Presidente/Orientador)

Eduardo Kessler Piveta (UFSM)

Adriano Velasque Werhli (FURG)

Santa Maria, 28 de agosto de 2015.

*Dedico este trabalho ao meu doce afilhado, **Emanuel!**
Que no futuro, o mundo te permita e te inspire conquistas como esta.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Luiz Barchet e Francismara de Lima Barchet, e a minha irmã Francieli Barchet Biscahyno, meu infinito agradecimento, pois sempre se orgulharam de mim e confiaram em meu trabalho, me fornecendo todo o apoio emocional e financeiro necessário. Acreditaram na minha capacidade, me incentivaram a todo momento e oportunizaram que este objetivo fosse alcançado. Obrigada pelo amor incondicional.

Ao meu afilhado Emanuel Barchet Biscahyno, que neste último ano proporcionou a felicidade do seu nascimento, tornando mais doce e leve esta caminhada.

A meu namorado, Guilherme Cardoso da Silva, por ser tão importante na minha vida, sempre a meu lado. Obrigada pelo companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio e amor. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho.

Ao meu querido e melhor amigo Felipe dos Santos. Sem o teu incentivo nada disto teria sido possível. Obrigada pela amizade e pelas tantas vezes em que me ajudou a superar os obstáculos.

Agradeço também aos meus sogros Rubens Omar da Silva e Karla Janice Cardoso da Silva, que viram de perto boa parte desta conquista se concretizando. Obrigada pelo carinho.

À minha orientadora Prof^ª Lisandra Manzoni da Fontoura e ao meu co-orientador Prof. Luís Alvaro de Lima Silva, pela oportunidade e por acreditaram em meu potencial. Todos os ensinamentos, orientações e experiências compartilhadas fazem parte do meu crescimento. Vocês foram, e são, referências profissionais e pessoais que carregarei para sempre comigo. Obrigada por estarem a meu lado durante estes dois anos e meio.

A todos os colegas do Laboratório de Computação Aplicada (LaCA), pela oportunidade de pesquisa em conjunto, pela troca de experiências, convivência, amizade e apoio durante este trabalho, em especial a Camila, Darciele, Aline e Denise, por tornarem mais leve o trabalho nas horas difíceis. Foi bom contar com vocês.

A todos os familiares e amigos que sempre torceram pela concretização deste sonho e que me apoiaram de alguma forma durante toda esta caminhada.

Agradeço, também, à CAPES pelo auxílio no apoio financeiro, possibilitando que este trabalho fosse concluído.

*“Só existe uma maneira de se viver para sempre
Que é compartilhando a sabedoria adquirida
E exercitando a gratidão, sempre
É o homem entender que ele é parte do todo
(...)”*

*Nem ser menos e nem ser mais, ser parte da natureza
Ao caminhar na contramão disso, a gente caminha
Para nossa própria destruição”
Silveira, Lucas. “Manifesto”.*

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Maria

ANÁLISE DE DEPENDÊNCIA DE RISCOS EM GERENCIAMENTO COLABORATIVO DE RISCOS

AUTORA: CATHERINE DE LIMA BARCHET
ORIENTADOR: LISANDRA MANZONI FONTOURA
CO-ORIENTADOR: LUÍS ALVARO DE LIMA SILVA
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de agosto de 2015.

Em um ambiente de gerenciamento colaborativo de riscos, em que as partes interessadas de um projeto estão envolvidas nas atividades de gestão de riscos, muitas vezes a identificação e análise de dependências não é um processo simples de ser realizado, apesar de ser necessário para um gerenciamento de riscos mais eficiente e conciso. Este trabalho propõe uma abordagem para a identificação e análise de dependências causais entre os riscos e causas identificados em projetos de software, sendo esta análise apoiada por um modelo probabilístico de redes Bayesianas para auxiliar os participantes durante o processo. Desta forma, discussões colaborativas de riscos de projetos de software podem ser realizadas por meio de um sistema de discussão já existente, o RD System. Esta pesquisa abrange a adaptação realizada no protocolo utilizado pelo RD System, sendo que estas modificações possibilitam que a identificação e a análise das dependências dos riscos sejam realizadas de forma colaborativa. Como forma de auxiliar e apoiar o processo de análise das dependências uma vez identificadas, um modelo probabilístico de redes Bayesianas é proposto, possibilitando que os participantes simulem diferentes cenários e discutam, a partir dos resultados obtidos de forma colaborativa, com o objetivo de aprimorar as estratégias de tratamento para os riscos de projetos de software. A fim de validar a abordagem proposta, é apresentado e discutido um estudo de caso envolvendo especialistas na área e um experimento prático realizado com alunos da área de computação. Os resultados obtidos apresentam claras evidências de aceitação e aplicabilidade da abordagem desenvolvida para a solução da identificação e análise de dependências de riscos em ambientes colaborativos para gestão de riscos de projetos de software.

Palavras-chave: Dependências de Riscos. Gerenciamento Colaborativo de Riscos. Redes Bayesianas. Jogos de Diálogo. Argumentação.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Maria

ANALYSIS OF RISK DEPENDENCIES IN COLLABORATIVE RISK MANAGEMENT

AUTHOR: CATHERINE DE LIMA BARCHET
ADVISER: LISANDRA MANZONI FONTOURA
COADVISER: LUÍS ALVARO DE LIMA SILVA
Defense Place and Date: Santa Maria, august 28, 2015.

In a collaborative risk management environment, which the project stakeholders are involved in risk management activities, the identification and analysis of dependencies often is not a simple process to be performed, although to be necessary for more efficient and concise risk management. This work propose an approach for the identification and analysis of direct and causal dependencies between the risks identified in software projects, being this analysis supported by a probabilistic model of Bayesian networks to assist participants during the process. Thus, collaborative risks discussions of software projects can be conducted through an existing discussion system, the RD System. This research includes the adaptation made in the protocol used by the RD System wherein these modifications by making possible the identification and the analysis of risk dependencies collaboratively. As a way to assist and support the process of analyzing the dependencies once identified, a probabilistic model of Bayesian networks is proposed, enabling the participants simulate different scenarios and discuss starts from the results obtained in a collaborative way with the aim of improve the strategies for the treatment of risks of software projects. In order to validate the proposed approach, we present and discuss a case study involving experts in the area and a practical experiment carried out with students from the computing area. The results show clear evidence of acceptance and applicability of the developed approach for to resolve the identification and analysis of risks dependencies in collaborative environments for risk management of software project.

Keywords: Risk dependencies. Collaborative Risk Management. Bayesian Networks. Dialogue Game. Argumentation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação desta pesquisa de acordo com os termos definidos.....	45
Tabela 2 - Lista completa dos eventos identificados no estudo de caso.....	98
Tabela 3 - Comparação de trabalhos relacionados.....	86

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Etapas do gerenciamento de riscos (adaptado de (BOEHM, 1991))	22
Figura 2 -	Elementos do paradigma de gerenciamento de riscos (WILLIAMS; PANDELIOS; BEHRENS, 1999)	22
Figura 3 -	Regra de Bayes proposta por Thomas Bayes.....	28
Figura 4 -	Modelo representativo de dois nodos em uma RB.....	29
Figura 5 -	Tabela condicional de probabilidade do nodo B.....	29
Figura 6 -	Exemplo de uma discussão colaborativa de riscos no RD System (MACHADO <i>et al.</i> , 2014).....	42
Figura 7 -	Fluxo das etapas do protocolo utilizado pelo RD System juntamente com as duas novas etapas adicionadas para identificação e análise de dependências (identificar dependência e analisar dependência)	50
Figura 8 -	Fragmento de um debate colaborativo de riscos realizado no RD System pelos participantes de um projeto de software.....	55
Figura 9 -	Fragmento de discussão que demonstra causas “filhas” de um risco.....	57
Figura 10 -	Nodos criados no modelo Bayesiano conforme o fragmento de discussão apresentado na Figura 9.....	58
Figura 11 -	Locução “Propose Dependency”: participantes podem selecionar dois riscos identificados anteriormente na discussão de forma a descrever que estes riscos são dependentes.....	59
Figura 12 -	Complemento desenvolvido no RD System que permite aos participantes selecionar causas de risco que desejam que planos de tratamento de riscos estejam conectados no modelo Bayesiano.....	59
Figura 13 -	Locução inserida na discussão após a seleção das causas que receberam ligação dos planos, com link para download do arquivo de RB gerado.....	60
Figura 14 -	Modelo da rede Bayesiana gerado a partir de um debate colaborativo de riscos.....	63
Figura 15 -	Fragmento de discussão do estudo de caso SiS-ASTROS 2020 realizada pelos especialistas.....	66
Figura 16 -	Modelo Bayesiano gerado a partir da discussão colaborativo de riscos realizada pelos especialistas do projeto SiS-ASTROS 2020.....	67
Figura 17 -	Resultados das questões/afirmações de 1 a 3 dos experimentos com alunos de Computação.....	74
Figura 18 -	Resultados das questões/afirmações de 4 a 6 dos experimentos com alunos de Computação.....	74
Figura 19 -	Resultados das questões/afirmações de 7 a 9 dos experimentos com alunos de Computação.....	75
Figura 20 -	Resultado da questão/afirmação 10 dos experimentos com alunos de Computação.....	75
Figura 21 -	Nível de experiência dos participantes que responderam “nem concordo, nem discordo” para afirmativas do questionário de avaliação.....	80

LISTA DE REDUÇÕES

CBR	<i>Case Based Reasoning</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DDS	Desenvolvimento Distribuído de Software
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i>
LaCA	Laboratório de Computação Aplicada
MPS-BR	Melhoria de Processo do Software Brasileiro
PEEnSo	Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PPGI	Programa de Pós-Graduação em Informática
RB	Rede Bayesiana
RD System	<i>Risk Discussion System</i>
RUP	<i>Rational Unified Process</i>
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>
SEKE	<i>International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering</i>
SER	<i>Software Risk Evaluation</i>
TPC	Tabela de Probabilidade Condicional
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Tabela completa dos eventos identificados no estudo de caso.....	98
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
Definição do problema	15
Escopo e principais contribuições	16
Organização do texto	18
1 REFERENCIAL TEÓRICO	19
1.1 Gerenciamento de Riscos em Projetos de Software	19
1.2 Gerenciamento Colaborativo de Riscos em Projetos de Software	22
1.3 Argumentação	24
1.4 Jogos de Diálogo	25
1.5 Redes Bayesianas	27
1.6 Redes Bayesianas em gerenciamento de riscos em projetos de software	30
1.7 Dependências de Riscos em Gestão Colaborativa de Riscos	31
2 UMA ABORDAGEM COLABORATIVA PARA GERENCIAMENTO DE RISCOS	33
2.1 Um protocolo de diálogo para gerenciamento colaborativo de riscos em projetos de software	33
2.1.1 O protocolo de diálogo usado no RD System	34
2.1.1.1 Etapas do protocolo de discussão colaborativa de riscos	34
2.1.1.2 Locuções de Propósito Geral	38
2.2 Risk Discussion (RD) System	42
3 MÉTODOS	44
3.1 Caracterização da pesquisa	44
3.2 Objeto de estudo	46
3.3 Procedimentos metodológicos	46
4 A EXPLORAÇÃO DA COLABORAÇÃO EM DEBATES DE GESTÃO DE RISCOS PARA ANÁLISE DE DEPENDÊNCIAS DE RISCOS	49
4.1 Locuções de diálogo para identificação e análise de dependências entre riscos	50
4.1.1 Etapas do protocolo para identificação e análise de dependências entre riscos	51

5 A EXPLORAÇÃO DE UM MODELO DE REDES BAYESIANAS NA ANÁLISE DE RISCOS DEPENDENTES.....	57
5.1 Geração do modelo Bayesiano a partir da discussão realizada no RD System.....	57
5.1.1 Etapa 1: Captura dos nodos e arcos da RB a partir da discussão realizada no RD System.....	58
5.1.2 Etapa 2: Relacionamentos de dependência entre os componentes identificados na etapa 1	59
5.1.3 Etapa 3: Geração do modelo Bayesiano para uso no Netica.....	61
6 VALIDAÇÃO	65
6.1 Estudo de caso no projeto SiS-ASTROS 2020	65
6.1.1 Discussão dos resultados do estudo de caso.....	69
6.1.2 Análise do estudo de caso no projeto SiS-ASTROS 2020.....	70
6.2 Experimento com alunos de Computação	72
6.2.1 Resultados obtidos a partir dos experimentos com alunos de Computação.....	75
6.2.2 Discussão dos resultados do experimento com alunos de Computação	78
6.3 Considerações finais sobre o experimento.....	82
7 TRABALHOS RELACIONADOS.....	83
7.1 Análise de dependências de riscos de segurança em organizações	83
7.2 Correlações entre fatores de riscos de projetos de desenvolvimento de software	84
7.3 Análise de dependências em gestão de riscos em projetos de TI.....	84
7.4 Aplicação de redes Bayesianas na gestão de risco de projetos de software	85
7.5 Análise dos trabalhos relacionados	85
8 CONCLUSÃO	88
8.1 Contribuições	89
8.2 Limitações e trabalhos futuros	90
8.3 Publicações	91
REFERÊNCIAS	92
APÊNDICES.....	97

INTRODUÇÃO

Projetos de software têm uma elevada probabilidade de falhar, principalmente em projetos nos quais as partes interessadas não estão envolvidas no desenvolvimento das tarefas de gerenciamento de risco. Apesar deste fato, a maioria das práticas de gestão de risco tradicionais, descritas na literatura de gerenciamento de projetos, como o PMBOK (Project Management Body of Knowledge) (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) e o Rational Unified Process (RUP) (IBM, 2006); bem como na literatura sobre avaliação de processos de desenvolvimento de software, como o MPS-BR (Melhoria de Processo do Software Brasileiro) (MPS.BR, 2005) não aborda o gerenciamento de risco de forma colaborativa, em que todas as partes interessadas possam estar envolvidas no processo.

Para um gerenciamento de risco eficaz, e consequentemente uma diminuição de fracassos em projetos de software, modelos como CMMI (Capacity Maturity Model Integration) (CMMI, 2010) descrevem que as tarefas de gestão de riscos devem ser realizadas de forma colaborativa, permitindo que os participantes do projeto contribuam de diferentes formas durante todo o processo de gerenciamento de riscos.

Além deste fato, os processos para gestão de risco citados (IBM, 2006; ISO, 2005; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) dependem de julgamento de especialistas, e, nas tarefas de avaliação de riscos, os riscos são considerados como eventos independentes. No entanto, quando existem riscos dependentes em um projeto de software, um risco pode ter um impacto significativo em outro risco.

Este trabalho tem por objetivo propor que dependências de riscos sejam identificadas e analisadas em um ambiente em que diferentes integrantes de um projeto possam emitir opinião visando garantir uma maior consistência dos resultados obtidos.

Definição do problema

Modelos tradicionais para gerenciamento de riscos definem tarefas de avaliação de riscos, nos quais riscos são considerados como eventos independentes. No entanto, quando existem dependências entre os riscos identificados em um projeto de software, um risco pode

ter um impacto significativo em outro risco. O problema é que essas dependências entre riscos não são capturadas por abordagens tradicionais de gerenciamento de riscos.

Informações importantes sobre o processo de gestão de risco podem ser utilizadas desde a análise explícita de tais dependências, que permitem aos participantes do projeto meios de construção de estratégias mais eficazes de gestão de risco, ocasionando melhorias quanto as decisões tomadas em relação à proposição de planos para lidar com estes riscos, como observado em Kwan e Leung (2011), por exemplo. A identificação e a análise de dependências entre riscos torna o planejamento de tratamento mais preciso e eficiente do que se fossem identificados e analisados de forma independente, além de concentrar os recursos financeiros do projeto nos pontos mais impactantes do projeto (CMMI, 2010).

A importância de lidar com dependências de risco é o foco do trabalho apresentado em Alpcan e Bambos (2009) ao afirmar que a avaliação e mitigação de riscos podem exigir a análise de redes complexas que representam relações de dependência e risco. De acordo com a norma CMMI (2010) e com o trabalho descrito em Lehtinen *et al.* (2014), a identificação das relações de causa-efeito entre os riscos permite um tratamento mais eficaz desses riscos, com a exploração dessas relações é provável que se obtenham resultados mais abrangente de análise de um problema de gestão de riscos.

Sendo assim, o problema definido para esta dissertação é *como identificar e analisar dependências entre riscos, considerando, sobretudo, um ambiente de gerenciamento colaborativo de riscos?*

Escopo e principais contribuições

Trabalhos desenvolvidos em pesquisas passadas no grupo de pesquisa PEnSO (PPGI/UFSM) descrevem uma abordagem colaborativa para o gerenciamento de riscos em projetos de software. Severo *et al.* (2013) discutem a expansão de técnicas de Jogos de Diálogos (MCBURNEY; PARSONS, 2009), Pozzebon *et al.* (2014) propõem uma abordagem que envolve a construção e utilização de Esquemas de Argumentação (WALTON, 2000) e Machado *et al.* (2014) viabilizam a utilização de técnicas avançadas de CBR (*Case-Based Reasoning*) (KOLODNER, 1993). Esta dissertação apresenta e discute uma expansão dessas abordagens no intuito de lidar com a identificação e avaliação colaborativa das dependências de riscos.

Essa expansão é realizada por meio da proposta e exploração de modificações no protocolo de discussão de riscos já utilizado nas pesquisas anteriores, o qual é formalizado por meio de um "jogo de diálogo" (MCBURNEY; PARSONS, 2009) para o gerenciamento colaborativo de riscos. Esse protocolo é utilizado na aquisição de conhecimento e representação de soluções para os desafios que surgem quando existe a necessidade de organizar a troca de argumentos entre partes interessadas de um projeto de software, os quais interagem na deliberação de situações de gerenciamento de riscos.

Com base nesta técnica de argumentação (BENCHCAPON; DUNNE, 2007; MCBURNEY; PARSONS, 2009; TOLCHINSKY *et al.*, 2012), o protocolo proposto nesta pesquisa permite que as partes interessadas debatam a ocorrência e impacto de dependências de riscos. A informação que é capturada quando essas discussões colaborativas são desenvolvidas é utilizada na construção de um modelo probabilístico, uma rede Bayesiana - RB (PEARL, 1988), para apoiar a avaliação de um problema de gerenciamento de riscos. Neste modelo, os participantes de um projeto de software podem realizar diferentes consultas e simular resultados para um projeto usando uma representação gráfica que contém estimativas de probabilidade associadas a riscos, causas de riscos e planos de tratamento de riscos.

Essa proposta é implementada em uma nova versão de um sistema *web* voltado para apoiar a discussão colaborativa de riscos - RD System v.4 (ampliando versões anteriores apresentadas em Machado *et al.* (2014), Pozzebon *et al.* (2014) e Severo *et al.* (2013). A principal contribuição deste trabalho é apoiar o processo de identificação e análise de dependências de riscos em projetos de software, possibilitando que as dependências sejam discutidas de forma colaborativa em um contexto em que a incerteza está presente.

Esta pesquisa aborda dois tipos de dependências, que são: dependência causal entre dois riscos e dependência causal por causas comum. Na dependência causal entre dois riscos, um risco pode causar outro risco. Já na dependência causal por causas em comum, existe um evento de causalidade comum a dois diferentes riscos, o que caracteriza que estes dois riscos são dependentes de forma causal. Outras contribuições incluem:

- Levantamento e estudo sobre argumentação jogos de diálogo e protocolos;
- Definição de um protocolo de jogos de diálogo para identificação e análise de dependências de riscos;
- Estruturação de um modelo Bayesiano com base em discussões colaborativas que utilizam o protocolo de jogos de diálogo definido;
- Simulação de diferentes cenários no modelo Bayesiano gerado;
- Adaptação do RD System para apoiar a abordagem proposta.

Afim de validar a proposta desta pesquisa duas formas de avaliação foram desenvolvidas. Inicialmente foi desenvolvido um estudo de caso de gerenciamento de riscos em um projeto de software real, e na sequencia foram realizados experimentos com alunos de Computação baseado no estudo de caso desenvolvido de forma a avaliar a utilização dos novos recursos propostos e implementados no RD System v.4.

Organização do texto

O texto desta dissertação está organizado da seguinte forma:

O Capítulo 1 apresenta a revisão bibliográfica relacionada aos conceitos básicos de gerenciamento de riscos, gerenciamento colaborativo de risco em projetos de software, argumentação, jogos de diálogo, redes Bayesianas e dependências entre riscos, abordando os diferentes aspectos que envolvem os temas.

O Capítulo 2 descreve uma revisão das pesquisas que antecedem esta dissertação, tendo por objetivo contextualizar este trabalho em relação a trabalhos anteriores utilizados como base para o desenvolvimento dessa pesquisa.

O Capítulo 3 descreve os métodos do trabalho. Neste capítulo buscou-se caracterizar a pesquisa delimitando o objeto de estudo e descrever os procedimentos metodológicos adotados no decorrer do desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 4 discute a abordagem proposta para a exploração da identificação de análise de dependências de riscos em um ambiente colaborativo de gerenciamento de riscos de projetos de software.

O Capítulo 5 apresenta a aplicação de um modelo de redes Bayesianas para auxiliar na análise de riscos dependentes identificados em discussões colaborativas de riscos.

O Capítulo 6 descreve as formas de validação desta pesquisa, analisados e discutidos os resultados obtidos por meio destas formas de validação quando os participantes foram submetidos a utilização dos novos recursos desenvolvidos.

O Capítulo 7 discute os trabalhos relacionados a esta dissertação, partindo de uma breve descrição individual de cada uma das pesquisas selecionadas como relacionadas, até uma discussão envolvendo uma comparação entre as abordagens propostas.

Por fim, o Capítulo 8 apresenta as conclusões obtidas nesta dissertação e perspectivas de trabalhos futuros.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Este Capítulo descreve conceitos fundamentais para a compreensão desta dissertação, como: gerenciamento de riscos, gerenciamento colaborativo de riscos, argumentação, jogos de diálogo, redes Bayesianas e dependências entre riscos de projetos de software.

Na Seção 1.1 são apresentados conceitos de riscos e princípios de gerenciamento de riscos em projetos de software e, na Seção 1.2 são apresentados maiores detalhes sobre aspectos colaborativos de gerenciamento de riscos. Para apoiar processos colaborativos de discussões de riscos, a Seção 1.3 apresenta e discute técnicas de argumentação. Dentre as técnicas de argumentação discutidas, a escolhida para a abordagem proposta foi jogos de diálogos, que será apresentada na Seção 1.4. De forma a complementar as informações capturadas nestas discussões colaborativas de riscos, na Seção 1.5 são apresentadas e discutidas técnicas de redes Bayesianas.

