

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA  
COMPUTAÇÃO

Dissertação de Mestrado

Uma Análise Comparativa entre Modelos de Trabalho em  
Equipe Ágil

MANUEL SEVERINO DA SILVA NETO

CAMPINA GRANDE-PB  
09/2021

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

# Uma Análise Comparativa entre Modelos de Trabalho em Equipe Ágil

Manuel Severino da Silva Neto

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande 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

Kyller Gorgônio

Mirko Perkusich

(Orientadores)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Manuel Severino da Silva Neto, 19/08/2021

S586a Silva Neto, Manuel Severino da.  
Uma análise comparativa entre modelos de trabalho em equipe ágil / Manuel Severino da Silva Neto. – Campina Grande, 2021.  
65 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2021.  
"Orientação: Prof. Dr. Kyller Gorgônio, Prof. Dr. Mirko Perkusich".  
Referências.

1. Desenvolvimento Ágil de Software (DAS). 2. Redes Bayesianas. 3. Modelagem de Equações Estruturais. I. Gorgônio, Kyller. II. Perkusich, Mirko. III. Título.

CDU 004.41(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
POS-GRADUACAO CIENCIAS DA COMPUTACAO  
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

## FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

**MANUEL SEVERINO DA SILVA NETO**

UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELOS DE TRABALHO EM EQUIPE ÁGIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovada em: 19/08/2021

Prof. Dr. KYLLER COSTA GORGÔNIO - Orientador - UFCG

Dr. MIRKO BARBOSA PERKUSICH - Orientador

Prof. Dr. DANILO FREIRE DE SOUZA SANTOS - Examinador Interno - UFCG

Prof. Dr. ANGELO PERKUSICH - Examinador Externo - UFCG



Documento assinado eletronicamente por **MIRKO BARBOSA PERKUSICH, Usuário Externo**, em 19/08/2021, às 12:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **DANILO FREIRE DE SOUZA SANTOS, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2021, às 13:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **KYLLER COSTA GORGONIO, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2021, às 15:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANGELO PERKUSICH, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/08/2021, às 09:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **1689675** e o código CRC **A2C57839**.

---

Referência: Processo nº 23096.049490/2021-69

SEI nº 1689675

## Resumo

O Desenvolvimento Ágil de Software é, atualmente, a principal mentalidade para desenvolver *software*, e tem o trabalho em equipe como fator central. Para avaliar o trabalho em equipe ágil, a literatura apresenta múltiplos modelos que utilizam questionários para coletar dados, mas possuem construtos e medidas distintas. Esses modelos podem auxiliar a tomada de decisão, identificando oportunidades de melhoria a partir da avaliação do trabalho em equipe. Além disso, estudos relatam que, dependendo do papel do respondente, os resultados para a percepção do impacto do trabalho em equipe em variáveis que compõem o desempenho da equipe são diferentes. No entanto, não é relatada a influência do papel do respondente na avaliação das variáveis do construto trabalho em equipe. Desta forma, o problema em questão é: “Como os modelos para avaliação do trabalho em equipe se comparam no contexto de equipes ágeis?”. Esta dissertação tem como objetivo comparar dois modelos com relação ao seus construtos e medidas. Além disso, pretende-se confirmar se há diferenças na avaliação do trabalho em equipe pelos diferentes papéis. Para responder a questão de pesquisa, foi realizado um estudo empírico, coletando dados de 162 membros de equipes de duas organizações. A análise dos resultados indica que ambos os modelos possuem construtos semelhantes, exceto para a variável Autonomia da Equipe. Em termos das medidas utilizadas para as seis variáveis analisadas, ambos os modelos são equivalentes na medição de cinco delas. Com relação a influência dos papéis na avaliação de cada variável do trabalho em equipe, os resultados indicam que, dependendo do papel desempenhado, a percepção do trabalho em equipe é semelhante. Portanto se conclui que cabe às equipes escolherem qual modelo de trabalho em equipe que melhor se adequa ao seu contexto. Além disso, os diferentes papéis avaliam o trabalho em equipe ágil, de forma semelhante. Porém, para algumas variáveis que compõem este construto, existe uma diferença de avaliação entre os papéis.

**Palavras-chave:** Trabalho em Equipe, Desenvolvimento Ágil de Software, Redes Bayesianas, Modelagem de Equações Estruturais.

## **Abstract**

Agile Software Development is currently the main mentality for developing *software*, and teamwork is the central factor. To assess agile teamwork, the literature presents multiple models that use questionnaires to collect data but have different constructs and measures. These models can help decision-making, identifying opportunities for improvement based on the assessment of teamwork. Furthermore, studies report that, depending on the respondent's role, the results for the perception of the impact of teamwork on variables that make up team performance are different. However, the influence of the respondent's role in evaluating the variables of the teamwork construct itself is not reported. Thus, the question at hand is: "How do models for evaluating teamwork compare in the context of agile teams?". This dissertation aims to compare two models with respect to their constructs and measures. In addition, it is intended to confirm whether there are differences in the assessment of teamwork for different roles. To answer the research question, an empirical study was carried out, collecting data from 162 team members from two organizations. The analysis of the results indicates that both models have similar constructs, except for the Team Autonomy variable. Regarding the measures used for the six variables analyzed, both models are equivalent in measuring five of them. Regarding the influence of roles on the evaluation of each teamwork variable, the results indicate that, depending on the role played, the perception of teamwork is similar. Therefore, it is concluded that it is up to the teams to choose which teamwork model best suits their context. In addition, the different roles assess agile teamwork in a similar way. However, for some variables that make up this construct, there is an assessment difference between the roles.

**Keywords:** Teamwork, Agile Software Development, Bayesian Network, Structural Equation Model

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Daniel e Kilma, por sempre acreditarem em mim e proverem todo suporte necessário durante toda minha vida de estudante para eu poder chegar até aqui. Agradeço em especial ao meu avô, João Manoel da Silva, por ser um exemplo de ser humano e por me dar sempre os melhores conselhos e, em geral, a toda minha família que sempre me apoiou.

Aos meus orientadores, Kyller Costa e Mirko Perkusich, pela paciência e por todo aprendizado transmitido desde quando eu era apenas um graduando chegando ao meu primeiro projeto, 5 anos atrás.

A todos os amigos que fiz no grupo Intelligent Software Engineering, em especial a Arthur Freire e Danyllo Albuquerque, pela ajuda em diversos momentos e por transmitirem seus conhecimentos como pesquisadores mais experientes.

A todos que fazem o Virtus, por participarem da pesquisa e contribuírem com os dados utilizados nas análises comparativas que compõem esta dissertação.

