

Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

## Título da Dissertação

Arthur Silva Freire

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande -  
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau  
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Engenharia de *Software*

Hyggo Oliveira de Almeida

Angelo Perkusich

(Orientadores)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Arthur Silva Freire, dd/mm/aaaa

## **Resumo**

Resumo aqui

## **Abstract**

Abstract Here

## **Agradecimentos**

Agradecimentos aqui

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Problemática . . . . .	2
1.2	Objetivos . . . . .	3
1.2.1	Objetivos Específicos . . . . .	3
1.3	Contribuições e Resultados . . . . .	4
1.4	Relevância . . . . .	4
1.5	Estrutura da Dissertação . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>6</b>
2.1	Metodologias Ágeis . . . . .	6
2.1.1	Fatores-Chave do Trabalho em Equipe . . . . .	7
2.2	Redes Bayesianas . . . . .	12
2.2.1	Construção de Redes Bayesianas . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b>	<b>18</b>
3.1	Trabalho Base . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Apresentação do Modelo</b>	<b>22</b>
4.1	Construção do GAD . . . . .	22
4.2	Funções de Probabilidade . . . . .	30
<b>5</b>	<b>Descrição da Abordagem Proposta</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Estudo de Caso</b>	<b>38</b>
6.1	<i>Design</i> do Estudo de Caso . . . . .	38

6.1.1	Objetivos . . . . .	38
6.1.2	Objetos de Estudo . . . . .	39
6.1.3	Questões de Pesquisa . . . . .	39
6.1.4	Unidades de Análise . . . . .	40
6.1.5	Sujeitos - Quem utiliza a abordagem e o modelo? . . . . .	41
6.1.6	Métodos . . . . .	42
6.1.7	Procedimento . . . . .	42
6.1.8	Ameaças à Validade . . . . .	43
6.2	Coleta dos Dados . . . . .	44
6.3	Análise dos Dados . . . . .	45
6.4	Resultados . . . . .	47
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>55</b>
7.1	Limitações . . . . .	56
7.2	Trabalhos Futuros . . . . .	56
<b>A</b>	<b>Questionários para Alimentação do Modelo</b>	<b>64</b>
<b>B</b>	<b>Questionário de Satisfação</b>	<b>70</b>

# Lista de Símbolos

GAD - *Grafo Acíclico Dirigido*

NR - *Nós Ranqueados* RB - *Redes Bayesianas* TE - *Trabalho em Equipe*

TI - *Tecnologia da Informação*

TPN - *Tabela de Probabilidade dos Nós*

UFCG - *Universidade Federal de Campina Grande*

# Lista de Figuras

2.1	Processo de seleção de trabalhos relevantes. . . . .	9
2.2	Representação do Trabalho em Equipe na Ferramenta <i>Comparative Agility</i> . . . . .	11
2.3	Exemplo de Rede Bayesiana. . . . .	13
2.4	Exemplos de Funções TNormal. . . . .	15
2.5	Exemplos das Funções Ponderadas. . . . .	16
2.6	Exemplo de Nó Filho com Dois Pais. . . . .	16
3.1	Modelo Proposto no Trabalho Base . . . . .	20
4.1	Representação do Nó <i>Orientação da Equipe</i> . . . . .	23
4.2	Representação do Nó <i>Reuniões Diárias</i> . . . . .	24
4.3	Representação do Nó <i>Comunicação</i> . . . . .	25
4.4	Representação do Nó <i>Auto-Gerenciamento</i> . . . . .	25
4.5	Representação do Nó <i>Coesão</i> . . . . .	26
4.6	Representação do Modelo Proposto. . . . .	27
4.7	Exemplo de Nó Filho com Três Pais. . . . .	31
5.1	Abordagem para Utilização do Modelo Proposto. . . . .	35
6.1	Resultados Calculados pelo Modelo para o Projeto A. . . . .	48
6.2	Resultados Calculados pelo Modelo para o Projeto B. . . . .	48
6.3	Resultados Calculados pelo Modelo para o Projeto C. . . . .	49
6.4	Respostas para a Pergunta de Pesquisa <i>PP1</i> . . . . .	50
6.5	Respostas para a Pergunta de Pesquisa <i>PP2</i> . . . . .	50
6.6	Respostas para a Pergunta de Pesquisa <i>PP3</i> . . . . .	51
6.7	Respostas para a Pergunta de Pesquisa <i>PP4</i> . . . . .	51



---

6.8	Respostas para a Pergunta 2 do Questionário de Satisfação. . . . .	52
6.9	Respostas para a Pergunta 4 do Questionário de Satisfação. . . . .	53
6.10	Respostas para a Pergunta 6 do Questionário de Satisfação. . . . .	53

# Lista de Tabelas

2.1	Fatores-Chave que Influenciam a Qualidade do TE em Projetos Ágeis. . . .	10
4.1	Definição dos Estados dos Nós do Modelo. . . . .	27
4.2	Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Dois Pais.	31
4.3	Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Três Pais.	32
4.4	Definição das Funções de Probabilidade. . . . .	33
6.1	Experiência das Equipes das Unidades de Análise. . . . .	41
6.2	Perfis dos Sujeitos. . . . .	42
6.3	Eficiência das Equipes nas três <i>Sprints</i> . . . . .	49
A.1	Perguntas Referentes à Qualidade da Comunicação da Equipe. . . . .	66
A.2	Perguntas Referentes à Qualidade das Reuniões Diárias da Equipe. . . . .	67
A.3	Perguntas Referentes à Qualidade da Orientação da Equipe. . . . .	68
A.4	Perguntas Referentes à Capacidade de Auto-Gerenciamento da Equipe. . .	68
A.5	Pergunta Referente à Autonomia da Equipe. . . . .	69
B.1	Perguntas Referente às Perguntas de Pesquisa do Estudo de Caso. . . . .	70

# Capítulo 1

## Introdução

De acordo com Emam et al. [11], a porcentagem de projetos de Tecnologia da Informação (TI) que sucedem varia entre 46 e 55 por cento. Conforme descrito nesse trabalho, o sucesso de projetos dessa natureza depende de cinco fatores: satisfação do cliente, orçamento, cronograma, qualidade do produto e produtividade da equipe. De acordo com os autores, para uma disciplina aplicada, esses números representam um alto índice de falhas.

Boehm et al. [4] identificaram seis principais razões de falha em projetos de desenvolvimento de *software*: requisitos incompletos, ausência de envolvimento do cliente, falta de recursos, expectativas irrealistas, ausência de suporte executivo e mudança de requisitos e especificações. A ocorrência da maioria desses fatores se dá por conta de problemas na comunicação e interação entre desenvolvedores e *stakeholders*. Uma das principais razões pelas quais as metodologias ágeis têm se tornado popular no contexto do desenvolvimento de *software*, é a necessidade de focar na melhoria da colaboração entre desenvolvedores e *stakeholders*, além de melhorar a velocidade de resposta com relação à mudança de requisitos.

No Manifesto Ágil [2], é dito que projetos que utilizam métodos ágeis devem focar nos indivíduos e nas relações entre eles em vez de focar em processos e ferramentas. Além disso, como é esperado que as equipes ágeis sejam auto-organizáveis, é necessário que os membros da equipe colaborem entre si, e adotem os conceitos de responsabilidade e compromisso com as atividades da equipe. De acordo com Bustamante et al. [6], numa equipe ágil ideal, os membros da equipe compartilham o mesmo ambiente de trabalho e comunicam-se cara-a-cara diariamente. Lalsing et al. [27] afirmam que o gerente de projeto deve definir as

relações entre os papéis para garantir a efetividade na coordenação da equipe e o controle do projeto. Nesse último trabalho, os autores também afirmam que indivíduos com diferentes personalidades, geralmente, devem trabalhar juntos para garantir uma equipe coesa.

A utilização de metodologias ágeis requer a adoção de uma série de práticas que aumentam as chances de sucesso do projeto. Isso se dá porque a adoção dessas práticas busca mitigar problemas relacionados à colaboração entre desenvolvedores e *stakeholders*, e mudança de requisitos, que são as principais razões para ocorrência dos problemas descritos em [4]. Assim, uma vez que a saída de um processo de *software* é o próprio *software*, a qualidade do produto final é dependente de uma série de práticas, artefatos e fatores que compõem esse processo.

Chow et al. [7] identificaram os três principais fatores que influenciam o sucesso de projetos de desenvolvimento de *software* que utilizam métodos ágeis: estratégia de entrega, técnicas de engenharia de *software* no contexto ágil e a capacidade do time. Esse último, de acordo com os autores, está relacionado com o ato de construir projetos em volta de indivíduos motivados. Tendo em vista que as equipes são consideradas os recursos mais valiosos de projetos que utilizam metodologias ágeis, e sua capacidade, como citado anteriormente, é um dos principais fatores que influenciam o sucesso desses projetos, faz-se necessário atentar para os aspectos que influenciam a eficiência dessas equipes.

Em algumas pesquisas sobre equipes de desenvolvimento de *software*, foi identificado que a eficiência dessas equipes está relacionada à eficiência da coordenação do *Trabalho em Equipe* (TE) [24] [19]. Logo, se o TE está relacionado com a eficiência das equipes, que, por sua vez, influencia o sucesso de projetos de desenvolvimento de *software*, pode-se afirmar que o TE também está relacionado com o sucesso desses projetos. Assim, a avaliação e melhoria contínua do TE é importante para garantir boa qualidade do *software* resultante de um processo, assim como o sucesso do projeto.

## 1.1 Problemática

Conforme apresentado anteriormente, é importante avaliar e garantir a melhoria contínua do TE. Portanto, a adoção de um método que proporcione essas oportunidades aos gerentes de projeto contribui positivamente na qualidade do produto desenvolvido. Contudo, mesmo

com a popularização das metodologias ágeis no contexto de desenvolvimento de *software*, a quantidade de projetos dessa natureza que sucedem ainda é baixa.

Na Seção 2.1.1, são apresentados diversos fatores que podem vir a influenciar a qualidade do TE. Além disso, os fatores que influenciam o TE, são, em sua grande maioria, subjetivos. Dessa forma, o método utilizado para avaliar o TE precisa minimizar o viés e a incerteza oriundos da subjetividade desses fatores, garantindo que os resultados sejam fiéis ao cenário no qual a avaliação será realizada.

## 1.2 Objetivos

Considerando o que foi abordado na Seção anterior, o principal objetivo deste trabalho é proporcionar uma maneira de avaliar a qualidade do TE de equipes ágeis, utilizando um modelo baseado em Redes Bayesianas (RB), além de uma abordagem para utilizar esse modelo. A utilização desse modelo e dessa abordagem deve auxiliar na identificação de oportunidades de melhorias do TE dessas equipes, e o custo-benefício de sua utilização deve ser positivo para agregar valor aos projetos. O conceito de *Trabalho em Equipe*, neste trabalho, é definido como: *a capacidade dos membros da equipe trabalharem de maneira síncrona e coesa, mantendo os objetivos da equipe como prioridade, sem a interferência de um agente externo (e.g., cliente) nas atividades realizadas.*

Optou-se pelo uso de RB neste trabalho porque modelos probabilísticos dessa família são adequados para modelar incerteza em um determinado domínio [3]. Essa decisão foi tomada com o objetivo de diminuir a incerteza em relação à confiança nos resultados finais do modelo, tendo em vista que, como citado na Seção 1.1, a maioria dos fatores que influenciam o TE são subjetivos.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

Para simplificar os objetivos descritos na Seção 1.2, podemos especificá-los da seguinte maneira:

1. Propor um modelo baseado em RB para avaliar o TE de equipes ágeis;
2. Propor uma abordagem para utilizar o modelo proposto;

3. Proporcionar aos gerentes de projeto uma abordagem menos sensível à subjetividade na avaliação do TE, que auxilie na identificação de oportunidades de melhorias desse fator;
4. Aplicar a abordagem em projetos reais de desenvolvimento de *software* para avaliar sua utilidade e seu custo-benefício.

### 1.3 Contribuições e Resultados

O modelo proposto neste trabalho foi construído com base numa revisão literária com foco na identificação dos fatores-chave que influenciam a qualidade do TE. Em posse desse modelo, é possível avaliar, de forma menos subjetiva, a qualidade do TE de equipes ágeis.

Entretanto, a utilização desse modelo pode ser complexa para alguns indivíduos. Com isso, neste trabalho, também é proposta uma abordagem que auxilia na utilização desse modelo. Essa abordagem é dividida em etapas que englobam desde a coleta de dados para alimentação do modelo, até o processo de tomada de decisões corretivas e preventivas por parte dos gerentes de projeto.

A abordagem e o modelo propostos nesta pesquisa foram validados com sucesso por meio de um estudo de caso em que as unidades de análise foram três projetos de desenvolvimento de *software*. De acordo com os sujeitos desse estudo de caso (i.e., *Scrum Masters*), o modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE e, conseqüentemente, no processo de tomada de decisões. Além disso, apesar do esforço necessário para entender o modelo e o procedimento da abordagem, além do esforço para alimentar os nós de entrada do modelo, os sujeitos consideraram o processo para utilizar a abordagem simples e rápido. No geral, foi reportado que o custo-benefício da utilização da abordagem e do modelo propostos é positiva.

### 1.4 Relevância

A abordagem proposta é uma alternativa promissora para auxiliar no processo de tomada de decisões por parte dos gerentes de projeto. Os resultados calculados pelo modelo permitem que eles avaliem quais fatores devem ser tratados com mais atenção. Além disso, a utilização

do modelo também permite identificar quais atitudes podem ser tomadas para melhorar o TE, e realizar predições acerca de possíveis cenários futuros.

Como a utilização do modelo proposto proporciona os benefícios supracitados, e sabendo da relação entre o TE e a qualidade do produto de *software* resultante dos processos de desenvolvimento, além do processo em si, a sua utilização proporciona o aumento das chances de sucesso do projeto. Além disso, o modelo proposto pode ser integrado em outras abordagens e modelos que utilizam *Redes Bayesianas* para avaliação do processo de *software* como um todo [41] [39].

## 1.5 Estrutura da Dissertação

O conteúdo desta dissertação está dividido em outros seis capítulos da seguinte forma:

- no Capítulo 2, são apresentados os conceitos e técnicas relacionados com este trabalho;
- no Capítulo 3, são discutidos alguns trabalhos relacionados à esta pesquisa, suas limitações e contribuições, além do trabalho base;
- no Capítulo 4, é apresentado o modelo proposto neste trabalho. Nesse capítulo são explicados o processo de construção desse modelo, seus fatores e relacionamentos, além do processo de definição das TPN;
- no Capítulo 5, é explicada a abordagem proposta para utilizar o modelo;
- o Capítulo 6 corresponde à validação da abordagem e do modelo propostos neste trabalho, que foi realizada em um estudo de caso;
- finalmente, o Capítulo 7 contém as considerações finais, limitações do trabalho e propostas de trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Fundamentação Teórica

Neste capítulo, são apresentados os conceitos e técnicas essenciais para desenvolver esta pesquisa. Na Seção 2.1, é realizada uma apresentação do que são metodologias ágeis e quais os seus princípios. Na Seção 2.2, aborda-se a temática de Redes Bayesianas e alguns conceitos relacionados à essa técnica.

### 2.1 Metodologias Ágeis

Em 2001, o termo "Metodologias Ágeis" tornou-se popular quando um grupo de engenheiros de *software* se reuniu para discutir maneiras de melhorar o desempenho em seus projetos, levando em consideração a crescente taxa de mudanças de requisitos e expectativas dos clientes. Apesar do fato desses engenheiros utilizarem práticas diferentes, um pequeno conjunto dessas práticas e princípios parecia ser comum [49]. O resultado dessa união foi a criação da *Agile Alliance* e do Manifesto ágil [2].

Desse dia em diante, são consideradas Metodologias Ágeis aquelas que cumprem com os valores expressados no Manifesto ágil: indivíduos e interações entre eles mais que processos e ferramentas; *software* em funcionamento mais que documentação abrangente; colaboração com o cliente mais que negociação de contratos; e responder à mudanças mais que seguir um plano. Além desses valores, no Manifesto ágil são elencados doze princípios para guiar equipes ágeis:

- Satisfazer o cliente através da entrega contínua e adiantada de *software* com valor agregado;



- Mudanças nos requisitos são bem-vindas, mesmo tardiamente no desenvolvimento. Processos ágeis tiram vantagem das mudanças visando vantagem competitiva para o cliente;
- Entregar frequentemente *software* funcionando, de poucas semanas a poucos meses, com preferência à menor escala de tempo;
- Pessoas de negócio e desenvolvedores devem trabalhar diariamente em conjunto por todo o projeto;
- Construa projetos em torno de indivíduos motivados. Dê a eles o ambiente e o suporte necessário e confie neles para fazer o trabalho;
- O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para e entre uma equipe de desenvolvimento é através de conversa face a face;
- *Software* funcionando é a medida primária de progresso;
- Os processos ágeis promovem desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter um ritmo constante indefinidamente;
- Contínua atenção à excelência técnica e bom *design* aumenta a agilidade;
- Simplicidade - a arte de maximizar a quantidade de trabalho não realizado - é essencial;
- As melhores arquiteturas, requisitos e *designs* emergem de equipes auto-organizáveis;
- Em intervalos regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais eficazes e então refina e ajusta seu comportamento de acordo.

### 2.1.1 Fatores-Chave do Trabalho em Equipe

Como forma de elencar os fatores que influenciam o TE de equipes ágeis, foi realizada uma Revisão Literária, adotando características essenciais de Revisões Sistemáticas, para garantir uma maior quantidade de trabalhos relevantes encontrados. Apesar de não seguir o protocolo

necessário para realizar uma Revisão Sistemática em Engenharia de *Software* [22], adotou-se nessa Revisão Literária duas etapas essenciais de Revisões Sistemáticas.

A primeira fase é a de Seleção de Trabalhos, onde a relevância dos trabalhos para o contexto desta pesquisa foi avaliada com base em seus títulos, *abstracts* e palavras-chave. Em seguida, com base nessas propriedades dos trabalhos, os estudos irrelevantes e duplicados são descartados. Depois disso, ocorre a fase de Extração dos Trabalhos, ou Avaliação da Qualidade dos Trabalhos. Nessa fase, os trabalhos considerados relevantes após a fase de Seleção de Trabalhos foram avaliados com base em suas introduções e conclusões, além de suas respectivas qualidades. Assim, são descartados mais alguns trabalhos. Finalmente, as informações relevantes para esta pesquisa foram extraídas dos trabalhos remanescentes.

Para realizar esse processo, os motores de busca selecionados para servir de fonte de trabalhos foram: *ACM*<sup>1</sup>, *IEEE*<sup>2</sup>, *Scopus*<sup>3</sup>, *Science Direct*<sup>4</sup> e *Google Scholar*<sup>5</sup>. Em seguida, foram definidas as *strings* de busca para cada um desses motores. Além disso, foi utilizada a ferramenta *StArt*<sup>6</sup> para auxiliar a gerência das informações referentes aos trabalhos encontrados.

Nesse processo de revisão literária foram identificados 894 trabalhos. Ao final do processo, apenas 15 trabalhos foram considerados relevantes para o contexto da pesquisa. A Figura 2.1 contém informações mais detalhadas sobre os trabalhos relevantes selecionados ao longo do processo.