O objetivo desta revisão bibliográfica é permitir um entendimento sobre os principais conceitos envolvidos nas diferentes áreas abrangidas por esta pesquisa.

1.1 Gerenciamento de Riscos em Projetos de Software

Um risco consiste no efeito de uma incerteza sobre os objetivos de um projeto (ISO, 2009). A gestão de riscos em projetos em software é definida como um conjunto de princípios e práticas que possuem como objetivo a identificação, análise e manipulação dos fatores de risco, com a finalidade de aumentar as chances de obtenção de resultados bem sucedidos em um projeto de software (KERZNER, 2009). Desta forma, entende-se que as atividades contidas no gerenciamento de riscos, permitem a identificação de eventos que possam prejudicar o andamento e os objetivos de um projeto antes destes acontecerem, possibilitando o tratamento desses eventos com a finalidade de mitigar seus efeitos ou até mesmo extingui-los por completo.

O *Software Engineering Institute* (SEI) define risco como a possibilidade de perdas, que podem ser em forma de diminuição da qualidade do produto final, aumento dos custos do

projeto, atraso na conclusão das tarefas, perda de quota de mercado ou até mesmo o fracasso total do projeto em questão (WILLIAMS; PANDELIOS; BEHRENS, 1999).

Um dos pioneiros na área de riscos foi Boehm (1991). Segundo ele, a gestão de riscos é definida como a aplicação de um conjunto de princípios e práticas para a identificação, análise e tratamento dos fatores de riscos visando evitar o insucesso de projetos (BOEHM, 1991). A prática empregada para gestão de riscos pelo método de Boehm (1991), como pode ser visto na Figura 1, envolve duas etapas principais: a identificação e o controle dos riscos. A etapa de identificação consiste na organização de listas de eventos indesejados que possam comprometer o projeto. Esta etapa é constituída ainda de outros dois passos, análise e priorização de risco, no qual a análise avalia a probabilidade de perda de cada um dos itens identificados, enquanto a priorização gera uma ordem de classificação de eventos identificados e analisados. A segunda etapa, de controle dos riscos, é constituída nas sub-etapas: planejamento de gestão de riscos, resolução de riscos e monitoramento de riscos. O planejamento consiste na organização de todos os itens de riscos identificados e coordenação dos planos individuais de cada item de risco em contraste com o plano geral. Já a resolução determina uma situação na qual os riscos são eliminados ou amenizados, enquanto o monitoramento consiste no acompanhamento e tomada de medidas corretivas ao longo do avanço do projeto.

Para o CMMI (2010), o gerenciamento de riscos em projetos de software necessita ser um processo continuado que comporte as atividades para realização da identificação, análise, proposição de planos, monitoramento e controle de riscos de um projeto. Tendo por objetivo a identificação de possíveis problemas que possam vir a ocorrer durante o andamento das atividades de um projeto e mitigar os impactos que podem afetar negativamente os objetivos do projeto. Desta forma, é possível afirmar que o gerenciamento de riscos em projetos de software tem por objetivo aumentar a probabilidade e impacto de eventos positivos, além de diminuir a probabilidade e o impacto de eventos negativos em projetos de software.

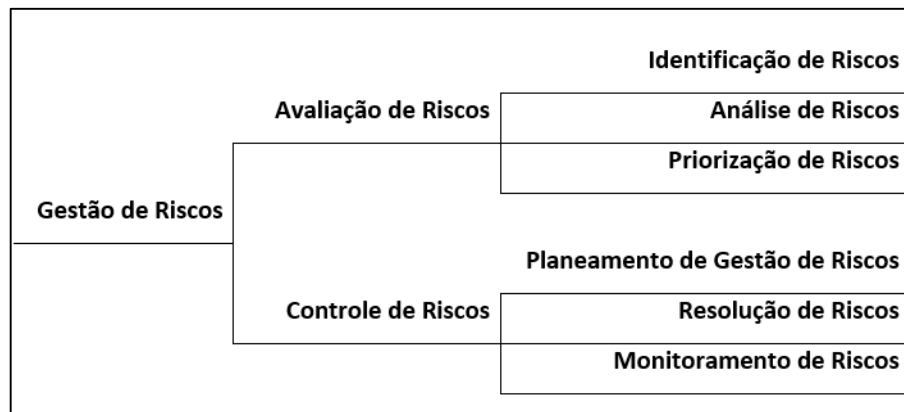


Figura 1 – Etapas do gerenciamento de riscos (adaptado de (BOEHM, 1991)).

No paradigma desenvolvido pelo SEI, *Software Risk Evaluation* (SRE) (WILLIAMS; PANDELIOS; BEHRENS, 1999), a gestão de riscos consiste em um processo sistemático e contínuo, onde as etapas ocorrem sequencialmente, mas as atividades acontecem continuamente, em paralelo e de forma iterativa durante todo o ciclo de vida do projeto. Conforme a Figura 2, os elementos que constituem o paradigma de gerenciamento de riscos, são (WILLIAMS; PANDELIOS; BEHRENS, 1999):

- Identificar – descoberta de todos os riscos que podem se tornar problemas;
- Analisar – transforma os dados coletados em informações para tomada de decisão;
- Planejar – transforma todas as informações de riscos em decisões e ações de mitigação e implementa essas ações;
- Acompanhar – monitora os riscos e as ações de mitigação usando indicadores;
- Controlar – correção dos desvios dos planos de mitigação dos riscos quando necessário; e
- Comunicar – permite o compartilhamento das informações sobre os riscos e ações que são tomadas ao longo do projeto e é o ponto chave para uma gestão de riscos eficaz.

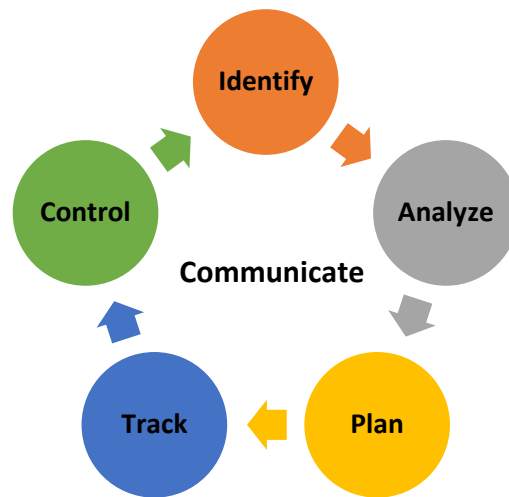


Figura 2 – Elementos do paradigma de gerenciamento de riscos.

É importante gerenciar riscos pelo fato de que todos os projetos, até mesmo os mais simples, normalmente apresentam algum nível de riscos associados a alteração na equipe de desenvolvimento, mudanças de expectativas de mercado ou cliente e transformações de negócio, e desta forma, quanto mais sabe-se sobre riscos, mais fácil torna-se o seu gerenciamento (WILLIAMS; PANDELIOS; BEHRENS, 1999).

O CMMI (2010) descreve que para o desenvolvimento de uma tarefa eficaz de gestão de risco é necessário ter um processo de identificação de riscos em que partes interessadas do projeto são capazes de colaborar. Além disso, a análise realizada em grupo auxilia a avaliar riscos, muitas vezes promovendo níveis mais elevados de confiança sobre os planos de gestão de riscos definidos pelas equipes.

1.2 Gerenciamento Colaborativo de Riscos em Projetos de Software

A realização de tarefas de forma colaborativa durante o ciclo de vida de um projeto, como o gerenciamento de riscos, pode reduzir o custo dos produtos, aumentar as chances das empresas avançarem no mercado e ampliar sua competitividade em virtude da melhor utilização

do conhecimento ao compartilhar com todos os parceiros de projeto suas ideias e opiniões (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

Segundo Boehm (1991), é importante que pontos de vista de diferentes partes interessadas em um projeto de software sejam coletados e analisados durante um processo de gerenciamento de riscos. Em geral, a realização colaborativa de um processo de gestão de riscos pode ser mais eficaz que a simples utilização de métodos tradicionalmente empregados em projetos de desenvolvimento de software. Dentre outros motivos, espera-se que as habilidades de um grupo possam auxiliar na avaliação e priorização dos riscos estimulando a confiança das partes interessadas nos planos de gerenciamento de riscos construídos (PRESSMAN, 2011). Portanto, é possível afirmar que um processo eficaz de gerenciamento de riscos em projetos de software deve ser formado por um processo de tomada de decisão colaborativo. Neste processo de tomada de decisão, os diferentes membros da equipe do projeto devem contribuir positivamente no processo de gerenciamento de riscos, visto que estes participantes conhecem as particularidades dos riscos envolvidos.

Uma consciência de responsabilidade por parte de todas as partes interessadas do projeto é gerada quando é empregado o gerenciamento colaborativo de riscos, pois de alguma forma os participantes se sentem responsáveis por terem participado de forma ativa em algum momento do processo de gestão de riscos. De acordo com Pressman (2011), toda a equipe do projeto deve estar envolvida na etapa de identificação dos riscos, para que então os membros da equipe desenvolvam e mantenham um vínculo de responsabilidade pela identificação dos riscos e também pelas decisões tomadas para os riscos identificados. Para Miler e Górski (2002) a possibilidade de execução descentralizada das etapas do processo de gestão de riscos, aliada a uma utilização adequada de recursos e subsídio necessário aos participantes para a compreensão do domínio de conhecimento pode ser também uma vantagem deste processo.

Greer e Bustard (2002) reforçam a importância da gestão de riscos ser realizada de forma colaborativa. Estes autores afirmam que se todas as partes interessadas tiverem conhecimento das ameaças, a compreensão dos impactos pode ser facilitada, como também pode facilitar a própria gestão dos riscos do projeto em desenvolvimento. Esse processo colaborativo tende a ampliar a visibilidade de ameaças e impactos, aumentando a contribuição e qualidade dos dados de risco dentro de uma organização. Desta forma, pode-se dizer que as tarefas de identificação de riscos podem ser melhor realizadas de forma colaborativa.

1.3 Argumentação

Tarefas de gerenciamento de riscos podem ser estruturadas por meio de modelos de argumentação (BENCHCAPON; DUNNE, 2007; CARBOGIM; ROBERTSON; LEE, 2000; MCBURNEY; PARSONS, 2009), tal como proposto em trabalhos anteriores do grupo de pesquisa (POZZEBON; SILVA; FONTOURA, 2014; SEVERO; FONTOURA; SILVA, 2013). Segundo Heras *et al.* (2013) argumentação consiste em um meio pelo qual um grupo, constituído por pessoas com opiniões diferentes sobre um determinado problema, consegue chegar a um determinado acordo de forma natural.

Modelos de argumentação surgiram com a finalidade de apoiar a resolução de problemas por meio da identificação, estruturação e resolução de questões levantadas por grupos. Neste processo, argumentos em defesa ou contra as diferentes posições a respeito de opiniões do grupo são construídos até o problema ser resolvido por convencer os oponentes, ou por procedimentos de decisão formal (KUNZ; RITTEL, 1970). Kunz e Rittel (1970) criaram o modelo denominado IBIS (Issue Based Information System), que visa, principalmente, a necessidade de lidar com assuntos do dia a dia ou problemas que muitas vezes não se chega a um acordo comum entre os participantes de um grupo.

Outro modelo de argumentação bastante conhecido é o modelo de Toulmin (1978). O modelo de Toulmin utiliza a argumentação com o objetivo de analisar atividades reais de argumentação originadas em linguagem natural. De modo geral, para descrição do modelo Toulmin existe a necessidade de dois componentes: fatos e conclusão, sendo que os fatos são os dados que fundamentam uma conclusão. No modelo completo apresentado por Toulmin, ele ainda descreve uma série de componentes identificados, como: grau de força dos fatos, garantias/proposições, condições de exceção ou refutação. O modelo avançou em algumas questões da argumentação, por exemplo, ele estabelece uma estrutura para argumentos por meio da identificação de componentes de argumentos de linguagem natural. Mais precisamente para Toulmin (1978), argumentar consiste especificamente em um processo em que são realizadas afirmações e deduzidas conclusões.

Diálogos são sustentados por argumentos que fundamentam as diferentes opiniões e questões. Esta forma de argumentação dialética tem maior validade quando observada em um

cenário de discussão colaborativa, assim como descrito em Okada e Shum (2008). A argumentação dialética consiste em resolver diferenças entre opiniões por meio de diálogos. Para Walton (2000), argumentação é uma etapa fundamental de um diálogo, pois é ela que permite aos participantes raciocinar em conjunto a respeito de opiniões possivelmente diferentes. A argumentação é um mecanismo comumente utilizado em processos de decisão, pois permite sustentar ou derrubar por meio de argumentos uma afirmação realizada, como em um confronto em que nem todos os participantes possuem a mesma opinião.

De acordo com Heras *et al.* (2013), a capacidade de chegar a acordos é necessária quando se trabalha com grandes sistemas computacionais, pois as equipes estão inseridas em um contexto social com diferentes preferências e crenças. Sem estabelecer acordos em momentos de decisão, não há cooperação e, portanto, fica evidente a importância da argumentação em tarefas que exigem a interação entre os integrantes de uma equipe. Heras afirma ainda que a argumentação é composta de uma série de interações entre os membros de uma equipe que precisam tomar uma decisão. Estas interações envolvem o recebimento de argumentos de um oponente, avaliação da argumentação utilizada por este oponente, a aceitação ou não do argumento (ao não aceitar, o oponente deve contra-atacar argumentando a fim de convencer o opositor da sua opinião), e assim segue até que se chegue a um acordo que permita uma tomada de decisão em virtude dos argumentos decorrentes deste diálogo. A modelagem e representação de diálogos podem ser desenvolvidas quando técnicas de "jogos de diálogo" são exploradas na construção de sistemas inteligentes (ATKINSON; BENCH-CAPON; MCBURNEY, 2005; MCBURNEY; PARSONS, 2009).

1.4 Jogos de Diálogo

Em diálogos colaborativos onde agentes podem emitir opiniões, uma infinidade de estados pode surgir, necessitando de um formato para gerenciar estes debates, evitando o caos. Conforme McBurney (2009), o estudo de “Jogos de Diálogos” para comunicação entre agentes inteligentes surgiu para evitar a desordem e perda de foco em debates que envolvam diversos agentes. Scheuer *et al.* (2010) sustenta que a utilização de jogos de diálogo e regras adicionais

em debates colaborativos é uma forma consistente de garantir a organização e a coerências de diálogos em que um ou mais agentes participam, permitindo a aquisição e representação de conhecimento por parte destes agentes. Para McBurney (2009), um jogo de diálogo consiste em uma representação formal de conhecimento que visa reconhecer e representar movimentos da interação humana típicas de debates que envolvam dois ou mais participantes, sejam eles humanos ou computacionais. Para a representação de um jogo de diálogo, existe a necessidade de haver uma definição de um conjunto de locuções que pode ser utilizado pelos agentes durante a exposição de seus argumentos. Em geral, cada locução possui uma finalidade específica que captura a intenção do participante de falar.

As estruturas que definem um jogo de diálogo são os atos de locuções, os quais descrevem as ações que podem ser empregadas pelos participantes durante um diálogo (WALTON, 2000). Além das locuções, um conjunto de regras pré-determinado é utilizado para organizar e controlar os processos de discussão. Este conjunto de regras descreve quais locuções ou atos de fala estão disponíveis em um jogo de diálogo, como também as regras de combinação entre os atos de fala que são pré-determinados afim de controlar possíveis cenários de interação entre os participantes de uma discussão.

Walton (2000) classifica diálogos em quatro tipos: de deliberação, de investigação, de persuasão e de busca de informação. McBurney (2007) estrutura um jogo de diálogo a partir de três pontos-chave:

- Regras de início e fim: determinam como e quando um diálogo deve iniciar e como e quando deve terminar;
- Atos de locução: normalmente constituídos de um verbo, tem por objetivo definir diferentes tipos de ações que podem ser tomadas pelos participantes para comunicação. Ex: “responder”, “perguntar” ou “propor ação”;
- Regras de combinação: determinam onde cada um dos atos de locução pode ser utilizado e tem como principal objetivo organizar e direcionar o processo de debate.

As regras em um jogo de diálogo são definidas por um “protocolo de comunicação”. Os protocolos comumente são desenvolvidos com base em regras que limitam, orientam e direcionam um diálogo (YUAN; KELLY, 2011). Um exemplo de aplicação de jogos de diálogo que pode ser citado é a ferramenta *AcademicTalk*: usada para estruturação de argumentação acadêmica (MCALISTER; RAVENSCROFT; SCANLON, 2004). Nesta ferramenta, um

conjunto de locuções foi criado, com o objetivo de promover a comunicação por meio da argumentação entre os participantes e possibilitar a realização de discussões organizadas em tópicos. Dentre outros motivos, jogos de diálogo foram utilizados para tentar extinguir problemas relacionados a incoerência de discussões desenvolvidas, os quais são comuns a outros tipos de ferramentas de discussões de ideias, como os *chats*.

A manipulação das informações capturadas de debates colaborativos é facilitada quando são originadas a partir de um protocolo constituído de jogos de diálogo. Em um contexto em que se deseja realizar o mapeamento e relacionamento de informações que tenham sido inseridas em diálogos por meio de atos de locuções, a utilização de redes Bayesianas vem a ser uma alternativa válida, pois locuções do protocolo, inseridas em uma discussão para expressar a intenção de uma participante, podem ser facilmente capturadas em um segundo momento e se tornar um elemento de um modelo Bayesiano.

1.5 Redes Bayesianas

Redes Bayesianas (RB's) são estruturas gráficas capazes de descrever cenários de causas e efeitos para o raciocínio baseados em incerteza, ou seja, consiste em modelos de representação do conhecimento que utilizam o conhecimento incompleto de eventos incertos com a utilização do Teorema de *Bayes* para realização dos cálculos probabilísticos (ANALYTICS, 2004).

Os cálculos probabilísticos do modelo Bayesiano são baseados na teoria da probabilidade condicional, proposto por Thomas Bayes (1702 - 1761), ao descrever um teorema que visa combinar dados históricos com julgamento de especialistas, o qual foi denominado Teorema de *Bayes* (ANALYTICS, 2004). A Regra de *Bayes* é exibida na Figura 3.

Na Regra de Bayes $P(A)$ representa a probabilidade de A, e $P(A|B)$ representa a probabilidade de A, uma vez que tenha ocorrido B. Cálculos probabilísticos baseados nesse teorema visam fornecer um modo de resolver problemas com base na crença de algum evento incerto quando novas provas são evidenciadas.

$$P(B|A) = \frac{P(A|B) * P(B)}{P(A)}$$

Figura 3 – Regra de Bayes proposta por Thomas Bayes.

De acordo com Fenton e Neil (2014), apesar de a inferência Bayesiana ter sido descoberta há muito tempo, ela começou a ser difundida e realmente utilizada para a solução de problemas reais a pouco tempo. Em virtude da complexidade dos cálculos Bayesianos tornou-se difícil a criação de algoritmos eficientes. Foi por volta de 1980, com o avanço significativo dos estudos relacionado a RB, que pesquisadores divulgaram algoritmos que forneceram uma propagação eficiente de modelos Bayesianos despertando o interesse de diversos outros pesquisadores, fazendo com que a atenção de muitos se voltasse para RB's quando o assunto era modelagem probabilísticas de eventos incertos. A primeira ferramenta desenvolvida para propagação eficiente de um modelo Bayesiano foi desenvolvida em 1992, seguido de outras, como o Netica (NORSYS, [s.d.]), em 1998.

RB's são relevantes, pois elas unem quantificações (probabilidades) e relacionamentos entre causas e efeitos modelados. Neste caso, causas ou efeitos são considerados variáveis no modelo gráfico. Estas variáveis são representadas por nodos, enquanto as relações (ligações) entre os nodos que descrevem relacionamentos de causalidade ou influência são representados por arcos/arestas. Basicamente, a ligação por meio de um arco entre dois nodos no modelo Bayesiano representa uma dependência probabilística entre eles.

Além dos nodos e relacionamentos representados pelo gráfico direcionado acíclico nas RB's, os estados destes nodos também podem ser destacados. Baseado nestes estados, cálculos probabilísticos são baseados nas probabilidades dos estados do pai e de uma tabela de probabilidade condicional (TPC). Por exemplo, considerando a existência de dois nodos A e B em que cada um deles possua dois estados EstadoA e EstadoB (Figura 4), tem-se que o nodo B é filho de A. Esta modelagem implica que B é dependente de A, sendo que A é causador de B e B é o efeito da ocorrência de A.

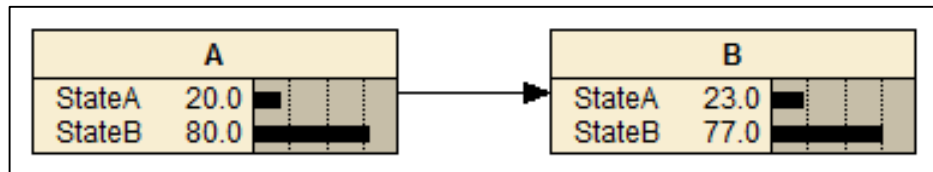


Figura 4 – Modelo representativo de dois nodos em uma RB.

É relevante observar que o nodo pai (A) possui apenas probabilidades *a priori*, pois não possui nenhum nodo ligado a ele. Neste caso, este nodo não possui uma TPC, contendo apenas uma probabilidade de ocorrência de 20% para o EstadoA e 80% para o EstadoB. O nodo B, entretanto, possui a sua TPC que leva em consideração a ocorrência de todos os estados do nodo A, os quais são relacionados a ocorrência dos seus próprios estados (Figura 4). A tabela de probabilidade condicional do nodo B pode ser observada na Figura 5. Esta tabela permite modelar os quatro possíveis casos de ocorrência do nodo B de acordo com os estados associados a ele, e que ele é dependente. As chances de ocorrência de cada um dos estados do nodo A são representadas, onde estas chances estão relacionadas com a ocorrência dos estados do nodo B. Estas probabilidades são denominadas probabilidades *a posteriori*, pois levam em consideração a ocorrência de outros eventos incertos relacionados.

A	StateA	StateB
StateA	95	5
StateB	5	95

Figura 5 – Tabela condicional de probabilidade do nodo B.