Aos meus amigos que me acompanham desde a infância até os dias atuais, em especial Bruno, Thiago, Letícia e Viktor, além de vários amigos que fiz durante a minha caminhada universitária como Lucas Wilker, Marcos César e Bárbara Cristina. Obrigado por sempre acreditarem em mim e por todos os momentos de descontração.

Para finalizar, gostaria de agradecer o apoio financeiro da CAPES e do povo brasileiro.

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Problemática . . . . .	2
1.2	Objetivos . . . . .	5
1.3	Metodologia . . . . .	5
1.4	Contribuições . . . . .	6
1.5	Estrutura do Documento . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>8</b>
2.1	Mentalidade Ágil . . . . .	8
2.2	Modelagem de Equações Estruturais . . . . .	10
2.3	Redes Bayesianas . . . . .	12
2.4	Modelo de Qualidade do Trabalho em Equipe Baseado em Modelagem de Equações Estruturais (TE-MEE) . . . . .	13
2.5	Modelo de Qualidade do Trabalho em Equipe Baseado em Rede Bayesiana (TE-RB) . . . . .	16
2.6	Semelhança entre as Variáveis dos Modelos TE-RB e TE-MEE . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>21</b>
3.1	Caracterização das Unidades de Análise e Sujeitos . . . . .	21
3.2	Coleta de Dados . . . . .	24
3.3	Instrumentação . . . . .	25
3.4	Procedimento de Análise . . . . .	25
3.4.1	Procedimento de Análise dos Modelos . . . . .	25
3.4.2	Procedimento de Análise das Perspectivas . . . . .	29

<b>4</b>	<b>Análise Comparativa entre Modelos de Trabalho em Equipe Ágil</b>	<b>30</b>
4.1	Resultados e Discussão . . . . .	31
4.1.1	QP1: Os modelos TE-MEE e TE-RB são semelhantes em termos de seus construtos? . . . . .	31
4.1.2	QP2: Os modelos TE-MEE e TE-RB são semelhantes em termos de suas medidas? . . . . .	34
4.2	Ameaças à Validade . . . . .	35
4.3	Conclusões do Capítulo . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Análise Comparativa entre Perspectivas de Avaliação do Trabalho em Equipe Ágil</b>	<b>38</b>
5.1	Resultados e Discussão . . . . .	39
5.1.1	QP1: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva da equipe de desenvolvimento e líder técnico? . . . . .	41
5.1.2	QP2: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva da equipe de desenvolvimento e gerente? . . . . .	42
5.1.3	QP3: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva do líder técnico e gerente? . . . . .	43
5.2	Ameaças à Validade . . . . .	43
5.3	Conclusões do Capítulo . . . . .	44
<b>6</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>46</b>
6.1	Sugestões para Trabalhos Futuros . . . . .	47
<b>A</b>		<b>54</b>
A.1	Questionário dos Dados Demográficos . . . . .	54
A.2	Questionário do TE-MEE . . . . .	54
A.3	Questionário do TE-RB . . . . .	57

# Lista de Figuras

2.1	Visão Geral da MEE . . . . .	10
2.2	Exemplo de MEE . . . . .	11
2.3	Exemplo de uma Rede Bayesiana . . . . .	13
2.4	Visão Geral do TE-MEE . . . . .	15
2.5	Visão Geral do TE-RB . . . . .	18
3.1	Informações sobre os Sujeitos . . . . .	24
3.2	Procedimento para Entrada de Dados no TE-RB . . . . .	27
4.1	Resultados da Análise de Sensibilidade do TE-RB . . . . .	32
4.2	Gráfico de Associação das Classificações para TE-RB(esquerda) e TE-MEE(direita). . . . .	33
5.1	EMR entre diferentes perspectivas de avaliação . . . . .	40

# Lista de Tabelas

2.1	Descrição das Variáveis do MEE . . . . .	14
2.2	Descrição das Variáveis do TE-RB . . . . .	17
2.3	Mapeamento entre as Variáveis do TE-MEE e TE-RB . . . . .	19
3.1	Informações dos Sujeitos . . . . .	22
3.2	Informações das Equipes . . . . .	23
4.1	EMR calculado para cada variável . . . . .	34

# Capítulo 1

## Introdução

O Desenvolvimento Ágil de Software (DAS) é orientado pelos princípios, descritos no Manifesto Ágil <sup>1</sup> e se baseia em uma abordagem leve, com o objetivo de agregar valor rápido ao produto, buscando uma melhor colaboração entre os desenvolvedores e clientes e com capacidade de responder as mudanças de requisitos [13].

Na abordagem DAS, a organização da equipe é definida como uma das principais respostas às necessidades organizacionais, especialmente a coordenação do trabalho [29]. Portanto as equipes ágeis devem ser autogerenciáveis (a própria equipe decide como o trabalho é coordenado), colaborativas (desenvolvedores e partes interessadas trabalhando em conjunto), comprometidas (membros da equipe cientes das suas responsabilidades) e interativas (comunicação constante) [39]. Devido a essa perspectiva sociotécnica do DAS, na qual os indivíduos e as interações são mais relevantes que o processo e as ferramentas, o trabalho em equipe (TE) surge como um fator-chave [16, 42]. Seis, entre doze princípios do Manifesto Ágil, focam em fatores relacionados ao trabalho em equipe, como motivação, comunicação, colaboração e gerenciamento de equipe.

O trabalho em equipe pode ser definido como a capacidade dos membros da equipe desenvolverem uma atividade em conjunto, de forma coesa, tendo os objetivos da equipe como prioridade e sem interferência externa [13]. O trabalho em equipe tem chamado a atenção na pesquisa e indústria. Com relação à pesquisa, é crescente o número de estudos sobre trabalho em equipe no desenvolvimento ágil de *software*, abrangendo diversos tópicos, como: composição de equipes relacionadas à personalidade [46] e características individuais

---

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

[35], desafios para introduzir a autogestão em empresas que adotam o DAS [13, 26, 27] e a qualidade do trabalho em equipe (*Teamwork Quality* - TWQ) como um fator crítico para o sucesso de projetos ágeis [6, 22, 23].

A rápida adoção do DAS na indústria [38, 43] destaca a necessidade de um método sistemático para o desenvolvimento da equipe [34], visando uma maior produtividade e qualidade de seus produtos, bem como ter uma vantagem competitiva. Consequentemente, a compreensão de como avaliar o trabalho em equipe, buscando melhorá-la para alcançar o sucesso, no projeto, torna-se crítica.