---

<sup>1</sup><http://dl.acm.org/>

<sup>2</sup><http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<sup>3</sup><http://www.scopus.com/>

<sup>4</sup><http://www.sciencedirect.com/>

<sup>5</sup><https://scholar.google.com.br/>

<sup>6</sup>[http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool)

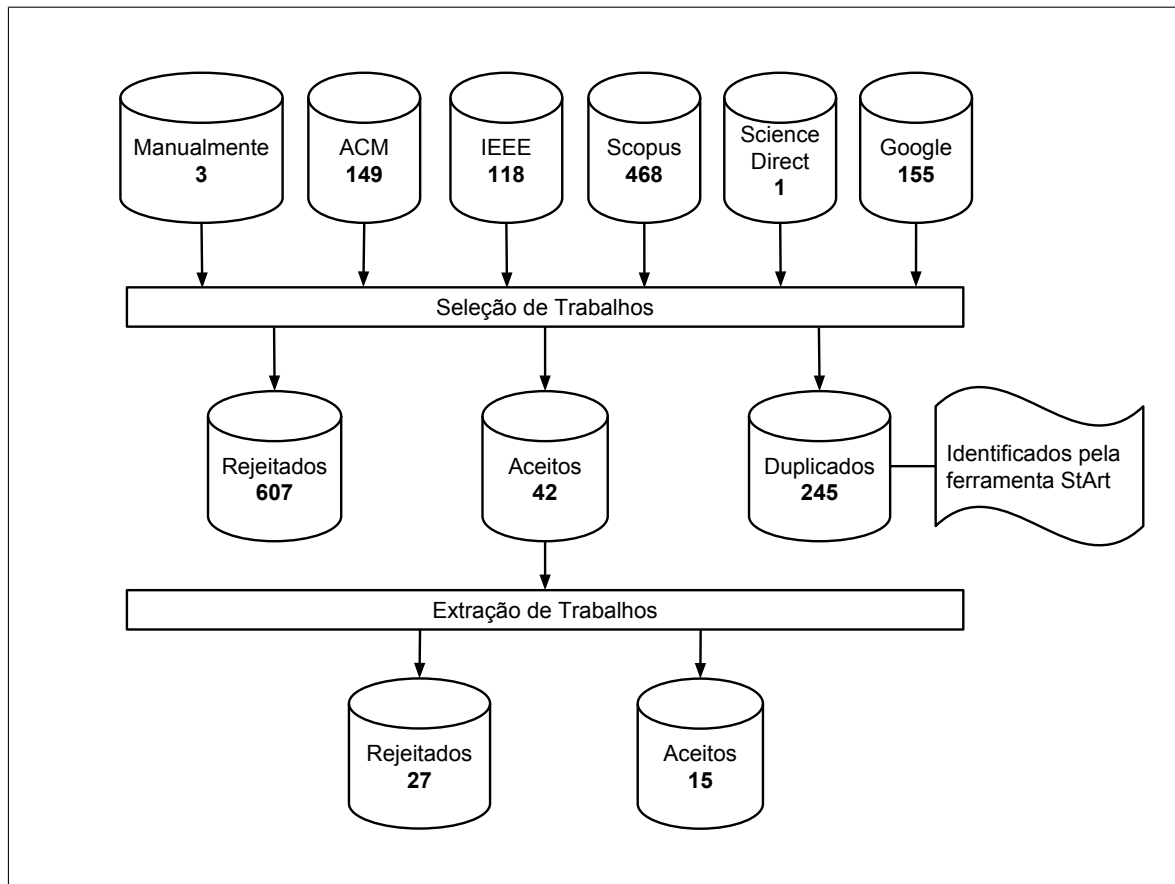


Figura 2.1: Processo de seleção de trabalhos relevantes.

Finalmente, dentre os 15 trabalhos selecionados, foram identificados 20 fatores que influenciam a qualidade do TE em equipes ágeis. Esses fatores estão descritos na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Fatores-Chave que Influenciam a Qualidade do TE em Projetos Ágeis.

Fator	Conceito	Referência
Comunicação	Compartilhamento de informações entre os membros da equipe.	[19] [30] [47] [23] [44] [8][17] [21]
Coordenação	Refere-se à execução das atividades por parte dos integrantes da equipe de maneira sincronizada e integrada.	[19] [30] [47] [44] [17]
Coesão	Atração interpessoal dos membros da equipe, seu compromisso com as tarefas da equipe, e espírito de grupo.	[19] [47] [44]
Confiança	A vontade de uma das partes ser vulnerável às ações de outra parte com base na expectativa de que o outro irá executar uma determinada ação importante para o cedente, independentemente da capacidade de monitorar ou controlar a outra parte.	[47] [44] [8] [46]
Cooperação/ Colaboração/ Suporte Mútuo	Refere-se ao conceito de compromisso por parte do time como um todo para alcançar os objetivos em comum.	[19] [47] [8] [21]
Diversidade de Valor	Os membros da equipe compartilham dos mesmos valores e objetivos.	[47]
Liderança Compartilhada	Autoridade na tomada de decisões e liderança deve ser compartilhada.	[30] [31] [44] [18] [42] [17]
Orientação da Equipe	Refere-se ao respeito mútuo entre os membros da equipe	[30] [31] [16] [23] [18] [42] [17]
Redundância	Capacidade dos membros da equipe poderem substituir uns aos outros na realização das atividades sem a necessidade de treinamento.	[30] [31] [23] [18]
Autonomia da Equipe	Refere-se à influência de agentes externos a equipe na realização das atividades da equipe.	[31] [42] [17]
Aprendizagem da Equipe/ Adaptabilidade	Habilidade de identificar mudanças no ambiente da equipe e ajustar as estratégias de acordo com o necessário.	[31] [16] [44] [18] [42] [17]
Monitoramento	Sincronização da equipe com relação às atividades e problemas.	[30] [18] [17]
Feedback	Refere-se ao ato de prover, encaminhar e receber informações relacionadas ao desempenho dos membros da equipe.	[30] [17]
Cultura	Conjunto de experiências, compreensões e significados compartilhados entre os membros da equipe.	[23]
Personalidade	Personalidade dos indivíduos que compõem a equipe.	[27] [23] [44]
Distribuição da Equipe	A distribuição física da equipe.	[27]
Tamanho da Equipe	A quantidade de pessoas na equipe.	[27]
Balanço das Contribuições dos Membros da Equipe	A capacidade de todos os membros da equipe contribuírem com todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das atividades.	[19]
Esforço	Compartilhamento da carga de trabalho e priorização das tarefas da equipe em relação a outras obrigações são indicadores do esforço de membros da equipe para exercer as tarefas em comum.	[19]
Motivação	Motivação dos membros da equipe para realizar as atividades e trabalhar em grupo.	[48]

A *Comparative Agility*<sup>7</sup> é uma ferramenta *web* que permite avaliar o quão ágil uma organização é em relação às outras. De acordo com o site, essa ferramenta é considerada a mais abrangente em relação à avaliação ágil na indústria. Essa avaliação é feita com base em um *survey online* organizado em sete dimensões e trinta e duas características. Uma das dimensões consideradas nessa ferramenta é o *Trabalho em Equipe*. Essa dimensão é dividida em três características (i.e., Composição da Equipe, Gerenciamento e Comunicação). Para cada uma dessas características, há perguntas relacionadas a fatores que influenciam essas características. A Figura 2.2 representa o relacionamento entre a dimensão *Trabalho em Equipe*, suas características e os aspectos que contribuem para a boa qualidade dessas características.

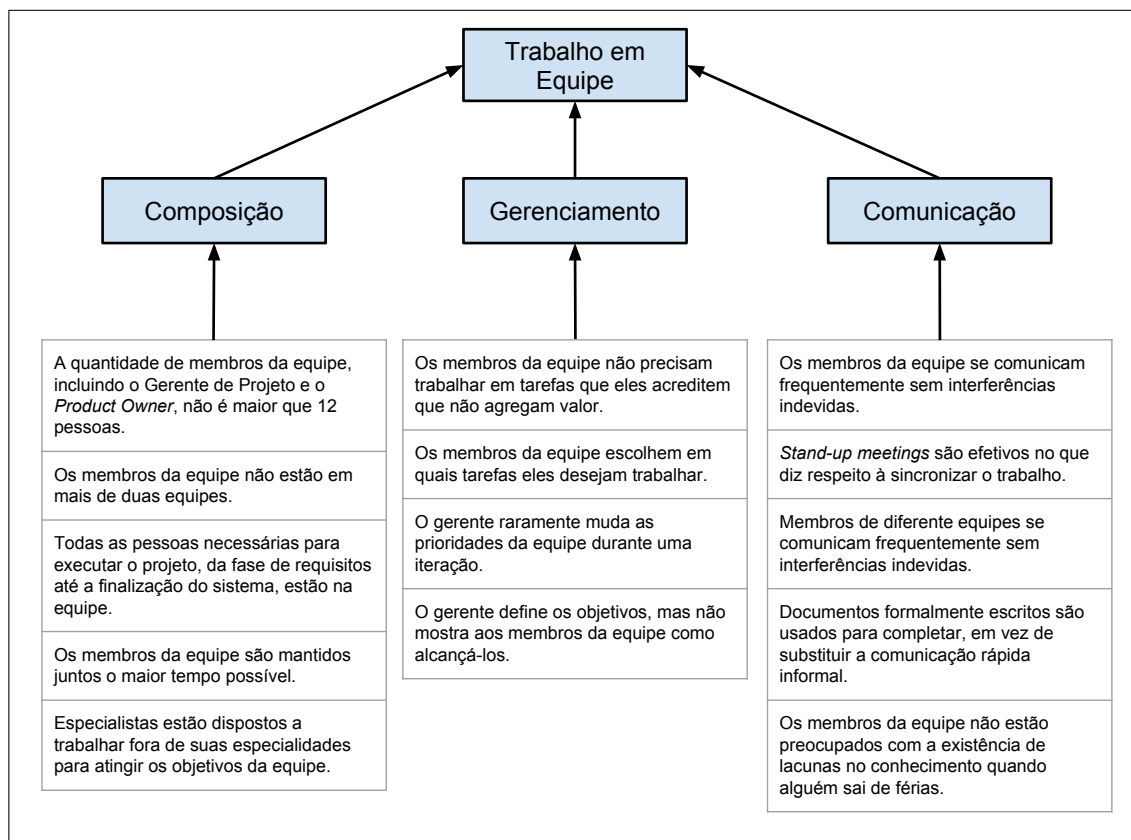


Figura 2.2: Representação do Trabalho em Equipe na Ferramenta *Comparative Agility*.

<sup>7</sup><https://comparativeagility.com/>

## 2.2 Redes Bayesianas

Redes Bayesianas vêm sendo bastante utilizadas para formular soluções de problemas reais que envolvem risco. Alguns exemplos são:

- Segurança de sistemas embarcados na indústria ferroviária [35];
- Confiabilidade de veículos militares [34];
- Risco de colisões no tráfego aéreo [37];
- Predição de defeitos de *software* em produtos eletrônicos [36] [12] [13] [15];
- Identificação de falhas em projetos de desenvolvimento de *software* [39] [41].

Segundo Neapolitan et al. [33], a técnica de RB surgiu para representar contextos em que há um grande número de variáveis, e o objetivo de verificar a influência probabilística que uma ou mais variáveis exercem sobre outras. Assim, mesclando princípios de Teoria dos Grafos, Probabilidade, Ciência da Computação e Estatística, a utilização de RB permite representar e avaliar contextos como os supracitados [3].

Portanto, RB pertencem à família de modelos gráficos probabilísticos e são utilizados para representar incertezas de um domínio [3]. Em virtude da subjetividade envolvendo os conceitos explorados neste trabalho, decidiu-se utilizar essa técnica para representar as incertezas associadas a eles.

De maneira formal, uma Rede Bayesiana,  $B$ , pode se representada pela tupla  $\{G, \Theta\}$ , onde  $G$  é um Grafo Acíclico Dirigido (GAD) e  $\Theta$  o conjunto de parâmetros que quantificam a rede. No GAD  $G$ , o conjunto de nós  $V = X_1, \dots, X_n$  representa as variáveis aleatórias, e os arcos representam dependências diretas entre essas variáveis. O conjunto  $\Theta$  contém o parâmetro  $\theta_{x_i|\pi_i} = P_B(x_i|\pi_i)$  para cada  $x_i$  (i.e., estado possível) em  $X_i$ , onde  $\pi_i$  representa os estados dos pais  $X_i$  no GAD  $G$ . A Equação 2.1 representa a distribuição de probabilidade conjunta definida por  $B$  sobre o conjunto  $V$ .

$$P_B(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P_B(x_i|\pi_i) = \prod_{i=1}^n \theta_{x_i|\pi_i} \quad (2.1)$$

Na Figura 2.3 é apresentada uma RB. Os círculos representam os nós e as setas representam os arcos. As Tabelas de Probabilidade dos Nós (TPN) são apresentadas ao lado de cada

um dos nós. Apesar da direção dos arcos representarem uma conexão casual entre os nós, a informação pode propagar em qualquer direção [38].

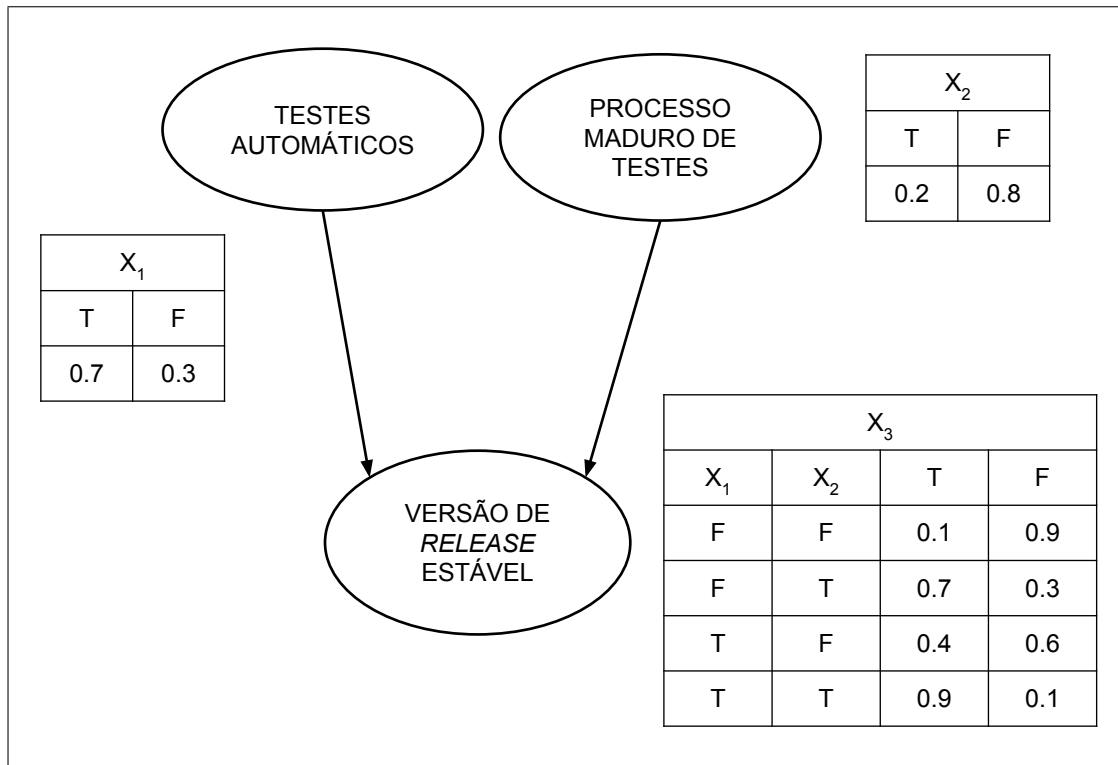


Figura 2.3: Exemplo de Rede Bayesiana.

### 2.2.1 Construção de Redes Bayesianas

A construção de uma RB pode ser dividida em duas etapas: a construção do GAD e a definição das tabelas de probabilidade.

#### Construção do GAD

Cada nó do GAD, neste trabalho, representa um fator que influencia a qualidade do TE e há um arco entre dois nós sempre houver uma relação direta entre eles. Esse arco está direcionado para o nó influenciado na relação. Além disso, cada fator chave possui uma quantidade de estados possíveis, além de uma probabilidade associada a cada estado. Assim, conforme apresentado em [39], cada nó representa um conjunto de tuplas  $N = \{(s_1, p_1), \dots, (s_{|N|}, p_{|N|})\}$ , onde  $s_i$  é um estado possível do nó e  $p_i$  é a probabilidade associada a esse estado. O conjunto de fatores-chave é apresentado como  $F = \{N_1, \dots, N_{|F|}\}$ .

O conjunto de arcos, por sua vez, é apresentado como  $R = \{(N_j, N_k) \mid N_j \subset F \wedge N_k \subset F\}$ , onde  $N_j$  é ponto inicial do arco e  $N_k$  o ponto final

Portanto, para concluir a primeira etapa da construção de uma RB, deve-se encontrar todos os elementos dos conjuntos  $F$  e  $R$ . Para encontrar todos os elementos de  $F$ , é necessário identificar os fatores-chave  $N_a$  e, para cada um desses fatores, todos os seus possíveis estados  $s_i$  e probabilidades associadas  $p_i$ , onde  $a \leq |F|$  e  $i \leq |N_a|$ . Finalmente, para encontrar todos os elementos do conjunto  $R$ , é necessário identificar todas  $f_j$  e  $f_k$ , onde  $f_j$  e  $f_k \in F$ .

Dessa forma, pode-se dividir a etapa de construção do DAG em dois sub-problemas: identificar os elementos de  $F$  e  $R$ , e identificar os elementos de  $N$ . Assim, esse primeiro sub-problema desta etapa diz respeito à identificação desses fatores e os relacionamentos entre eles. No segundo sub-problema, a preocupação deve ser focada em identificar os possíveis estados, além de suas probabilidades, para cada nó do GAD.

### Definição das Tabelas de Probabilidade

Apesar de RB serem úteis para resolverem problemas reais relacionados com risco e subjetividade, o seu uso ainda é restrito devido a dificuldade em definir as TPN. Há duas maneiras de se coletar dados para definir as TPN de uma RB: base de dados ou opinião de especialistas. Contudo, não é fácil encontrar uma base de dados adequada para um cenário específico de um problema prático. Por outro lado, a definição das TPN com a ajuda de especialistas requer bastante esforço (e.g., definir TPN para nós com um número muito alto de estados ou alta quantidade de pais, pois a quantidade de linhas de uma TPN aumenta exponencialmente em função da quantidade de pais do nó em questão). De acordo com Fenton et al. [14], isso pode acarretar em vários tipos de inconsistências no modelo.

Há vários métodos que têm como objetivo diminuir a complexidade e codificar a experiência de especialistas em grandes TPN. Noisy-OR [20] e Noisy-MAX [10] são dois exemplos desses métodos. Contudo, Noisy-OR só pode ser aplicado a nós booleanos, e Noisy-MAX não é capaz de modelar o intervalo de relacionamentos que precisamos neste trabalho. Das [9] propôs um algoritmo para popular as TPN que visa diminuir o tempo de duração para adquirir conhecimento de especialistas. Perkusich et al. [40], por sua vez, propõem um algoritmo cujo objetivo é ordenar os nós pai com base em sua relevância para o nó filho. Em seguida, com os nós pai ordenados por ordem de relevância, deve-se gerar as funções



ponderadas com base na relevância dos nós pais e, finalmente, aplicá-las como funções de probabilidade dos nós.