Uma RB pode ser analisada qualitativamente e quantitativamente. A parte quantitativa de uma RB consiste de um conjunto de funções de probabilidade condicional. A parte qualitativa consiste de um gráfico acíclico dirigido, em que os nós espelham as variáveis

aleatórias de um problema e as arestas do gráfico representam a dependência condicional entre estas variáveis.

1.6 Redes Bayesianas em gerenciamento de riscos em projetos de software

Em um contexto de gerenciamento de riscos, as fontes dos riscos, as consequências destes riscos e os próprios riscos são variáveis aleatórias que podem, de alguma forma, ser dependentes umas das outras (SAND *et al.*, 2008). Fan (2004), Pearl (2003) e Stamelos (2003) descrevem vantagens relacionadas à aplicação de redes Bayesianas em processos de gerenciamento de risco, como: modelar incertezas e fornecer estimativas probabilísticas associadas a tais incertezas; combinar dados históricos com experiência especialista ou conhecimento prévio; visualizar o modelo de relações de causa-efeito que possibilitam a identificação de fontes de risco, sendo que tais fontes proporcionam o conhecimento explícito para análise de risco e construção de planos de tratamento de riscos; analisar e explorar mudanças em alguns nós, podendo ser utilizada uma análise de sensibilidade, diagnóstico, previsão, classificação e raciocínio causal; entre outros.

Hu (2013) propõe a utilização de RB para mapeamento de causa-efeito entre os riscos de um projeto, utilizando a combinação de conhecimento especialista, algoritmos de descoberta de conhecimento e aprendizagem automática para construção da rede Bayesiana. Em geral, esta técnica pode ser baseada em uma análise qualitativa, em que a informação relevante para a construção do modelo RB é muitas vezes obtida a partir de informação proveniente de gerentes de projeto. Outra questão importante, é que esta abordagem também pode ser fundamentada na exploração de análises quantitativas probabilísticas, as quais podem ser testadas quando um modelo para um problema é construído.

Na prática, assim como demonstrado em Fan e Yu (2004) e Hu *et al.* (2013), relações de dependência entre riscos são representadas no modelo Bayesiano como arcos que interligam riscos. Neste caso, estes riscos são representados como nós de um gráfico acíclico dirigido. Em situações em que dois riscos são dependentes porque eles têm causas em comum, em vez de ter riscos diretamente ligados por arcos de dependência, essa relação de dependência pode ser

representada por um nó que representa uma causa comum a estes dois riscos. Uma vez que estas informações de gerenciamento de riscos são modeladas, consultas podem ser executadas na RB construída. Tais consultas envolvem a geração de probabilidades *a posteriore*, usando tabelas probabilísticas condicionais.

1.7 Dependências de Riscos em Gestão Colaborativa de Riscos

No processo de discussão colaborativa de riscos, participantes podem identificar os riscos que são dependentes de outros riscos, uma vez que tais riscos estejam sujeitos aos efeitos de outros riscos. Por exemplo, o aumento da probabilidade de um risco "A" acontecer em um projeto pode influenciar a probabilidade de um risco "B" também ocorrer, no caso do risco "B" ser dependente do risco "A".

Um nível mais profundo de relação de dependência entre riscos envolve a identificação de dependências fundamentadas em causas de riscos. Por exemplo, riscos "A" e "B" podem ter uma causa em comum, e serem dependentes devido a isto. De acordo com o CMMI (2010), a relação entre riscos dependentes devido a causas em comuns pode facilitar o agrupamento destes riscos, levando a um planejamento de ações de tratamento que levam em consideração tais causas em comum.

Wu *et al.* (2010) afirma que é importante pesquisar a dependência entre riscos na avaliação de riscos de software, tendo em vista que a causa de um risco pode fazer com que surjam outros riscos associados a esta causa. Alpcan e Bambos (2009) completa ao afirmar que para grandes empresas de desenvolvimento de software a avaliação e mitigação de riscos exige análise de redes complexas de relações de dependências entre riscos, as quais muitas vezes são apenas parcialmente observáveis.

Uma vez capturadas essas relações de dependências entre riscos, sejam dependências causais ocasionados por riscos ou causas de riscos, uma rede Bayesiana pode ser construída de acordo com as informações capturadas em uma discussão colaborativa de riscos. Na prática, isso é realizado por meio do protocolo de diálogo utilizado na elicitação e representação de argumentos apresentados em um debate. Esse processo de construção do modelo Bayesiano

baseado em uma discussão colaborativa de riscos é descrito, detalhado e exemplificado no Capítulo 5.

2 UMA ABORDAGEM COLABORATIVA PARA GERENCIAMENTO DE RISCOS

Este capítulo apresenta a abordagem colaborativa para gerenciamento de riscos proposta nos trabalhos realizados por Machado *et al.* (2014) Pozzebon *et al.* (2014) e Severo *et al.* (2013) no grupo de pesquisa PEnSo, na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. As pesquisas desenvolvidas anteriormente a esta dissertação pelos pesquisadores, consistem em:

- Severo *et al.* (2013) utilizou técnicas de Jogos de Diálogos (MCBURNEY; PARSONS, 2009) para a mediação de discussões colaborativas de gerenciamento de riscos;

- Pozzebon *et al.* (2014) propôs uma abordagem que envolve a construção e utilização de Esquemas de Argumentação (WALTON, 2000) para a captura e padronização de diferentes tipos de argumentos apresentados em discussões colaborativas de riscos;

- Machado *et al.* (2014) viabilizou a utilização de técnicas avançadas de CBR (*Case-Based Reasoning*) (KOLODNER, 1993) no suporte ao gerenciamento colaborativo de riscos de projetos de software e também propôs técnicas de explicação em CBR buscando promover um melhor entendimento de resultados de consultas realizadas por usuários de sistemas CBR.

Sendo assim, a pesquisa desenvolvida nesta dissertação teve como ponto de partida o desenvolvimento realizado anteriormente pelos pesquisadores nos seus respectivos trabalhos.

2.1 Um protocolo de diálogo para gerenciamento colaborativo de riscos em projetos de software

O conjunto de atos de locuções e etapas do protocolo de diálogo para gerenciamento colaborativo de riscos proposto em Severo *et al.* (2013) e explorado nos trabalhos descritos em Pozzebon *et al.* (2014) e Machado *et al.* (2014) são revisados nesta seção. Como resultado da pesquisa realizada neste projeto, nos Capítulos seguintes são apresentadas novas locuções que possibilitam a análise de dependência de riscos em discussões colaborativas de riscos. Em geral,

estes atos de locução são explorados na elicitação e representação de argumentos propostos por participantes em debates colaborativos de riscos.

2.1.1 O protocolo de diálogo usado no RD System

O protocolo proposto por Severo *et al.* (2013) é composto por 5 etapas. Cada etapa contém um conjunto de atos de locução que apoiam o desenvolvimento dos debates, por meio de locuções e regras de transição entre as etapas. Além disso, conta também com algumas locuções de propósito geral que podem ser utilizadas em qualquer uma das etapas definidas, promovendo o enriquecimento dos debates. Nas seções abaixo é possível conferir cada uma das etapas, seguidas das suas locuções e regras que as compõe e também as locuções de propósito geral.

2.1.1.1 Etapas do protocolo de discussão colaborativa de riscos

Nas seções seguintes serão descritas as etapas do processo de deliberação de riscos e respectivas locuções que constituem o protocolo utilizado pelo RD System e descrito em Severo *et al.* (2013). Para a descrição do protocolo com etapas e locuções seguiu-se o mesmo padrão de formalização utilizado por grande parte dos trabalhos publicados na área de argumentação como por exemplo em Parsons e McBurney (2003) .

a) Iniciar e Finalizar Discussão

Estas etapas marcam o início ou o fim de uma discussão a respeito dos riscos de um projeto. A etapa "Iniciar Discussão" é realizada quando participantes do debate utilizam

locuções de propósito geral enraizadas na locução `start_discussion`. A etapa “Finalizar Discussão” encerra um debate. Após esta locução ser inserida em um diálogo, nenhuma outra locução pode ser inserida pelos participantes do diálogo. A única locução que compõe esta etapa é a locução `end_discussion`.

- A locução **`start_discussion(.)`**:

Locução: `start_discussion(t, Pi)`, em que t é uma mensagem que sinaliza o início da discussão e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: É a primeira locução a ser inserida na discussão.

Propósito: `start_discussion(.)` sinaliza o início da discussão.

Pós-condição: após esta etapa do diálogo ser completa, a etapa de identificação de riscos pode ser iniciada. Neste caso, esta locução habilita a utilização da locução `propose_risk` no diálogo, bem como outras locuções que podem ser usadas na análise dos riscos propostos.

- A locução **`end_discussion (.)`**:

Locution: `end_discussion (t, Pi)`, em que t é uma mensagem de encerramento da discussão, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido por uma locução `start_discussion(.)` proposta por qualquer participante no âmbito do diálogo. Esta locução deve ser após o encerramento de todas as etapas anteriormente abertas no diálogo.

Propósito: `end_discussion` permite que a discussão seja encerrada e impossibilita que novos argumentos sejam inseridos na árvore de discussão.

Pós-condição: não habilita a utilização de nenhuma nova locução.

b) Identificar Risco

Uma lista de riscos que podem ameaçar o projeto é proposta e discutida nesta fase do debate. A etapa de “Identificar Riscos” é composta pela locução `propose_risk`, onde propostas de riscos podem ser analisadas pela utilização de outras locuções de propósito geral disponíveis no protocolo:

- A locução **`propose_risk (.)`**:

Locution: **propose_risk**(t, Pi), em que t é a descrição de uma proposta de risco, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **start_discussion** (t, Pi) inserida por qualquer participante do diálogo.

Propósito: **propose_risk** permite a declaração de propostas de risco em uma discussão colaborativa de riscos.

Pós-condição: habilita a utilização da locução **ask_position(.)**. Se este **ask_position(.)** tiver a maioria de opiniões positivas fornecidas por meio da locução **opinion(.)**, a próxima etapa de discussão de riscos, neste caso, analisar risco, pode ser iniciada.

c) Analisar Risco

Esta etapa realiza a priorização dos riscos identificados na etapa de identificação de riscos. Para realizar essa priorização, os participantes devem identificar a probabilidade e o impacto de cada um dos riscos identificados. De acordo com esses valores, eles serão ou não priorizados no projeto (ou seja, planos de tratamento de riscos devem ser construídos para esses riscos priorizados). A etapa “Analisar Risco” é composta pelas locuções de propósito geral e pelas locuções:

- A locução **propose_probability (.)**:

Locution: **propose_probability** (t, Pi), em que t é uma descrição de uma estimativa de probabilidade para a ocorrência de riscos, ou de causas de riscos, como também da probabilidade de um plano de tratamento de risco ser efetivo ou não no projeto, e Pi é qualquer participante dentro do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **propose_risk** (t, Pi), ou **propose_cause** (t, Pi), ou **propose_plan** (t, Pi), propostos por qualquer participante no âmbito do diálogo.

Propósito: **propose_probability** permite a proposição de estimativas de probabilidade relacionadas com a ocorrência de riscos e/ou causas de risco no projeto de software. Esta locução também é utilizada quando os participantes precisam declarar probabilidades sobre a

eficácia de planos de tratamento dos riscos propostos. Fundamentada na experiência dos participantes do projeto, e apoiada por etapas de discussão em que os usuários podem ajustar suas proposições, a utilização desta locução permite indicar graus numéricos de crenças relacionadas a riscos, causas de risco e planos de tratamento de riscos.

Pós-condição: habilita a utilização da locução **ask_position(.)** que associada a locução **opinion(.)** permitem que participantes aprovem ou não a proposta de probabilidade para o risco em questão.

A locução **propose_impact (.)**:

Locution: **propose_impact** (t, P_i), em que t é uma descrição de uma estimativa de impacto, e P_i é qualquer participante dentro do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **propose_risk** (t, P_i) proposta por qualquer participante no âmbito do diálogo.

Propósito: Ela permite a proposição de valores de impacto que estão relacionados com a intensidade dos riscos no projeto de software.

Pós-condição: habilita a locução de deliberação **ask_position(.)** que associada a locução **opinion(.)** permitem que participantes aprovem ou não a proposta de impacto para o risco em questão.

A locução **prioritize_risk(.)**:

Locution: **prioritize_risk** (t, P_i), em que t é uma descrição de que um risco foi priorizado conforme análise realizada, e P_i é qualquer participante dentro do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **propose_risk** (t, P_i) que possua como locuções filhas na árvore de discussão uma locução **propose_impact** (t, P_i) em que t é uma descrição de impacto alto e uma locução **propose_probability** (t, P_i) em que t é uma descrição de probabilidade alta proposta por qualquer participante no âmbito do diálogo.

Propósito: Ela permite a priorização de riscos com valores de impacto e probabilidade altos.

Pós-condição: habilita a locução de deliberação **ask_position(.)** que associada a locução **opinion(.)** permitem que participantes aprovem ou não a priorização do risco em questão.

d) Tratar Risco

Propostas de planos de tratamento para os riscos priorizados na etapa de identificação de riscos são capturadas nesta etapa do diálogo. Além de permitir que participantes do debate utilizem locuções de propósito geral para apresentar seus argumentos, a etapa “Tratar Risco” é organizada pelas seguintes locuções:

- A locução **propose_plan (.)**:

Locution: **propose_plan** (t, Pi), em que t é a descrição de um plano de tratamento para um risco, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **propose_risk** (t, Pi), onde o risco proposto deve ter sido priorizado pelos participantes do debate.

Propósito: **propose_plan** permite a proposição de planos para tratar os riscos de um projeto de software. Segundo a perspectiva de riscos que são dependentes, planos podem ter um efeito significativo no tratamento de múltiplos riscos dependentes em um projeto.

Pós-condição: habilita a utilização da locução **ask_position(.)** que associada a locução **opinion(.)** permitem que participantes aprovem ou não a proposta de plano de tratamento para o risco em questão.

2.1.1.2 Locuções de Propósito Geral

Locuções de propósito geral podem ser selecionadas por participantes de um debate para a proposição de argumentos. Estes argumentos podem ser inseridos em qualquer ponto e etapa de uma discussão colaborativa de riscos. Estas locuções são:

- A locução **ask_position (.)**:

Locution: **ask_position** (t, Pi), em que t é uma solicitação de confirmação do argumento anteriormente inserido na discussão, e Pi é qualquer participante dentro do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução pode ser precedido de qualquer locução de proposta apresentada por qualquer participante no âmbito do diálogo: **propose_risk(.)**, **propose_**

plan(.), **propose_cause(.)**, **propose_impact(.)**, **propose_probability(.)**, **propose_dependency(t, Pi)**, **propose_probability_for_state(t, Pi)**, etc.

Propósito: ask_position é usada para capturar (de forma explícita) a concordância ou discordâncias dos participantes envolvidos no diálogo sobre qualquer proposta realizada no decorrer da discussão. Quando metade + 1 dos participantes concordar com a proposta a partir de respostas positivas para **ask_position(.)** por meio da locução **opinion(.)**, a proposta é considerada aceita na discussão.

Pós-condição: habilita a utilização da locução **opinion(.)**.

- A locução **opinion (.)**:

Locution: **opinion (t, Pi)**, em que t é uma resposta para uma solicitação apresentada pelo utilização da locução **ask_position(.)**, e Pi é qualquer participante envolvido no diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **ask_positon(.)** proposta por qualquer participante.

Propósito: Ela permite que os participantes exponham sua opinião a respeito de propostas apresentadas em uma discussão.

Pós-condição: não habilita a utilização de nenhuma outra locução.

- A locução **withdraw (.)**:

Locution: **withdraw (t, Pi)**, em que t é uma justificativa/motivo para uma retirada de uma proposição, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido por qualquer proposta apresentada no âmbito do diálogo, como por exemplo: **propose_risk(.)**, **propose_plan(.)**, **propose_cause(.)**, **propose_impact(.)**, **propose_probability(.)**, **propose_dependency(t, Pi)**, **propose_probability_for_state(t, Pi)**, etc.

Propósito: withdraw permite que sejam retirados argumentos inseridos na discussão, e que seja descrito um motivo pelo qual se deseja realizar esta remoção.

Pós-condição: não habilita a utilização de nenhuma outra locução.

- A locução **argument_con (.)**:

Locution: **argumento_con (t, Pi)**, em que t é argumento que se posiciona contrário ao argumento anteriormente inserido na discussão, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **propose_risk (t, Pi)**, ou **propose_cause (t, Pi)**, ou **propose_plan(t, Pi)**, ou **propose_probability (t, Pi)**, ou

propose_impact (t, Pi), ou **propose_dependency**(t, Pi), ou **propose_probability_for_state**(t, Pi), os quais podem ser propostos por qualquer participante no âmbito do diálogo.

Propósito: **argumento_con** permite que sejam inseridos contrapontos na discussão a respeito de proposições de riscos, causas de riscos, planos de tratamento de riscos, probabilidades, impactos, dependências de riscos ou probabilidade para estados dos nodos na rede Bayesiana.

Pós-condição: não possui.

- A locução **argument_pro** (.):

Locution: **argument_pro** (t, Pi), em que t é argumento que apoia o argumento anteriormente inserido na discussão, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **propose_risk** (t, Pi), ou **propose_cause** (t, Pi), ou **propose_plan**(t, Pi), ou **propose_probability** (t, Pi), ou **propose_impact** (t, Pi), ou **propose_dependency**(t, Pi), ou **propose_probability_for_state**(t, Pi), onde tais propostas podem ser apresentadas por qualquer participante no âmbito do diálogo.

Propósito: **argument_pro** permite que sejam inseridos argumentos que reforcem as proposições de riscos, causas de riscos, planos de tratamento de riscos, probabilidades, impactos, dependências de riscos ou probabilidade para estados dos nodos na rede Bayesiana.

Pós-condição: não possui.

- A locução **ask** (.):

Locution: **ask** (t, Pi), em que t é uma dúvida ou solicitação de informação quando ao projeto em questão levantadas no decorrer de uma discussão, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido por qualquer locução **propose_risk** (t, Pi), ou **propose_cause** (t, Pi), ou **propose_plan**(t, Pi), ou **propose_probability** (t, Pi), ou **propose_impact** (t, Pi), ou **propose_dependency**(t, Pi), ou **propose_probability_for_state**(t, Pi), os quais podem ser propostos por qualquer participante no âmbito do diálogo.

Propósito: **ask** permite que participantes possam solucionar dúvidas (questionando outros participantes da discussão) a respeito de proposições e argumentos inseridos na discussão.

Pós-condição: normalmente após uma locução **ask(.)** os participantes utilizam uma locução **inform(.)** que permite que uma resposta seja dada a questão, porém não é uma regra, sendo que um participante pode utilizar uma nova locução **ask** para descrever um outro questionamento relacionado a locução **ask(.)** anteriormente inserida na discussão.

- A locução **inform (.)**:

Locution: inform (t, P_i), em que t é uma informação apresentada no decorrer da discussão, e P_i é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: Deve ser precedida por uma locução **ask(.)** proposta por qualquer participante no âmbito do diálogo.

Propósito: Ela permite que respostas sejam dadas a dúvidas que surgem a respeito de proposições e argumentos inseridos na discussão.

Pós-condição: habilita a locução **ask(.)** que permite que novas questões sejam sanadas.

Em resumo, as discussões colaborativas realizadas no RD System são estruturadas em forma de árvore, sendo está composta por diferentes argumentos que são inseridos pelos participantes ao longo do debate. A cada novo argumento que se deseja inserir na árvore de discussão, uma locução já existente na árvore deve ser selecionada, a partir da seleção do argumento serão listadas as possíveis locuções que podem ser utilizadas de acordo com as regras definidas e então o participante do debate pode propor o novo argumento. Na Figura 6 é possível observar um exemplo de como uma discussão colaborativa de riscos é mediada de acordo com o protocolo definido.

Figura 6 - Exemplo de uma discussão colaborativa de riscos no RD System (MACHADO *et al.*, 2014).

2.2 Risk Discussion (RD) System

O sistema de discussão de riscos (RD System) é um ambiente colaborativo baseado na *web* para a elicitación e organização de discussões de gerenciamento de riscos (MACHADO *et al.*, 2014; POZZEBON; SILVA; FONTOURA, 2014; SEVERO; FONTOURA; SILVA, 2013). Este sistema faz a mediação da comunicação entre os participantes do projeto permitindo o desenvolvimento de atividades colaborativas de gerenciamento de riscos, e a consequente gravação das informações geradas em uma memória reusável (MACHADO *et al.*, 2014). Por meio de uma interface gráfica, os *stakeholders* de um projeto acessam remotamente o sistema e o utilizam para a realização de reuniões, as quais podem ser presenciais ou não presenciais. Em reuniões presenciais, os principais argumentos apresentados em uma discussão colaborativa de riscos podem ser registrados no sistema de modo a manter em uma memória para posterior consulta. Em reuniões não presenciais, nas quais os participantes do projeto não se encontram em um mesmo ambiente, cenário típico de equipes distribuídas de desenvolvimento de software

(DDS) (PRIKLADNICK; AUDY, 2008), os diferentes membros de uma equipe podem apresentar e discutir diferentes pontos de vista por meio da interface *web* do sistema.

O RD System v1.0 interpreta e executa um protocolo de jogos de diálogo para o gerenciamento colaborativo de riscos (SEVERO; FONTOURA; SILVA, 2013). Este protocolo é fundamentado na noção de jogos de diálogo. Em Pozzebon *et al.* (2014), o RD System v2.0 foi expandido para contemplar esquemas de argumentação para gerenciamento de riscos. Esta expansão foi motivada pela realização de experimentos práticos realizados na primeira versão deste sistema. Com base nestes experimentos, foi possível constatar a necessidade de formalizar os diferentes argumentos comumente apresentados por participantes envolvidos em um debate colaborativo de riscos. Esta formalização consiste na proposição de um modelo de argumento que permite capturar propostas de riscos descritas de maneira completa, onde premissas e conclusões não estejam implícitas na formulação destas propostas. Na segunda versão do RD System, uma biblioteca de esquemas de argumentação para auxiliar os participantes de debates na proposição e análise de riscos em projetos de software foi adicionada ao sistema, bem como recursos que permitem a ampla utilização destes esquemas em debates.