É, nesse contexto de trabalho em equipe, com foco em desenvolvimento ágil, que esse trabalho se insere. Mais especificamente, são investigadas as melhores abordagens de avaliação do trabalho em equipe ágil.

## 1.1 Problemática

Para realizar a avaliação do trabalho em equipe ágil, diferentes modelos são usados, tais como: Modelagem de Equações Estruturais (MEE) [17, 22]; Gráfico de Radar [28]; Redes Bayesianas (RB) [13]; Qualidade do Trabalho em Equipe Ágil (*Agile Team Work Quality* - aTWQ) [34]; Questionário de Antecedentes do Processo de Trabalho em Equipe (*Teamwork Process Antecedents*) [24]; e Dinâmica de Sistema [8].

Hoegl e Gemuenden [17] propuseram uma maneira de mensurar a qualidade do trabalho em equipe (*Teamwork Quality* - TWQ) através de modelagem de equações estruturais (MEE), nas quais o fator de alta ordem (TWQ) é a variável dependente e os constructos (variáveis independentes) são: comunicação; coordenação; balanço de contribuições de membros; suporte mútuo; esforço; e coesão. Os autores afirmaram que o TWQ fornece uma medida abrangente do processo de equipe-tarefa colaborativa com foco na qualidade das interações.

Lindsjörn et al. [22] realizaram uma replicação diferenciada da pesquisa de Hoegl e Gemuenden [17], avaliando o TWQ em equipes de desenvolvimento ágil, enquanto esses utilizam equipes tradicionais. A pesquisa constatou que o efeito do TWQ no desempenho da equipe foi apenas marginalmente maior para as ágeis do que para as tradicionais. Além disso, Lindsjörn et al. [22] avaliaram a percepção do impacto do trabalho em equipe no de-

sempenho da equipe por diferentes perspectivas. Com relação aos resultados, a pesquisa com equipes ágeis apresentou menor concordância entre as perspectivas em relação à avaliação do desempenho da equipe do que na pesquisa com equipes tradicionais.

Moe et al. [28] propuseram um instrumento que aborda as principais preocupações e características do trabalho em equipe ágil e as apresenta em cinco dimensões: liderança compartilhada; orientação da equipe; redundância; aprendizagem; e autonomia. Este gera um gráfico de radar do estado do trabalho em equipe. Segundo os autores, o instrumento é apropriado para rastrear mudanças, ao longo do tempo, na qualidade do trabalho em equipe e, finalmente, facilitar medidas intervencionistas para melhorar o ambiente de trabalho.

Fatema et al. [8] propuseram um modelo que representa a complexa estrutura inter-relacionada de diferentes fatores que afetam a produtividade do trabalho em equipe ágil, utilizando o diagrama de influência e o Diagrama de Loop Causal (CLD) para análise qualitativa. O modelo foi criado a partir da identificação dos principais fatores que influenciam a produtividade e como eles impactam o trabalho em equipe ágil. Para tal, foram realizadas entrevistas, pesquisas e revisão de literatura. A análise dos resultados do estudo indica que, para perspectiva dos membros da equipe ágil, os quatro fatores mais percebidos, como impactantes, em sua produtividade, são a eficácia da equipe, o gerenciamento da equipe, a motivação e a satisfação do cliente. A falta de suporte ao gerenciamento da equipe ágil é considerada a razão mais mencionada para o fracasso do projeto ágil.

Freire et al. [13] propuseram um modelo em Redes Bayesianas para auxiliar na avaliação do Trabalho em Equipe em equipes ágeis. As variáveis utilizadas na rede foram retiradas de uma revisão sistemática da literatura. O modelo gera dados com valores de probabilidades que representam o TWQ atual da equipe e deve ser usado como fonte de informações para incentivar a colaboração e a melhoria contínua. Este modelo foi validado em um estudo de caso e os autores concluíram que ele auxilia as equipes ágeis na avaliação da qualidade do trabalho em equipe e na identificação de oportunidades de melhoria, é fácil de aprender e o custo-benefício de usá-lo, com o procedimento apresentado, é positivo.

Poth et al. [34] propuseram um modelo de conscientização das três dimensões da equipe: qualidade do produto; qualidade do processo; e qualidade da equipe. O objetivo principal foi apoiar as equipes na melhoria de sua mentalidade e práticas ágeis por si mesmas, sem avaliações externas. A abordagem foi avaliada no contexto da empresa Volkswagen AG. A

análise dos resultados indicara que aTWQ funciona bem, quando aplicado em uma tarefa dedicada, nas reuniões de retrospectiva. Os autores afirmaram que o trabalho contribui para a identificação de lacunas entre os modelos de qualidade do trabalho em equipes atuais e o mundo real em ambientes industriais que enfatizam o trabalho em equipe ágil.

Marsicano et al. [24] propuseram uma medida de entradas do processo de trabalho em equipe. Ela captura a percepção dos membros da equipe sobre a adequação da composição e estrutura da equipe para atingir os objetivos da equipe. Essa medida é operacionalizada no questionário Teamwork Process Antecedents. A validação da medida ocorreu através de uma análise exploratória e confirmatória, com a participação de 375 engenheiros de software brasileiros de 100 empresas. Os autores concluíram que a medida tem excelente confiabilidade interna e validade convergente e discriminante e contribui para a construção de outros instrumentos de medição em pesquisas empíricas de engenharia de software.

Embora a literatura relate tais modelos de avaliação do trabalho em equipe ágil, não foram encontrados estudos que comparem esses modelos em termos das variáveis que os compõem. Além disso, a entrada desses modelos são questionários. Esses questionários são respondidos pelos integrantes das equipes, de diferentes papéis, consequentemente, diferentes perspectivas (i.e., Equipe de desenvolvimento, Líder Técnico e Gerente). Lindsjörn et al. [22] apresentaram que a equipes ágeis tem menor concordância, entre os avaliadores, em relação à avaliação do desempenho da equipe do que equipes tradicionais. Além disso, ressaltaram a necessidade de um consenso sobre qual perspectiva do desempenho da equipe deve ser considerada para otimizar o desempenho da equipe. Desta forma, é importante avaliar se existe diferença na avaliação do TE ágil pelas diferentes perspectivas.