Por outro lado, Fenton et al. [14] propõem uma abordagem que utiliza Nós Ranqueados (NR). Essa abordagem é baseada numa distribuição normal duplamente truncada (TNormal) que usa como média um tipo de função ponderada em função dos valores dos nós pai. Essa distribuição é baseada em quatro parâmetros:  $\mu$ , média (i.e., tendência central);  $\sigma^2$ , variância (i.e., confiança dos resultados);  $a$ , limite inferior (i.e., 0); e  $b$ , limite superior (i.e., 1). Essa distribuição permite que quem a utilize modele uma variedade de formas (i.e., relacionamentos). Por exemplo: uma distribuição uniforme ( $\sigma^2 = \infty$ ) e distribuições muito enviesadas ( $\sigma^2 = 0$ ). Na Figura 2.4 há alguns exemplos de funções TNormal.

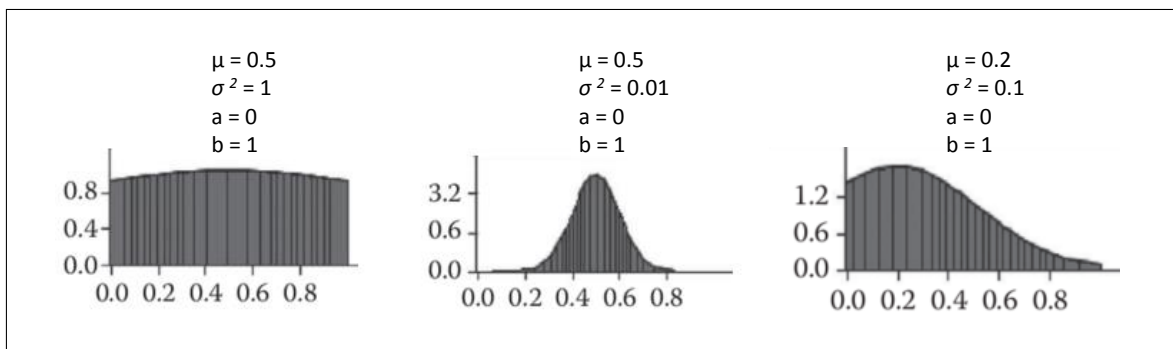


Figura 2.4: Exemplos de Funções TNormal.

Nessa abordagem,  $\mu$  é definido por uma função ponderada baseada nos nós pai. Existem quatro tipos de funções ponderadas: média ponderada (WMEAN), mínimo ponderada (WMIN), máximo ponderada (WMAX) e uma última função que mescla a WMIN e a WMAX (MIXMINMAX). De acordo com os autores, essas funções são suficientes para representar os tipos de relações necessárias para definir as TPN. A Figura 2.5 contém exemplos de TPN calculadas com essas funções. Entretanto, apesar de WMEAN e MIXMINMAX apresentarem os mesmos valores, há uma diferença entre elas. A função WMEAN calcula a média ponderada dos nós pai, baseado nos pesos de cada nó pai, e a função MIXMINMAX mescla as funções WMIN e WMAX, também baseado nos pesos dos nós pai.

Para definir qual função deve ser utilizada, o indivíduo que está construindo o modelo deve definir perguntas para coletar respostas e definir as TPN. Tomando como base a RB representada na Figura 2.6, um exemplo de pergunta seria: "Se o estado do nó X1 for Muito

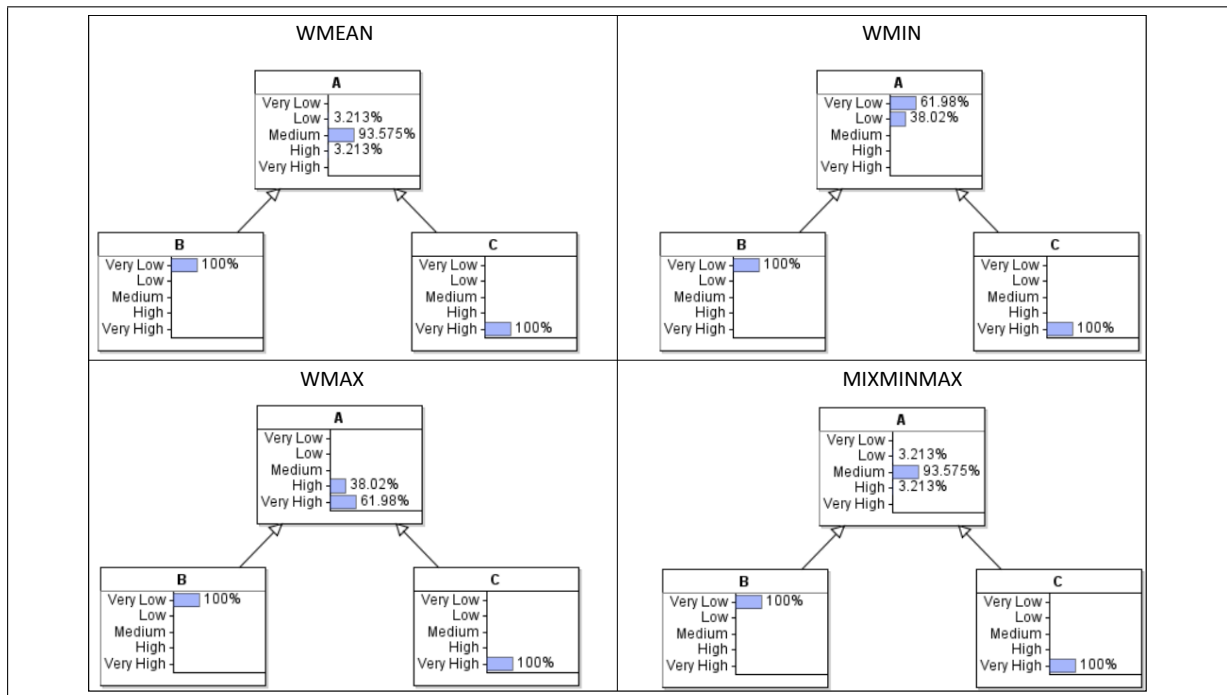


Figura 2.5: Exemplos das Funções Ponderadas.

Alto e o estado do nó X2 for Muito Baixo, qual o valor esperado para o nó Y?". Baseado nas respostas, o indivíduo que está construindo a RB deve definir qual a função e quais os pesos adequados para definir as TPN. A variância deve ser definida empiricamente e deve refletir a confiança dos especialistas nos resultados.

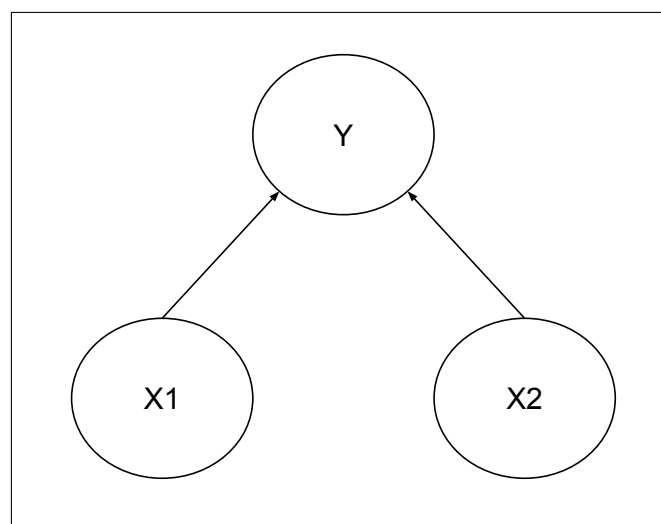


Figura 2.6: Exemplo de Nó Filho com Dois Pais.

Entretanto, a base da abordagem proposta em [14] consiste em mapear os estados dos nós em uma escala numérica. Logo, quanto menos precisa a tendência central do nó filho, mais vaga será a distribuição da função atribuída. Como forma de mitigar esses problemas, em [26] é proposta uma abordagem similar. Contudo, nessa abordagem, em vez do especialista avaliar a função de probabilidade de um determinado nó filho atribuindo a qual dos estados desse nó a tendência central corresponde, são atribuídas probabilidades para cada um dos estados do nó filho - a soma dessas probabilidades deve ser igual a 1. De acordo com o autor, essa abordagem provê uma transparência maior na elicitação dos pesos dos nós pai na função ponderada.

## Capítulo 3

### Trabalhos Relacionados

Como forma de elencar soluções similares e trabalhos relacionados, alguns trabalhos, em conjunto com outros identificados no processo descrito na Seção 2.1.1, foram investigados. Nesses trabalhos, são abordados métodos para avaliar a qualidade do TE, além da importância de garantir a alta qualidade desse fator.

Em [31], os autores propõem uma ferramenta que, segundo eles, contempla aspectos e características essenciais, apresentados em cinco dimensões (i.e., *Liderança Compartilhada*, *Orientação da Equipe*, *Redundância*, *Aprendizagem da Equipe* e *Autonomia da Equipe*) que precisam ser abordadas para garantir a alta qualidade do TE. Os conceitos dessas dimensões estão apresentados na Tabela 2.1. Os resultados do instrumento são apresentados em um gráfico de radar, que representa o status atual do TE. Como forma de avaliar a qualidade do TE, foi definida uma pergunta pra cada dimensão abordada pela ferramenta. As perguntas devem ser respondidas em uma escala que vai de 0 à 10, onde os limites dessa escala são descritos para facilitar a resposta dessas perguntas por parte dos usuários. Essa ferramenta também é utilizada em [42].

De acordo com os autores, pesquisadores e pessoas que atuam na indústria reconhecem que as cinco dimensões abordadas pela ferramenta são essenciais para o TE em ambientes ágeis. Além disso, a ferramenta é apropriada para verificar mudanças na qualidade do TE ao longo do tempo. Entretanto, essa abordagem não considera outros fatores essenciais que influenciam a qualidade do TE. Além disso, o gráfico de radar que contém o status atual do TE não provê informações objetivas acerca do estado atual do TE.

Hoegl et al. [19] conceitualizam a qualidade do TE como a qualidade das interações entre

os membros de um time. Os autores propõem seis características indicadoras de colaboração no trabalho, e as combinam como fatores determinantes para a qualidade do TE. Essas seis características são: *Comunicação*, *Coordenação*, *Balanço da Contribuição dos Membros*, *Suporte Mútuo*, *Esforço* e *Coesão*.

Nesse trabalho, a principal proposição dos autores é a de que a qualidade do TE está positivamente relacionada com o sucesso de projetos inovadores. Foram realizadas entrevistas com o intuito de coletar dados de equipes de desenvolvimento, gerentes de projeto e gerentes que não são parte da equipe para avaliar a veracidade dessa proposição. Nessas entrevistas, os indivíduos responderam perguntas relacionadas aos seis fatores que influenciam a qualidade do TE, e deram suas opiniões à respeito do sucesso de seus projetos. Com base nos resultados, os autores concluíram que o desempenho da equipe é positivamente influenciado pela qualidade do TE.

Entretanto, o conceito de qualidade do TE atrelado aos seis fatores descritos por Hoegl et al. [19] correspondem apenas ao grau colaboração da equipe, não contemplando outros fatores como, (e.g., *Autonomia da Equipe*). Além disso, apesar do contexto de projetos inovadores ser similar ao de projetos ágeis [45], em [19] não há informações relacionadas às metodologias utilizadas nos projetos em que os indivíduos entrevistados trabalharam.

Em [1] é apresentado um modelo de referência para avaliação do TE em equipes de desenvolvimento de *software*, além de um processo para utilizar esse modelo e um *framework* para efetuar a medição. O modelo utilizado como base para essa avaliação proposta considera quatro fatores relacionados ao TE: *Gerenciamento*, *Composição*, *Comunicação* e *Motivação*. Para utilizar o modelo, foram elaboradas perguntas que compõem um questionário para cada um desses fatores.

De acordo com os autores, apesar do TE ter sido analisado e discutido na literatura por muitos anos, não existia um *framework* que poderia ser utilizado como referência para avaliar a qualidade do TE no contexto de desenvolvimento de *software*. Portanto, eles sugerem que o *framework* proposto pode ser utilizado como referência.

Contudo, como o trabalho apresentado em [1] é voltado pra equipes de desenvolvimento de *software* em geral, o modelo de referência não contempla vários aspectos essenciais de equipes ágeis. Além disso, assim como em [31] e [19], não fica explícito como a combinação dos resultados referentes aos fatores-chave do TE determina a qualidade do aspecto principal,

que é o *Trabalho em Equipe*.

### 3.1 Trabalho Base

Esta pesquisa tem como base o trabalho apresentado em [45]. Nesse trabalho, a necessidade de avaliar a qualidade do TE é apresentada, e um modelo baseado em RB é proposto para realizar essa avaliação. O conceito de qualidade do TE, nesse trabalho, é considerado como a união da eficiência da colaboração, do gerenciamento das atividades e dos atributos da equipe - atributos pessoais dos membros da equipe e o expertise deles.

O modelo proposto em [45] foi construído tomando como base apenas o trabalho de Hoegl et al. [19]. As modificações feitas no modelo base foram feitas com ajuda de especialistas em entrevistas individuais. Após as modificações, a versão final do modelo proposto em [45] ficou como representado na Figura 3.1.

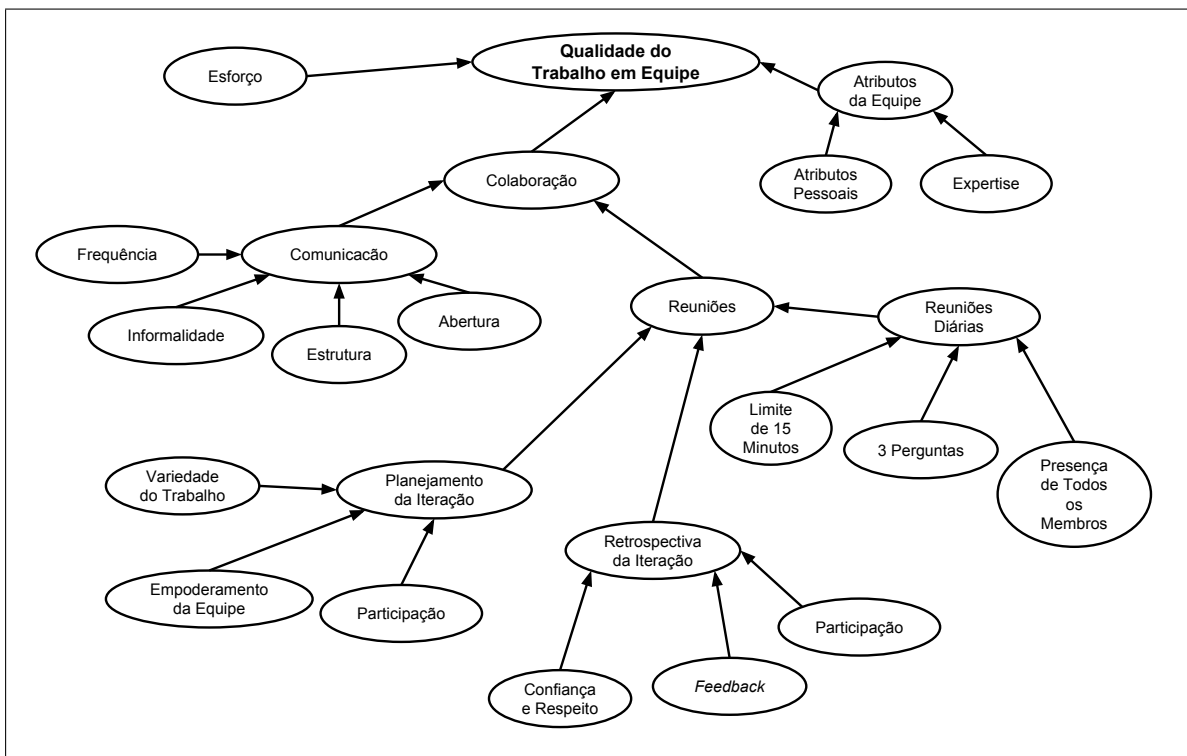


Figura 3.1: Modelo Proposto no Trabalho Base

As tabelas de probabilidade desse modelo foram definidas utilizando o método de [40]. Contudo, em vez de utilizar *surveys* online, foram realizadas entrevistas com o mesmos

especialistas responsáveis por construir o GAD. Para cada nó filho presente no GAD, pediu-se que os especialistas ordenassem seus nós pai com base na sua relevância para o nó filho. Em seguida, com base nessas ordens de relevância foram definidas as expressões ponderadas para, finalmente, definir as TPN dos nós filho.

A validação desse modelo foi feita com simulação de cenários, e, de acordo com as conclusões, o modelo é uma boa representação do mundo real. Além disso, também foi concluído que o modelo permite que, baseado nos resultados do modelo, os indivíduos que o utilizam identifiquem problemas que comprometem a qualidade do TE. Entretanto, há alguns fatores que afetam a sua validade:

- A utilização de apenas um trabalho como base para a construção do modelo;
- A definição das TPN utilizando o método de Perkusich et al. utiliza apenas a função de média ponderada. Logo, as TPN de alguns nós podem estar inconsistentes pelo fato de sua definição ser restrita à essa função;
- O modelo não foi validado em projetos reais.

Portanto, nesta pesquisa, foi dada continuidade ao trabalho apresentado em [45], buscando eliminar esses fatores que ameaçaram a sua validade.

# Capítulo 4

## Apresentação do Modelo

Conforme explicado na Seção 2.2.1, a construção de uma RB pode ser dividida em duas fases: a construção do GAD, e a definição das funções de probabilidade. Portanto, neste capítulo, serão descritas essas duas fases do processo de construção do modelo proposto neste trabalho. À princípio, será explicado como foram identificados os relacionamentos entre os fatores-chave do modelo. Em seguida, será descrito o processo adotado para a definição das funções de probabilidade, e porque foi decidido utilizar funções de probabilidade em vez de tabelas de probabilidade.

### 4.1 Construção do GAD

Nesta fase da construção do modelo, é necessário identificar os fatores-chave que influenciam a qualidade do TE de equipes ágeis e os relacionamentos entre esses fatores. Como base para a construção do GAD, optou-se por utilizar o modelo proposto em [45] (Figura 3.1). De acordo com os autores, o modelo apresentado é uma boa representação do mundo real. Entretanto, uma de suas limitações é que ele foi construído com base em apenas um trabalho. Assim, a partir desse modelo e dos fatores descritos na Seção 2.1.1, é possível refinar o GAD, e, assim, obter uma representação mais fiel ao mundo real.

No modelo apresentado em [45], o TE depende diretamente de três principais nós: *Colaboração*, *Esforço* da equipe de desenvolvimento e *Atributos da Equipe*. Nesse trabalho, o fator *Atributos da Equipe* depende diretamente dos *Atributos Pessoais* e do *Expertise* dos membros da equipe. Conforme descrito em [45], o nó *Atributos Pessoais* corresponde à dife-



rença das personalidades dos membros da equipe, que contribui para que eles se dêem bem entre si. O nó *Expertise*, por sua vez, corresponde as capacidades técnicas dos membros da equipe para realizar as atividades, com *Redundância*. Assim, decidiu-se renomear o nó *Atributos da Equipe* para *Orientação da Equipe*, uma vez que os fatores que o influenciam afetam o respeito mútuo e a confiança existentes entre os membros da equipe. A Figura 4.1 contém a representação gráfica desse nó.

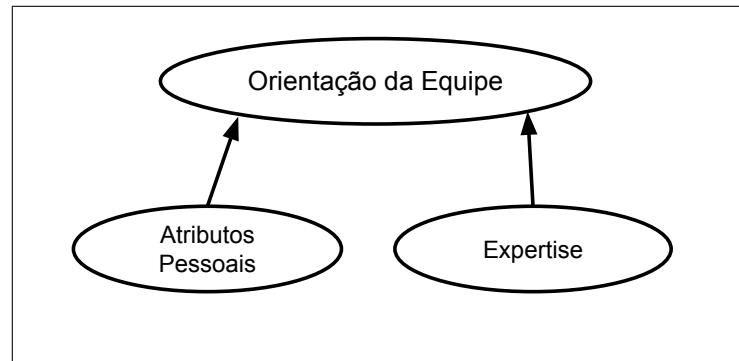


Figura 4.1: Representação do Nó *Orientação da Equipe*.