A partir de experimentos desenvolvidos utilizando as versões 1.0 e 2.0 do RD System, verificou-se a necessidade de além de gravar as discussões colaborativas, também reutilizar essas experiências em discussão de riscos de novos projetos. Com isso, Machado *et al.* (2014) propôs uma abordagem avançada de raciocínio baseado em casos (Case-Based Reasoning - CBR) para permitir que participantes de um debate de riscos pudessem explorar tais experiências com projetos passados. Neste trabalho, o qual foi implementado na versão 3.0 do RD System, técnicas de explicação em CBR foram exploradas para permitir que participantes de debates pudessem formular um melhor entendimento de casos passados mais similares a um problema atual.

3 MÉTODOS

Este capítulo tem por objetivo a caracterização do trabalho realizado nesta pesquisa e demonstração dos processos metodológicos que foram utilizados para atingir o objetivo. Além disto, este Capítulo descreve as principais ferramentas utilizadas para concretização da proposta.

De acordo com Yin (2001), a descrição do processo metodológico é essencial na compreensão das etapas que constituíram o trabalho, além de um melhor entendimento de como o processo definido foi cumprido e realizado, o que permite maior compreensão dos resultados atingidos ao longo da pesquisa. Procura-se, desta forma, ofertar um melhor entendimento da realização e construção da pesquisa realizada (GIL, 2010; JUNG, 2004; YIN, 2001).

3.1 Caracterização da pesquisa

Uma pesquisa pode ser classificada em termos de: natureza, estratégia, tipo de pesquisa, área do conhecimento, tipo de desenho de pesquisa, método de pesquisa e local de desenvolvimento (GIL, 2010; JUNG, 2004; YIN, 2001). Na Tabela 1 é apresentada a classificação desta dissertação de acordo com cada um dos termos listados.

A natureza desta pesquisa é classificada como aplicada, pois, segundo Gil (2010), pesquisas de natureza aplicada objetivam a geração de conhecimentos para aplicações práticas dentro de uma área conduzidas a solução de problemas específicos.

Quanto à estratégia adotada Jung (2004) conceitua a estratégia qualitativa quando não se consegue quantificar os resultados. Ou seja, a pesquisa qualitativa é interpretativa e consiste em uma análise e interpretação dos dados que não se podem traduzir em números.

Em termos de tipo de pesquisa, de acordo com Yin (2001), a pesquisa exploratória é definida como uma pesquisa na qual um assunto novo é estudado e relatado. Apesar de gerenciamento de riscos colaborativo, dependência entre riscos e modelos probabilísticos não serem assuntos novos, os processos que integram as partes são áreas pouco exploradas, logo

essa pesquisa pode ser classificada como exploratória. A pesquisa exploratória é caracterizada também por estudos que em geral realizam levantamento bibliográfico e estudos de caso.

Tabela 1 – Classificação desta pesquisa de acordo com os termos definidos.

Natureza	Aplicada
Estratégia	Qualitativa
Tipo de Pesquisa	Exploratória
Área do Conhecimento	Ciências Tecnológicas
Tipo de Desenho de Pesquisa	Experimental
Método de Pesquisa	Descrição de Aplicações
Local de Desenvolvimento	Laboratório

A área de conhecimento é definida como ciências tecnológicas de acordo com a classificação elaborada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). De acordo com os temas relacionados à tecnologia abordados nesta dissertação foi possível classificá-la.

A pesquisa tem caráter experimental, em virtude de trabalhar diretamente com a manipulação do objeto de estudo. De acordo com Gil (2010), as pesquisas em que é possível identificar uma busca bibliográfica, estudos de caso e até mesmo saídas de campo, podem ser considerados estudos experimentais. Na sua grande maioria as pesquisas acadêmicas assumem um caráter exploratório principalmente no seu primeiro momento, pois o pesquisador necessita de uma ampla pesquisa bibliográfica para esclarecer as definições do que irá pesquisar.

A descrição de aplicações é conceituada por Jung (2004) como a descrição de um processo, objeto ou produto que visa ter como consequência uma lista de recomendações, ajustes ou sistemas similares que objetivam uma melhoria na aplicação descrita. Sendo assim, o método de pesquisa utilizado nesta dissertação foi descrição de aplicações.

Quanto ao local de desenvolvimento desta pesquisa, foi classificado como laboratório. Pesquisas que possuem seus objetos, indivíduos e variáveis controladas pelo pesquisador são

descritas como pesquisas de laboratório, de acordo com Jung (2004). Estas pesquisas não precisam necessariamente ter sido desenvolvidas dentro de um laboratório, visto que o conceito de pesquisas laboratórios apenas consiste em que os resultados obtidos são originados de ambientes controlados.

3.2 Objeto de estudo

O objeto de estudo desta dissertação de mestrado é a relação de dependência entre riscos identificados em projetos de software provenientes de um gerenciamento de riscos realizado de forma colaborativa. Além da identificação das relações de dependências, a análise dessas dependências também faz parte do estudo apresentado nesta pesquisa, apoiado pela utilização de um modelo probabilístico de redes Bayesianas.

3.3 Procedimentos metodológicos

Em um primeiro momento, a pesquisa concentrou-se em compreender e estudar o estado da arte de gerenciamento colaborativo de riscos. Foram realizadas revisões em artigos científicos de impacto e livros específicos sobre os temas abordados. Um estudo detalhado do RD System foi realizado visando encontrar formas de deixar o processo de gerenciamento de riscos ainda mais completo e conciso.

Após estudar o estado da arte dos temas envolvidos, foi realizada uma nova busca por autores que tratavam sobre o assunto, procurando entender e delimitar o problema de pesquisa. Após a identificação do problema de pesquisa, foi necessária a organização do material estudado afim de organizá-lo visando sua compreensão e conexão entre cada um dos temas. Com isso, identificou-se todos os requisitos necessários para a construção e integração dos temas no RD System para permitir que o sistema suporte a identificação e análise de dependência em um ambiente colaborativo de gerenciamento de riscos. Sendo assim, decidiu-

se por desenvolver um conjunto de novos recursos que permitissem que o RD System suportasse a identificação e análise de dependências entre os riscos identificados nas discussões realizadas no RD System.

Durante o processo de desenvolvimento da pesquisa, como o objeto de pesquisa que foi definido para esta dissertação dava continuidade a uma ferramenta já existente, foram utilizadas as mesmas tecnologias adotadas nas pesquisas anteriores (MACHADO *et al.*, 2014; POZZEBON; SILVA; FONTOURA, 2014; SEVERO; FONTOURA; SILVA, 2013) para o desenvolvimento do RD System visando dar continuidade ao processo de forma consistente. A linguagem de programação definida desde as pesquisas anteriores foi Ruby on Rails (HANSSON, [s.d.]) e o editor de código foi o Sublime Text 3 (SKINNER, [s.d.]), além da versão *free* do aplicativo para controle de configuração e versionamento Github (“Github: Social Coding”, [s.d.]).

Com a utilização das tecnologias definidas foi possível o desenvolvimento de uma nova versão do RD System (v.4) que contemplou o problema de pesquisa definido. Os novos recursos definidos tiveram como objetivo permitir que os usuários do RD System pudessem identificar causas para riscos, dependências causais entre riscos já identificados, a geração de um modelo probabilístico Bayesiano e a proposição de cenários de simulação a partir do modelo Bayesiano gerado.

Após a construção do processo para identificação e análise de dependência entre riscos de projetos de software e da implementação dos recursos na versão v.4 do RD System, a pesquisa foi submetida a um evento de nível internacional com classificação de Qualis B1, *27º Internacional Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering - SEKE* (SEKE, 2015). O artigo foi aceito e apresentado em julho de 2015 em Pittsburgh, Estados Unidos.

Para esta dissertação o método utilizado para validação da proposta, foi estudo de caso e experimento. Um estudo de caso real foi realizado com especialistas na área no projeto SiS-ASTROS 2020 com o objetivo de ilustrar a proposta sendo aplicada na prática. A partir dos dados levantados no estudo de caso, partiu-se para os experimentos. Nos experimentos foram selecionados grupos de participantes que utilizaram os novos recursos desenvolvidos na ferramenta RD System v.4 e a partir de um questionário respondidos pelos participantes após a

sua experiência com a utilização dos novos recursos, foi possível coletar informações quanto a validade dos itens pesquisados e desenvolvidos nesta dissertação de mestrado.

4 A EXPLORAÇÃO DA COLABORAÇÃO EM DEBATES DE GESTÃO DE RISCOS PARA ANÁLISE DE DEPENDÊNCIAS DE RISCOS

Neste Capítulo são apresentadas as modificações realizadas no protocolo de jogos de diálogo utilizado pelo RD System e apresentado por Severo *et al.* (2013). As modificações realizadas fizeram com que o RD System se tornasse uma ferramenta ainda mais completa possibilitando a identificação e a análise de dependências de riscos em projetos de software, além de todas as funcionalidades existentes anteriormente devido as pesquisas desenvolvidas em Machado *et al.* (2014), Pozzebon *et al.* (2014) e Severo *et al.* (2013).

Assim como implementado nas versões 1.0, 2.0 e 3.0 do RD System, o protocolo de diálogo utilizado não permitia a identificação e análise de dependências entre riscos. Para isto, neste Capítulo é discutida uma ampliação deste protocolo de modo que os participantes de um projeto possam desenvolver diálogos visando a identificação, tratamento e simulação de dependências de riscos em problemas de gerenciamento colaborativo de riscos em projetos de software.

No modelo de RB para um problema, relações de dependência podem interligar riscos que tenham sido propostos anteriormente no debate. No RD System, essas relações podem ser capturadas quando a locução "Propose Dependency" é utilizada pelos participantes no debate. Riscos também podem ser dependentes porque eles têm uma causa comum. Em um debate mediado pelo protocolo de diálogo descrito neste trabalho, essas dependências causais não são capturadas quando os usuários utilizam a locução "Propose Dependency". Para isso, o RD System identifica automaticamente pares de riscos que têm causas comuns desde que estas causas estejam explicitamente apresentadas por meio do uso da locução "Propose Cause" pelos participantes do debate. É relevante notar que os participantes do projeto podem explorar essas dependências causais entre causas quando eles planejam ações de mitigação mais efetivas, as quais consideram tais dependências causais.

Uma vez que planos são direcionados para o tratamento de causas de riscos que são comuns a vários riscos, estes planos podem ter um efeito positivo sobre diferentes riscos, ao mesmo tempo. Em muitos casos, este método pode oferecer uma redução tanto nos custos

quanto nos esforços empregados no planejamento de tratamento de riscos priorizados no projeto.

Em geral, análises qualitativas de dependências de riscos desenvolvidas no RD System envolvem uma discussão de dependências entre riscos que são propostos pelos participantes de um debate. Uma vez que a identificação e análise das dependências de risco é executada de forma colaborativa, as informações relacionadas a estas dependências são utilizadas na geração de um modelo de RB. Este modelo permite simular previsões probabilísticas para resultados de gerenciamento de riscos em um projeto, utilizando como entrada as afirmações levantadas no debate. Esta abordagem é uma forma qualitativa e quantitativa de avaliar probabilidades relacionadas com essas dependências entre riscos e obter informações de simulações envolvendo riscos, causas de riscos e planos de tratamento de riscos.

Tais informações de simulação podem ser exploradas pelas partes interessadas do projeto para a construção de argumentos mais bem formados a serem apresentados em um debate. Ao desenvolver tais debates, todas as locuções disponíveis no protocolo são relevantes para desenvolver análises de dependência de riscos, embora um conjunto particular de locuções mais voltadas para identificação e análise de dependências é proposto nesta dissertação para apoiar este processo.

4.1 Locuções de diálogo para identificação e análise de dependências entre riscos

A motivação para criação de novas locuções voltadas para a identificação e análise de dependências de riscos no protocolo utilizado pelo RD System, desenvolvido na pesquisa apresentada por Severo *et al.* (2013) se deu com base em:

- Vantagens já discutidas anteriormente em relação a identificação de riscos de forma colaborativa;
- A identificação de dependências entre riscos não é uma tarefa trivial para os participantes, sendo que uma discussão poderia facilitar este processo;

A identificação automática de dependências é um processo extremamente complexo, pois é difícil capturar a intenção dos participantes de propor uma relação de dependência seja

entre riscos ou entre causas apenas com as locuções disponibilizadas no protocolo desenvolvido nas pesquisas anteriores neste projeto, sendo a criação de novas locuções próprias para este fim fundamentais para o processo de identificação e análise de dependências.

As etapas do protocolo de comunicação apresentado em Severo *et al.*(2013) são: iniciar discussão, identificar risco, analisar risco, tratar risco e finalizar discussão (Figura 7). Além das etapas deste protocolo de diálogo, o protocolo desenvolvido nesta dissertação para descoberta de dependências de riscos contém duas novas etapas: uma para identificação e outra para análise das dependências de riscos. A Figura 7 apresenta estas etapas e o fluxo de transição entre elas. Em cada uma dessas atividades foram inseridas novas locuções e regras ao protocolo. Estes elementos são detalhados nas subseções seguintes.

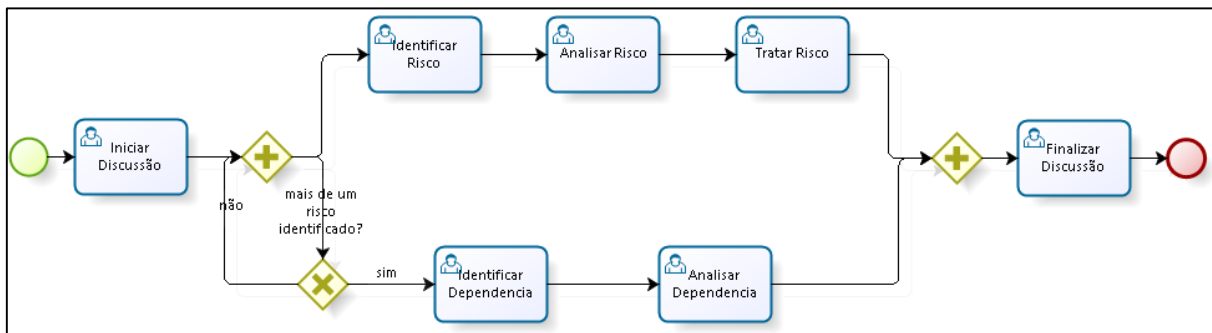


Figura 7 – Fluxo das etapas do protocolo utilizado pelo RD System juntamente com as duas novas etapas adicionadas para identificação e análise de dependências (identificar dependência e analisar dependência).

4.1.1 Etapas do protocolo para identificação e análise de dependências entre riscos

A etapa de identificação de dependência contém as locuções **propose_dependency**, **propose_cause** e **generate_bayesian_network**. A etapa de análise/simulação de dependências contém as locuções **propose_simulation**, **select**, **propose_probability_for_state**. Na etapa de identificação de riscos, já existente no protocolo, foi adicionada a locução **propose_cause**.

a) Identificar Risco

Para garantir a identificação de dependências causais entre riscos e causas, foi adicionada uma nova locução nesta etapa de identificação de riscos:

- A locução **propose_cause** (.):

Locution: **propose_cause** (t, Pi), em que t é a descrição de uma causa de risco, e Pi é qualquer dos participantes no diálogo.

Pré-condição: este ato de locução deve ser precedido de uma locução **propose_risk** (t, Pi) proposta por qualquer participante do diálogo.

Propósito: **propose_cause** permite que participantes indiquem possíveis causas de risco em um debate.

Pós-condição: habilita a utilização das locuções **propose_probability** e **propose_impact**.

b) Identificar Dependência

Esta etapa tem como objetivo a identificação de riscos que sejam dependentes, sejam essas dependências causais entre riscos ou entre causas de riscos. Para que esta etapa seja iniciada, é necessário que pelo menos duas propostas de riscos tenham sido realizadas pelos participantes do debate.

Ainda nesta etapa, os participantes do debate podem gerar um modelo de RB para o problema de gerenciamento colaborativo de riscos atual. Esta etapa é composta pelas locuções:

- A locução **propose_dependency** (.):

Locution: **propose_dependency** (t, Pi), em que t é uma indicação de dependência composta por dois riscos previamente propostos no debate. Essa indicação de dependência é expressa pela relação binária "é dependente de", a qual interliga os riscos dependentes e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: A locução **propose_risk** (t, Pi) deve ter sido inserida por qualquer participante, pelo menos, duas vezes no diálogo.

Propósito: `propose_dependency` permite a identificação de relações binárias de dependência entre dois riscos de um projeto de software.

Pós-condição: não possui.

- A locução **generate_bayesian_network** (.):

Locution: **generate_bayesian_network** (t, Pi), em que t é a descrição automática "O modelo de rede Bayesiana foi gerado" produzida pelo RD System, e Pi é o próprio RD System.

Pré-condição: para que a locução `generate_bayesian_network` possa ser empregada, pelo menos duas locuções **propose_risk** devem ter sido utilizadas por qualquer participante do diálogo.

Propósito: a locução `generate_bayesian_network` produz o modelo de RB considerando os riscos capturados quando as locuções disponíveis no protocolo são utilizadas em um debate. Este grafo acíclico dirigido é formado por propostas de riscos, propostas de causas de riscos, propostas de planos de riscos e probabilidades associadas a estes nós. O modelo também representa graficamente os diferentes relacionamentos de dependência entre estes elementos. Cada vez que essa locução é utilizada em um debate, um novo modelo de RB é gerado para refletir os conceitos de gerenciamento de riscos discutidos na versão mais atualizada do debate. Neste caso, um modelo de representação de dependências de riscos é produzido, permitindo que usuários importem esse modelo no sistema Netica.

Pós-condição: habilita a etapa de analisar dependências e as locuções pertinentes a essa etapa.

c) Analisar Dependência

Nesta etapa, os participantes do debate podem, a partir do modelo de RB gerado para o problema de gerenciamento colaborativo de riscos atual, importá-lo por meio de uma ferramenta padrão para análise Bayesiana - o sistema Netica (NORSYS, [s.d.]). No Netica, os participantes da discussão podem realizar simulações probabilísticas usando o modelo. Em um

debate, essas atividades de simulação são capturadas quando o seguinte conjunto de locuções é utilizado:

- A locução **select** (.):

Locution: **select** ($type, t, Pi$), onde $type$ pode ser {risk, cause, plan}, t é uma declaração de um risco, causa de risco ou plano de tratamento de risco a ser selecionado, e Pi é qualquer participante no diálogo.

Pré-condição: esse ato de locução deve precedido de uma locução **propose_simulation** proposta por qualquer participante no diálogo.

Propósito: a locução **select** permite a seleção de conceitos de gerenciamento de riscos representados pelo modelo de RB. Participantes de discussão podem utilizar esta locução para realizar uma descrição detalhada de um cenário de simulação. Em nosso protocolo de debate, essas simulações são capturadas como subárvores de um nó “propose simulation”.

Pós-condição: habilita a utilização da locução **propose_probability_for_state**, a qual é registrada na subárvore enraizada na locução **select**.

- A locução **propose_probability_for_state** (.):

Locution: **propose_probability_for_state** (t, Pi), em que t é uma descrição de uma probabilidade a ser simulada em um estado de uma variável representada pelo modelo de RB gerado a partir de um debate, e Pi é qualquer participante do diálogo.

Pré-condição: esse ato de locução deve ser precedido de uma locução **select** proposta por qualquer participante no diálogo.

Propósito: **propose_probability_for_state** permite a proposição de estimativas de probabilidade para os diferentes estados de variáveis de gerenciamento de riscos representadas no modelo de RB. Por exemplo, os participantes do debate podem afirmar suas crenças para o estado de sucesso de um plano de tratamento de riscos, a crença de uma causa de risco estar presente em um projeto de software, e assim por diante. Em essência, os participantes podem fazer tais declarações com base em evidências que eles tenham observado no projeto atual ou até mesmo com base em declarações realizadas em discussões colaborativas de gerenciamento de riscos de projetos anteriores.

Pós-condição: não habilita a utilização de nenhuma outra locução no diálogo.

A Figura 8 apresenta um fragmento de um debate colaborativo de riscos realizado em um projeto de software. Neste exemplo, locuções do protocolo de diálogo expandido neste

trabalho são exemplificadas, com o objetivo de fornecer um melhor entendimento da utilização destas locuções na prática. A Figura 8 (1) apresenta um exemplo da estrutura de uma locução, a qual é acompanhada por um texto livre e pela identificação do participante que propôs este argumento no debate. A Figura 8 (2) também permite observar regras do protocolo, nas quais a inserção da locução `propose_probability(.)` só é permitida após outra locução que tenha como intenção a proposição de algum evento, por exemplo uma locução `propose_plan(.)`, `propose_cause(.)`, `propose_risk(.)` já inserida na árvore. Figura 8 (3) mostra a utilização das novas locuções `propose_cause(.)`, `propose_dependency(.)`, `generate_bayesian_network(.)`, `propose_simulation(.)`, `select_plan/cause/risk(.)` e `propose_probability_for_state(.)`, criadas para proporcionar a identificação e análise de dependências entre riscos.

A partir do uso das novas locuções criadas para o protocolo, é possível observar na Figura 8, a existência de três identificações de riscos. Dois destes riscos identificados foram indicados posteriormente pelo participante @Manager como dependentes entre si. Após a RB para estes riscos ter sido gerada, a partir do fragmento de discussão apresentado na Figura 8 é possível observar que os usuários perceberam que deveriam dar maior atenção ao risco “Difficulties with the development of requirements” ao participante @Analyst inserir a locução `propose_simulation` no debate com a afirmação: “I think we could reduce still further the effects under the risk Difficulties with the development of requirements”. Com isso, eles solicitaram uma simulação na RB por meio das locuções disponíveis na etapa “Análise de Dependência”. Nesta simulação, foi aumentada a probabilidade de efetividade do plano “Plan training activities for the key programming needs of the development of requirements” na RB. Após todos os participantes concordarem com os resultados desta simulação proposta, a probabilidade anteriormente especificada para um plano proposto no debate foi retirada por meio da locução “withdraw”. Em seguida, a nova estimativa de probabilidade foi adicionada no debate.

[0002] **Propose Risk:** Difficulties with the requirements development. @ Developer

[0005] **Propose Impact:** The impact of this risk is high. @ Manager

[0007] **Propose Probability:** Between 55% and 75%. @ Analyst

[0023] **Propose Cause:** Inexperience of the team members in development the system requirements. @ Manager **3**

[0024] **Ask Position:** Everyone agrees with this cause? @ Manager

[0025] **Opinion:** Yes. @ Analyst

[0026] **Opinion:** Yes. @ Tester

...