Este estudo propõe comparar os modelos propostos por Freire et al. [13] (daqui em diante chamado de TE-RB), e Lindsjörn et al. [22] (daqui em diante chamado de TE-MEE) e as perspectivas de avaliação do TE ágil. Decidiu-se realizar a comparação entre esses modelos devido ao custo de conduzir tal estudo empírico. A escolha, por esses dois, ocorreu porque foram validados empiricamente, na indústria, publicados em periódicos de alto impacto, e os modelos propostos enfocam o construto TE ágil, considerando a causalidade entre os fatores. Desta forma, o problema em questão é: “Como os modelos para avaliação do trabalho em equipe, TE-MEE e TE-RB, se comparam no contexto de equipes ágeis?”.

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é avaliar os modelos TE-MEE [22] e TE-RB [13] com a intenção de compará-los em termos de seus construtos e medidas no contexto do desenvolvimento ágil de software.

Ambos os modelos utilizam questionários para coletar dados. Esses questionários são respondidos pelos integrantes da equipe de diferentes funções. Desta forma, também se pretende avaliar se as medidas de TE ágil são sensíveis às perspectivas dos respondentes. Com base nisto, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- identificar se existem diferenças na avaliação do trabalho em equipe ágil na perspectiva da equipe de desenvolvimento e do líder técnico.
- identificar se existem diferenças na avaliação do trabalho em equipe ágil na perspectiva da equipe de desenvolvimento e do gerente.
- identificar se existem diferenças na avaliação do trabalho em equipe ágil na perspectiva do gerente e do líder técnico.

## 1.3 Metodologia

Esta pesquisa é do tipo de estudo empírico exploratório e de acordo com seus objetivos, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- *QP1*: Os modelos TE-MEE e TE-RB são semelhantes em termos de seus construtos e medidas?
- *QP2*: As diferentes perspectivas (i.e., Equipe de desenvolvimento, Líder Técnico e Gerente) avaliam o trabalho em equipe de maneira semelhante?

As questões de pesquisa foram respondidas através de duas análises comparativas, uma para cada questão. Para a *QP1*, foi realizada uma análise entre os modelos TE-MEE e TE-RB [36], visando averiguar a similaridade entre os construtos e medidas dos modelos. Para a *QP2*, foi realizada uma segunda análise comparativa entre as diferentes perspectivas de avaliação do trabalho em equipe ágil [37], ou seja, compararam-se as avaliações da Equipe de

desenvolvimento (Desenvolvedores, Analistas de Qualidade(QA) e *Scrum Masters*), Líderes Técnicos e Gerentes, utilizando o TE-RB.

Participaram desta pesquisa 25 equipes de duas organizações de desenvolvimento de software. Os detalhes sobre as análises dos modelos e das perspectivas são apresentadas nos capítulos 3, 4 e 5.

## 1.4 Contribuições

A contribuição principal desta dissertação é apresentar uma análise comparativa entre modelos de avaliação do TE ágil, no contexto de seus construtos e medidas, apontando semelhanças e discrepâncias entre os resultados dos modelos. Uma vez que a aplicação de práticas ágeis em projetos de desenvolvimento de software vem crescendo [4], esta dissertação tem potencial de impacto relevante na indústria de software, auxiliando líderes e gerentes de projeto a tomar iniciativas de melhoria de processos como solução para alavancar o desempenho da equipe.

Outras contribuições promovidas por esta dissertação podem ser destacadas, como:

- oferece soluções para avaliar as variáveis que compõem o constructo TE ágil, detalhando as limitações de TE-MEE e TE-RB;
- fornecer uma compreensão mais detalhada de como os modelos de TE ágil analisados funcionam, capacitando a equipe a tomar uma decisão mais informada sobre qual modelo usar, dado seu contexto;
- revela a necessidade de alinhar expectativas entre as perspectivas, visando um acordo na avaliação do TE ágil e um consenso sobre quais ações são prioritárias para a melhoria contínua.
- a metodologia aplicada para comparação entre as perspectivas é um método para se avaliar quais fatores e perspectivas estão divergindo a fim de buscar um acordo entre elas.

## **1.5 Estrutura do Documento**

O restante deste documento está organizado da seguinte forma:

- no Capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica que embasou a presente pesquisa. Neste contexto, são expostos conceitos fundamentais sobre Mentalidade Ágil, Redes Bayesianas, Modelagem de Equações Estruturais, os modelos base desta dissertação, bem como o mapeamento entre as variáveis desses modelos;
- no Capítulo 3, é apresentada a metodologia utilizada em ambas as análises que compõem esta dissertação, com informações sobre os sujeitos, instrumentos e coleta de dados;
- no Capítulo 4, é apresentada a análise comparativa entre os modelos TE-MEE e TE-RB em termos de sua similaridade;
- no Capítulo 5, é apresentada a análise comparativa entre as perspectivas de avaliação do TE ágil;
- no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões da presente dissertação.

Por fim, é apresentado um Apêndice A com os questionários bases desta dissertação.

# Capítulo 2

## Fundamentação Teórica

Este capítulo é composto pelas seguintes seções: Mentalidade Ágil, Modelo de Qualidade do Trabalho em Equipe Baseado em Modelagem de Equações Estruturais, Modelo de Qualidade do Trabalho em Equipe Baseado em Redes Bayesianas e Semelhança entre as Variáveis dos Modelos. Na primeira seção, são abordados os principais conceitos sobre a mentalidade ágil. Nas seções 2.2 e 2.3 são apresentadas as técnicas de modelagem base para os modelos comparados nesta dissertação. Nas seções 2.4 e 2.5 os modelos são apresentados. Por fim, na seção 2.6 é apresentado o mapeamento entre as variáveis dos modelos.

### 2.1 Mentalidade Ágil

Uma das abordagens mais populares na indústria para se desenvolver *software* atualmente é a mentalidade ágil, que pode ser definida com a capacidade de resposta à mudança [15]. Sua popularização teve início em 2001, quando dezessete pessoas se reuniram para definir uma nova mentalidade com princípios e valores que se adaptasse à crescente taxa de mudanças de requisitos e expectativas dos clientes [44]. O resultado dessa reunião foi a criação da Agile Alliance e do Manifesto ágil.

O Manifesto Ágil apresenta os valores e princípios que orientam ações e a tomada de decisão em equipes de desenvolvimento ágil. Os seguintes valores da metodologia ágil são expressos: “os indivíduos e suas interações acima de procedimentos e ferramentas”, “o funcionamento do *software* acima de documentação abrangente”, “a colaboração com o cliente acima da negociação e contrato” e “a capacidade de resposta a mudanças acima de um plano

pré-estabelecido”.