O nó *Reuniões*, que no modelo base depende diretamente dos nós *Planejamento da Iteração*, *Retrospectiva da Iteração* e *Reuniões Diárias* foi substituído apenas pelo nó *Reuniões Diárias*. Essa decisão foi tomada porque o que ocorre na *Retrospectiva da Iteração*, levando em consideração a definição de *Trabalho em Equipe* apresentada na Seção 1.2, não tem influência sobre a qualidade do TE. O *Planejamento da Iteração*, por sua vez, está relacionado com a prevenção contra riscos e estimativa de tempo para cumprimento de atividades. Apesar desse fator influenciar a eficiência e o andamento da equipe, não há relação entre ele e o TE, de acordo com o que conceito definido na Seção 1.2.

Conforme descrito em [45], o nó *Reuniões Diárias* depende diretamente dos seguintes nós: *Limite de 15 Minutos*, *3 Perguntas* (i.e., "O que eu fiz hoje?", "O que farei amanhã?" e "Quais obstáculos estão impedindo o meu progresso?") e *Presença de Todos os Membros*. Entretanto, conforme apresentado em [30], [17] e [18], o *Monitoramento* é necessário para que os membros da equipe mantenham-se sincronizados em relação às atividades realizadas e problemas encontrados, além de prover *Feedback* em relação à realização dessas atividades. Logo, como o objetivo das perguntas é permitir aos participantes identificar potenciais barreiras e manter a coordenação da equipe, e isso está relacionando com o *Monitoramento*,

decidiu-se renomear o nó 3 *Perguntas* para *Monitoramento*. Também foi decidido remover o nó *Limite de 15 minutos* porque ele não é considerado um indicador de qualidade dessas reuniões. Assim, o nó *Reuniões Diárias* passou a depender apenas dos nós *Monitoramento* e *Presença de Todos os Membros* (Figura 4.2).

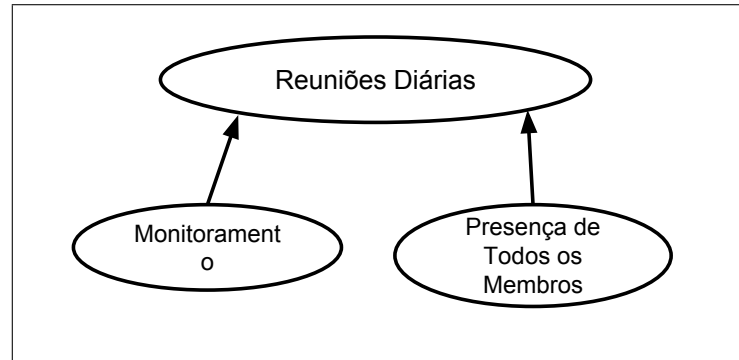


Figura 4.2: Representação do Nó *Reuniões Diárias*.

Em [45], o nó *Comunicação* depende diretamente dos seguintes nós: *Frequência*, *Informalidade*, *Estrutura* - possibilidade dos membros da equipe se comunicarem diretamente uns com os outros - e *Abertura*, que está relacionada com o ato de não haver contenção de informação entre os membros da equipe. Como forma de minimizar a complexidade dos cálculos efetuados [3] e o viés que pode ser introduzido em virtude da subjetividade que esses nós representam, optou-se por substituir esses quatro nós por *Distribuição da Equipe* e *Meio de Comunicação* (Figura 4.3), que corresponde à maneira com a qual a equipe se comunica. Esses nós estão relacionados, respectivamente, com o fato dos membros da equipe compartilharem o mesmo local de trabalho e conversarem cara-a-cara sempre que possível. Dessa forma, a *Distribuição da Equipe* substitui a *Frequência*, uma vez que o fato de os membros da equipe compartilharem o mesmo local facilita a comunicação [27] e, assim, contribui para que a comunicação ocorra em maior frequência. Já o nó *Meio de Comunicação* substitui a *Informalidade*, *Estrutura* e *Abertura*, tendo em vista que a conversa cara-a-cara contribui para que essas características se façam presentes na *Comunicação*.

Na literatura, é estabelecido que a autoridade da decisão e da liderança de equipes auto-gerenciáveis precisa ser compartilhada [32] [5]. Além disso, em [32], é dito que equipes auto-gerenciáveis requerem uma capacidade de aprendizagem das equipes para que elas possam adaptar-se às transformações que ocorrem no contexto em que o trabalho é desenvolvido.

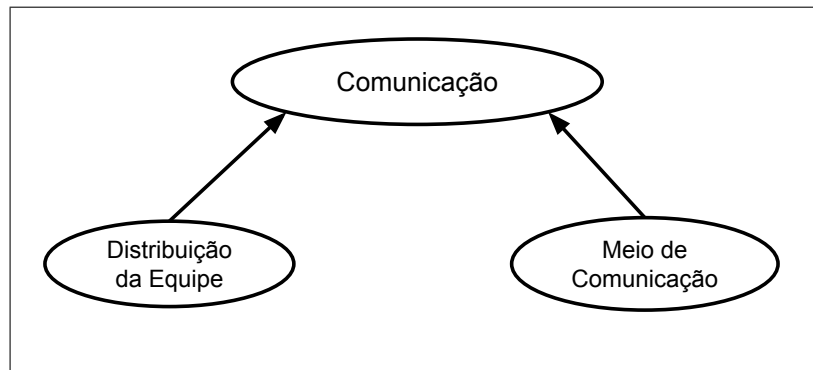


Figura 4.3: Representação do Nó *Comunicação*.

Ainda com base em [32], toda equipe que possui a capacidade de se auto-gerenciar precisa de um certo grau de *Redundância*. Logo, com base nessas afirmações, e no fato do nó *Expertise* englobar esse conceito, os nós *Liderança Compartilhada*, *Aprendizagem da Equipe* e *Redundância* foram adicionados como pais do nó *Auto-Gerenciamento*. Na Figura 4.4, está representado o nó *Auto-Gerenciamento*.

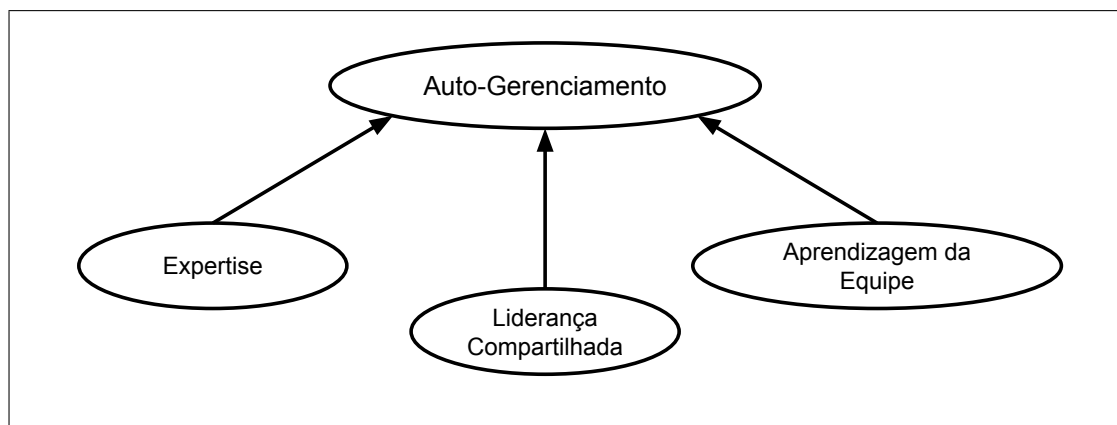


Figura 4.4: Representação do Nó *Auto-Gerenciamento*.

De acordo com a Tabela 2.1, a *Coordenação* de uma equipe ágil refere-se à execução das atividades por parte dos integrantes da equipe de maneira sincronizada e integrada. Logo, com base no que foi dito anteriormente, a qualidade da *Comunicação* e a eficiência das *Reuniões Diárias* para sincronizar os membros da equipe com relação às atividade e problemas, contribuem para a *Coordenação* da equipe.

Conforme descrito na Tabela 2.1, o conceito de *Colaboração* é referente ao compromisso

que os integrantes tem com a equipe para alcançar os objetivos em comum. O modelo proposto em [45] considera a *Comunicação* e as *Reuniões* como fatores que influenciam esse nó. Contudo, neste trabalho, optou-se por considerar como pais do nó *Colaboração* os seguintes nós: *Coordenação* e *Orientação da Equipe*. Isso porque acredita-se que eficiência da *Coordenação*, e a confiança e espírito de grupo referentes aos nó *Orientação da Equipe* contribuem para a *Colaboração* da equipe.

O conceito de *Coesão*, conforme descrito na Tabela 2.1, corresponde à atração interpessoal dos membros da equipe, seu compromisso com as tarefas e espírito de grupo. Entretanto, acredita-se que, no contexto de metodologias ágeis, uma equipe coesa além de possuir essas características, que correspondem à *Colaboração*. Além disso, ainda no contexto de equipes ágeis, entende-se que equipes coesas devem possuir alta capacidade de *Auto-Gerenciamento*. Portanto, os nós *Colaboração* e *Auto-Gerenciamento* passaram a ser nós pai de *Coesão*. A Figura 4.5 contém a representação do nó *Coesão*.

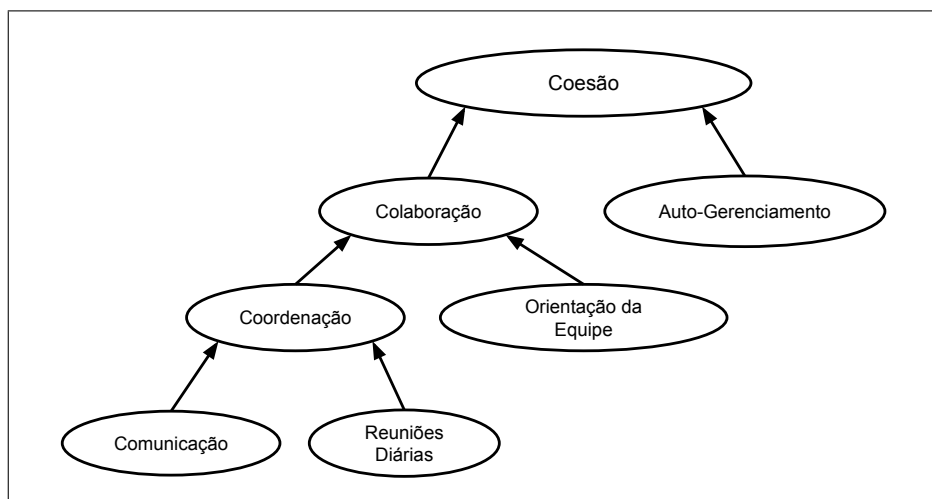


Figura 4.5: Representação do Nó *Coesão*.

Na Seção 1.2, foi definido que a interferência de um agente externo (e.g., cliente) nas atividades realizadas influencia a qualidade do TE. Essa definição é similar ao conceito do fator *Autonomia da Equipe*, que refere-se à influência de agentes externos a equipe na realização das atividades dela. Portanto, foi decidido adicionar o nó *Autonomia da Equipe* ao GAD. Dessa forma, considerando o conceito de *Trabalho em Equipe* adotado neste trabalho, o GAD para o modelo proposto ficou definido conforme a Figura 4.6.

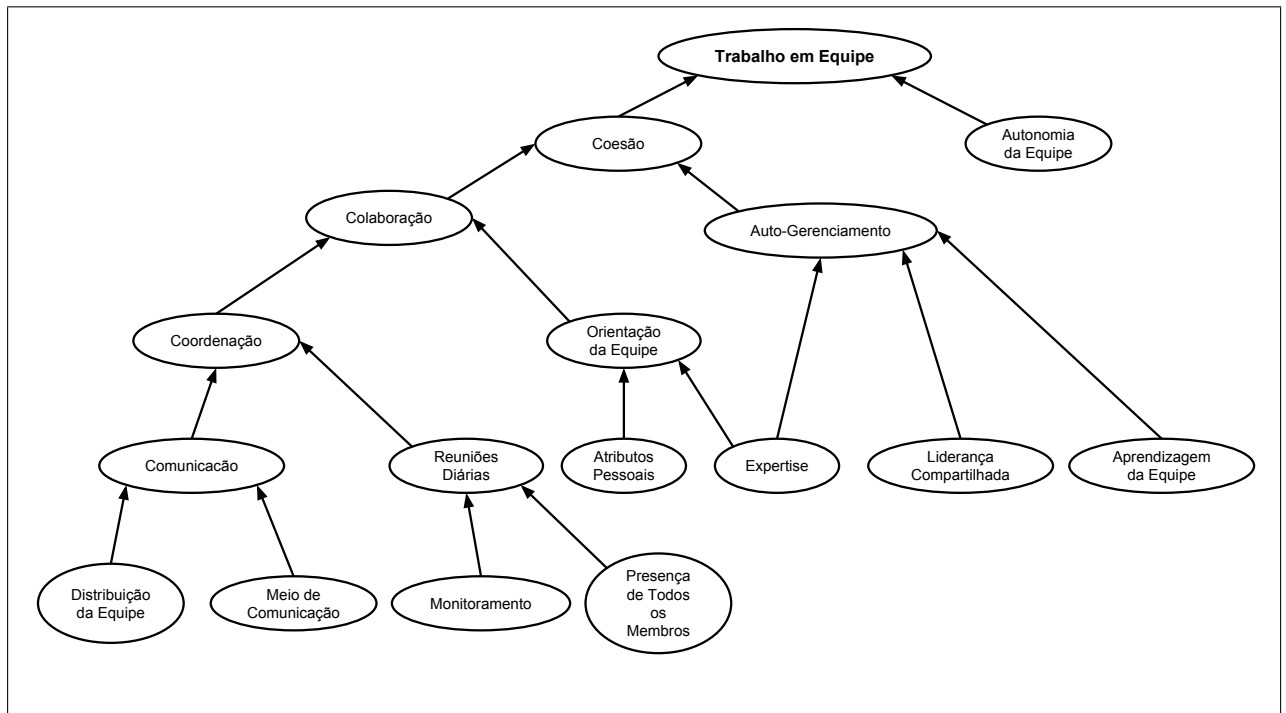


Figura 4.6: Representação do Modelo Proposto.

Grande parte dos nós do GAD apresentados nesta seção subjetivos. Assim, como forma de minizar o viés que pode ser introduzido nos resultados calculados pelo modelo, foi decidido representar esses nós como NR, onde cada um deles possui cinco estados (i.e., Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto), onde cada estado representa um possível grau de qualidade para o nó. Portanto, os resultados calculados para cada nó, correspondem à qualidade daquele fator no cenário em que foi avaliado. Como não há evidências referentes aos nós de entrada e, de certa forma, eles também são subjetivos, também optou-se por representá-los como NR. A Tabela 4.1 contém as informações referentes aos significados dos estados de cada nó do modelo.

Tabela 4.1: Definição dos Estados dos Nós do Modelo.

Nó	Estado	
Trabalho em Equipe	Muito Alto	Levando em consideração o conceito de TE neste trabalho, a sua qualidade é muito alta.

Continuação da Tabela B.1		
Nó	Estado	
	Muito Baixo	Levando em consideração o conceito de TE neste trabalho, a sua qualidade é muito baixa.
Autonomia da Equipe	Muito Alto	Não há um agente externo interferindo em como a equipe executa suas tarefas. O agente externo colabora com a equipe para definir o que será executado e apenas quando adequado.
	Muito Baixo	Há um agente externo que sempre interfere em como a equipe deve executar suas atividades.
Coesão	Muito Alto	A equipe trabalha de forma coesa e síncrona, mantendo os objetivos da equipe como prioridade, com eficiência no auto-gerenciamento.
	Muito Baixo	A equipe não trabalha de forma coesa e síncrona, mantendo os objetivos da equipe como prioridade, sem eficiência no auto-gerenciamento.
Colaboração	Muito Alto	Há colaboração entre os membros da equipe para garantir o desenvolvimento do projeto.
	Muito Baixo	Não há colaboração entre os membros da equipe para garantir o desenvolvimento do projeto.
Auto-Gerenciamento	Muito Alto	A equipe é capaz de se auto-organizar com eficácia para encarar desafios e mudanças complexas.
	Muito Baixo	A equipe não é capaz de se auto-organizar com eficácia para encarar desafios e mudanças complexas.
Coordenação	Muito Alto	A execução das atividades por parte dos integrantes ocorre de maneira síncrona e integrada.
	Muito Baixo	A execução das atividades por parte dos integrantes não ocorre de maneira síncrona e integrada.
Orientação da Equipe	Muito Alto	Membros confiam na equipe e se sentem motivados a trabalharem juntos para alcançar os objetivos da equipe.

Continuação da Tabela B.1		
Nó	Estado	
	Muito Baixo	Membros não confiam na equipe e se sentem motivados a trabalharem juntos para alcançar os objetivos da equipe.
Comunicação	Muito Alto	A comunicação entre os membros da equipe é efetiva.
	Muito Baixo	A comunicação entre os membros da equipe não é efetiva.
Reuniões Diárias	Muito Alto	Foi possível remover os obstáculos e sincronizar toda a equipe.
	Muito Baixo	Não foi possível remover os obstáculos e sincronizar toda a equipe.
Distribuição da Equipe	Muito Alto	Todos os membros da equipe compartilham o mesmo local de trabalho.
	Muito Baixo	Os membros da equipe compartilham o mesmo local de trabalho.
Meio de Comunicação	Muito Alto	Os membros da equipe comunicam-se cara-a-cara sempre que possível.
	Muito Baixo	Os membros da equipe não se comunicam cara-a-cara sempre que possível.
Monitoramento	Muito Alto	Os membros da equipe externam suas dificuldades e seu progresso em relação às atividades realizadas de forma clara e objetiva.
	Muito Baixo	Os membros da equipe não relatam de forma clara as atividades nas quais estão envolvidos, ou aproveitam a oportunidade para justificar decisões que foram tomadas.
Presença de Todos os Membros	Muito Alto	Todos os membros da equipe estiveram presente durante as reuniões diárias.

Continuação da Tabela B.1		
Nó	Estado	
	Muito Baixo	Em nenhuma das reuniões diárias todos os membros estavam presentes.
Atributos Pessoais	Muito Alto	A mistura de personalidades dos membros da equipe contribui para que eles se dêem bem entre si.
	Muito Baixo	A mistura de personalidades dos membros da equipe não contribui para que eles se dêem bem entre si.
Expertise	Muito Alto	Os membros da equipe possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das atividades com interseção (capacidade de substituir uns aos outros na realização das tarefas).
	Muito Baixo	Os membros da equipe NÃO possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das atividades.
Liderança Compartilhada	Muito Alto	A autoridade na tomada de decisões e na liderança é compartilhada entre os membros da equipe.
	Muito Baixo	A autoridade na tomada de decisões e na liderança não é compartilhada entre os membros da equipe.
Aprendizagem da Equipe	Muito Alto	A equipe se adapta facilmente às mudanças que ocorrem durante o projeto.
	Muito Baixo	A equipe não tem capacidade de se adaptar às mudanças que ocorrem durante o projeto.