[0031] **Propose Probability:** Between 55% and 65%. @ Analyst

[0035] **Propose Cause:** The development tools that are necessary to build this system are not available in this project. @ Tester

[0036] **Propose Probability:** 80%. @ Analyst

[0038] **Propose Cause:** There are too few people available in this project. @ Tester

[0045] **Propose Plan:** Plan training activities for the key programming needs of the development team. @ Analyst

[0046] **Ask Position:** Everyone agrees with this plan? @ Manager

[0047] **Opinion:** Yes. @ Analyst

...

[0060] **Propose Probability:** at most 75%. @ Analyst

[0391] **Argument con:** I think that the probability of this risk occurring is high according to the bayesian network simulation. @ Manager

[0392] **Withdraw:** Withdrawal probability. @ Manager **X**

[0396] **Propose Probability:** about 90%. @ Analyst **2**

[0075] **Propose Risk:** Late deliveries of the system modules. @ Analyst **1**

[0076] **Ask:** Is the deadline for developing these modules too close? @ Developer

[0078] **Inform:** Yes, that's why this risk exists. @ Manager

[0080] **Propose Probability:** at most 85%. @ Developer

[0086] **Propose Cause:** The development tools that are necessary to build this system are not available in this project. @ Tester

[0304] **Propose Risk:** Client isn't happy with what was developed. @ Manager

...

[0360] **Propose Dependency:** "Late deliveries of the system modules" is-dependent-on "Client isn't happy with what was developed". @ Manager **3**

[0365] **Opinion:** Yes. @ Tester

[0380] **Generate Bayesian Network:** The Bayesian Network model was generated. @ System

[0381] **Propose Simulation:** I think we could reduce still further the effects under the risk Difficulties with the development of requirements. @Analyst

[0382] **Select Plan:** Let's select the "Plan training activities for the key programming needs of the development team" plan. @Manager **3**

[0383] **Propose Probability for State:** increase to about 90%. @ Developer

[0385] **Opinion:** Yes. @ Analyst

Figura 8 - Fragmento de um debate colaborativo de riscos realizado no RD System pelos participantes de um projeto de software.

5 A EXPLORAÇÃO DE UM MODELO DE REDES BAYESIANAS NA ANÁLISE DE RISCOS DEPENDENTES

Neste Capítulo é apresentado como o modelo probabilístico de redes Bayesianas é gerado a partir da nova locução `generate_bayesian_network`, e explorado para a análise das dependências entre os riscos identificados por meio de discussões colaborativas de riscos.

5.1 Geração do modelo Bayesiano a partir da discussão realizada no RD System

O processo que leva à construção de um modelo de RB representando riscos, causas de riscos, planos de tratamento de riscos, e relações de dependência entre estes conceitos é apoiado pelo RD System. Em um processo semi-automático, a discussão desses elementos resulta em nodos e arcos do grafo Bayesiano, os quais são derivados a partir dos argumentos inseridos em um debate capturado quando o RD System é utilizado. Então, este modelo pode ser importado para o Sistema Netica (NORSYS, [s.d.]), permitindo que os participantes de um debate investiguem probabilidades de riscos, causas de riscos e planos de tratamento de riscos a partir de simulações que podem ser executadas neste modelo.

O processo de geração da RB a partir de uma discussão colaborativa de riscos pode ser dividido em etapas, que são: captura dos nodos e arcos da RB a partir da discussão realizada no RD System que é apresentada na Seção 5.1.1, relacionamentos de dependência entre os componentes identificados na etapa 1 que é abordada na Seção 5.1.2 e geração do modelo Bayesiano para uso no Netica que é demonstrada na Seção 5.1.3.

5.1.1 Etapa 1: Captura dos nodos e arcos da RB a partir da discussão realizada no RD System

Inicialmente, a árvore de discussão gravada pelo RD System é percorrida com o objetivo de capturar todos os riscos propostos pelos participantes por meio da locução `propose_risk`. Essas propostas de riscos são representadas diretamente como nodos no modelo Bayesiano. Além dos riscos, todos os planos de tratamento de riscos propostos por meio da locução `propose_plan` e todas as causas de riscos propostas por meio da locução `propose_cause` são identificadas, e então são diretamente representadas como nodos do grafo acíclico dirigido gerado.

Para modelar as relações de dependência no modelo Bayesiano gerado a partir da discussão de riscos, a seguinte estrutura é utilizada: planos de tratamento de riscos são ligados a causas de riscos (de forma a mitigar a ocorrência de tais fatores), e causas de riscos são ligadas a propostas de riscos (levando a possível ocorrência de tais ameaças ao projeto). Ligações entre causas de riscos e propostas de riscos são obtidas na própria árvore de discussão, onde uma ou mais causas de risco podem estar associadas a um determinado risco (elas são argumentos enraizados em propostas de riscos), assim como demonstrado na Figura 9.

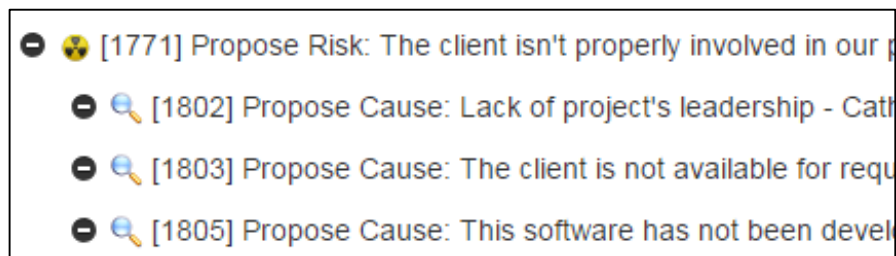


Figura 9 - Fragmento de discussão que demonstra causas “filhas” de um risco.

Conforme a Figura 9, por exemplo, quatro diferentes nodos são gerados no modelo Bayesiano, sendo um nodo para o risco proposto e três nodos para causas propostas. Neste caso, o grafo Bayesiano vai conter uma seta representando uma dependência, a qual parte de cada um dos nodos de causas de risco em direção ao nodo de risco modelado (Figura 10).

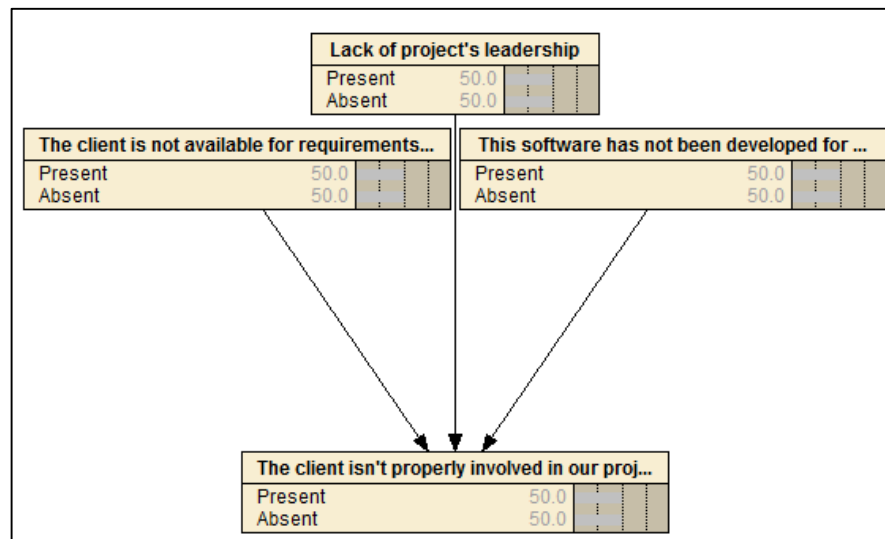


Figura 10 - Nós criados no modelo Bayesiano conforme o fragmento de discussão apresentado na Figura 9.

5.1.2 Etapa 2: Relacionamentos de dependência entre os componentes identificados na etapa 1

O relacionamento de dependência causal entre riscos, ou seja, uma ligação de um nodo de risco para um outro nodo de risco, é capturado quando a locução “Propose Dependency” é utilizada. Por meio desta locução, dois diferentes riscos podem ser conectados, e este relacionamento então pode ser representado no modelo Bayesiano. Para permitir a identificação e representação desta conexão entre riscos, um complemento ao RD System foi desenvolvido. Esse recurso na interface do RD System permite aos usuários selecionarem pares de riscos e associarem estes pares a uma proposta de dependência entre riscos, a qual é capturada quando a locução “Propose Dependency” é utilizada em um debate (Figura 11).

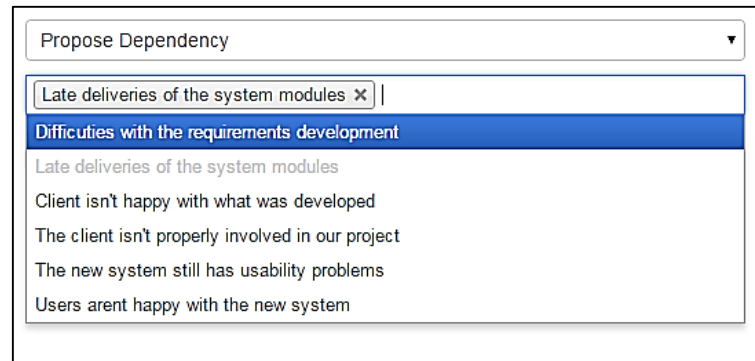


Figura 11 - Locução “Propose Dependency”: participantes podem selecionar dois riscos identificados anteriormente na discussão de forma a descrever que estes riscos são dependentes.

Para capturar relacionamentos entre planos de tratamento de riscos e causas de riscos, os quais são representados como nodos no modelo Bayesiano, outro complemento no RD System foi desenvolvido. Em geral, esse complemento permite que um participante re-use um plano de tratamento de risco proposto para um risco A como plano para tratar um risco B. Neste caso, planos de tratamento de riscos são associados a causas de risco. Para que isso seja capturado no modelo Bayesiano, o RD System permite que o usuário selecione as causas de risco que deseja que o plano de tratamento de risco esteja conectado no modelo Bayesiano a ser gerado (Figura 12).

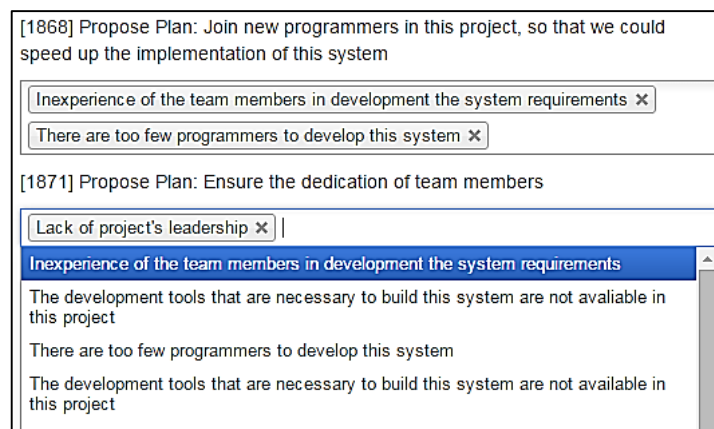
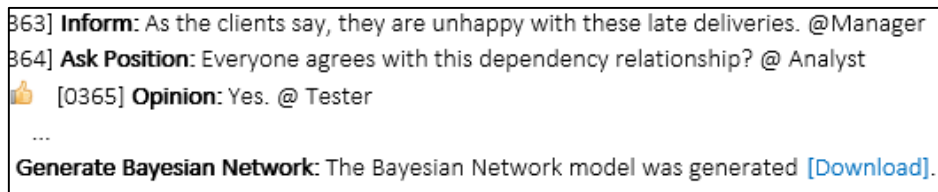


Figura 12 - Complemento desenvolvido no RD System que permite aos participantes selecionarem causas de risco que desejam que planos de tratamento de riscos estejam conectados no modelo Bayesiano.

5.1.3 Etapa 3: Geração do modelo Bayesiano para uso no Netica

A última etapa deste processo é gerar o modelo de RB por si só. Isso acontece quando a locução “Generate Bayesian Network” é inserida na discussão. Essa locução é inserida juntamente com um *link* para download do modelo Bayesiano para ser executado no Netica (Figura 13).



863] **Inform:** As the clients say, they are unhappy with these late deliveries. @Manager
 864] **Ask Position:** Everyone agrees with this dependency relationship? @ Analyst
 👍 [0365] **Opinion:** Yes. @ Tester
 ...
Generate Bayesian Network: The Bayesian Network model was generated [\[Download\]](#).

Figura 13 - Locução inserida na discussão após a seleção das causas que receberam ligação dos planos, com link para download do arquivo de RB gerado.

Ao clicar no link [*Download*], uma janela é aberta para o usuário selecionar um local onde deseja salvar o arquivo .dne gerado (formato da RB utilizado pelo Netica). Quando este arquivo é carregado no Netica, participantes do debate podem realizar as simulações desejadas, as quais são capturadas pelas locuções *propose_simulation(.)*, *select_plan/cause/risk(.)* e *propose_probability_for_state(.)* disponíveis no protocolo. Neste caso, tais propostas de simulação devem ser executadas manualmente no Netica por um dos participantes do diálogo, sendo que este participante fica responsável pela execução das solicitações apresentadas no debate.

Figura 14 mostra o modelo gerado de acordo com a discussão apresentada na Figura 8. Este modelo Bayesiano também apresenta estimativas de probabilidade já simuladas pelos participantes do debate. Os nodos em cor rosa no modelo Bayesiano representam os planos de tratamento de riscos, enquanto os nodos de cor amarela representam as causas de riscos e os nodos azuis representam os riscos que foram identificados na discussão colaborativa de riscos.

Na RB gerada, é possível observar que estimativas de probabilidade de gerenciamento de riscos são representadas por estados binários associados aos nodos representando riscos (por

exemplo, estados presente e ausente de uma variável representando um risco, como na Figura 14). No Netica, consultas alternativas podem ser executadas quando esses valores de probabilidade (descritos como estados de uma variável) são alterados para refletir que uma entrada informada por um usuário é um determinado valor de probabilidade que representa a probabilidade de um risco estar presente em um projeto. Este tipo de entrada pode atualizar os valores das tabelas de probabilidade condicional dos nodos ligados do modelo Bayesiano. De acordo com as regras definidas no Teorema de Bayes, essa atualização é realizada pelo sistema Netica automaticamente. Para realizar esses cenários de simulação, o Sistema RD System permite que qualquer participante da discussão utilize as locuções "Propose Simulation", "Select Risk", "Select Cause", "Select Plan" e "Propose Probability of State". Além destas propostas de simulação, estes problemas podem ser discutidos mais detalhadamente quando outras locuções de propósito geral são utilizadas. Por exemplo, quando os usuários discutem prós e contras de uma situação de simulação por meio da utilização das locuções "Argument Pro" e "Argument Con".

É importante ressaltar que uma vez gerado o modelo Bayesiano, pela utilização da locução "Generate Bayesian Network", todas as estimativas de probabilidade gravadas nas tabelas condicionais de probabilidade (de causas de riscos e propostas de riscos) iniciam com o valor padrão que é 50%. Na prática, estas tabelas de probabilidade condicional devem ser definidas de forma manual pelos participantes do diálogo.

O protocolo de diálogo desenvolvido nesta pesquisa ainda não permite o preenchimento destas tabelas de forma automática, uma vez que não existem locuções que sustentem a proposta de estimativas de probabilidade para as diferentes entradas que devem ser preenchidas nestas tabelas de probabilidade condicional. Em geral, o processo de discussão colaborativa de riscos permite a propostas de probabilidades *a priori*, sendo estas obtidas quando a locução "Propose Probability" é utilizada em um debate.

Em geral, cenários de simulação alternativos podem ser gravados em um debate (ver Figura 8). Em um cenário envolvendo simulações de riscos, causas de riscos e planos de tratamento de riscos, o RD System permite que qualquer participante da discussão utilize as locuções "Propose Simulation", "Select Risk", "Select Cause", "Select Plan" e "Propose Probability of State". Por meio do uso combinado das locuções "Select Plan" e "Propose Probability of State", os usuários podem indicar mudanças nos valores de probabilidade do

plano selecionado, por exemplo. Da mesma forma, alterações nos valores de probabilidade ligados a riscos e causas de riscos podem ser solicitadas durante a etapa de simulação de um debate. Uma vez que estes novos valores de probabilidade sejam propostos nestes cenários de simulação, eles podem ser aplicados no modelo probabilístico disponível no sistema Netica.

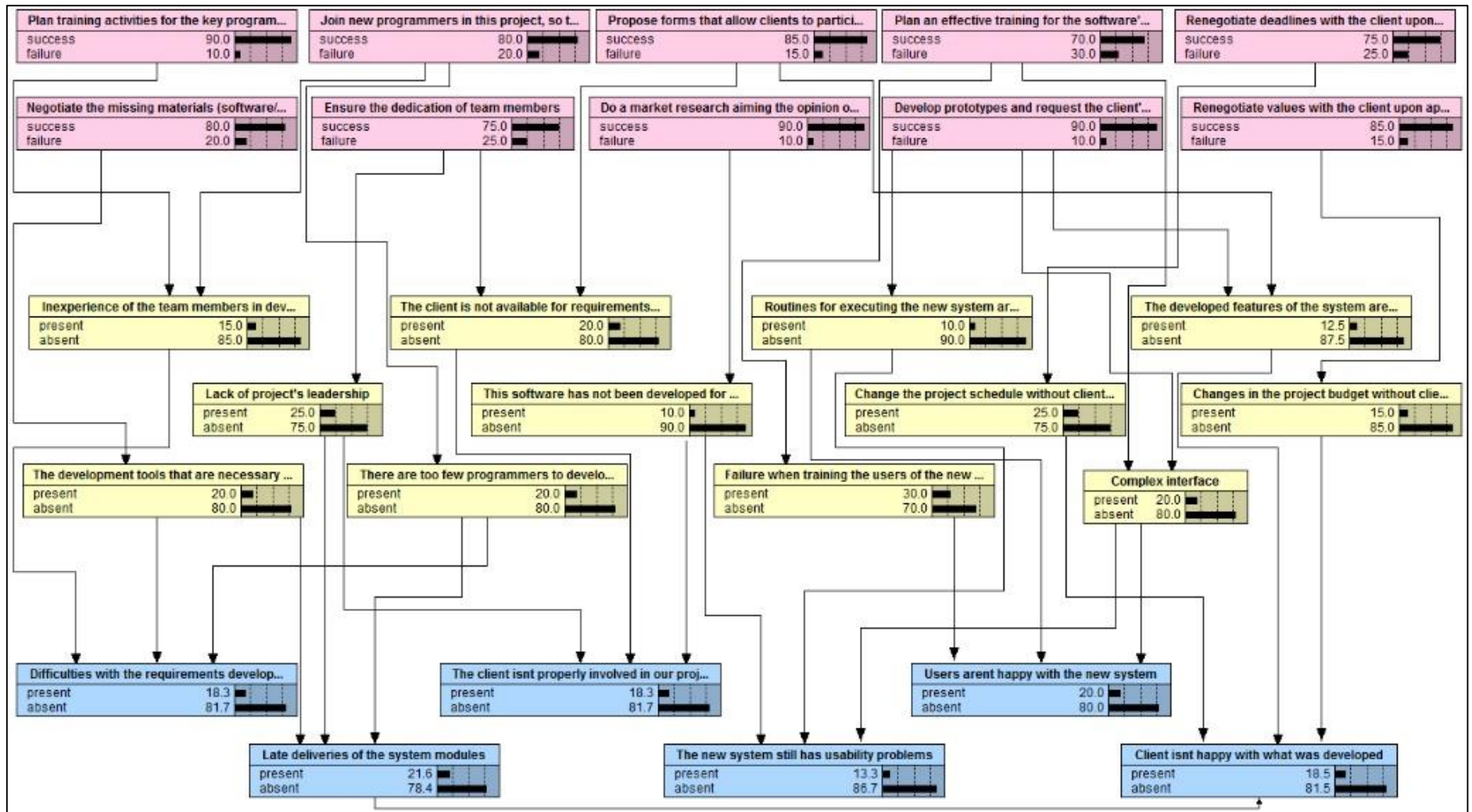


Figura 14 - Modelo de rede Bayesiana gerado a partir de um debate colaborativo de riscos.

6 VALIDAÇÃO

Este Capítulo descreve o processo de validação das propostas apresentadas neste trabalho, as quais foram implementadas no RD System v4.0. Duas formas alternativas de validação foram exploradas neste trabalho: a) um estudo de caso de gerenciamento colaborativo de riscos em um projeto de software real e b) experimentos com alunos de Computação envolvendo a utilização dos novos recursos de identificação e análise de dependências implementados no RD System. Tanto o estudo de caso quanto o experimento foram desenvolvidos com o objetivo de validar o processo de análise de dependências de riscos, o qual agora pode ser realizado com o auxílio de discussões colaborativas de riscos. Esta validação não visa avaliar aspectos de usabilidade do RD System, visto que resultados de experimentos neste sentido são apresentados em Severo *et al.* (2013). O estudo de caso foi realizado com cinco participantes do projeto SiS-

SiS-ASTROS 2020, O projeto tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema para simulação virtual tática de atividades militares. Por sua vez, o experimento envolveu a participação de alunos, tanto no nível de graduação quanto no nível de mestrado, de cursos em Ciência da Computação e Sistemas de Informação.

6.1 Estudo de caso no projeto SiS-ASTROS 2020

O estudo de caso visa avaliar a abordagem desenvolvida nesta pesquisa no apoio ao desenvolvimento de atividades de identificação de riscos, análise de riscos e construção de planos de tratamento de riscos. Neste estudo de caso, os participantes do projeto SiS-ASTROS 2020 exploraram a abordagem de identificação e análise de dependências de riscos proposta nesta pesquisa. Em particular, o estudo de caso focaliza possíveis relações de dependências entre os riscos descobertos nesse projeto, bem como focaliza o processo de simulação de diferentes elementos de risco discutidos neste projeto. Em geral, o objetivo almejado é a construção de melhores planos de tratamento de riscos, permitindo aprimorar o investimento do orçamento destinado para o desenvolvimento do projeto.

Na prática, as informações obtidas no estudo de caso foram empregadas na construção de um cenário de gerenciamento de riscos para o projeto. Por sua vez, este cenário foi posteriormente utilizado como base para a realização de experimentos com alunos, nos quais a discussão de riscos do projeto SiS-ASTROS 2020 e a RB gerada a partir da discussão foram utilizadas como ponto de partida para a realização dos experimentos.