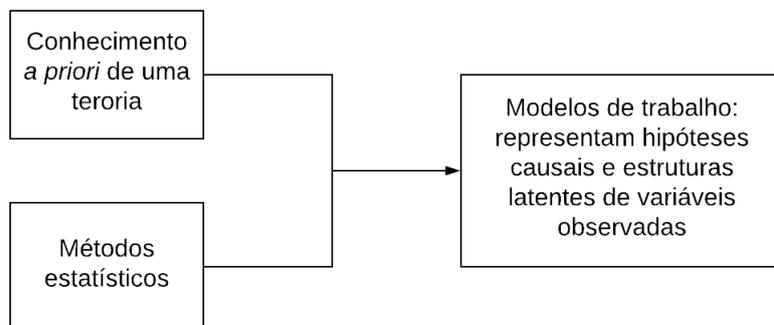
Anexo aos valores, doze princípios são definidos, os quais seis deles estão relacionados aos indivíduos envolvidos no desenvolvimento do produto. Os doze princípios são:

- Nossa maior prioridade é satisfazer o cliente, através da entrega adiantada e contínua de *software* de valor;
- Aceitar mudanças de requisitos, mesmo no fim do desenvolvimento. Processos ágeis se adaptam a mudanças, para que o cliente possa tirar vantagens competitivas;
- Entregar *software* funcionando com frequência, na escala de semanas até meses, com preferência aos períodos mais curtos;
- Pessoas relacionadas à negócios e desenvolvedores devem trabalhar em conjunto e diariamente, durante todo o curso do projeto;
- Construir projetos ao redor de indivíduos motivados. Dando-lhes o ambiente e suporte necessário, e confiar que farão seu trabalho;
- O Método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para, e por dentro de um equipe de desenvolvimento, é através de uma conversa cara a cara;
- *Software* funcional é a medida primária de progresso;
- Processos ágeis promovem um ambiente sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários, devem ser capazes de manter indefinidamente, passos constantes;
- Contínua atenção à excelência técnica e bom design, aumenta a agilidade;
- Simplicidade: a arte de maximizar a quantidade de trabalho que não precisou ser feito;
- As melhores arquiteturas, requisitos e designs emergem de equipes auto-organizáveis;
- Em intervalos regulares, o equipe reflete em como ficar mais efetivo, então, se ajustam e otimizam seu comportamento de acordo.

## 2.2 Modelagem de Equações Estruturais

A Modelagem de Equações Estruturais (MEE) é uma forma de modelagem causal que inclui um conjunto diversificado de modelos matemáticos, algoritmos de computador e métodos estatísticos que ajustam redes de constructos a dados [20]. A construção de um modelo de equações estruturais inicia-se com a definição de um modelo teórico, por parte de um pesquisador, que permitirá determinar as múltiplas relações causais entre as variáveis do modelo. Levine et al. [21] definem um modelo teórico como “Um conjunto sistemático de relações que fornecem explicações consistentes e abrangentes dos fenômenos”. De modo geral, o entendimento da MEE é apresentado por meio de um esquema na Figura 2.1.

Figura 2.1: Visão Geral da MEE

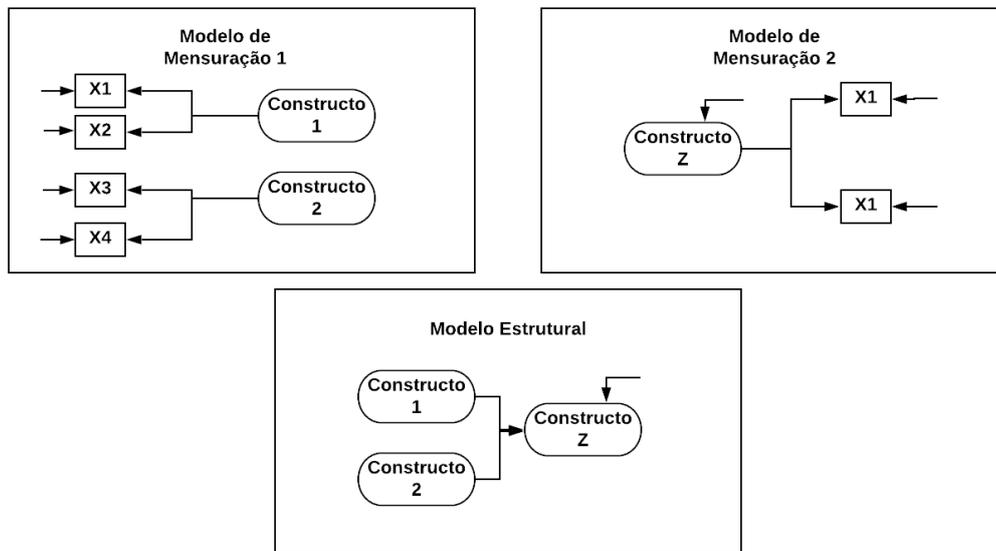


A MEE permite a especificação de um sistema de equações para dois tipos principais de modelos simultaneamente: modelo de medição e modelo estrutural [1]. O modelo de medição especifica como um conjunto de variáveis pode ser usado para representar um conceito de interesse. Como apresentado na Figura 2.2, o modelo estrutural especifica como os conceitos devem estar relacionados.

As variáveis utilizadas na MEE podem ser de dois tipos: observadas ou latentes. Para serem consideradas “observadas”, os dados devem estar diretamente disponíveis. Em contraste, as variáveis latentes são estimadas a partir de variáveis observadas mais erro, ou de agregações de outras variáveis latentes. Para De Codes et al. [5], a principal diferença entre MEE e as demais técnicas de modelagem é que elas realizam o processo de modelagem apenas com variáveis observadas. Além disso, a MEE possui algumas vantagens em relação às demais técnicas, são elas:

- permite a incorporação dos erros de medição no processo de estimação do modelo de

Figura 2.2: Exemplo de MEE



maneira simples;

- consiste na estimação simultânea de diversas relações de dependência inter relacionada;
- permite que uma variável dependente em uma etapa do modelo se torne uma variável independente nas subsequentes relações de dependência;
- a capacidade de definir suposições elaboradas com base no suporte teórico e incluí-las no modelo dá à MEE flexibilidade no exame de questões analíticas dos dados.

Existem diversos *software* estatísticos que implementam os modelos de equações estruturais, dentre eles pode-se citar: AMOS (Analysis of Moment Structures) <sup>1</sup>, LISREL (Structural Relationships), MPLUS <sup>2</sup>, SAS <sup>3</sup>, MX GRAPH <sup>4</sup> e R <sup>5</sup>.