## 4.2 Funções de Probabilidade

Levando em consideração o que foi descrito na Seção 2.2.1, e o fato dos nós do modelo proposto neste trabalho serem NR, decidiu-se utilizar a abordagem apresentada por Laitila [26] para definir as funções de probabilidade do modelo proposto.



Um especialista em RB e Métodos ágeis foi o responsável por definir as TPN do GAD apresentado na Seção 4.1. Para cada nó filho, o especialista deve definir quais as probabilidades desse nó estar em cada estado, com base nos estados dos nós pai. Portanto, para um nó com dois pais, e tomando como exemplo a RB apresentada na Figura 2.6, o especialista precisou preencher as células em branco da Tabela 4.2 com as probabilidades esperadas, de forma que, para cada combinação possível  $\sum_{i=1}^n P_i = 1$ , onde  $P_i$  é a probabilidade de cada estado e  $n$  é a quantidade de estados possíveis do nó filho.

Tabela 4.2: Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Dois Pais.

		Valores Esperados para Y				
X1	X2	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Muito Alta	Muito Baixa					
Muito Baixa	Muito Alta					
Muito Alta	Média					
Média	Muito Alta					

De maneira análoga, para cada nó filho com três pais (e.g., Figura 4.7), porém com uma maior quantidade de combinações possíveis, o especialista precisou preencher as células em branco de uma similar à Tabela 4.3.

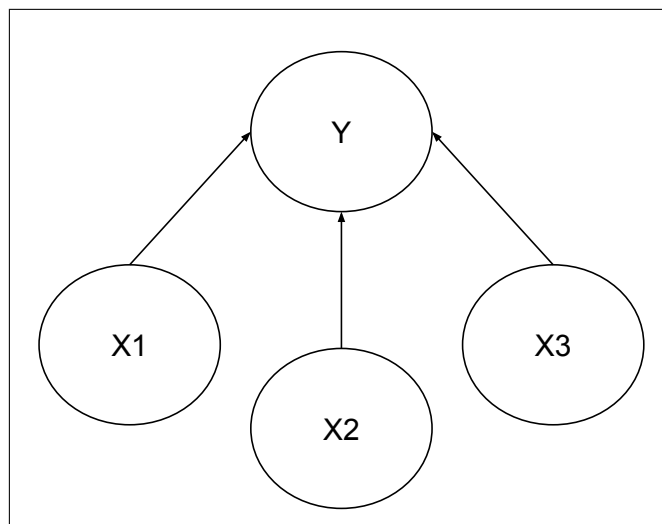


Figura 4.7: Exemplo de Nó Filho com Três Pais.

Tabela 4.3: Tabela para Definição das Funções de Probabilidade de Nós com Três Pais.

			Valores Esperados para Y				
X1	X2	X3	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Muito Alta	Muito Alta	Muito Baixa					
Muito Alta	Muito Baixa	Muito Alta					
Muito Baixa	Muito Alta	Muito Alta					
Muito Baixa	Muito Baixa	Muito Alta					
Muito Baixa	Muito Alta	Muito Baixa					
Muito Alta	Muito Baixa	Muito Baixa					

Assim, de acordo com a quantidade de nós pai de um determinado nó, foram definidas tabelas para cada um dos nós presentes no modelo proposto, exceto os nós de entrada. Uma vez que essas tabelas foram definidas, o especialista, com a ajuda da ferramenta AgenaRisk<sup>1</sup>, calculou os resultados reais para cada estado. Esses cálculos foram feitos diversas vezes, pois há a necessidade de definir qual função ponderada representa a tabela de probabilidade do nó em questão, além dos pesos de cada um dos nós pai praquela função. Logo, essas repetições são necessárias até que a função e os pesos adequados, que mais se aproximem dos valores esperados, sejam encontrados. Além disso, o processo de definição das funções de probabilidade por parte do especialista é muito importante, pois caso haja inconsistências na definição do GAD, é necessário reorganizar a estrutura do grafo para garantir a consistência entre os conceitos e relacionamentos que estão sendo representados. Finalmente, ao final desse processo, o modelo está pronto para ser utilizado. A Tabela 4.4 contém as funções e os pesos dos nós pai de todos os nós do modelo, exceto os nós de entrada.

<sup>1</sup><http://www.agenarisk.com/>

Tabela 4.4: Definição das Funções de Probabilidade.

Nó	Função	Variância	Pais			Pesos		
			Pai 2	Pai 2	Pai 3	Peso do Pai 1	Peso do Pai 2	Peso do Pai 3
Trabalho em Equipe	WMEAN	0,0005	Coesão	Autonomia da Equipe	X	5	1	X
Coesão	WMIN	0,0005	Colaboração	Auto-Gerenciamento	X	3	3	X
Colaboração	WMIN	0,0005	Coordenação	Orientação da Equipe	X	5	5	X
Coordenação	WMEAN	0,0005	Comunicação	Reuniões Diárias	X	1	1	X
Comunicação	WMIN	0,0005	Distribuição da Equipe	Meio de Comunicação	X	3	5	X
Reuniões Diárias	WMIN	0,0005	Monitoramento	Presença de Todos os Membros	X	7	7	X
Orientação da Equipe	WMIN	0,0005	Atributos Pessoais	Expertise	X	5	5	X
Auto-Gerenciamento	WMIN	0,0005	Expertise	Liderança Compartilhada	Aprendizagem da Equipe	3	1	1

## Capítulo 5

# Descrição da Abordagem Proposta

Como apresentado na Seção 1.2.1, um dos objetivos desta pesquisa é propor uma abordagem para utilizar o modelo apresentado no Capítulo 4. Portanto, neste capítulo será descrita a abordagem para utilizar o modelo proposto.

Essa abordagem é dividida em quatro etapas. Propõe-se que essa abordagem seja utilizada ao final das iterações e antes da reunião de *Retrospectiva da Iteração*. Dessa forma, durante essa reunião, os gerentes de projeto podem reportar os resultados obtidos para a equipe. Além disso, eles podem utilizar esses resultados para auxiliá-los na tomada de decisões para o *Planejamento da Iteração* que acontecerá em seguida. Portanto, neste capítulo, serão descritas todas as etapas dessa abordagem. A Figura 5.1 contém o fluxo completo da abordagem e as interações entre as etapas.

### **Etapa I - Avaliação do Modelo**

Esta é a etapa inicial da abordagem. Nesta etapa, o indivíduo deve avaliar se a estrutura do modelo representa fielmente o contexto em que ele será aplicado. Por exemplo, se a equipe para a qual o modelo será utilizado não realiza *Reuniões Diárias*, há a necessidade de remover esse nó do GAD. Por outro lado, caso o modelo não contemple algum fator que seja considerado importante naquele contexto, talvez seja importante adicionar um novo nó que represente esse fator ao GAD. Além disso, também podem haver irregularidades nas funções de probabilidade (i.e., a função para um determinado nó deveria ser diferente, ou os pesos de uma função não fazem sentido naquele contexto). Assim, caso julgue necessário, o indivíduo precisará modificar o GAD e/ou as funções de probabilidade para garantir a

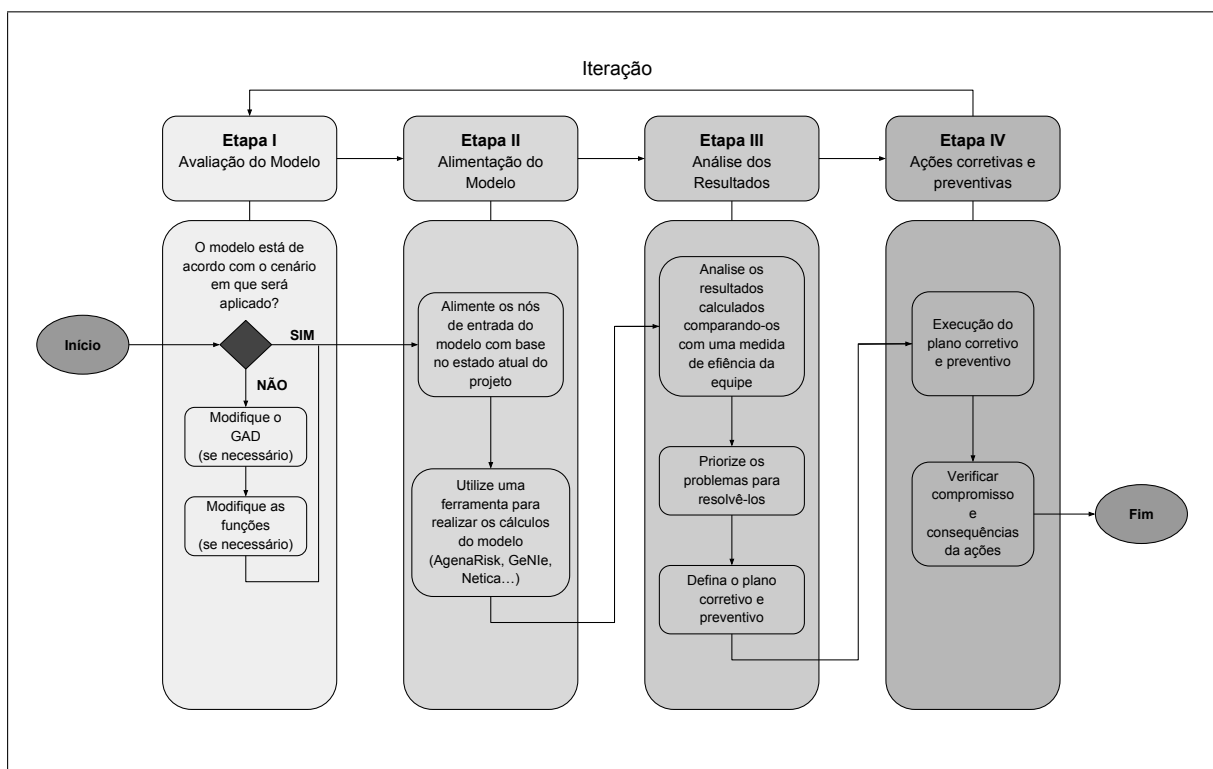


Figura 5.1: Abordagem para Utilização do Modelo Proposto.

consistência do modelo em relação ao contexto em que ele está sendo aplicado. Entretanto, caso seja necessário muito esforço para modificar o modelo, talvez seja melhor construir um novo modelo desde o princípio.

O resultado desta etapa deve ser um modelo consistente com o contexto atual do projeto. Portanto, a consistência do modelo deve ser avaliada sempre que esta abordagem for colocada em prática, pois podem haver mudanças no processo e na equipe, que contribuam para que o modelo não corresponda ao contexto atual do projeto.

## **Etapa II - Alimentação do Modelo**

Nesta etapa, o indivíduo precisa alimentar os nós de entrada. Idealmente, seria possível alimentar todos os nós de entrada com evidências. Contudo, como o fator principal abordado neste trabalho e os fatores que o influenciam são subjetivos, a incerteza deve ser a mesma para todos os estados possíveis. Dessa forma, em vez de alimentar os nós de entrada do modelo com dados objetivos, os indivíduos que desejarem utilizar esta abordagem devem indicar, dentre os estados possíveis, um estado para cada um dos nós de entrada. Como

forma de facilitar a realização desta etapa, no Apêndice A estão definidas perguntas que correspondem aos nós de entrada do modelo. O mapeamento das respostas dessas perguntas para os possíveis estados dos nós entrada também é descrito nesse Apêndice.

Após responder as perguntas e, em seguida, selecionar um estado para cada um dos nós de entrada, os resultados devem ser calculados utilizando uma ferramenta específica de (e.g., GeNIe<sup>1</sup>, Netica<sup>2</sup> e AgenaRisk). Os resultados do modelo são dados com probabilidades para cada estado possível de todos os nós do modelo.

### **Etapa III - Análise dos Resultados**

Após obter os resultados calculados pelo modelo, há a necessidade de analisá-los para detectar possíveis problemas que estão afetando a qualidade do TE. O objetivo desta etapa é avaliar a qualidade do TE na recém-acabada iteração e elaborar um plano de ações corretivas e preventivas para garantir a melhoria contínua do produto final e do processo.

Como o fator principal e os fatores que influenciam a qualidade do TE são subjetivos, talvez haja dificuldade em avaliar os resultados. Contudo, a qualidade do TE influencia a eficiência da equipe. Esse fator, por sua vez, depende não apenas da qualidade do TE, mas também do *Planejamento da Iteração*, da complexidade das histórias que precisam ser entregues, técnicas de Engenharia de *software*, recursos, linguagem de programação, ferramentas utilizadas, dentre outros [29].

Portanto, para facilitar a análise dos dados, propõe-se que os indivíduos que utilizam esta abordagem adotem os resultados calculados pelo modelo como indicadores da eficiência da equipe. Dessa forma, em vez de analisar os resultados calculados comparando-os com resultados esperados pelos gerentes de projeto, a análise será menos sujeita a viés. Entretanto, conforme supracitado, é necessário atentar para o fato de que o TE não é o único fator que influencia a eficiência da equipe e que todos os outros fatores devem ser levados em consideração nessa análise. Logo, para realizar a análise dos dados, talvez seja necessário fazer algumas presunções, que podem afetar a validade dessa análise.

---

<sup>1</sup><http://genie.sis.pitt.edu/>

<sup>2</sup><http://www.norsys.com/>

**Etapa IV - Ações Corretivas e Preventivas**

Baseado nos resultados calculados pelo modelo e pelas análises realizadas, um plano preventivo e corretivo é elaborado para garantir a melhoria contínua do produto final e do processo, além do TE. Portanto, nesta etapa da abordagem esse plano é executado. Ao final da execução do plano, é necessário verificar o compromisso da equipe em relação às ações que foram tomadas e quais as consequências dessas ações.

# Capítulo 6

## Estudo de Caso

Estudo de caso é uma metodologia de pesquisa adequada para estudar fenômenos contemporâneos em seu contexto natural [43]. Com base nessa afirmação e na necessidade de avaliar o modelo proposto neste trabalho e sua utilização, foi realizado um estudo de caso no Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva (Embedded Lab)<sup>1</sup>. O Embedded Lab está localizado na UFCG e foi escolhido em virtude das suas relações envolvendo a academia e a indústria.

Vários projetos são executados no Embedded Lab em parceria com empresas, com o objetivo de desenvolver produtos de *software*. Em todos os projetos do Embedded Lab com foco em desenvolvimento de *software*, a metodologia para gestão e planejamento utilizada é o *Scrum*. Portanto, o contexto no qual este estudo de caso foi realizado é o da indústria, com utilização de *Scrum* como metodologia ágil adotada. Assim, os resultados e conclusões obtidos neste estudo de caso são referentes a esse contexto. O estudo de caso foi realizado em três projetos, onde cada um deles foi considerado uma unidade de análise. A duração deste estudo de caso foi de 45 dias.

### 6.1 *Design* do Estudo de Caso

#### 6.1.1 Objetivos

Para este estudo de caso, foram definidos dois principais objetivos:

---

<sup>1</sup><http://www.embeddedlab.org/>



1. Verificar a fidelidade do modelo proposto para a avaliação do TE de equipes *Scrum* em relação ao mundo real;
2. Verificar a utilidade da abordagem para projetos *Scrum*.

### 6.1.2 Objetos de Estudo

Os objetos de estudo são:

1. O modelo proposto para representar avaliar o TE de equipes *Scrum*;
2. A abordagem proposta para utilização do modelo.

Logo, com base nos objetos de estudo definidos, deseja-se avaliar: a precisão do modelo proposto, a sua utilidade para auxiliar na liderança de equipes *Scrum* e a facilidade de implementação e utilização da abordagem proposta.

### 6.1.3 Questões de Pesquisa

Com base nos objetivos definidos para este estudo de caso e visando alcançá-los, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- *PP1*: O modelo proposto mensura de forma precisa o TE de equipes *Scrum*?
- *PP2*: A utilização do modelo auxília na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes *Scrum*?
- *PP3*: A abordagem proposta é de fácil implementação e utilização?
- *PP4*: O custo-benefício de utilizar a abordagem é positivo?

Dadas as questões de pesquisa definidas acima, as seguintes hipóteses foram definidas para respondê-las:

- *H0-1*: O modelo proposto não mensura de forma precisa o TE de equipes *Scrum*;
- *HA-1*: O modelo proposto mensura de forma precisa o TE de equipes *Scrum*;

- *H0-2*: A utilização do modelo não auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes Scrum;
- *HA-2*: A utilização do modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes Scrum;
- *H0-3*: A abordagem proposta não é de fácil implementação e utilização;
- *HA-3*: A abordagem proposta é de fácil implementação e utilização;
- *H0-4*: O custo-benefício de utilizar a abordagem não é positivo;
- *HA-4*: O custo-benefício de utilizar a abordagem é positivo.

Assim, *H0-1* e *HA-1* estão relacionadas à *PP1*, *H0-2* e *HA-2* estão relacionadas à *PP2*, *H0-3* e *HA-3* estão relacionadas à *PP3*, e *H0-4* e *HA-4* estão relacionadas à *PP4*.

#### 6.1.4 Unidades de Análise

Este estudo de caso foi realizado em três unidades de análise. Cada unidade análise corresponde a um projeto de desenvolvimento de *software* sendo executado no Embedded Lab. Essas unidades de análise foram nomeadas de Projeto A, Projeto B e Projeto C.

A equipe do Projeto A está trabalhando no desenvolvimento de um aplicativo para Desktop/Tablet x(86), Windows 8-10. Para o desenvolvimento desse projeto estão sendo utilizadas as tecnologias .NET, C# e NUnit, além da Visual Studio (com ReSharper) como IDE (*Integrated Development Environment*). De acordo com o *Scrum Master* desse projeto, o escopo da aplicação sendo desenvolvida é relativamente simples, mas a diversidade das plataformas suportadas aumenta a sua complexidade. Contudo, inicialmente o cronograma inicial do projeto era tranquilo, mas a realocação de alguns membros da equipe para dar suporte a um projeto anterior tem dificultado o cumprimento do cronograma.

O aplicativo desenvolvido no Projeto B é uma ferramenta para monitoramento e controle de ativos de segurança patrimonial, e, de acordo com *Scrum Master*, o escopo é complexo. Esse aplicativo está sendo desenvolvido para Android e utiliza as tecnologias SIP e RTSP. O cronograma inicial do projeto foi descrito como simples. Entretanto, a dependência de um

*Hardware* sendo desenvolvido por outra entidade pode afetar o cumprimento desse cronograma.

A equipe do Projeto C está desenvolvendo um aplicativo *web*, utilizando Django e Python. O produto final depende da integração de outros componentes de *Software* e *Hardware* desenvolvidos por outros projetos do Embedded Lab e também do cliente. De acordo com o *Scrum Master*, o cronograma inicial estava sendo cumprido no prazo, mas houveram algumas mudanças de requisitos que podem comprometer o seu cumprimento.

Na Tabela 6.1, há informações referentes aos membros das equipes das unidades de Análise.

Tabela 6.1: Experiência das Equipes das Unidades de Análise.

Característica	Projeto		
	A	B	C
Experiência, em média de anos, dos integrantes da equipe participando em projetos de desenvolvimento de <i>software</i> .	2.5	2	2
Experiência, em média de anos, dos integrantes da equipe trabalhando em equipes ágeis.	1	1	2

### 6.1.5 Sujeitos - Quem utiliza a abordagem e o modelo?

Para cada unidade de análise, os sujeitos que irão participar deste estudo de caso são líderes de projeto que atuam como *Scrum Masters*. No Embedded Lab, esses sujeitos realizam atividades relacionadas ao processo e o gerenciamento da equipe, atividades relacionadas ao *design* dos produtos, do ponto de vista gráfico e arquitetural de produto, além de implementação.