No estudo de caso, 19 riscos no projeto SiS-ASTROS 2020 foram levantados pelos participantes do projeto, além de 17 causas de riscos e 19 planos de tratamento de riscos. Um fragmento desta discussão colaborativa de riscos pode ser visualizado na Figura 15. Para melhor visualização, a Tabela 2 (Apêndice A) em apêndice apresenta todos os riscos, causas e planos discutidos neste projeto de software.

Além de riscos, causas de riscos e planos de tratamento de riscos (e vários outros argumentos discutindo esses elementos no debate capturado), os participantes deste estudo de caso também identificaram relações de dependências causais entre riscos levantados. As dependências, descritas do modelo Bayesiano, entre riscos identificados pelos participantes foram as seguintes:

- “Atraso nas aquisições/contratações – licitações e importações” e “Não cumprimento dos prazos acordados”.
- “Complexidade do produto final subestimada” e “Dispersão da equipe em atividades paralelas”.
- “Dispersão da equipe em atividades paralelas” e “Incerteza da produtividade da equipe de desenvolvimento”.

Além de dependências causais entre riscos, dependências causais entre causas de riscos foram identificadas de forma indireta no projeto. Isso se deve ao fato que os participantes identificaram causas comuns a mais de um risco proposto no debate. Em resumo, a partir da discussão colaborativa de riscos do projeto SiS-ASTROS 2020, um modelo Bayesiano foi gerado. Este modelo pode ser visualizado na Figura 16.

- ▶ [0001] **Start Discussion:** A discussão de riscos deste projeto está aberta. @ participante1
- ✦ [0002] **Propose Risk:** Atraso nas aquisições das ferramentas de desenvolvimento. @ participante2
- % [0007] **Propose Probability:** entre 60 e 70%. @ participante1
- 🔍 [0023] **Propose Cause:** Processos administrativos burocráticos. @ participante3
- 🎯 [0045] **Propose Plan:** Diversificar modalidades de compra/contratação. @ participante4
- ...
- ✦ [0075] **Propose Risk:** Atraso nas aquisições/contratações – licitações e importações. @ participante3
- % [0080] **Propose Probability:** entre 55 e 75%. @ participante2
- 🔍 [0087] **Propose Cause:** Processos administrativos burocráticos. @ participante2
- 🔍 [0090] **Propose Cause:** Questões legais de contratação. @ participante4
- ...
- 🎯 [0103] **Propose Plan:** Diversificar modalidades de compra/contratação. @ participante1
- 🎯 [0109] **Propose Plan:** Acompanhar os processos em aberto. @ participante2
- ...
- ✦ [0304] **Propose Risk:** Dispersão da equipe em atividades paralelas. @ participante3
- % [0320] **Propose Probability:** entre 75% e 90%. @ participante1
- 🔍 [0325] **Propose Cause:** Existência de atividades acadêmicas da equipe. @ participante4
- 🎯 [0330] **Propose Plan:** Gerenciamento das horas de trabalho dedicadas ao projeto. @ participante1
- ...
- ✦ [0353] **Propose Risk:** Incerteza da produtividade da equipe de desenvolvimento. @ participante3
- % [0358] **Propose Probability:** entre 60 e 75%. @ participante2
- 🔍 [0359] **Propose Cause:** Existência de atividades acadêmicas da equipe. @ participante4
- 🎯 [0367] **Propose Plan:** Reuniões de acompanhamento. @ participante1
- ...
- 🌐 [0378] **Propose Dependency:** “Atraso nas aquisições/contratações – licitações e importações” e “Não cumprimento dos prazos acordados”. @ participante4
- 🌐 [0392] **Propose Dependency:** “Dispersão da equipe em atividades paralelas” e “Incerteza da produtividade da equipe de desenvolvimento”. @ participante1
- ...
- 🌐 [0398] **Generate Bayesian Network:** O arquivo da Rede Bayesiana foi gerado [\[download\]](#). @ System
- ...

Figura 15 - Fragmento de discussão do estudo de caso SiS-ASTROS 2020 realizada pelos especialistas.

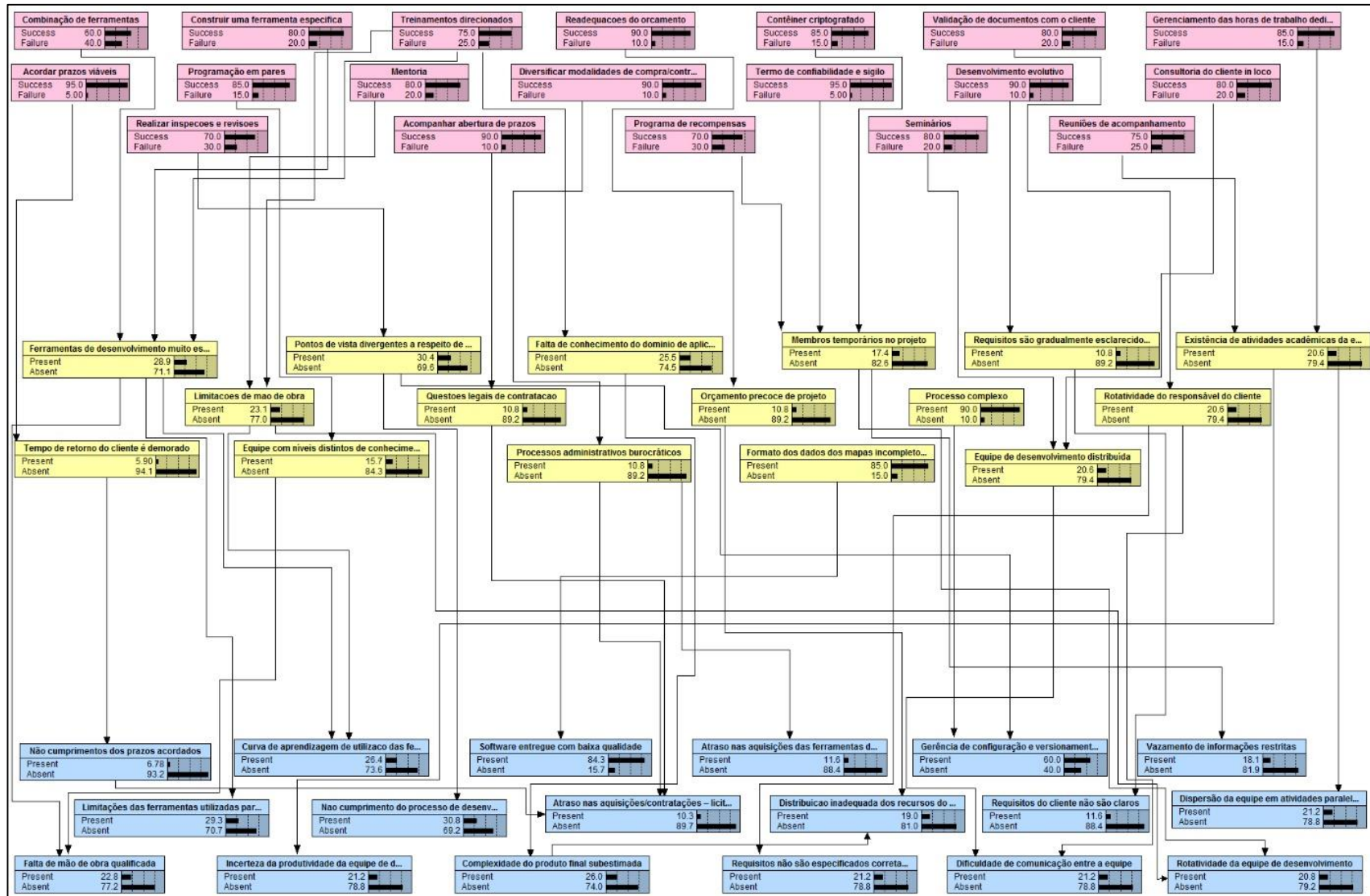


Figura 16 - Modelo Bayesiano gerado a partir da discussão colaborativo de riscos realizada pelos especialistas do projeto SiS-ASTROS 2020.

6.1.1 Discussão dos resultados do estudo de caso

A partir deste estudo de caso desenvolvido no projeto SiS-ASTROS 2020, algumas constatações podem ser apresentadas acerca dos recursos desenvolvidos nesta pesquisa para a identificação e análise de dependências de riscos em discussões colaborativas de riscos.

Em primeiro lugar, aspectos de gerenciamento de riscos analisados pelos participantes do projeto ao terem um primeiro contato com a RB gerada a partir da discussão dos riscos, causas de riscos e planos de tratamento de riscos foram os seguintes:

- Quais os riscos que apresentam maior probabilidade de ocorrência, no qual os participantes buscavam analisar cenários de redução da probabilidade de ocorrência destes riscos;

- Quais riscos apresentam baixa probabilidade de ocorrência e o quanto esta probabilidade por ter sido estimada de forma errônea, no qual os participantes buscavam verificar possíveis chances de reestimar essas probabilidades.

- Quais planos causam melhor impacto no projeto como um todo. Em projetos com recursos limitados, tal como o projeto SiS-ASTROS 2020, os participantes descreveram que é importante o investimento em pontos estratégicos. Em particular, planos que têm um impacto positivo em mais de um risco possuem um custo benefício maior em relação a planos que proporcionam um impacto em apenas um risco, por exemplo.

A execução do estudo de caso também permitiu observar que os participantes buscam critérios pessoais bem como parâmetros consistentes entre si para expressar valores de probabilidade para riscos, causas de riscos e planos de tratamento de riscos. Neste caso, estes participantes usam o mesmo critério adotado para a proposição destas estimativas. Mais ainda, foi possível identificar que existem dois momentos distintos na identificação de probabilidades por parte dos participantes do estudo de caso. Existe um primeiro momento que é bastante individual, em que os participantes tentam manter essa consistência individual na estimativa de probabilidades para eventos representados no modelo Bayesiano. E, existe um segundo momento em que essas probabilidades identificadas individualmente são levadas para a discussão no coletivo. Em seguida, o grupo tende a assumir um novo critério de consistência a ser utilizado na escolha dessas estimativas probabilísticas. Muitas vezes esse novo critério é baseado no poder de persuasão de algum participante do debate, o qual utiliza diferentes argumentos para defender um ponto de vista assumido.

Ao visualizar o modelo Bayesiano gerado a partir da discussão de riscos realizada, simulações propostas estavam principalmente relacionadas a:

- Modificação das probabilidades relacionadas a efetividade de planos de tratamento de riscos no projeto, de forma a simular cenários em que diferentes impactos de planos em riscos são testados.

- Reavaliação de planos de tratamento de riscos, em que um plano que tenha sido proposto inicialmente passa a não ser mais relevante para tratar determinadas causas de riscos.

- Inserção/identificação de novas causas de riscos para aqueles planos que passaram a ser irrelevantes para causas antigas, ou seja, acabou-se verificando que o plano era relevante para determinado risco, mas que ele estava conectado a uma causa que não vinha ao encontro da realidade em que o projeto estava inserido. Para isto foram descobertas novas causas de riscos no projeto que em um primeiro momento não tinham sido identificadas.

- Remoção e inserção de relacionamentos entre planos de tratamento de riscos, causas de riscos, e riscos, os quais são representados como nodos no modelo Bayesiano. Com o modelo gráfico destes elementos, os participantes conseguiram verificar e remodelar as relações de dependência entre os eventos representados no grafo acíclico. Essa modelagem foi executada de forma definitiva, como também foi realizada temporariamente para permitir a execução de simulações no modelo Bayesiano.

6.1.2 Análise do estudo de caso no projeto SiS-ASTROS 2020

Os participantes do estudo de caso, com a utilização dos recursos desenvolvidos nesta pesquisa, executaram a discussão colaborativa de riscos e análise do modelo Bayesiano gerado. Em geral, essas tarefas foram desenvolvidas em uma mistura de processos individuais e processos coletivos de análise. Nestes processos individuais, os participantes realizam suas próprias estimativas de riscos, causas, planos e probabilidades. Em geral, eles buscavam o máximo de equilíbrio e homogeneidade entre as suas opiniões e estimativas. Em um segundo momento, estas opiniões e estimativas individuais foram levadas ao coletivo para serem discutidas pelo grande grupo. O objetivo foi alcançar um consenso. Contudo, nos casos em que foi difícil chegar a um consenso, o próprio ato de simular as diferentes opiniões pôde auxiliar a promover um consenso. De acordo com os resultados obtidos nestes diferentes cenários simulados, foi possível identificar qual deles representaria melhor a realidade em que o projeto

se insere, ou até mesmo qual cenário proporcionou melhores impactos de tratamento de riscos no projeto.

A partir do estudo de caso, melhorias para o processo de identificação e análise de dependências de riscos foram sugeridas pelos participantes. Os participantes descreveram que é relevante gerar a RB em pelo menos dois diferentes momentos. O primeiro momento seria após riscos, causas de riscos e relações de dependências entre riscos terem sido discutidas, para que o modelo Bayesiano pudesse auxiliar na fase de avaliação/priorização dos riscos identificados no projeto. Neste modelo, os participantes poderiam avaliar o impacto das causas de riscos identificadas na ocorrência dos riscos propostos, sem ainda analisar a interferência (ou impacto) de planos de tratamento de riscos. Com base nas conclusões originadas pela análise deste primeiro modelo Bayesiano, os riscos priorizados (e causas de riscos respectivas) seriam conectados a planos de tratamento de riscos em um segundo modelo Bayesiano gerado, assim permitindo analisar aspectos relevantes para o tratamento destes riscos. Neste caso, o novo modelo Bayesiano gerado incluiria os planos e sua probabilidade de efetividade na estrutura da RB, propagando os valores de modo a visualizar os impactos destes planos nas causas de riscos e conseqüentemente nos riscos representados no grafo. Outra sugestão de melhoria foi a necessidade de haver novas locuções no protocolo de diálogo utilizado. Neste caso, essas locuções apoiariam uma discussão colaborativa relacionada ao preenchimento das tabelas de probabilidades condicionais disponíveis em diferentes nodos do modelo Bayesiano. Na versão atual do RD System, essas tabelas de probabilidade condicional são preenchidas apenas por um participante do diálogo, não possibilitando realizar uma discussão de valores a serem descritos nas diferentes distribuições de probabilidade condicional.

Após a realização do estudo de caso, outro ponto discutido pelos participantes é que tanto discussões de riscos presenciais quanto não presenciais podem possuir vantagens e desvantagens. As discussões presenciais proporcionam uma fluência maior na discussão de diferentes tópicos, mas também incentivam discussões desnecessárias de tópicos pouco relevantes. Com a utilização do RD System, os participantes se limitam a discutir apenas aspectos fundamentais, visto que o debate realizado não era muito longo. Na prática, os argumentos pareciam ser mais bem elaborados ao serem inseridos na discussão realizada com o auxílio do RD System, em contraste com argumentos apresentados de forma simplificada em debates presenciais. Em geral, parece que os participantes que utilizam o RD System tendem a pensar e estruturar melhor seus argumentos uma vez que eles sabem que suas ideias serão registradas na discussão, passando a ser mais objetivos na descrição desses argumentos. Em resumo, os participantes deste estudo de caso afirmaram que o RD System pode ser relevante

não somente em cenários onde os participantes de um projeto se encontram em ambientes distintos (tais como equipes de desenvolvimento distribuído de software, por exemplo). Eles também afirmaram que discussões presenciais podem ser mediadas pelo RD System, assim permitindo gravar os fatos mais relevantes apresentados nestas discussões presenciais e permitindo gerar um modelo Bayesiano a partir destas informações.

6.2 Experimento com alunos de Computação

Este experimento envolveu sete grupos distintos de alunos de cursos de Computação da UFSM, totalizando 23 participantes. Os objetivos deste experimento foram:

- Avaliar a importância da descoberta de dependências entre riscos de forma colaborativa para o gerenciamento de riscos de projetos de software;
- Avaliar a contribuição de RBs para a simulação de cenários na construção dos planos de tratamento de riscos;

O experimento foi organizado em etapas. Inicialmente, o contexto em que a pesquisa está inserida foi apresentado para os participantes, dando uma visão dos diferentes tópicos que a pesquisa aborda (por exemplo, gerenciamento colaborativo de riscos, argumentação, protocolo baseado em jogos de diálogo, dependências entre riscos e RB's). Em seguida, esses participantes foram submetidos a um breve treinamento sobre atividades típicas de gerenciamento de riscos. Neste treinamento, o RD System foi apresentado a partir de exemplos de uso. Como parte desta demonstração do RD System, o protocolo de discussão colaborativa de riscos foi apresentado por meio de suas locuções e regras, as quais permitem a construção de diferentes argumentos nestas discussões. Um documento com todas as locuções do protocolo, uma descrição dessas locuções, suas regras de uso e exemplos de utilização destes elementos foi entregue para os participantes. Em geral, um tempo de 15 minutos foi ofertado para que os participantes pudessem analisar cada locução dentro do protocolo e realizar questionamentos a esse respeito.

Na sequência, os participantes receberam um breve treinamento a respeito de como utilizar o sistema Netica. Neste treinamento, demonstrações de possíveis simulações foram exemplificadas para os participantes. Após realizar essas etapas iniciais de treinamento, foi apresentado o contexto do projeto de gerenciamento de riscos aos participantes do experimento, isto é, o contexto do projeto SiS-ASTROS 2020. Neste caso, os participantes destes

experimentos utilizaram a discussão e respectiva RB gerada naquele estudo de caso. Contudo, a discussão dos riscos, causas de riscos, planos de tratamento de riscos e respectivas probabilidades destes elementos, bem como a RB gerada a partir deles, não foi utilizada na sua completude nestes experimentos, visto que a discussão dessas informações era muito longa. Sendo assim, aspectos considerados mais relevantes na discussão e consequente no modelo Bayesiano gerado foram selecionados e utilizados nestes experimentos.

Em um tempo médio de duração de 2 horas, os participantes foram convidados a acessar o RD System v4.0 e desenvolver atividades de identificação e análise das dependências de riscos. Além disso, eles foram convidados a realizar simulações no modelo de RB gerado. Em particular, as atividades de simulação exigiram que os participantes utilizassem as locuções propostas nesta pesquisa, as quais consistem de locuções para proposição de simulações. A cada proposta de simulação realizada, um dos participantes executava as modificações solicitadas na RB. A partir dos resultados destas simulações, novos argumentos foram inseridos pelos participantes dos experimentos na discussão de riscos. Por exemplo: foi solicitado que mais de um plano de tratamento de risco fosse conectado a uma causa de risco, visto que não existia essa conexão no modelo original da RB. Com base dos resultados de simulação obtidos por meio deste novo relacionamento entre plano e causa de risco modelado, os participantes do experimento decidiram inserir este plano na árvore de discussão por meio de uma locução `propose_plan`, como um argumento enraizado em uma proposta de risco.

Após concluir essas atividades de identificação e análise de dependências de riscos, os participantes do experimento foram convidados a preencher um questionário de avaliação. As perguntas/afirmações descritas no questionário foram as seguintes:

Q1. É relevante ter um sistema de gerenciamento colaborativo de riscos para apoiar o processo de identificação e análise de dependência de riscos em projetos de software.

Q2. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, é relevante haver passos/etapas de discussão particularmente voltados para a identificação e análise de dependência entre riscos.

Q3. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, é relevante identificar e analisar dependências causais entre riscos (Risco a \rightarrow Risco b. Por exemplo: um risco "a" tem um efeito direto em um risco "b").

Q4. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, é relevante identificar e analisar dependências causais entre causas de riscos (Causa a \rightarrow Risco a / Causa a \rightarrow Risco b. Por exemplo: o risco "a" e o risco "b" podem ter uma mesma causa "a", e serem dependentes devido a esta causa em comum).

Q5. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, é relevante gerar/construir um modelo Bayesiano (modelo descrevendo uma relação probabilística entre elementos conectados por relações de causa e efeito) a partir das principais propostas (por exemplo: propostas de riscos, propostas de causas de riscos, propostas de relações de dependência entre riscos) debatidas pelos participantes de uma discussão colaborativa de riscos.

Q6. No modelo Bayesiano gerado/construído, a estrutura de grafo criada representa a) planos de tratamento de riscos conectados a causas de riscos e b) causas de riscos conectados diretamente a riscos. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, é relevante a modelagem destes planos de tratamento de riscos na rede Bayesiana como um elemento adicional a modelagem de causas e riscos.

Q7. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, é relevante possibilitar que participantes de uma discussão realizem simulações (por exemplo: novas propostas de planos, causas, riscos, ou até mesmo alteração nas probabilidades dos estados dos nodos) no modelo Bayesiano gerado/construído de acordo com as principais propostas debatidas entre os participantes de uma discussão colaborativa de riscos.

Q8. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, é relevante registrar propostas de simulação apresentadas por participantes durante uma discussão colaborativa de riscos.

Q9. No contexto de gerenciamento colaborativo de riscos, como um efeito das simulações realizadas no modelo Bayesiano gerado/construído, é relevante registrar o feedback obtido nestas simulações diretamente na árvore de discussão pela proposição de novos argumentos.

Q10. Como você avalia o seu conhecimento e experiência na área de gerenciamento de riscos em projetos de software.

Q11. Descreva a sua opinião a respeito da importância das locuções de diálogo (propose_cause, propose_dependency, generate_bayesian_network, propose_simulation, select, propose_probability_for_state) voltadas para a identificação e análise de dependências desenvolvidas neste trabalho para a área de gerenciamento colaborativo de riscos.

As alternativas de resposta foram organizadas em uma escala de: concordo totalmente, concordo parcialmente, nem concordo nem discordo, discordo parcialmente e discordo totalmente para Q1 a Q9. Para Q10 a escala foi definida como: (1) não tem conhecimento e experiência, (2) tem conhecimento e experiência básicos, (3) tem conhecimento e experiência intermediários, (4) tem conhecimento e experiência avançados, (5) é um especialista nesta área. A Q11 consiste em uma questão discursiva.

6.2.1 Resultados obtidos a partir dos experimentos com alunos de Computação

Os resultados apresentados nesta seção são baseados nas respostas dos participantes dos experimentos para o questionário de avaliação proposto. Estes resultados podem ser observados nas Figuras 17, 18, 19 e 20.