<sup>1</sup><https://www.ibm.com/br-pt/products/structural-equation-modeling-sem>

<sup>2</sup><https://www.statmodel.com/>

<sup>3</sup><https://support.sas.com/rnd/app/stat/procedures/StructuralEquations.html>

<sup>4</sup><http://jgraph.github.io/mxgraph/>

<sup>5</sup><https://www.r-project.org/>

## 2.3 Redes Bayesianas

Redes Bayesianas (RB) vem se tornando a metodologia padrão para a construção dos sistemas que confiam no conhecimento probabilístico e tem sido aplicada em uma variedade de atividades do mundo real [3]. Alguns exemplos de aplicações das RBs são: predição de defeitos de *software* em produtos eletrônicos [10] [11], identificação de falhas em projetos de desenvolvimento de *software* [32] [33], estimativa de valores de decisões no contexto de Engenharia de Software baseada em valor [25], avaliação de risco sistêmico em redes financeiras como o mercado interbancário [14], auxílio no diagnóstico mamográfico de câncer de mama [19].

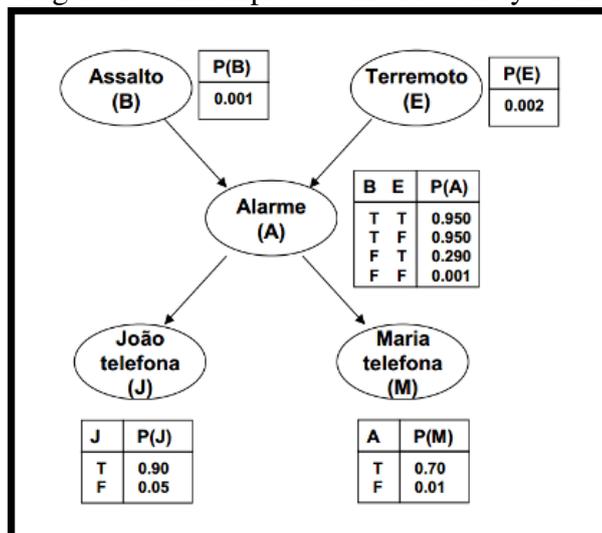
Também conhecidas como redes de opinião, redes causais e gráficos de dependência probabilística, as Redes Bayesianas são uma categoria de modelo gráfico probabilístico que propõe modelar a dependência condicional, ou causalidade, representando as variáveis aleatórias por nós e a dependência condicional por arestas em um gráfico acíclico dirigido. Uma aresta do nó  $X_i$  ao nó  $X_j$  representa a dependência condicional entre essas variáveis. O valor da variável  $X_j$  depende do valor de  $X_i$ , a qual é chamada de pai e a variável  $X_j$  de filho. Embora os arcos representam a direção da conexão causal entre as variáveis, as informações podem se propagar em qualquer direção [31].

Categoricamente, uma Rede Bayesiana,  $B$ , é definida pelo par  $(\omega, \Theta)$ , em que  $\omega$  representa o gráfico acíclico dirigido cujo conjunto dos nós  $V = X_1, \dots, X_n$  representa as variáveis aleatórias e  $n$  a sua cardinalidade.  $\Theta$  representa o conjunto das funções de probabilidade, composto pelo parâmetro  $\theta_{x_i|\pi_i} = P_B(x_i|\pi_i)$  para cada  $x_i$  no  $X_i$ , condicionado por  $\pi_i$ , o conjunto dos parâmetros de  $X_i$  em  $L$ . A Equação 2.1 representa a distribuição de probabilidade conjunta definida por  $B$  sobre o conjunto  $V$ .

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

A Figura 2.3 apresenta 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.

Figura 2.3: Exemplo de uma Rede Bayesiana



## 2.4 Modelo de Qualidade do Trabalho em Equipe Baseado em Modelagem de Equações Estruturais (TE-MEE)

Em 2001, Hoegl e Gemuenden [17] propuseram um conceito abrangente de colaboração em equipe chamado Qualidade do Trabalho em Equipe (*Teamwork Quality - TWQ*). O modelo é composto de seis facetas (isto é, variáveis): *Comunicação*, *Coordenação*, *Balço de Contribuição dos Membros*, *Suporte Mútuo*, *Esforço*, e *Coesão*. A Tabela 2.1 apresenta a definição de cada uma delas. Eles analisaram empiricamente como o modelo proposto se relaciona com o sucesso do projeto usando Modelagem de Equações Estruturais (MEE). Para medir as variáveis do TWQ e do sucesso do projeto, eles usaram um questionário. Cada variável foi associada a três a 10 questões, possuindo 61 questões e respostas em escala de Likert de 5 pontos [18]. A análise dos resultados da pesquisa indica que: (i) o TWQ está significativamente associado ao desempenho da equipe; (ii) TWQ tem uma forte associação com o sucesso pessoal dos membros da equipe.

Lindsjörn et al. [22] replicou o estudo de Hoegl e Gemuenden [17], mas focou no desenvolvimento ágil de *software*. Eles assumiram que o estudo realizado por Hoegl e Gemuenden [17] focou em um paradigma de desenvolvimento de *software* tradicional e analisou como a teoria apresentada por Hoegl e Gemuenden [17] se aplica ao ágil. Como resultado, concluíram que o TWQ é um fator importante na melhoria do desempenho da equipe, principalmente pela qualidade do produto.

Tabela 2.1: Descrição das Variáveis do MEE

Variável	Definição
Comunicação	Frequência, formalização e abertura da troca de informações.
Coordenação	Compreensão comum ao trabalhar em subtarefas paralelas e acordo sobre estruturas, cronogramas, orçamentos e resultados finais comuns de trabalho.
Coesão	A motivação dos membros da equipe para manter a equipe e aceitar que os objetivos da equipe são mais importantes do que os individuais.
Balanço de contribuição dos membros	A capacidade de empregar os conhecimentos dos membros da equipe em todo o seu potencial. As contribuições devem refletir o conhecimento e a experiência específicos do membro da equipe.
Esforço	Habilidade e vontade dos membros da equipe de compartilhar a carga de trabalho e priorizar as tarefas das equipes sobre outras obrigações.
Suporte Mútuo	Capacidade e vontade dos membros da equipe de ajudar e apoiar uns aos outros na execução de suas tarefas.