Na Tabela 6.2, são apresentados os perfis dos sujeitos em relação à experiência, em anos, desenvolvendo *software*, liderando projetos de desenvolvimento, utilizando métricas no suporte à tomada de decisões e utilizando métodos ágeis.

Tabela 6.2: Perfis dos Sujeitos.

Característica	Sujeito		
	1	2	3
Experiência, em anos, trabalhando em projetos de desenvolvimento de <i>software</i>	5	10	10
Experiência, em anos, liderando projetos de desenvolvimento de <i>software</i>	0.5	3	2
Experiência, em anos, utilizando métricas e indicadores no suporte à tomada de decisões	1.5	2	6
Experiência, em anos, utilizando métodos ágeis	5	2	7

### 6.1.6 Métodos

A coleta de dados é uma atividade necessária para responder as questões de pesquisas de um estudo de caso experimental. De acordo com Lethbridge et al. [28], há três diferentes categorias de métodos para coleta de dados: direto (e.g., entrevistas), indireto (e.g., *survey*) e independente (e.g., análise de documentação).

Neste estudo de caso, o processo de coleta de dados ocorrerá pelos métodos direto e indireto. Os dados referentes aos nós de entrada do modelo serão coletados em entrevistas. Por outro lado, os dados referentes à satisfação dos sujeitos e utilidade da abordagem e do modelo serão coletados por questionários.

### 6.1.7 Procedimento

Antes de iniciar este estudo caso, foi realizada a definição do modelo, das perguntas para alimentação dos nós de entrada e dos questionários para avaliação do modelo e da abordagem. Para efetuar os cálculos do modelo, foi utilizada a ferramenta AgenaRisk. Em virtude de algumas limitações com licenças da ferramenta, o modelo foi criado e todos os cálculos realizados na máquina do pesquisador. Após a obtenção dos resultados, eles foram apresentados aos sujeitos pelo pesquisador.

Com base no que foi definido acima, este estudo de caso foi dividido em duas fases: *Treinamento e Utilização da Abordagem*.

#### Fase 1 - Treinamento

O objetivo desta fase do estudo de caso é prover aos sujeitos o entendimento dos conceitos relacionados aos objetos de estudo. Assim, espera-se que ao final dessa fase qualquer dúvida

em relação à esses fatores seja sanada para que os resultados não sejam influenciados por má-interpretação das perguntas das entrevistas e dos questionários.

À princípio, os conceitos de RB, NR, além de Funções de Probabilidade, suas aplicações e funcionamento foram explicados para facilitar o entendimento da construção do modelo. Após isso, o modelo proposto nesta dissertação, e os relacionamentos entre os fatores que o compõem, foram explicados. Em seguida, foi explicado como seria realizado o processo de coleta de dados e quais perguntas do Apêndice A são referentes à quais nós de entrada do modelo. Por fim, foi explicado como é feita a análise dos resultados gerados pelo modelo, e como é possível identificar oportunidades de melhoria no TE. Alguns exemplos foram utilizados nessa fase para auxiliar no entendimento dos sujeitos.

## **Fase 2 - Utilização da Abordagem**

A segunda fase do procedimento deste estudo de caso corresponde à utilização da abordagem proposta no Capítulo 5. Essa abordagem foi utilizada por três *sprints*. Na Etapa III dessa abordagem, é sugerido que os resultados calculados pelo modelo sejam comparados com a eficiência da equipe, levando em consideração fatores externos que influenciam essa eficiência. Portanto, como as unidades de análise deste estudo de caso utilizam *Scrum*, decidiu-se adotar a medida proposta em [25] para mensurar a eficiência da equipe.

### **6.1.8 Ameaças à Validade**

Runeson et al. [43] afirmam que há diferentes maneiras de classificar aspectos da validade e ameaças à validade na literatura. No trabalho anteriormente citado, eles definem um esquema de classificação que distingue bem quatro aspectos da validade de um estudo de caso. São eles: *Validade de Construção*, *Validade Interna*, *Validade Externa* e *Confiabilidade*.

O aspecto da *Validade de Construção* está relacionado com o fato de o que é estudado realmente representar o que o pesquisador tem em mente estar de acordo com as questões de pesquisa. Por exemplo, o assunto abordado nas entrevistas é interpretado pelos pesquisador e os entrevistados da maneira diferente. Portanto, neste estudo de caso, apesar do treinamento realizado para os sujeitos envolvidos, há a possibilidade deles interpretarem as perguntas dos questionários de tal forma que não condiz com os objetivos para os quais elas foram

elaboradas.

A *Validade Interna* diz respeito ao ato de verificar se um determinado fator afeta o fator investigado, quando há o risco de um terceiro fator que influenciar o fator investigado. Logo, como neste estudo de caso adotou-se o TE como indicador do desempenho da equipe, e, conforme descrito no Capítulo 5 há outros fatores que influenciam o desempenho de equipe ágeis, também há ameaças à *Validade Interna deste estudo*.

Com relação ao aspecto da *Validade Externa*, que está relacionado em saber até que ponto é possível generalizar os resultados, e em que medida os resultados são de interesse para outras pessoas fora do caso investigado. Durante a análise da *Validade Externa*, o pesquisador precisa analisar se os resultados podem ser relevantes para outros casos. Portanto, como os objetos de estudo deste estudo de caso foram avaliados para apenas três unidades de análise, a generalização dos resultados para todas as equipes *Scrum* do mundo não é possível.

Além desses aspectos, também há a *Confiabilidade*, que está relacionada à dependência dos dados coletados e sua análise em relação ao pesquisador. Assim, como é necessário que os sujeitos deste estudo de caso respondam questionários com o intuito de poder avaliar as equipes que estão sendo lideradas por eles, há o risco de haver viés nos dados coletados. Isso pode acontecer não apenas pelo fato dos sujeitos estarem envolvidos com suas equipes e o seu trabalho, mas também pela possibilidade das perguntas não serem claras o suficiente para facilitar a sua resposta. Também há a possibilidade das perguntas do questionário de satisfação não terem sido bem elaboradas. Além disso, este estudo de caso foi conduzido apenas com equipes *Scrum*, uma dentre as várias metodologias ágeis existentes. Logo, esses fatores também afetam a *Confiabilidade* deste estudo de caso.

## 6.2 Coleta dos Dados

Como forma de alimentar os nós de entrada do modelo, foram elaboradas perguntas simples e diretas, visando diminuir o tempo necessário para respondê-las. Para cada nó de entrada do modelo, foi elaborada uma pergunta, e suas respostas são todas objetivas, de única escolha, na seguinte escala: Falso, Mais Falso que Verdadeiro, Nem Verdadeiro nem Falso, Mais Verdadeiro que Falso e Verdadeiro. Essa escala foi adotada com base na escala que é utilizada no *survey online* ferramenta *Comparative Agility*. Além dos dados para alimentação dos nós,

perguntas relacionadas às métricas para o cálculo da eficiência das equipes também foram inseridas nesse questionário. Essas perguntas estão definidas no Apêndice A.

A coleta de dados necessária para responder as perguntas de pesquisa deste estudo de caso foi feita com a utilização de um questionário, no formato de formulário *online*. Dessa forma, os sujeitos podem respondê-lo quando acharem cômodo, de modo que não venha a incomodar em sua rotina de trabalho. Para a criação desses questionários, foi decidido utilizar o *Google Forms*<sup>2</sup>, ferramenta que permite criar questionários e armazenar os dados coletados neles em planilhas providas pela ferramenta *Google Sheets*<sup>3</sup>. Além de permitir criar os questionários e armazenar os resultados, essas ferramentas também facilitam o compartilhamento de ambos, com a utilização de links.

O questionário referente às perguntas de pesquisa deste estudo de caso contém perguntas diretas, que seguem o mesmo padrão das perguntas elaboradas para alimentar os nós de entrada do modelo. Contudo, também há perguntas similares em que a resposta é dada pela inserção de texto puro. Assim, os sujeitos podem comentar e dar mais opiniões à respeito da pergunta de pesquisa tratada.

As perguntas definidas para responder as perguntas de pesquisa deste estudo de caso estão definidas na Tabela B.1, no Apêndice B. Portanto, a pergunta de pesquisa *PP1* é respondida com base nas respostas das perguntas 1 e 2 dessa Tabela. A pergunta de pesquisa *PP2* é respondida de acordo com as respostas das perguntas 3 e 4. As perguntas 5 e 6 da Tabela B.1 são referentes à pergunta de pesquisa *PP3*. Finalmente, a pergunta de pesquisa *PP4* é respondida de acordo com as perguntas 7 e 8 dessa Tabela.

## 6.3 Análise dos Dados

Para responder as perguntas de pesquisa definidas neste estudo de caso, a análise é realizada com base nas respostas das perguntas objetivas definidas no Apêndice B. Como cada pergunta objetiva pode ser respondida em um escala de 5 pontos, decidiu-se mapear as possíveis respostas dessas perguntas da seguinte forma:

- *Falso* → 1

---

<sup>2</sup><https://www.google.com/forms/about/>

<sup>3</sup><https://www.google.com/sheets/about/>

- *Mais Falso que Verdadeiro*  $\rightarrow 2$
- *Nem Verdadeiro nem Falso*  $\rightarrow 3$
- *Mais Verdadeiro que Falso*  $\rightarrow 4$
- *Verdadeiro*  $\rightarrow 5$

Dessa forma, é possível realizar uma análise mais objetiva utilizando testes estatísticos.

### ***PP1: O modelo proposto mensura de forma precisa o TE de equipes Scrum?***

Essa pergunta está relacionada à fidelidade dos resultados calculados pelo modelo em relação ao cenário para o qual esses cálculos foram realizados. Baseado na eficiência da equipe, e considerando outros fatores externos que podem influenciar essa eficiência, os *Scrum Masters* avaliaram se a qualidade do TE calculada pelo modelo condiz com o cenário em que foi avaliado.

Para responder essa pergunta de pesquisa, foi necessário avaliar as hipóteses *H0-1* e *HA-1*. Como a pergunta 1 do questionário de satisfação (i.e., Tabela B.1) corresponde à pergunta de pesquisa *PP1*, foi definida a seguinte condição:

Caso  $v_{q1B} \leq 3$ , onde  $v_{q1B}$  representa a média das respostas para *PP1*, deve-se aceitar *H0-1*. Caso contrário, rejeita-se *H0-1* e, conseqüentemente, assume-se que *HA-1* é verdadeira.

### ***PP2: A utilização do modelo auxília na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes Scrum?***

Para responder essa pergunta, foi necessário avaliar as hipóteses *H0-2* e *HA-2*. Assim, baseado na pergunta 3 da Tabela B.1, que corresponde à pergunta de pesquisa *PP2*, foi definida a seguinte condição:

Caso  $v_{q3B} \leq 3$ , onde  $v_{q3B}$  representa a média das respostas para *PP2*, deve-se aceitar *H0-2*. Caso contrário, rejeita-se *H0-2* e, conseqüentemente, assume-se que *HA-2* é verdadeira.

### ***PP3: A abordagem proposta é de fácil implementação e utilização?***

É necessário avaliar as hipóteses *H0-3* e *HA-3* para responder essa pergunta. Assim, como a pergunta 5 da Tabela B.1 está relacionada à pergunta de pesquisa *PP3*, foi definida a seguinte



condição:

Caso  $v_{q5B} \leq 3$ , onde  $v_{q5B}$  representa a média das respostas para *PP3*, deve-se aceitar *H0-3*. Caso contrário, rejeita-se *H0-3* e, conseqüentemente, assume-se que *HA-3* é verdadeira.

***PP4: O custo-benefício de utilizar a abordagem é positivo?***

De forma análoga às perguntas de pesquisa anteriores, para responder essa pergunta, é necessário avaliar as hipóteses *H0-4* e *HA-4*. Portanto, baseado na pergunta 7 do questionário, que corresponde à pergunta de pesquisa *PP4*, foi definida a seguinte condição:

Caso  $v_{q7B} \leq 3$ , onde  $v_{q7B}$  representa a média das respostas para *PP4*, deve-se aceitar *H0-4*. Caso contrário, rejeita-se *H0-4* e, conseqüentemente, assume-se que *HA-4* é verdadeira.

## 6.4 Resultados

Para responder as perguntas de pesquisa deste estudo de caso, os sujeitos utilizaram a abordagem e o modelo propostos neste trabalho para avaliar o TE de suas equipes em três *Sprints*. As Figuras 6.1, 6.2 e 6.3 contém os resultados calculados pelo modelo para as equipes das três unidades de análise definidas.

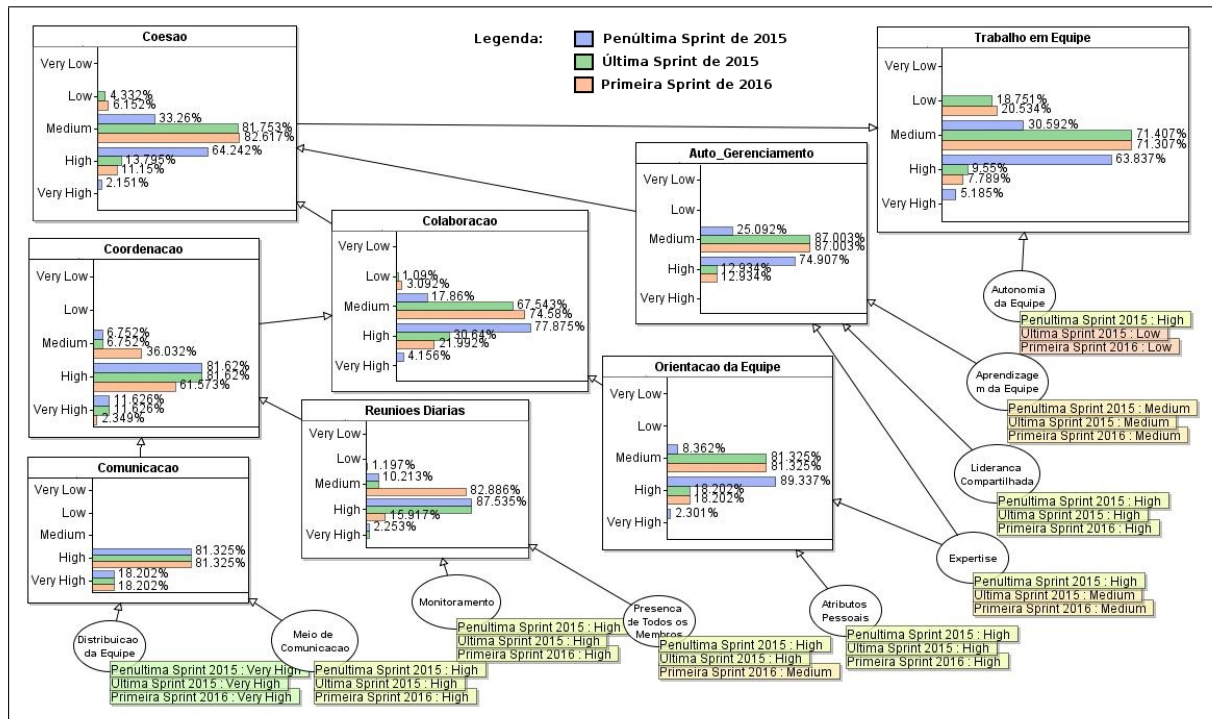


Figura 6.1: Resultados Calculados pelo Modelo para o Projeto A.

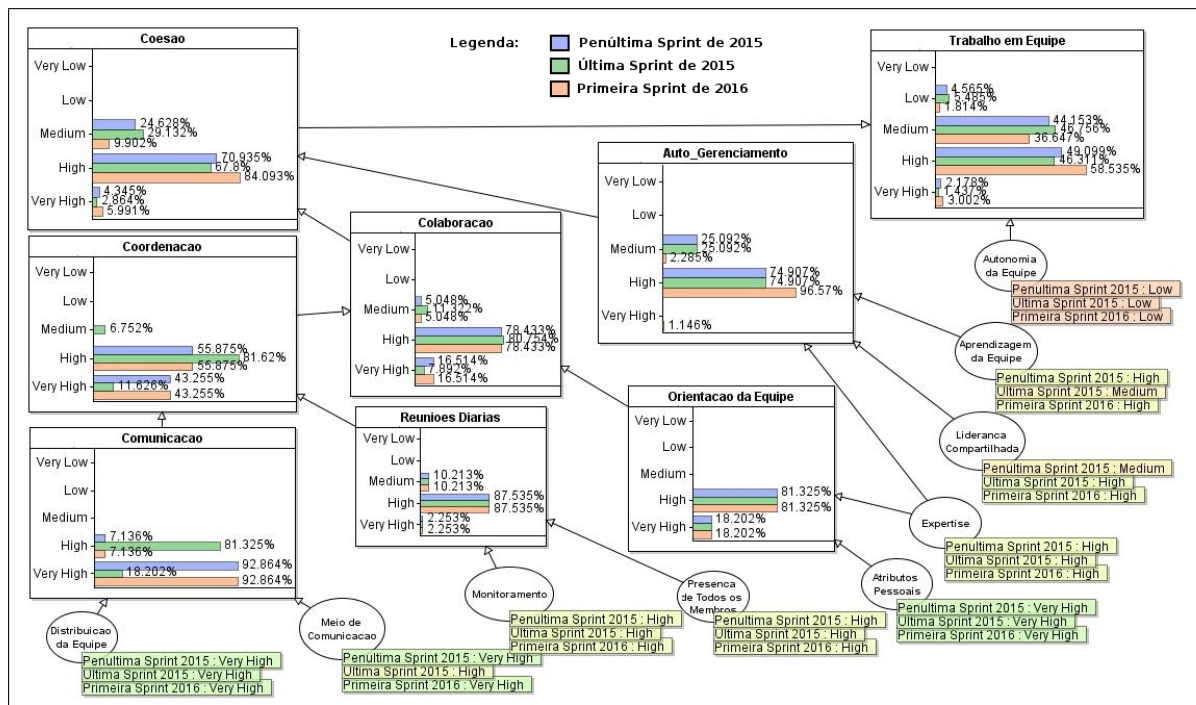


Figura 6.2: Resultados Calculados pelo Modelo para o Projeto B.