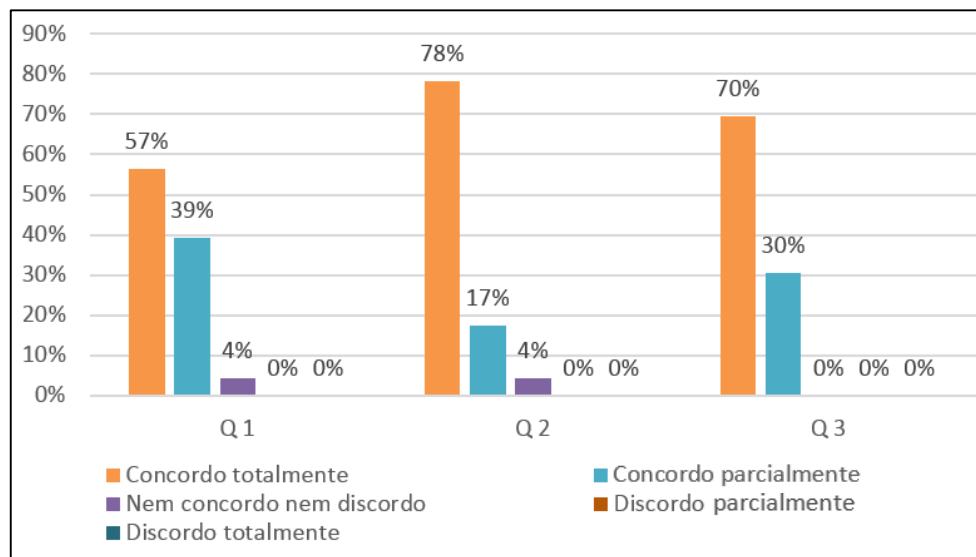


Figura 17 - Resultados das questões/afirmações de 1 a 3 dos experimentos com alunos de Computação.

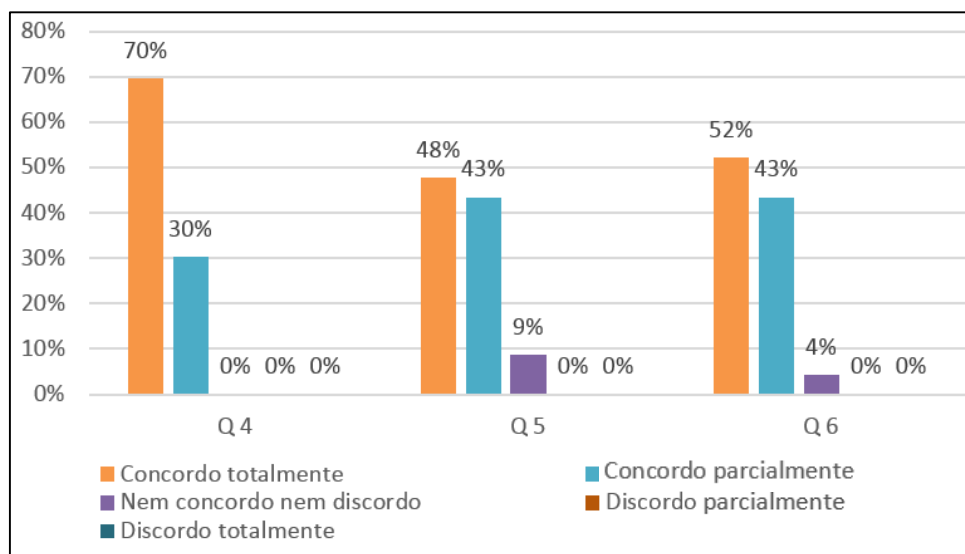


Figura 18 - Resultados das questões/afirmações de 4 a 6 dos experimentos com alunos de Computação.

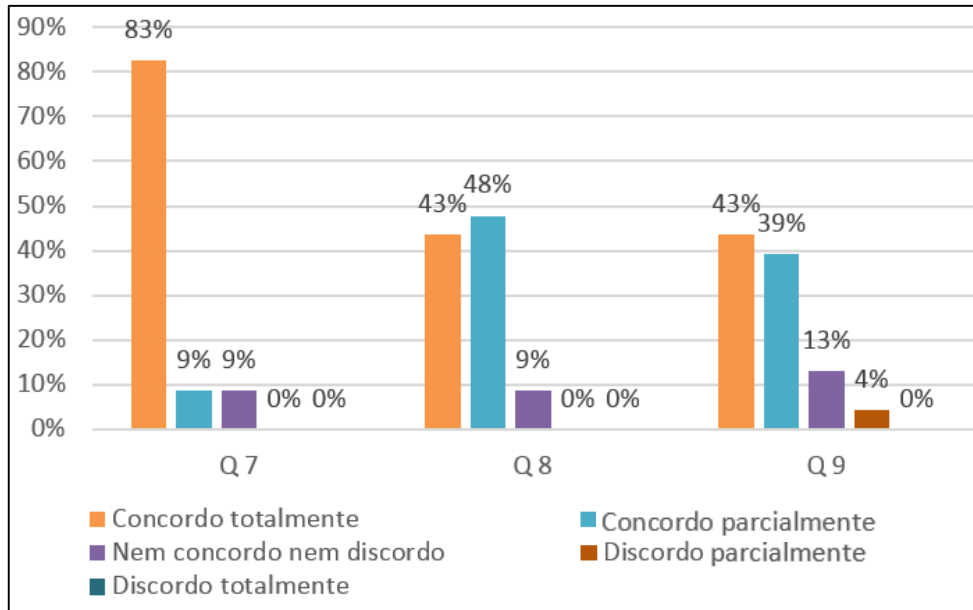


Figura 19 - Resultados das questões/afirmações de 7 a 9 dos experimentos com alunos de Computação.

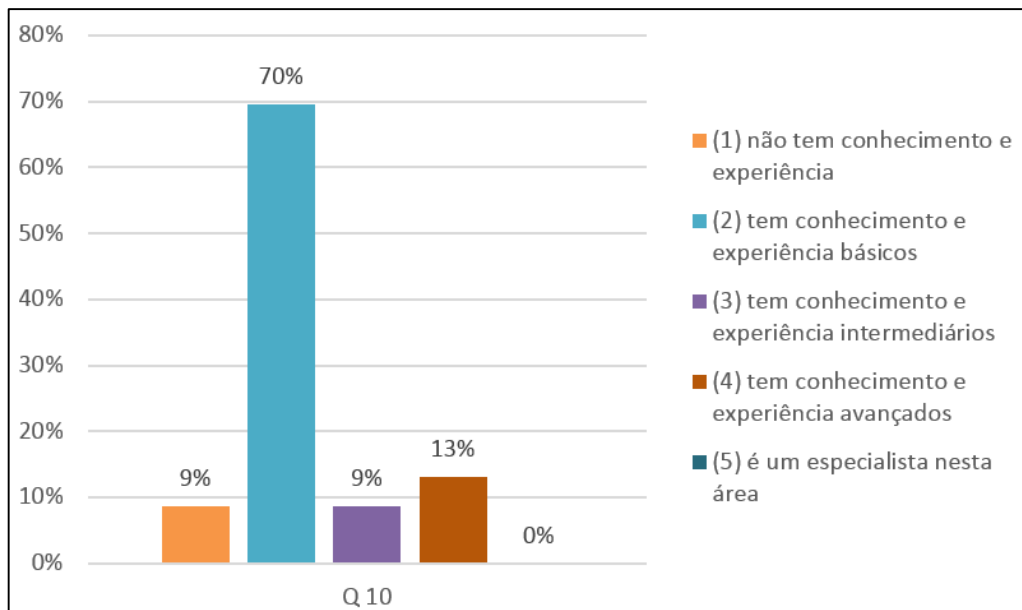


Figura 20 - Resultado da questão/afirmação 10 dos experimentos com alunos de Computação.

O objetivo das questões Q1 e Q2 é estimar a importância da existência de um sistema e de passos/etapas nas discussões colaborativas que apoiam o desenvolvimento do processo de identificação e análise de dependência de risco. Considerando as respostas obtidas, a maioria dos participantes (57%) concordou totalmente que é importante a existência de um sistema para

apoiar o processo de identificação e análise de dependências de riscos, 39% dos participantes concordaram parcialmente com essa importância e apenas 4% nem concordaram, nem discordaram da afirmação (Q1). Os participantes também concordaram totalmente (78%) com a existência de passos e etapas na discussão colaborativa de riscos voltados para a identificação e análise de dependências (Q2).

As questões Q3 e Q4 visam validar se as dependências causais entre riscos e causas, são úteis no contexto de gerenciamento de riscos. Todos os participantes concordaram (totalmente ou parcialmente) com estas afirmações, sendo que 70% concordaram totalmente e 30% concordaram parcialmente com a identificação de dependências causais sejam elas entre riscos ou causas (Q3 e Q4).

O objetivo das questões Q5 e Q6 é avaliar a geração e a estrutura do modelo Bayesiano construído com base na discussão colaborativa de riscos. Quanto à geração de um modelo Bayesiano (Q5), 43% dos participantes concordaram parcialmente com a geração/construção um modelo a partir das principais propostas debatidas pelos participantes de uma discussão colaborativa de riscos, enquanto 48% concordaram totalmente e apenas 9% nem concordaram, nem discordaram desta afirmação. A respeito da estrutura que a RB (Q6), a maioria dos participantes concordaram de alguma forma com a estrutura de grafo criada, que representa planos de tratamento de riscos conectados a causas de riscos e causas de riscos conectados diretamente a riscos, seja totalmente ou parcialmente, exceto 4% que nem concordou, nem discordou.

As questões de 7 a 9 visam a validação da importância das simulações no modelo Bayesiano gerado. Neste sentido, a grande maioria dos participantes (83%) concordou totalmente com a possibilidade de realizar diferentes simulações no modelo Bayesiano gerado (Q7). A importância de registrar essas simulações no debate foi totalmente aprovada por 43% dos participantes, enquanto 48% dos participantes concordam parcialmente com esta importância. Contudo, 9% nem concordaram, nem discordaram com o registro de simulações (Q8). Com relação a importância da captura de *feedback* na discussão proveniente destas simulações (Q9), 43% dos participantes acreditam ser completamente relevante registrar esse *feedback*, 39% concordou parcialmente, enquanto 13% nem concordam, nem discordam desta proposição, e outros 4% discordaram parcialmente da relevância dos *feedbacks*.

A questão 10 diz respeito a experiência com gerenciamento de riscos dos participantes. A maioria (70%) dos participantes se auto classificou com conhecimento e experiência básicos na área de gerenciamento de riscos. 9% dos participantes declararam não possuir conhecimento

e experiência. Do restante dos participantes, 22% declararam ter conhecimento e experiência intermediários (9%) ou avançados (13%) na área.

A questão 11 solicitou uma descrição a respeito da importância das novas locuções desenvolvidas nesta pesquisa. A maioria dos participantes declarou que as locuções são importantes para gerenciamento de riscos, afirmando que:

- “Essas locuções são importantes, pois permitem realizar análise de dependência entre os riscos e suas causas, possibilitando visualizar que dois riscos distintos possuem uma mesma causa em comum”.

- “Acredito que seja de muita importância para a discussão colaborativa de riscos, pois é por meio das locuções que os participantes podem apresentar aos outros integrantes da discussão o seu ponto de vista a respeito de determinada dependência entre riscos”.

- “Acredito que essas novas locuções facilitam o entendimento do problema, assim como auxiliam a resolver o problema possibilitando que uma gama maior de informações seja descrita de forma mais coerente”.

6.2.2 Discussão dos resultados do experimento com alunos de Computação

A partir dos comentários coletados neste experimento, algumas justificativas apresentadas em comentários são favoráveis a importância da criação dos novos recursos propostos nesta pesquisa. Com relação às novas locuções propostas para identificação e análise de dependência de riscos em discussões colaborativa de riscos, os participantes fizeram afirmações, como:

- “Acredito que estas locuções possuem grande importância em gerenciamento colaborativo de riscos. As novas possibilidades que elas (novas locuções) acrescentam no sistema são muito úteis para situações reais, como por exemplo, adicionar uma dependência de riscos”.

- “A análise de dependências na discussão é muito valiosa, pois é possível perceber e analisar eventos que ajudam muito no projeto como um todo, como a solução de dois ou mais riscos que têm a mesma causa em comum utilizando apenas a aplicação de um plano. Isso poderia vir a passar despercebido em um projeto se não houvesse a avaliação realizada pelo sistema”.

- “A dependência de riscos ajuda a identificar, avaliar e tratar de forma mais eficiente os possíveis riscos do projeto possibilitando uma visão global das consequências e não apenas avaliando separadamente cada risco”.

Além das locuções, o modelo gráfico gerado também foi alvo de comentários oferecidos pelos participantes dos experimentos. Em geral, esse modelo permite a visualização dos eventos capturados em uma discussão (planos, causas e riscos). A inter-relação destes eventos quando apresentadas no formato gráfico faz com que os participantes identifiquem novas relações, as quais não puderam ser identificadas no modo texto (discussão). Alguns relatos apresentados pelos participantes dos experimentos a respeito da RB gerada foram:

- “A geração de uma rede Bayesiana e a posterior exibição de seu modelo gráfico para a equipe de gestão de riscos é uma boa forma de esclarecer como os planos e os riscos podem impactar no projeto. Concomitantemente, a possibilidade de a equipe realizar simulações, alterando a probabilidade das variáveis da RB também auxilia no processo de análise de riscos e tomada de decisão”.

- “Acredito ser extremamente importante a geração da RB, pois permite aos usuários terem uma melhor visão das conexões entre os riscos, causas e planos”.

- “O RD System pode dificultar o entendimento do debate como um todo, mas o modelo Bayesiano gerado supre esse problema”.

De acordo com estes relatos é possível concluir que os participantes acreditam ser relevante tanto as novas locuções para identificação de dependências entre riscos quanto a análise destas dependências a partir da geração de um modelo Bayesiano para a visualização e simulação das relações identificadas.

Durante a aplicação dos experimentos, na etapa em que os participantes propuseram simulações no modelo Bayesiano gerado, foi possível perceber que os participantes não apenas realizaram simulações envolvendo modificações de probabilidade associadas aos nodos do modelo Bayesiano (apoiados pelas locuções `select plan/cause/risk` e `propose_probability_for_state`). Neste caso, eles também visualizaram outros tipos de simulações, como por exemplo:

- Simulações baseadas na conexão de uma causa existente no modelo a um risco do modelo que anteriormente não tinha relação com esta causa;

- Simulações baseadas na aplicação de um plano a uma causa já existente no modelo. Neste caso, criando uma relação entre estes elementos visto que esta relação não tinha sido anteriormente modelada;

- Descoberta de novas relações de dependências causais entre riscos representados na RB.

Para propor essas simulações, os participantes utilizaram apenas a locução “propose simulation” informando qual a relação que eles gostariam que fosse simulada na RB. Em geral, locuções mais específicas para estas atividades poderiam ser criadas no protocolo de diálogo proposto.

Um aspecto relevante que pode ser destacado é que as afirmativas que tiveram 70% ou mais dos participantes concordando totalmente foram relativas à: existência de passos em uma discussão que permitem a identificação e análise de dependências entre riscos (Q2), a identificação e análise de dependências causais entre riscos em gestão colaborativa de riscos (Q3), a identificação e análise de dependências causais entre riscos no mesmo contexto de gestão de riscos (Q4) e a importância de possibilitar que a equipe de gerenciamento de riscos realize simulações no modelo Bayesiano gerado com base nas discussões colaborativas de riscos (Q7).

De forma surpreendente aos 83% de concordância total dos participantes com a possibilidade de simular diferentes cenários a partir do modelo Bayesiano gerado com base na discussão colaborativa de riscos realizada, somente 43% concordou totalmente com a relevância da geração de um modelo Bayesiano. No geral, não houve nenhum participante discordando totalmente de alguma afirmativa. Houve apenas uma afirmativa que obteve uma resposta “discordo parcialmente”. Contudo, a opinião “nem concordo, nem discordo” apareceu 12 vezes como resposta dada pelos participantes para determinadas questões. Em busca de justificativas para estas respostas, é possível realizar uma análise das respostas “nem concordo, nem discordo” obtidas em relação ao perfil (experiência) dos participantes dos experimentos. Na Figura 21, o gráfico indica que a maioria dos participantes que escolheram essa opção como resposta não possui experiência ou possui experiência básica na área de gerenciamento de riscos (75%).

Todos os participantes de alguma forma concordaram (seja totalmente ou parcialmente) com as Q3 e Q4, referentes a importância da identificação e análise de dependências causais entre riscos ou causas. A questão que obteve menor aprovação dos participantes, com 13% de respostas “nem concordo, nem discordo” e 4% de respostas “discordo parcialmente”, foi a Q9, referente ao registro de *feedback* na árvore de discussão de resultados de simulações realizadas no modelo Bayesiano pela proposição de novos argumentos pelos participantes da discussão. Contudo esta afirmativa obteve a maioria dos participantes (82%) concordando de alguma forma.

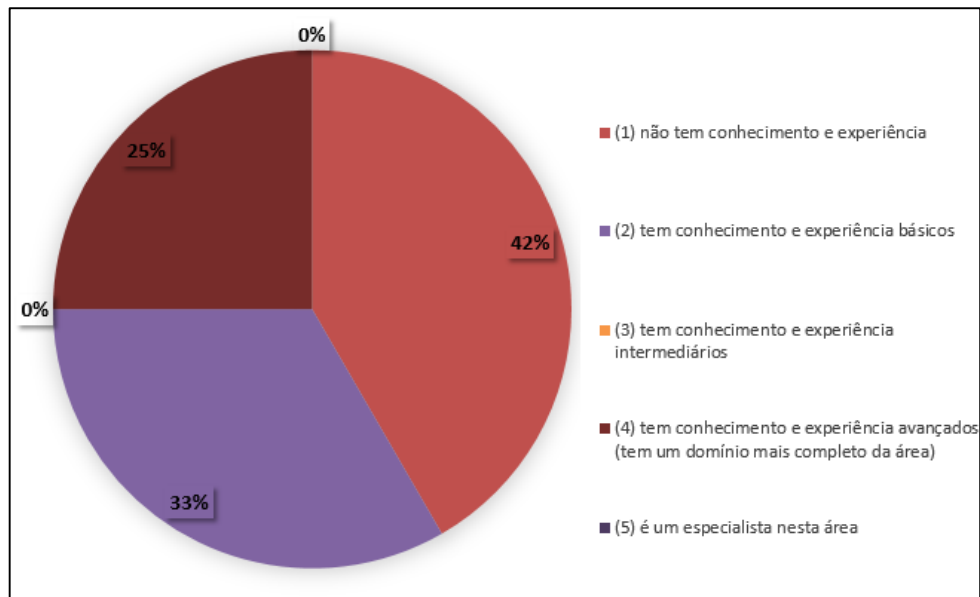


Figura 21 - Nível de experiência dos participantes que responderam “nem concordo, nem discordo” para afirmativas do questionário de avaliação.

Além dos pontos positivos que os participantes destacaram com relação a proposta apresentada nesta pesquisa, houveram também aspectos não muito positivos citados por meio dos comentários realizados na questão Q11, como por exemplo:

- “A ferramenta possui uma curva de aprendizagem lenta devido as limitações que a interface gráfica apresenta”.

- “As locuções são autoexplicativas, porém a usabilidade da ferramenta não é muito conveniente”.

- “O RD System, infelizmente, dificulta um pouco ao usuário o entendimento do diálogo como um todo”.

A maioria dos aspectos negativos identificados pelos participantes está relacionada a usabilidade do RD System. Neste caso, é importante salientar que este sistema ainda é um protótipo, o qual está sendo desenvolvido com recursos acadêmicos bastante limitados. Logo, tais comentários negativos a respeito da usabilidade do sistema não são surpreendentes.

6.3 Considerações finais sobre o experimento

Neste Capítulo foi possível observar processo de validação das propostas apresentadas nesta dissertação, e os recursos implementados na nova versão do RD System v4.0. Além da demonstração das duas diferentes formas de validação que foram exploradas (estudo de caso e experimento), foram apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário, que também foi detalhado no decorrer do Capítulo.

Diante das respostas dos participantes para o questionário elaborado, é possível concluir que os recursos (adaptação do RD System e do protocolo de jogos de diálogo para identificação e análise de dependências causais entre riscos e entre causas de riscos em projetos de software, e geração de um modelo probabilísticos para simulação de diferentes cenários de gerenciamento de riscos) desenvolvidos nesta pesquisa foram aprovados (em algum nível) pelos participantes dos experimentos.

7 TRABALHOS RELACIONADOS

O objetivo deste Capítulo é apresentar uma revisão dos trabalhos relacionados a proposta desta dissertação (Tabela 3). Em geral, os trabalhos tratam suas pesquisas a respeito de dependências de riscos, visto que riscos de projetos de software nem sempre são completamente independentes. Neste contexto, a investigação de dependências entre riscos identificados pode trazer vantagens para a construção de planos mais efetivos para o tratamento destes riscos, obtendo possíveis melhorias nas estratégias de gerenciamento de riscos empregadas. Alguns trabalhos sobre dependência de riscos que foram desenvolvidos na área de gerenciamento de riscos serão melhor detalhados neste Capítulo, entre eles, podemos destacar Alpcan e Bambos (2009), Hu *et al.* (2013), Kwan e Leung (2011) e Fan e Yu (2004).

7.1 Análise de dependências de riscos de segurança em organizações

Alpcan e Bambos (2009) desenvolvem uma estrutura para analisar dependências de riscos de segurança e classificar riscos em organizações. Os autores desenvolvem um quadro estrutural para apoiar a coleta de dependências de riscos dentro e entre unidades de negócio, as ameaças/vulnerabilidades à segurança e as pessoas envolvidas. Em seguida, é modelada a propagação de riscos em projetos por meio de um modelo em cascata, o qual considera as dependências de riscos coletadas anteriormente, buscando captar aspectos relacionados a evolução dinâmica de um risco.

Um algoritmo denominado “*Risk-Rank*” é utilizado para classificar e priorizar os riscos levantados, levando em consideração tanto riscos atuais em um projeto, quanto a evolução destes riscos ao longo do tempo devido as dependências identificadas. Como resultado, os autores indicam que esta estrutura tem por objetivo facilitar a priorização dos riscos nas organizações.