Eles propuseram uma forma de mensurar o TWQ através da MEE, tendo o fator de alta ordem como variável dependente e as facetas do construto como variáveis independentes. Eles aplicaram MEE para determinar se a construção de TWQ de Hoegl e Gemuenden [17] é válida para o desenvolvimento ágil de *software*. Assim, eles verificaram empiricamente se o modelo proposto produzia uma matriz de covariância consistente com a matriz de covariância da amostra. Para tanto, eles coletaram dados através do questionário proposto por Hoegl e Gemuenden [17]. A Figura 2.5 ilustra a relação calculada resultante entre TWQ e suas variáveis correspondentes. As variáveis relacionadas ao sucesso do projeto foram ignoradas, considerando apenas aquelas diretamente relacionadas ao construto teórico do TWQ. Lindsjörn et al. [22] concluíram que há uma necessidade de mais esforços de pesquisa para validar o construto TWQ e sua medição.

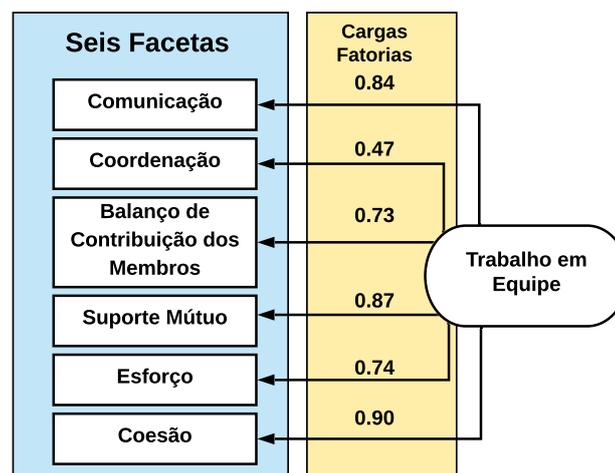


Figura 2.4: Visão Geral do TE-MEE

As setas representam as cargas fatoriais padronizadas para cada construto, apresentando a variação aplicada pela variável no TWQ. Na abordagem MEE, como regra geral, a carga fatorial 0,7 ou superior representa que o fator extrai variação suficiente desta variável.

A fonte de dados do TE-MEE é um questionário, onde as variáveis observáveis (VO) são consideradas métricas, e cada uma está vinculada às questões do questionário. No entanto, a relação entre as perguntas para uma determinada VO no TE-MEE é de muitos para um. Diante disso, os autores definiram que o valor para uma determinada VO é a média aritmética das respostas para o conjunto de questões a ela relacionadas.

A variável observável *Esforço*, por exemplo, tem as seguintes quatro questões relacionadas a ela:

- cada membro da equipe incentiva totalmente o trabalho em equipe;
- cada membro da equipe faz do trabalho em equipe sua maior prioridade;
- a equipe colocou muito esforço no trabalho em equipe;
- existem conflitos em relação ao esforço que os membros da equipe colocam no trabalho em equipe.

Dado que as respostas possíveis para tais questões estão em uma escala de 1 (ou seja, discordo totalmente) a 5 (ou seja, concordo totalmente), se as respostas para as questões anteriores forem 4, 4, 3 e 4, o resultado para esta variável seria 3,75.

## 2.5 Modelo de Qualidade do Trabalho em Equipe Baseado em Rede Bayesiana (TE-RB)

Esse modelo foi proposto por Freire et al. [13], sendo baseado em uma Rede Bayesiana para avaliar e melhorar a Qualidade do Trabalho em Equipe no desenvolvimento ágil. Eles construíram o modelo em duas etapas. Primeiramente, eles identificaram as variáveis que compõem o construto TE com base na análise da literatura. Em seguida, mapearam as relações entre as variáveis, definindo a estrutura da Rede Bayesiana, e quantificaram as relações, definindo as funções de probabilidade da Rede Bayesiana. Para isso, contaram com o conhecimento de especialistas. A Figura ?? ilustra a rede Bayesiana resultante, enquanto a Tabela 2.2 apresenta as definições de suas variáveis.

Freire et al. [13] avaliaram o modelo proposto e o procedimento para aplicá-lo às rotinas da equipe através de um estudo de caso em uma organização. A análise dos resultados do estudo indica que:

1. o modelo ajudou a identificar oportunidades de melhoria da equipe e a avaliar a qualidade do Trabalho em Equipe;

Tabela 2.2: Descrição das Variáveis do TE-RB

<b>Variável</b>	<b>Definição</b>
Comunicação	Compartilhamento de informações entre os membros da equipe.
Coordenação	Refere-se à execução de tarefas pelos membros da equipe de forma sincronizada e integrada.
Coesão	Atração interpessoal entre os membros da equipe, seu comprometimento com as tarefas da equipe, com a própria equipe e o espírito de orgulho de grupo.
Colaboração	Refere-se ao compromisso que os membros da equipe têm entre si para atingir os objetivos comuns.
Liderança Compartilhada	A autoridade no processo de tomada de decisão é compartilhada.
Orientação da Equipe	Refere-se ao respeito que o membro da equipe tem com o outro.
Autonomia da Equipe	Refere-se à influência dos agentes externos na execução das tarefas da equipe.
Aprendizagem em Equipe	A capacidade da equipe de identificar mudanças em seu ambiente e ajustar suas estratégias conforme necessário.
Monitoramento	Sincronização da equipe quanto às tarefas e barreiras.
Distribuição da Equipe	A distribuição física da equipe.
Todos os membros presentes	Todos os membros compareceram às reuniões diárias.
Meios de comunicação	Os membros da equipe se comunicam cara a cara.
Daily meeting	Reuniões diárias para sincronizar a equipe.
Expertise	Conhecimento dos membros da equipe para desenvolver tarefas com redundância.
Autogerenciamento	Capacidade da equipe de se auto-organizar de forma eficiente para enfrentar desafios e mudanças complexas.
Atributos pessoais	A mistura de personalidades.

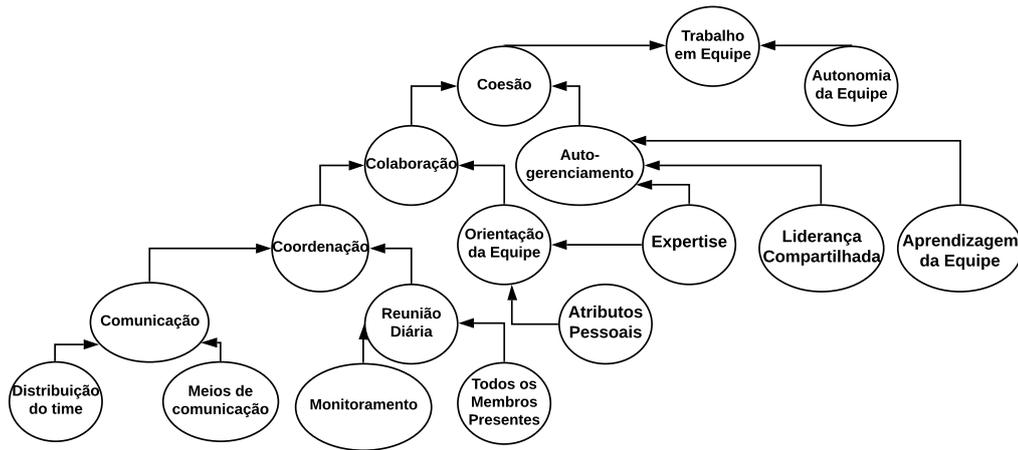


Figura 2.5: Visão Geral do TE-RB

2. o custo-benefício da utilização do modelo de aplicação do processo foi positivo; e
3. o processo foi fácil de ser aprendido e implementado na rotina da equipe.