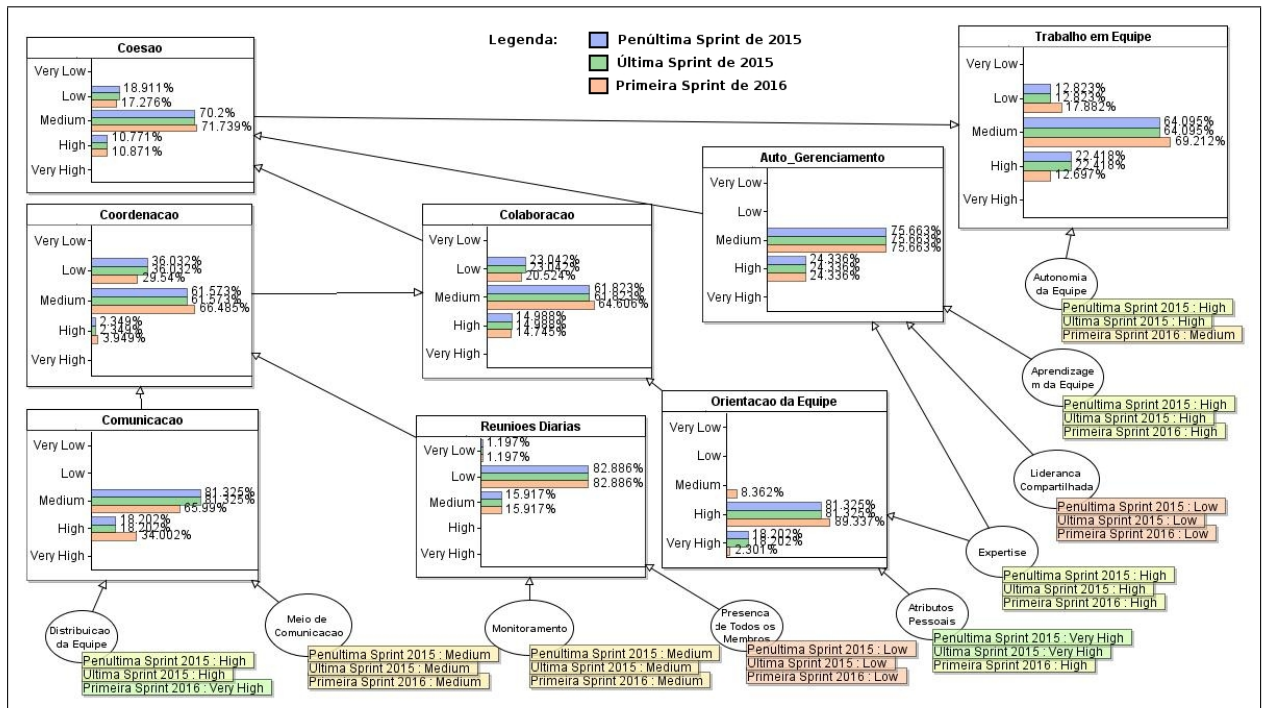


Figura 6.3: Resultados Calculados pelo Modelo para o Projeto C.

Contudo, os sujeitos precisaram analisar os resultados calculados pelo modelo, comparando-os com a eficiência de sua equipe, mas levando em consideração outros fatores que influenciam essa eficiência. A Tabela 6.3 contém a eficiência de cada equipe, de acordo com [25], em cada uma das *sprints*, de acordo com os dados coletados.

Tabela 6.3: Eficiência das Equipes nas três *Sprints*.

<i>Sprint</i>	Projeto		
	A	B	C
Penúltima <i>Sprint</i> de 2015	98,61%	95,23%	73,33%
Última <i>Sprint</i> de 2015	69,23%	100%	100%
Primeira <i>Sprint</i> de 2016	70,51%	100%	77,77%

Após o término das três *sprints*, com base nesses resultados, os sujeitos responderam o questionário de satisfação para avaliar a fidelidade do modelo; o seu auxílio na detecção de oportunidades de melhoria do TE; a facilidade para implementar e utilizar a abordagem proposta; e o custo-benefício de sua utilização.

As Figuras 6.4, 6.5, 6.6 e 6.7 contêm os resultados referentes às perguntas de pesquisa. Com base nesses resultados, é possível avaliar as hipóteses definidas para cada uma das perguntas de pesquisa.

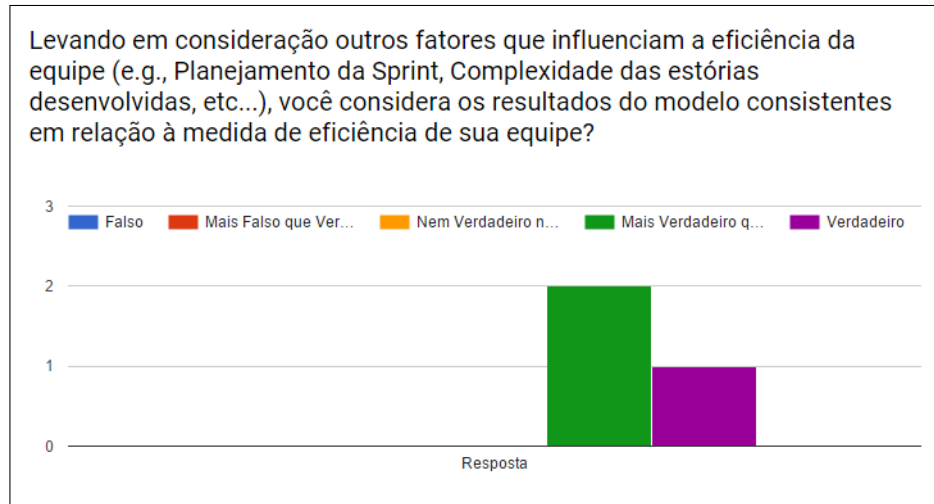


Figura 6.4: Respostas para a Pergunta de Pesquisa *PP1*.

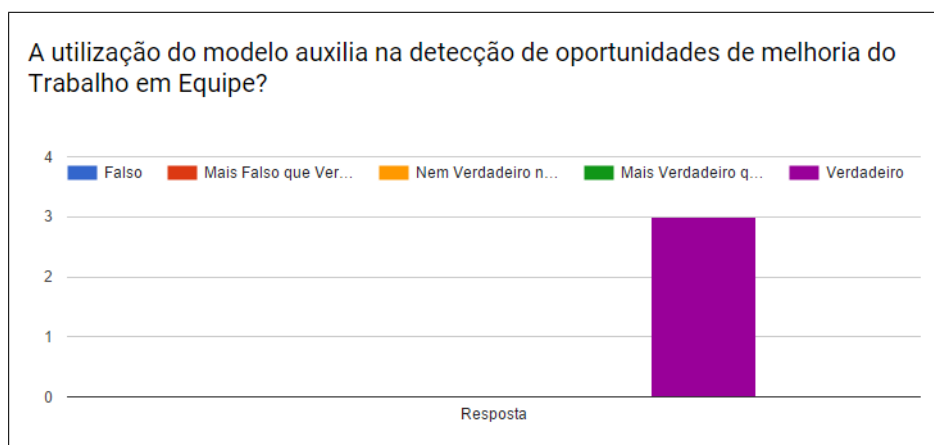


Figura 6.5: Respostas para a Pergunta de Pesquisa *PP2*.

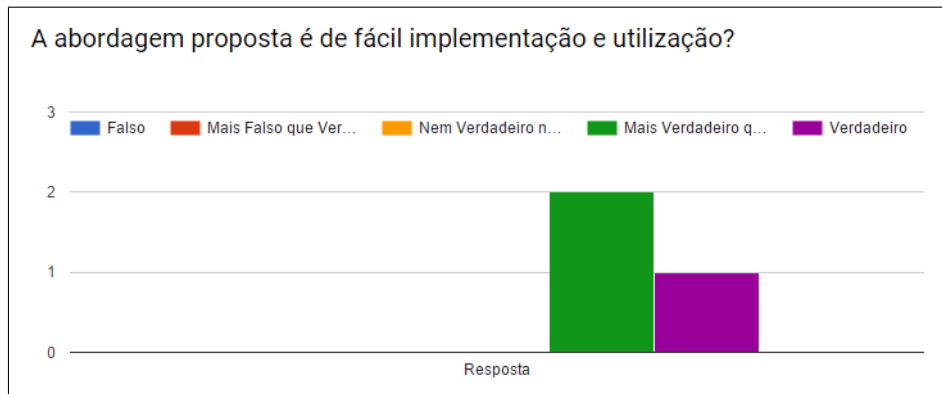


Figura 6.6: Respostas para a Pergunta de Pesquisa PP3.

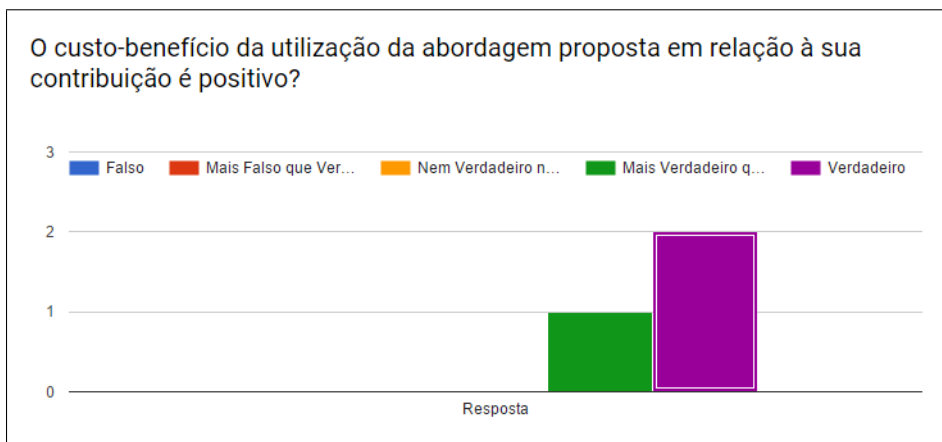


Figura 6.7: Respostas para a Pergunta de Pesquisa PP4.

De posse desses resultados, as hipóteses referentes às perguntas de pesquisa foram avaliadas. Todas as hipóteses foram avaliadas com o teste estatístico X, com nível de confiança de 95%. Para as hipóteses  $H0-1$ ,  $H0-2$ ,  $H0-3$  e  $H0-4$ , os valores de  $p$  obtidos foram A, B, C e D, respectivamente. Portanto, todas as hipóteses nulas foram rejeitadas. Consequentemente, as hipóteses alternativas (i.e.,  $HA-1$ ,  $HA-2$ ,  $HA-3$  e  $HA-4$ ) foram aceitas. Logo, todas as perguntas de pesquisa foram respondidas de forma positiva. Assim, pode-se concluir que:

- O modelo proposto mensura de forma precisa o TE de equipes *Scrum*;
- A utilização do modelo auxília na detecção de oportunidades de melhoria do TE de equipes *Scrum*;

- A abordagem proposta é de fácil implementação e utilização;
- O custo-benefício de utilizar a abordagem é positivo.

Além dessas respostas objetivas, os sujeitos também responderam as perguntas 2, 4 e 6 do questionário de satisfação (Tabela B.1) para prover mais informações à respeito do contexto das *sprints*, e externar suas opiniões de forma descritiva. As Figuras 6.8, 6.9, 6.10 contém, respectivamente, as respostas referentes à essas perguntas do questionário de satisfação.

Quais fatores contribuíram para o aumento/decremento da qualidade do Trabalho em Equipe em cada <i>Sprint</i> ?
<p>Sujeito 1:</p> <p>"Penúltima sprint de 2015: Não houve maiores problemas. Gastamos mais tempo em planejamento, e ninguém do projeto precisou ser alocado para outras atividades relativas ao projeto legado.</p> <p>Última sprint de 2015: Mais membros da equipe foram alocados para trabalhar no projeto legado. Houve problemas de concentração por parte de membros da equipe.</p> <p>Primeira sprint de 2016: Repriorização de issues por causa de um entrega para o cliente que não foi previamente acertada com a equipe. Acabamos fazendo menos daily meetings."</p>
<p>Sujeito 2:</p> <p>"Fator Externo - PO sempre alterando escopo de estórias"</p>
<p>Sujeito 3:</p> <p>"Todas as Sprints:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Maior parte da equipe é composta por graduandos (20 horas), logo na maioria das vezes não é possível fazer uma reunião diária com todos os membros da equipe, o que prejudica a comunicação em alguns momentos. Outro efeito colateral é que algumas vezes existe 'assunto acumulado' a ser tratado na reunião diária, o que acaba fazendo com que ela se estenda demais nessas ocasiões.</li></ul> <p>Penúltima e Última Sprints de 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nestas Sprints não foram implementadas novas funcionalidades, nem foram feitas correções de bugs. O trabalho realizado foi majoritariamente de refatoramento, sendo este dividido em histórias de escopo mais amplo e de mais difícil estimativa, fazendo com que a maioria não fosse concluída na Penúltima Sprint de 2015. Estas Sprints tiveram como objetivo melhorar a qualidade do código e preparar a aplicação para as mudanças de requisitos que estavam em discussão na época.</li></ul> <p>Primeira Sprint de 2016:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nesta Sprint tivemos os primeiros requisitos alterados entregues por parte do cliente, sendo a mudança mais impactante o fato dos webservices utilizados no projeto deixarem de ser desenvolvidos pela equipe e passarem a ser desenvolvidos pelo cliente. Isto diminuiu a autonomia da equipe, já que mudanças nos requisitos acordados com cliente já eram implementados imediatamente na camada de webservices.</li><li>- Um ponto positivo nesta Sprint é que com o período de recesso letivo foi possível melhorar a comunicação, aumentando o percentual de membros da equipe nas reuniões diárias."</li></ul>

Figura 6.8: Respostas para a Pergunta 2 do Questionário de Satisfação.

Como você utilizaria o modelo no processo de tomada de decisões?

Sujeito 1:  
"Faria a análise a cada Sprint para a detecção de pontos fortes e fracos da equipe e utilizaria esses dados para melhorar a eficiência desta."

Sujeito 2:  
"Procurando fortalecer as características da equipe (nós de entrada do modelo) mais problemáticos, priorizando aqueles que mais impactam no resultado da sprint."

Sujeito 3:  
"Observando os pontos que se mostraram mais impactantes é possível identificar alguns pontos fortes e deficiências da equipe. Os dados quantitativos norteariam a prioridade das ações a serem tomadas.  
  
Algumas estratégias podem ser definidas para abordar estes pontos específicos, como por exemplo algumas mudanças no processo de code review para melhorar a comunicação de quando estes devem ser feitos e como as partes envolvidas devem ser notificadas. Outro ponto seria reforçar alguns dos processos já definidos no Scrum, como por exemplo tentar manter as reuniões diárias dentro de um certo limite de tempo. Outros pontos como interferências externas estão mais fora de controle, cabendo ao gerente de projeto tentar mitigar essas interferências no trabalho da equipe."

Figura 6.9: Respostas para a Pergunta 4 do Questionário de Satisfação.

Como você descreveria, em termos de facilidade de implementação e utilização, a adoção dessa abordagem no seu dia-a-dia?

Sujeito 1:  
"Como a alimentação para a análise é muito rápida e direta e a análise desses dados mostra a eficiência da equipe de uma forma que o panorama de eficiência é evidenciado claramente e de fácil leitura, valeria muito ter uma ferramenta para esta análise sempre disponível para obter esses resultados."

Sujeito 2:  
"De posse de uma ferramenta que implemente o modelo, seria muito fácil identificar os problemas da equipe que mais impactam nos resultados e investir em mitigá-los. Não haveria problemas em introduzir a análise dos resultados como parte da retrospectiva da sprint."

Sujeito 3:  
"Acredito que não seja muito complicado, dependendo principalmente do ferramental disponível."

Figura 6.10: Respostas para a Pergunta 6 do Questionário de Satisfação.

No Projeto A, houve uma queda na qualidade do TE calculada para a última *sprint* de 2015 e primeira *sprint* de 2016, em relação à penúltima *sprint* de 2015. Contudo, os resultados calculados pelo modelo representam bem a realidade da equipe nesses momentos. Pode-se concluir isso pois, de acordo com a resposta do sujeito 1 na Figura 6.4, houve influência de um agente externo que realocou parte da equipe para outro projeto e, em seguida, interferiu nas atividades da equipe depois do planejamento.

Apesar de apresentar índices de eficiência muito bons nas três *sprints*, o Projeto B apre-

sentou fortes indícios de que a qualidade do TE, nas três *sprints*, poderia ser média e, com pouca probabilidade, baixa. De acordo com o sujeito 2, *Scrum Master* da equipe responsável pelo Projeto B, os resultados do modelo são fiéis aos cenários que foram avaliados. Foi reportado que o *Product Owner* sempre interferiu nas atividades realizadas pela equipe durante as *sprints*, sempre contradizendo o que havia sido planejado. Contudo, o sujeito 2 atribuiu os altos índices de eficiência ao planejamento da equipe, pois sempre levava em consideração possíveis mudanças de requisitos, o expertise de sua equipe e a complexidade das estórias a serem desenvolvidas.

Para o Projeto C, os resultados calculados para as três *sprints* foram praticamente os mesmos. Apesar de na última *sprint* de 2015 a eficiência da equipe responsável por esse projeto ter sido de 100%, de acordo com *Scrum Master*, sujeito 3, isso só aconteceu devido a grande cobrança para que tudo o que foi planejado fosse cumprido. Além disso, o fato de grande parte da equipe ser composta por desenvolvedores *part-time*, contribui negativamente na comunicação da equipe. Segundo o sujeito 3, os resultados calculados pelo modelo descrevem bem a qualidade do TE de sua equipe nos cenários avaliados.

O tempo médio necessário para responder as perguntas referentes aos nós de entrada do modelo para os sujeitos 1, 2 e 3 foi de, respectivamente, 15, 15, e 5 minutos. Portanto, sem levar em consideração as respostas objetivas da pergunta 7 do questionário de satisfação (Tabela B.1), e baseado nas respostas presentes nas Figuras 6.9 e 6.10, pode-se concluir que o custo-benefício da utilização da abordagem e do modelo propostos é positivo.



# Capítulo 7

## Conclusão

Nesta dissertação, abordou-se a problemática e relevância relacionadas à avaliação da qualidade do TE em equipes ágeis. Além do fato de os fatores que influenciam a qualidade do TE serem subjetivos, se as relações entre eles não forem claras, a avaliação da qualidade do TE pode ser considerada uma atividade complexa.

Com o propósito de amenizar esse problema e, assim, garantir a melhoria contínua do TE e o aumento das chances de sucesso do projeto, neste trabalho, foi apresentado um modelo baseado em RB, e uma abordagem para utilizá-lo.

Tomando como base o modelo proposto em [45], foi realizada uma revisão literária para elencar os fatores que influenciam a qualidade do TE. Dessa forma, foi possível evoluir esse modelo, garantindo que ele englobe fatores essenciais. Além de evoluir a estrutura do modelo, as TPN do modelo apresentado neste trabalho foram definidas utilizando uma abordagem mais robusta do que a utilizada em [45].

Para utilizar o modelo, foi proposta uma abordagem que pode ser dividida em quatro macro-etapas: (i) avaliação do modelo, onde o indivíduo que deseja utilizá-lo deve verificar se o modelo está consistente com o cenário que será aplicado; (ii) alimentação do modelo, em que os nós de entrada do modelo são alimentados; (iii) análise dos dados, comparando os resultados do modelo com a eficiência da equipe, e levando em consideração fatores externos que podem afetar essa eficiência, além da elaboração de um plano corretivo e preventivo; e (iv) ações corretivas e preventivas, onde o plano elaborado na etapa anterior é colocado em prática.

A validação do modelo e da abordagem foi realizada por meio de estudo de caso uti-

lizando três projetos do Embedded Lab como unidades de análise. Conforme discutido na Seção 6.4, o modelo mostrou-se fiel em relação aos cenários em que foi utilizado para avaliar a qualidade do TE. Além disso, a utilização desse modelo possibilita aos seus usuários oportunidades de melhoria no TE, auxiliando na tomada de decisões. De acordo com os sujeitos que participaram do estudo de caso, o custo-benefício da utilização da abordagem no dia-a-dia do processo é positivo.

Em virtude da quantidade de unidades análise do estudo de caso ser baixa, não há como concluir que a abordagem e modelo propostos é útil para todos os projetos de desenvolvimento de *software* que utilizam metodologias ágeis. Contudo, baseado na diversidade dos projetos desenvolvidos pelas unidades de análise e nos resultados do estudo de caso, acredita-se que os objetivos desta pesquisa foram atingidos.

## 7.1 Limitações

Apesar de ser concluir que o modelo a abordagem propostos nesta pesquisa cumprem com o objetivos descritos na Seção 1.2, existem alguns fatores que limitam as conclusões realizadas. Conforme mencionado anteriormente, o número de unidades de análise do estudo de caso não é ideal. Além disso, o estudo de caso durou apenas três *sprints* (i.e., 45 dias) e todas as unidades de análise utilizavam *Scrum*. Portanto, a quantidade de dados coletados pode ter sido baixa e a validação com equipes que adotam apenas *Scrum* pode afetar as conclusões.