7.2 Correlações entre fatores de riscos de projetos de desenvolvimento de software

Hu *et al.* (2013) concentra sua pesquisa na análise de risco de software em busca de correlações entre fatores de risco e resultados de projetos. Em geral, a pesquisa propõe desenvolver um modelo Bayesiano com restrições de causalidade para o gerenciamento de riscos de software. Para controlar esses riscos, assim como descrito naquele trabalho, um planejamento deve ser realizado com base em critérios de causalidade, o qual pode possibilitar obter maiores informações sobre os riscos no momento da tomada de decisão.

Os autores propõem um modelo de análise baseado em RB's, o qual representa restrições de causalidade que permitem a análise de riscos de projetos de software. A partir do modelo de causalidade automática baseado em 302 dados coletados de projeto de software, os autores concluirão por mais que o modelo identifique as causalidades, pode-se ainda melhorar o seu desempenho por meio da utilização de outros algoritmos, como: a regressão logística, C4.5 e Naïve Bayes.

7.3 Análise de dependências em gestão de riscos em projetos de TI

Kwan e Leung (2011) propõem uma metodologia de gestão para lidar com problemas de dependência de riscos. O método proposto consiste em reavaliar cada risco identificado, levando em conta os efeitos das dependências identificadas. O trabalho também descreve um conjunto de novas práticas para avaliar, monitorar e controlar essas dependências de riscos, além de um conjunto de métricas para medir os riscos do projeto no que se refere a essas dependências de riscos.

A partir de estudos de casos em três projetos de software, o trabalho descreve que foi possível perceber que dependências de riscos realmente existem nestes tipos de projetos e que elas podem ser identificadas e sistematicamente administradas. O trabalho também concluiu quanto as equipes de projeto lidaram com problemas de dependência de riscos, as comunicações nestes projetos puderam ser melhoradas, aproximando as equipes envolvidas aos processos de gerenciamento de riscos.

7.4 Aplicação de redes Bayesianas na gestão de risco de projetos de software

Embora não trate de dependências entre riscos, o trabalho realizado por Fan e Yu (2004) descreve o emprego de redes Bayesianas no gerenciamento de riscos de projetos de software. A pesquisa desenvolve um modelo que permite a obtenção de feedbacks, onde tais feedbacks são baseados na análise de redes Bayesianas para a previsão de riscos potenciais, a identificação de fontes de riscos, e a recomendação de ajustes nos recursos do projeto conforme necessidades previstas a partir da utilização do modelo. A abordagem proposta visa facilitar a descoberta de riscos e a repetição de resultados no processo de tomada de decisão que ocorre em gestão de riscos.

7.5 Análise dos trabalhos relacionados

Em contraste com a abordagem proposta nesta pesquisa, é possível perceber que nenhum dos trabalhos relacionados apresentados abordam a identificação e análise de dependências de riscos em um processo colaborativo de gerenciamento de riscos, em que todos os envolvidos no projeto fazem parte da gestão dos riscos. Também é possível perceber que nem todos os trabalhos relacionados tratam de dependências causais entre causas, onde riscos se tornam dependentes quando têm causas em comum. A principal diferença entre esta pesquisa e o trabalho apresentado em Alpcan e Bambos (2009) é a técnica probabilística empregada. Enquanto o nosso trabalho concentra recursos na utilização de RBs e jogos de diálogos, o trabalho apresentado em Alpcan e Bambos (2009) aborda a utilização de um algoritmo de Risk-Rank apenas. Além disso, aquele trabalho focaliza a área de riscos de segurança (uma área com características diferentes da área mais ampla que trata de riscos de projetos de software), onde causas de riscos não são tratadas. O trabalho apresentado em Hu *et al.* (2013) pode ser diferenciado da nossa pesquisa por não tratar a análise colaborativa de riscos e de não tratar dependências causais entre riscos, onde fatores causais para estas dependências não estão envolvidos. Por sua vez, a pesquisa apresentada por Kwan e Leung (2011) utiliza técnicas diferentes da pesquisa abordada no nosso trabalho. Ela também não leva em consideração dependências entre riscos que são baseadas em causas em comum, assim como abordado no nosso trabalho. Por fim, o trabalho de Fan e Yu (2004) não trata nenhum tipo de dependências

entre riscos. Em geral, ele se preocupa em apontar fontes de riscos e realizar previsões de riscos potenciais em projetos de software. Contudo, aquele trabalho propõe o emprego de RBs, assim como deste trabalho.

Tabela 3 - Comparação de trabalhos relacionados.

	(ALPCAN; BAMBOS, 2009)	(HU <i>et al.</i> , 2013)	(KWAN; LEUNG, 2011)	(FAN; YU, 2004)	Esta pesquisa
Qual a área de aplicação?	Riscos de segurança	Análise de risco de projetos de desenvolvimento de software	Gestão de riscos em projetos de TI	Gestão de risco de projetos de software	Gerenciamento colaborativo de riscos em projetos de software
Quais tipos dependências são abordadas?	Dependências causais entre riscos	Dependências causais entre causas de riscos	Dependências causais entre riscos	Não trata dependência. Possibilita previsão de riscos potenciais e identificação de fontes de riscos.	Dependências causais entre riscos e causas de riscos
Qual a técnica utilizada?	Um algoritmo denominado Risk-Rank	Redes Bayesianas	Metodologia própria que envolve uma série de técnicas e compõe cinco práticas que analisam as dependências.	Redes Bayesianas	Redes Bayesianas

8 CONCLUSÃO

A análise colaborativa de dependências de risco em projetos de software é um problema desafiador que é abordado superficialmente em estruturas padrões de gerenciamento de risco (CMMI, 2010; IBM, 2006; ISO, 2005; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) e essencial para equipes que desejam atingir um gerenciamento de riscos efetivo e um planejamento de tratamento de risco mais preciso e seguro. As dependências causais de riscos, tanto por causas quanto por riscos são naturalmente identificadas quanto diferentes participantes de um projeto expõem seus argumentos em um debate colaborativo, principalmente em cenários quem que projetos de grande porte estão inseridos. Neste contexto, nesta pesquisa é demonstrado como se pode integrar técnicas qualitativas e quantitativas em um ambiente colaborativo de gestão de risco.

Em resumo, este trabalho apresenta uma abordagem para identificação e análise de dependências de riscos para gerenciamento colaborativo de riscos de projetos de software, permitindo a simulação de diferentes cenários a partir de um modelo probabilístico gerado em conformidade com o debate produzido pelas partes interessadas de um projeto de software.

A abordagem proposta mostra como este protocolo de debate pode orientar os usuários sobre a captura e gravação de cenários de simulação de risco dependentes de forma colaborativa em um debate. O debate representado quando este protocolo é utilizado pelas partes interessadas no projeto gera um modelo Bayesiano que pode ser importado em um sistema padrão de RB permitindo a execução de simulações probabilísticas para a investigação de riscos dependentes.

Com base em testes preliminares, os resultados destas simulações revelam possibilidades de melhoria de gestão de risco que permitem que os usuários estimem novamente riscos identificados em função das características da dependência identificadas. Estas melhorias podem ser avaliadas não só por um pequeno grupo de gerentes de projeto, como comumente desenvolvida em estruturas de gerenciamento de risco padrão, mas também por outras partes interessadas no projeto por meio da proposição de novos argumentos nas suas discussões colaborativas. Na verdade, as simulações oferecem um feedback para a proposição de novos argumentos como um retorno para o debate, resultando em uma melhoria qualitativa da gestão de risco colaborativa de um projeto de software.

Os resultados obtidos com o experimento de validação realizados nesta dissertação demonstraram a importância da identificação e análise de dependências de riscos no contexto de

processos de gerenciamento colaborativo de riscos em projetos de software. No geral, a maioria dos participantes concordaram com a proposta desenvolvida para identificação e análise de dependências como forma de garantir melhorias e uma maior segurança no planejamento de tratamento das ameaças em projeto de software. Neste caso, os experimentos revelaram que a simulação de diferentes cenários garante uma maior segurança ao tentar-se aproximar da realidade enfrentada no projeto em questão e poder simular este cenário em um modelo probabilístico baseado nas suas crenças e verificar o impacto dos resultados no projeto como um todo.

Por fim, conclui-se que, ainda que existam pontos a serem melhorados, estudados e implementados em trabalhos futuros no que diz respeito a dependências de riscos em projetos de software, acredita-se que atingiu seus objetivos ao identificar e tratar importantes questões em relação a identificação e análise de dependências em projetos de software em um ambiente em que os riscos são discutidos de forma colaborativa, abordando conceitos, problemas e possíveis soluções.

8.1 Contribuições

A principal contribuição desta dissertação é identificação e análise de dependências de riscos em projetos de software em uma abordagem colaborativa de gerenciamento de riscos. Contudo, outras contribuições incluem:

- O aprimoramento de um protocolo de jogo diálogo já existente visando permitir com que os participantes das discussões colaborativas de riscos identifiquem e analisem as dependências entre riscos;
- Implementação de uma nova versão do RD System, com novos recursos e com a utilização do novo protocolo atualizado para apoiar o processo de identificação e análise de dependências entre riscos;
- Geração de um modelo probabilístico de redes Bayesianas para simulação de diferentes cenários, a partir das informações identificadas pelos participantes das discussões realizadas no RD System;

- *Feedback* das simulações com a proposição de novos argumentos na árvore de discussão, como uma forma de registrar os resultados das simulações, originando uma melhoria qualitativa da gestão de risco colaborativa de um projeto de software.

8.2 Limitações e trabalhos futuros

Os resultados atuais apresentados nesta pesquisa permitem observar uma necessidade de trabalhos futuros. Pretende-se aplicar novos experimentos de avaliação de modo a atingir um grupo maior de participantes e de forma a aprimorar os resultados a partir das novas opiniões, o desenvolvimento de novas locuções de jogos de diálogo que aprimorar ainda mais o protocolo em um nova versão para que permita uma discussão entre os membros da equipe por meio do RD System para o preenchimento das tabelas de probabilidade condicional de forma colaborativa, e também de novas locuções para garantir um melhor detalhamento de diferentes simulações que não sejam apenas alteração nas probabilidades dos nodos.

Outro ponto em que este trabalho pode ainda ser melhorado é na construção do modelo Bayesiano em diferentes momentos, um em que apenas causas e riscos são apresentados para os participantes e um segundo momento onde são apresentados os planos e suas probabilidades de efetividades propagando os resultados da combinação das tabelas de probabilidade no decorrer do toda da RB gerada. Também se planeja buscar conexões entre a nossa abordagem de gerenciamento colaborativo de risco para a análise de dependências de risco e de argumentação probabilística baseadas em lógicas propostas na literatura (BENCHCAPON; DUNNE, 2007).

Como resultado dessa pesquisa, uma lista de riscos pode ser gerada para um determinado projeto e estes riscos podem ser usados como critérios para adaptação de processos de software para uso em projetos específicos, visando definir um processo que visa prevenir os riscos identificados para o projeto, conforme descrito em Lorenz et al. (2014).

8.3 Publicações

Esta pesquisa foi validada pela apresentação de um artigo científico. A abordagem proposta por este trabalho foi aceita para publicação no 27º *International Conference on Software Engineering and Knowledge - SEKE 2015* (SEKE, 2015), na forma de um artigo completo, denominado *Analysis of Risk Dependencies in Collaborative Risk Management*. Este artigo descreveu como a identificação e análise de dependências pode auxiliar equipes colaborativas de gestão de riscos a melhorarem seus planejamentos de tratamento, bem como a simulação de cenários por meio de um modelo Bayesiano, os quais foram implementados no RD System v4.0

REFERÊNCIAS

ALPCAN, T.; BAMBOS, N. Modeling dependencies in security risk management. **2009 Fourth International Conference on Risks and Security of Internet and Systems (CRiSIS 2009)**, p. 113–116, out. 2009.

ANALYTICS, C. R. **About Bayesian Belief Networks**. Cambridge, MA: Charles River Analytics, Inc., 2004.

ATKINSON, K.; BENCH-CAPON, T.; MCBURNEY, P. A dialogue game protocol for multi-agent argument over proposals for action. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, v. 11, n. 2, p. 153–171, 2005.

BENCHCAPON, T.; DUNNE, P. Argumentation in artificial intelligence. **Artificial Intelligence**, v. 171, n. 10-15, p. 619–641, jul. 2007.

BOEHM, B. W. Software risk management: principles and practices. **IEEE Software**, v. 8, n. 1, p. 32–41, jan. 1991.

CARBOGIM, D. V.; ROBERTSON, D.; LEE, J. Argument-based applications to knowledge engineering. **The Knowledge Engineering Review**, v. 15, n. 2, p. 119–149, 2000.

CMMI, P. T. CMMI® for Development, Version 1.3. **Technical Report CMU/SEI-2010-TR-033, Carnegie Mellon University Software Engineering Institute**, n. November, 2010.

FAN, C.-F.; YU, Y.-C. BBN-based software project risk management. **Journal of Systems and Software**, v. 73, n. 2, p. 193–203, out. 2004.

FENTON, N. E.; NEIL, M. Decision Support Software for Probabilistic Risk Assessment Using Bayesian Networks. **IEEE Software**, v. 31, n. 2, p. 21–26, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Github: Social Coding. Disponível em: <<http://github.com>>. Acesso em: 2 abr. 2014.

GREER, D.; BUSTARD, D. W. Collaborative risk management. **IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics**, v. 5, p. 5, 2002.

HANSSON, D. . **Ruby on Rails**. Disponível em: <<http://rubyonrails.org>>. Acesso em: 2 abr. 2014.

HERAS, S. et al. Argue to agree: A case-based argumentation approach. **International Journal of Approximate Reasoning**, v. 54, n. 1, p. 82–108, jan. 2013.

HU, Y. et al. Software project risk analysis using Bayesian networks with causality constraints. **Decision Support Systems**, v. 56, p. 439–449, dez. 2013.

IBM. **Rational Unified Process (software)**. IBM Rational, , 2006.

ISO. 15504-5:2012 - Information technology - Software process assessment. **International Organization for Standardization**. 2012.

ISO. ISO 31000:2009 - Risk management - Principles and guidelines. **International Organization for Standardization**, Geneva, Switzerland, 2009.

JUNG, C. . **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

KERZNER, H. **Project Management: a systems approach to planning, scheduling and controlling**. 10th ed. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

KOLODNER, J. L. **Case-Based Reasoning**. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

KUNZ, W.; RITTEL, H. W. J. Issues as elements of information systems. **Working paper**, ed 131, p. 1-9, 1970.

KWAN, T. W.; LEUNG, H. K. N. A Risk Management Methodology for Project Risk Dependencies. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 37, n. 5, p. 635–648, set. 2011.

LEHTINEN, T. O. A. et al. Perceived causes of software project failures – An analysis of their relationships. **Information and Software Technology**, v. 56, n. 6, p. 623–643, jun. 2014.

LORENZ, W. G. et al. Activity-based Software Process Lines Tailoring. **International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering**, v. 24, n. 9, p. 26, 2014.

MACHADO, N. L. R. et al. Case-based Reasoning for Experience-based Collaborative Risk Management. **Proc. of the 26th Int. Conf. on Software Engineering & Knowledge Engineering**, 2014.

MCALISTER, S.; RAVENSCROFT, A.; SCANLON, E. Combining interaction and context design to support collaborative argumentation using a tool for synchronous CMC. **Journal of Computer Assisted Learning: Special Issue: Developing Dialogue for Learning**, v. 20, n. 3, p. 194–204, 2004.

MCBURNEY, P.; HITCHCOCK, D.; PARSONS, S. The eightfold way of deliberation dialogue. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 22, n. 1, p. 95–132, jan. 2007.

MCBURNEY, P.; PARSONS, S. Dialogue Games for Agent Argumentation. In: SIMARI, G.; RAHWAN, I. (Eds.). . **Argumentation in Artificial Intelligence**. Boston, MA: Springer US, 2009. p. 261–280.

MILER, J.; GÓRSKI, J. Software support for collaborative risk management. **Advanced Computer Systems**, p. 1–9, 2002.

MPS.BR. **Melhoria de Processo do Software Brasileiro, Guia Geral (v. 1.0)**. 2005.

NORSYS, S. C. **Netica Bayesian Belief Network**. Disponível em:
<<https://www.norsys.com/>>.

OKADA, A.; SHUM, S. B. Evidence-based Dialogue Maps as a research tool to investigate the quality of school pupils' scientific argumentation. **International Journal of Research & Method in Education**, v. 31, n. 3, p. 291–315, nov. 2008.

PARSONS, S.; MCBURNEY, P. The use of expert systems for toxicology risk prediction. p. 1–32, 2003.

PEARL, J. **Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference**. California, Los Angeles: Morgan Kaufmann, 1988.

PEARL, J. Causality: Models, Reasoning and Inference. p. 675–685, 2003.

POZZEBON, R. C. B.; SILVA, L. A. L.; FONTOURA, L. **Argumentation Schemes for the Reuse of Argumentation Information in Collaborative Risk Management** IEEE 15th International Conference on Information Reuse & Integration (IRI). **Anais**, 2014.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: a Practitioner's Approach**. 7^a. ed. New York, EUA: The McGraw-Hill Companies, 2011.

PRIKLADNICK, R.; AUDY, J. **Desenvolvimento Distribuído de Software: desenvolvimento de software com equipes distribuídas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, I. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. Fifth Edit ed. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2013.

SAND, K. et al. Application of Bayesian Networks in distribution system risk management. **Probabilistic Methods Applied to Power Systems, 2008. PMAPS '08. Proceedings of the 10th International Conference on**, n. 978-1-9343-2521-6, p. 1–8, 2008.

SCHEUER, O. et al. Computer-supported argumentation: A review of the state of the art. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 5, n. 1, p. 43–102, 16 jan. 2010.

SEVERO, F. S.; FONTOURA, L. M.; SILVA, L. A. L. A Dialogue Game Approach to Collaborative Risk Management. **Proc. of the 25th Int. Conf. on Software Engineering & Knowledge Engineering**, 2013.

SKINNER, J. **Sublime Text 3**. Disponível em: <<http://www.sublimetext.com/3>>. Acesso em: 2 abr. 2014.

STAMELOS, I. et al. On the use of Bayesian belief networks for the prediction of software productivity. **Information and Software Technology**, v. 45, n. 1, p. 51–60, jan. 2003.

TOLCHINSKY, P. et al. Deliberation dialogues for reasoning about safety critical actions. **Autonomous Agents and Multi-Agent Systems**, v. 25, n. 2, p. 209–259, 2012.

TOULMIN, S.; RIEKE, R.; JANIK, A. **An Introduction To Reasoning**. 2^a ed. Collier Macmillan, 1978.

WALTON, D. The place of dialogue theory in logic, computer science and communication studies. p. 327–346, 2000.

WILLIAMS, R. C.; PANDELIOS, G. J.; BEHRENS, S. G. **Software Risk Evaluation (SRE) Method Description (Version 2 . 0)**. [s.l.] The Software Engineering Institute (SEI), 1999.

WU, D. et al. Modeling Risk Factors Dependence Using Copula Method for Assessing Software Schedule Risk. **Software Engineering and Data Mining (SEDM), 2010 2nd International Conference on**, p. 571–574, 2010.

YIN, R. . **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2^a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YUAN, T.; KELLY, T. Argument schemes in computer system safety engineering. **Informal Logic**, v. 31, n. 2, p. 89–109, 2011.

APÊNDICES

Apêndice A – Tabela completa dos eventos identificados no estudo de caso

Tabela 2 – Lista completa dos eventos identificados no estudo de caso

Riscos		Causas		Planos	
1	Software entregue com baixa qualidade	1	Formato dos dados dos mapas incompletos ou inadequados		
2	Não cumprimentos dos prazos acordados	2	Tempo de retorno do cliente é demorado	1	Acordar prazos viáveis
3	Limitações das ferramentas utilizadas para desenvolvimento	3	Ferramentas de desenvolvimento muito específicas	2	Combinação de ferramentas
				3	Construir uma ferramenta específica
4	Atraso nas aquisições das ferramentas de desenvolvimento	4	Processos administrativos burocráticos	4	Diversificar modalidades de compra/contratação
5	Curva de aprendizagem de utilização das ferramentas é longa	3	Ferramentas de desenvolvimento muito específicas	5	Treinamentos direcionados
				6	Mentoria
				5	Treinamentos direcionados
6	Falha na especificação dos equipamentos (hardware)	6	Indisponibilidade de registros de equipamentos nas licitações		
7	Não cumprimento do processo de desenvolvimento definido	7	Pontos de vista divergentes a respeito de processos	7	Realizar inspeções e revisões
8	Gerência de configuração e versionamento inadequada	8	Processo complexo		
		7	Pontos de vista divergentes a respeito de processos	7	Realizar inspeções e revisões
9	Vazamento de informações restritas	9	Membros temporários no projeto	8	Termo de confiabilidade e sigilo

				9	Contêiner criptografados
10	Requisitos do cliente não são claros	10	Requisitos estão gradualmente sendo esclarecidos pelo cliente	10	Desenvolvimento evolutivo
11	Falta de mão de obra qualificada	3	Ferramentas de desenvolvimento muito específicas	5	Treinamentos direcionados
		11	Equipe com níveis distintos de conhecimento	11	Programação em pares
12	Atraso nas aquisições/contratações – licitações e importações	4	Processos administrativos burocráticos	4	Diversificar modalidades de compra/contratação
		12	Questões legais de contratação	12	Acompanhar os processos em aberto
13	Requisitos não são especificados corretamente	13	Rotatividade do responsável do cliente	13	Validação de documentos com o cliente
14	Dificuldade de comunicação entre a equipe e o cliente	13	Rotatividade do responsável do cliente	13	Validação de documentos com o cliente
		14	Equipe de desenvolvimento distante do cliente	14	Seminários
				15	Consultoria do cliente in loco
15	Complexidade do produto final subestimada	15	Falta de conhecimento do domínio de aplicação	5	Treinamentos direcionados
16	Distribuição inadequada dos recursos do projeto	16	Orçamento precoce do projeto	16	Readequações do orçamento
17	Dispersão da equipe em atividades paralelas	17	Existência de atividades acadêmicas da equipe	17	Gerenciamento das horas de trabalho dedicadas ao projeto
18	Incerteza da produtividade da equipe de desenvolvimento	17	Existência de atividades acadêmicas da equipe	18	Reuniões de acompanhamento
19	Rotatividade da equipe de desenvolvimento	9	Membros temporários no projeto	19	Programa de recompensas
		5	Limitações de mão de obra	5	Treinamentos direcionados