## 7.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, pretende-se criar uma ferramenta *Open Source* que permita construir e utilizar RB. Atualmente, o processo de construção e utilização das RB é feito com a ferramenta *AgenaRisk*, que exige o pagamento de uma licença anual.

Espera-se também que outros pesquisadores sintam-se motivados para aplicar o modelo e abordagem propostos em uma quantidade maior de projetos, por um maior período de tempo. Isso poderia melhorar a confiança da pesquisa para, possivelmente, incorporar o modelo e a abordagem na em processos na indústria.

Além disso, o modelo proposto neste trabalho pode ser integrado como componente

---

ao modelo proposto por Perkusich et al. [39] [41], que é capaz de detectar problemas no processo de desenvolvimento de *software* baseados em *Scrum*.

# Bibliografia

- [1] Esperança Amengual, Antònia Mas, and AntoniLluís Mesquida. Team spice: A spice-based teamwork assessment model. In Andreas Riel, Rory O'Connor, Serge Tichkiwitch, and Richard Messnarz, editors, *Systems, Software and Services Process Improvement*, volume 99 of *Communications in Computer and Information Science*, pages 37–47. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [2] Kent Beck, Mike Beedle, Arie van Bennekum, Alistair Cockburn, Ward Cunningham, Martin Fowler, James Grenning, Jim Highsmith, Andrew Hunt, Ron Jeffries, Jon Kern, Brian Marick, Robert C. Martin, Steve Mellor, Ken Schwaber, Jeff Sutherland, and Dave Thomas. Manifesto for agile software development, 2001. Acessado em 01/02/2016.
- [3] Irad Ben-Gal. *Bayesian Networks*. John Wiley & Sons, Ltd, 2008.
- [4] B. Boehm. Software engineering is a value-based contact sport. *IEEE Softw.*, 19(5):95–96, September 2002.
- [5] Benson Rosen Bradley L. Kirkman. Beyond self-management: Antecedents and consequences of team empowerment. *The Academy of Management Journal*, 42(1):58–74, 1999.
- [6] Bustamante, A., Sawhney, R. Agile xxl: Scaling agile for project teams, seapine software, inc. [http://downloads.seapine.com/pub/ebooks/AgileScaling\\_eBook.pdf](http://downloads.seapine.com/pub/ebooks/AgileScaling_eBook.pdf), 2011. Accessed: 28th April 2015.
- [7] Tsun Chow and Dac-Buu Cao. A survey study of critical success factors in agile software projects. *Journal of Systems and Software*, 81(6):961 – 971, 2008. Agile Product Line Engineering.

- [8] A. Cockburn and J. Highsmith. Agile software development, the people factor. *Computer*, 34(11):131–133, Nov 2001.
- [9] Balaram Das. Generating conditional probabilities for bayesian networks: Easing the knowledge acquisition problem. *CoRR*, cs.AI/0411034, 2004.
- [10] F. J. Díez. Parameter adjustment in bayes networks. the generalized noisy or-gate. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, UAI’93, pages 99–105, San Francisco, CA, USA, 1993. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [11] Khaled El Emam and A. Günes Koru. A replicated survey of it software project failures. *IEEE Softw.*, 25(5):84–90, September 2008.
- [12] N. Fenton, P. Krause, and M. Neil. Software measurement: uncertainty and causal modeling. *Software, IEEE*, 19(4):116–122, Jul 2002.
- [13] N. Fenton, W. Marsh, M. Neil, P. Cates, S. Forey, and M. Tailor. Making resource decisions for software projects. In *Software Engineering, 2004. ICSE 2004. Proceedings. 26th International Conference on*, pages 397–406, May 2004.
- [14] N.E. Fenton, M. Neil, and Jose Galan Caballero. Using ranked nodes to model qualitative judgments in bayesian networks. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 19(10):1420–1432, Oct 2007.
- [15] Norman Fenton, Martin Neil, William Marsh, Peter Hearty, David Marquez, Paul Krause, and Rajat Mishra. Predicting software defects in varying development lifecycles using bayesian nets. *Inf. Softw. Technol.*, 49(1):32–43, January 2007.
- [16] Viktoria Gulliksen Stray, Nils Brede Moe, and Torgeir Dingsøy. *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming: 12th International Conference, XP 2011, Madrid, Spain, May 10-13, 2011. Proceedings*, chapter Challenges to Teamwork: A Multiple Case Study of Two Agile Teams, pages 146–161. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011.

- [17] Chaitanya Gurram and Srinivas Goud Bandi. Teamwork in distributed agile software development. Master's thesis, Blekinge Institute of Technology, School of Computing, 2013.
- [18] Lars Martin Riiser Haraldsen. An investigation of team effectiveness in agile software development. Master's thesis, Norwegian University of Science and Technology, 2012.
- [19] Martin Hoegl and Hans Georg Gemuenden. Teamwork quality and the success of innovative projects: A theoretical concept and empirical evidence. *Organization science*, 12(4):435–449, 2001.
- [20] Kurt Huang and Max Henrion. Efficient search-based inference for noisy-or belief networks: Topepsilon. In *Proceedings of the Twelfth International Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, UAI'96, pages 325–331, San Francisco, CA, USA, 1996. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [21] Andreas Johansson. Toward improvements of teamwork in globally distributed agile teams. Bachelor of science thesis in software engineering and management, University of Gothenburg, 2013.
- [22] Barbara Kitchenham and Stuart Charters. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.
- [23] YAVUZ KOZAK. Barriers against better team performance in agile software projects. Master's thesis, Chalmers University of Technology, Sweden, 2013.
- [24] Robert E. Kraut and Lynn A. Streeter. Coordination in software development. *Commun. ACM*, 38(3):69–81, March 1995.
- [25] Marmamula Prashanth Kumar. A simple way to measure the performance of scrum teams. <https://www.scrumalliance.org/community/articles/2014/may/simple-way-to-measure-performance-of-scrum-teams>. Acessado em 01/02/2016.
- [26] Pekka Laitila. Improving the use of ranked nodes in the elicitation of conditional probabilities for bayesian networks. Master's thesis, Aalto University, Finland, 2013.

- [27] Vikash Lalsing, Somveer Kishnah, and Sameerchand Pudaruth. People factors in agile software development and project management. *International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA)*, 3(1), 2012.
- [28] Timothy C. Lethbridge, Susan Elliott Sim, and Janice Singer. Studying software engineers: Data collection techniques for software field studies. *Empirical Software Engineering*, 10(3):311–341, 2005.
- [29] C. Melo, D.S. Cruzes, F. Kon, and R. Conradi. Agile team perceptions of productivity factors. In *Agile Conference (AGILE), 2011*, pages 57–66, Aug 2011.
- [30] Nils Brede Moe, Torgeir Dingsøy, and Tore Dybå. A teamwork model for understanding an agile team: A case study of a scrum project. *Information and Software Technology*, 52(5):480 – 491, 2010. TAIC-PART 2008TAIC-PART 2008.
- [31] NilsBrede Moe, Torgeir Dingsøy, and EmilA. Røyrvik. Putting agile teamwork to the test – an preliminary instrument for empirically assessing and improving agile software development. In Pekka Abrahamsson, Michele Marchesi, and Frank Maurer, editors, *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming*, volume 31 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, pages 114–123. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [32] Gareth Morgan, Fred Gregory, and Cameron Roach. *Images of organization*. Wiley Online Library, 1997.
- [33] Richard E Neapolitan et al. *Learning bayesian networks*, volume 38. Prentice Hall Upper Saddle River, 2004.
- [34] Martin Neil, Norman Fenton, Simon Forey, and Roger Harris. Using bayesian belief networks to predict the reliability of military vehicles. *Computing & Control Engineering Journal*, 12(1):11–20, 2001.
- [35] Martin Neil, Norman Fenton, and Lars Nielson. Building large-scale bayesian networks. *Knowl. Eng. Rev.*, 15(3):257–284, September 2000.

- [36] Martin Neil, Paul Krause, and Norman Fenton. *Software Engineering with Computational Intelligence*, chapter Software Quality Prediction Using Bayesian Networks, pages 136–172. Springer US, Boston, MA, 2003.
- [37] Martin Neil, Bob Malcolm, and Roger Shaw. Modelling an air traffic control environment using bayesian belief networks. In *21st International System Safety Conference*, 2003.
- [38] J. Pearl and S. Russell. Bayesian networks. *Handbook of brain theory and neural networks*, 1995.
- [39] Mirko Perkusich, Hyggo Oliveira de Almeida, and Angelo Perkusich. A model to detect problems on scrum-based software development projects. In *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pages 1037–1042. ACM, 2013.
- [40] Mirko Perkusich, Angelo Perkusich, and Hyggo Oliveira de Almeida. Using survey and weighted functions to generate node probability tables for bayesian networks. In *Computational Intelligence and 11th Brazilian Congress on Computational Intelligence (BRICS-CCI & CBIC), 2013 BRICS Congress on*, pages 183–188. IEEE, 2013.
- [41] Mirko Perkusich, Gustavo Soares, Hyggo Almeida, and Angelo Perkusich. A procedure to detect problems of processes in software development projects using bayesian networks. *Expert Systems with Applications*, 42(1):437 – 450, 2015.
- [42] Mats Angermo Ringstad, Torgeir Dingsøy, and Nils Brede Moe. *Systems, Software and Service Process Improvement: 18th European Conference, EuroSPI 2011, Roskilde, Denmark, June 27-29, 2011. Proceedings*, chapter Agile Process Improvement: Diagnosis and Planning to Improve Teamwork, pages 167–178. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011.
- [43] Per Runeson and Martin Höst. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Softw. Engg.*, 14(2):131–164, April 2009.
- [44] Christoph T. Schmidt, Thomas Kude, Armin Heinzl, and Sunil Mithas. How agile practices influence the performance of software development teams: The role of shared



- mental models and backup. In *ICIS 2014 Proceedings*, page Paper 15, Atlanta, Ga., 2014. AISel.
- [45] A. Silva Freire, R.M. Da Silva, M. Perkusich, H. Almeida, and A. Perkusich. A bayesian network model to assess agile teams' teamwork quality. In *Software Engineering (SBES), 2015 29th Brazilian Symposium on*, pages 191–196, Sept 2015.
- [46] Gitte Tjørnehøj, Mette Fransgård, and Signe Skalkam. Trust in agile teams in distributed software development. In *Information System Research Seminar in Scandinavia 2012*, 2012.
- [47] Emily Weimar, Ariadi Nugroho, Joost Visser, and Aske Plaat. Towards high performance software teamwork. In *Proceedings of the 17th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE '13*, pages 212–215, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [48] E. Whitworth and R. Biddle. The social nature of agile teams. In *Agile Conference (AGILE), 2007*, pages 26–36, Aug 2007.
- [49] Laurie Williams. Agile software development methodologies and practices. In *Advances in Computers*, volume 80 of *Advances in Computers*, pages 1 – 44. Elsevier, 2010.

## Apêndice A

# Questionários para Alimentação do Modelo

Neste Apêndice estão as perguntas elaboradas para facilitar o processo de alimentação do modelo proposto. Cada pergunta possui cinco respostas possíveis, e apenas uma delas pode ser utilizada para responder as perguntas.

A Tabela A.1 corresponde às perguntas definidas para os nós de entrada *Distribuição da Equipe* e *Meio de Comunicação*, que influenciam a *Comunicação* da equipe. Na Tabela A.2 estão as perguntas definidas referentes aos nós de entrada *Monitoramento* e *Presença de Todos os Membros*, que influenciam a qualidade das *Reuniões Diárias*. A Tabela A.3, por sua vez, corresponde às perguntas relacionadas aos nós de entrada *Atributos Pessoais* e *Expertise*, que influenciam a qualidade da *Orientação da Equipe*. Apesar do nó *Auto-Gerenciamento* depender dos valores dos nós *Expertise*, *Liderança Compartilhada* e *Aprendizagem da Equipe*, a Tabela A.4 só contém as perguntas referentes a esses dois últimos, pois a pergunta para o nó *Expertise* foi definida na Tabela A.3. Finalmente, na Tabela A.5, está definida a pergunta referente ao nó de entrada *Autonomia da Equipe*, que influencia diretamente na qualidade do *Trabalho em Equipe*.

De acordo com a Seção 4.1, todos os nós do modelo são *Nós Ranqueados* com cinco estados (i.e., Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto). Assim, como as perguntas definidas neste Apêndice possuem cinco respostas possíveis, é possível mapeá-las para um estado possível de um determinado nó da seguinte maneira:

- *Falso  $\rightarrow$  Muito Baixo*
- *Mais Falso que Verdadeiro  $\rightarrow$  Baixo*
- *Nem Verdadeiro nem Falso  $\rightarrow$  Médio*
- *Mais Verdadeiro que Falso  $\rightarrow$  Alto*
- *Verdadeiro  $\rightarrow$  Muito Alto*

Contudo, a pergunta referente ao nó *Autonomia da Equipe* deve ser interpretada de maneira inversa, mas seguindo a mesma lógica:

- *Falso  $\rightarrow$  Muito Alto*
- *Mais Falso que Verdadeiro  $\rightarrow$  Alto*
- *Nem Verdadeiro nem Falso  $\rightarrow$  Médio*
- *Mais Verdadeiro que Falso  $\rightarrow$  Baixo*
- *Verdadeiro  $\rightarrow$  Muito Baixo*

Tabela A.1: Perguntas Referentes à Qualidade da Comunicação da Equipe.

Comunicação		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
1	Distribuição da Equipe	<p><b>Os membros da Equipe de Desenvolvimento compartilham sempre o mesmo local de trabalho?</b></p> <p>Verdadeiro - Todos os membros da equipe compartilham o mesmo local de trabalho. Falso - Os membros da equipe não compartilham o mesmo local de trabalho.</p> <p>Opção 1: Falso Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso Opção 5: Verdadeiro</p>
2	Meio de Comunicação	<p><b>Os membros da Equipe de Desenvolvimento conversam cara-a-cara sempre que possível?</b></p> <p>Verdadeiro - Os membros da equipe comunicam-se sempre cara-a-cara. Falso - Os membros da equipe não se comunicam cara-a-cara.</p> <p>Opção 1: Falso Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso Opção 5: Verdadeiro</p>

Tabela A.2: Perguntas Referentes à Qualidade das Reuniões Diárias da Equipe.

Reuniões Diárias		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
3	Monitoramento	<p><b>Os membros da equipe externam suas dificuldades e seu progresso em relação às atividades realizadas de forma clara e objetiva?</b></p> <p>Verdadeiro - Os membros da equipe externam suas dificuldades e seu progresso em relação às atividades realizadas de forma clara e objetiva.</p> <p>Falso - Os membros da equipe não relatam de forma clara as atividades nas quais estão envolvidos, ou aproveitam a oportunidade para justificar decisões que foram tomadas.</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>
4	Presença de Todos os Membros	<p><b>Todos os membros da equipe estiveram presente durante as reuniões diárias?</b></p> <p>Verdadeiro - Todos os membros da equipe estiveram presente durante as reuniões diárias.</p> <p>Falso - Em nenhuma das reuniões diárias todos os membros estavam presentes.</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>

Tabela A.3: Perguntas Referentes à Qualidade da Orientação da Equipe.

Orientação da Equipe		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
5	Atributos Pessoais	<p><b>Os membros da equipe se dão bem entre si?</b></p> <p>Verdadeiro - A mistura de personalidades dos membros da equipe contribui para que eles se dêem bem entre si  Falso - A mistura de personalidades dos membros da equipe não contribui para que eles se dêem bem entre si.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>
6	Expertise	<p><b>Os membros da equipe possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das histórias da sprint com interseção?</b></p> <p>Verdadeiro - Os membros da equipe possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das histórias da sprint com capacidade de substituir uns aos outros na realização das tarefas.  Falso - Os membros da equipe não possuem todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento das histórias da sprint.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>

Tabela A.4: Perguntas Referentes à Capacidade de Auto-Gerenciamento da Equipe.

Auto-Gerenciamento		
ID	Nó Correspondente	Pergunta
7	Liderança Compartilhada	<p><b>A autoridade na tomada de decisões e na liderança é compartilhada entre os membros da equipe?</b></p> <p>Verdadeiro - A autoridade na tomada de decisões e na liderança é compartilhada entre os membros da equipe.  Falso - A autoridade na tomada de decisões e na liderança não é compartilhada entre os membros da equipe.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>
8	Aprendizagem da Equipe	<p><b>A equipe se adapta facilmente às mudanças que ocorrem durante o projeto?</b></p> <p>Verdadeiro - A equipe se adapta facilmente às mudanças que ocorrem durante o projeto.  Falso - A equipe não tem capacidade de se adaptar às mudanças que ocorrem durante o projeto.</p> <p>Opção 1: Falso  Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro  Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso  Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso  Opção 5: Verdadeiro</p>

Tabela A.5: Pergunta Referente à Autonomia da Equipe.

ID	Nó Correspondente	Pergunta
9	Autonomia da Equipe	<p><b>Há um agente externo interferindo em como a equipe executa suas tarefas?</b></p> <p>Verdadeiro - Há um agente externo que sempre interfere em como a equipe deve executar suas atividades. Falso - Não há um agente externo interferindo em como a equipe executa suas tarefas. O agente externo colabora com a equipe para definir o que será executado e apenas quando adequado.</p> <p>Opção 1: Falso Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso Opção 5: Verdadeiro</p>

## Apêndice B

### Questionário de Satisfação

Na Tabela B.1 deste Apêndice está definido o questionário referente às perguntas de pesquisa do estudo de caso realizado nesta pesquisa, Seção 6.1.3.

Tabela B.1: Perguntas Referente às Perguntas de Pesquisa do Estudo de Caso.

ID	Pergunta de Pesquisa Correspondente	Pergunta
1	<i>PP1</i>	<p>Levando em consideração outros fatores que influenciam a eficiência da equipe (e.g., Planejamento da Sprint, Complexidade das histórias desenvolvidas, etc...), você considera os resultados do modelo consistentes em relação à medida de eficiência de sua equipe?</p> <p>Opção 1: Falso Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso Opção 5: Verdadeiro</p>



Continuação da Tabela B.1		
ID	Pergunta de Pesquisa Correspondente	Pergunta
2	PP1	Quais fatores contribuíram para o aumento/decremento da qualidade do Trabalho em Equipe em cada Sprint?
3	PP2	<p>A utilização do modelo auxilia na detecção de oportunidades de melhoria do Trabalho em Equipe?</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>
4	PP2	Como você utilizaria o modelo no processo de tomada de decisões?
5	PP3	<p>A abordagem proposta é de fácil implementação e utilização?</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>
6	PP3	Como você descreveria, em termos de facilidade de implementação e utilização, a adoção dessa abordagem no seu dia-a-dia?

Continuação da Tabela B.1		
ID	Pergunta de Pesquisa Correspondente	Pergunta
7	PP4	<p>O custo-benefício da utilização da abordagem proposta em relação à sua contribuição é positivo?</p> <p>Opção 1: Falso</p> <p>Opção 2: Mais Falso que Verdadeiro</p> <p>Opção 3: Nem Verdadeiro nem Falso</p> <p>Opção 4: Mais Verdadeiro que Falso</p> <p>Opção 5: Verdadeiro</p>
8	PP4	<p>Em média, para cada sprint, quanto tempo foi gasto (em minutos) para responder as perguntas referentes à alimentação do modelo?</p>