Em termos práticos, uma parte interessada (gerente de projeto ou líder técnico) pode usar a Rede Bayesiana proposta para diagnóstico ou prognóstico. O diagnóstico é habilitado pelas capacidades de retropropagação das Redes Bayesianas dadas as regras de separação  $d$  e tratando todas as variáveis como observáveis [2] (ou seja, os usuários podem inserir dados em qualquer uma das variáveis do modelo). Assim, as partes interessadas podem diagnosticar o TE, ou qualquer uma de suas facetas, inserindo evidências no nó *Trabalho em Equipe* ou em qualquer outro nó que não seja de entrada. Consequentemente, os valores dos nós restantes são atualizados através de propagação reversa, que os usuários podem usar para executar a análise qualitativa e apoiar as decisões de gerenciamento para melhorar o TE.

Conforme mencionado acima, o modelo também pode ser utilizado para prognóstico (ou previsão). Para executar o prognóstico, o stakeholder insere dados nos nós de entrada (isto é, evidência) e, através da propagação direta seguindo as regras de separação  $d$ , os valores dos nós restantes são atualizados. O prognóstico é o caso de uso mais comum. Neste caso, os nós de entrada podem ser considerados medidas e vinculados a fontes de dados (e.g., um questionário ou ferramentas de engenharia de *software*, auxiliadas por computador). Como TE-MEE, o TE-RB está associado a um questionário. Ele tem cada nó de entrada associado

Tabela 2.3: Mapeamento entre as Variáveis do TE-MEE e TE-RB

Variáveis TE-ME	Variáveis TE-RB
Comunicação	Comunicação
Coordenação	Coordenação
Coesão	Coesão
Balanço de Contribuição dos Membros	Orientação da equipe
Esforço	Colaboração
Suporte Mútuo	Autogerenciamento

a uma das perguntas do questionário (ou seja, uma relação um-a-um), ao contrário do TE-MEE, que tem cada uma das variáveis do modelo relacionadas a várias das perguntas do questionário (ou seja, um relacionamento-para-muitos). Na prática, para fins de prognóstico, os dados são inseridos no TE-RB respondendo ao questionário associado. As Seções 4 e 5 apresentam como foi operacionalizada a alimentação do TE-RB com os dados coletados nesta dissertação; especialmente, discutindo o caso de ter várias respostas ao questionário por equipe.

## 2.6 Semelhança entre as Variáveis dos Modelos TE-RB e TE-MEE

Para realizar a análise comparativa entre os modelos (ver Seção 4), foi necessário mapear as variáveis dos modelos. Para tal, foi realizada uma reunião com cinco especialistas Scrum, incluindo mestrandos e doutorandos, para discutir como realizar o mapeamento conforme a similaridade das definições das variáveis de cada modelo.

Observe que o TE-RB tem mais variáveis do que o TE-MEE. Enquanto o TE-RB contém 17 variáveis, o TE-MEE contém apenas sete. Como o TE-MEE é aquele com menos variáveis, tentamos mapear suas variáveis com o TE-RB. A Tabela 2.3 apresenta o resultado do mapeamento para as variáveis de ambos os modelos.

Observe que, em alguns casos em que as variáveis têm o mesmo nome e definição, o ma-

peamento foi feito diretamente; este é o caso de *Comunicação, Coordenação, Coesão*. Em outros casos, as variáveis têm nomes diferentes, mas definições semelhantes. A variável *Balanço de Contribuição dos Membros*, do TE-MEE, foi mapeada para *Orientação da Equipe*, do TE-RB. Isso foi feito, pois, olhando as variáveis TE-RB individualmente, percebe-se que não era possível mapear *Balanço de Contribuição dos Membros* para uma única variável TE-RB. Porém, essa associação poderia ser feita com a união das variáveis *Atributos Pessoais, Expertise* e *Orientação da Equipe*. Sendo assim, *Orientação da Equipe* é filho de *Atributos Pessoais* e *Expertise*.

As variáveis *Esforço*, do TE-MEE e *Colaboração*, do TE-BN, foram mapeadas, pois ambas refletem a disposição dos membros da equipe em atingir os objetivos da equipe. *Esforço* está relacionado ao compartilhamento da carga de trabalho e priorização das tarefas das equipes, enquanto *Colaboração* diz respeito ao compromisso que os membros da equipe mantêm entre si para atingir objetivos comuns. Por fim, as variáveis *Suporte Mútuo*, de TE-MEE e *Autogerenciamento*, de TE-RB, foram mapeadas dado que ambas descrevem a capacidade dos membros da equipe de se organizarem para atingir objetivos comuns.

Após mapear todas as variáveis de ambos os modelos, percebe-se que algumas variáveis do TE-RB não apresentaram semelhança com outras variáveis do TE-MEE. *Autonomia da Equipe* é identificada por Eloranta et al. [7] como um fator crítico para manter a equipe motivada, mas não é abordado no TE-MEE. *Reuniões Diárias*, que é uma prática predominante de sincronização de trabalho adotada pela maioria das equipes ágeis [40], também não é abordada no TE-MEE. Nesse ponto, não foi concentrada atenção nas variáveis sem mapeamento, pois isso era esperado, visto que os modelos possuem um número diferente de variáveis.

# Capítulo 3

## Metodologia

Como apresentado na Seção 1.3, para responder às questões de pesquisa, foram realizadas duas análises comparativas. Essas análises compartilharam da mesma base de dados, ou seja, os sujeitos, procedimentos de coleta de dados e instrumentos são os mesmos. Dessa forma, as Seções 3.1, 3.2 e 3.3 apresentam os sujeitos, procedimento de coleta de dados e instrumentos, respectivamente. A Seção 3.4 apresenta os procedimentos de análise de dados que diferem para cada análise comparativa.

### 3.1 Caracterização das Unidades de Análise e Sujeitos

As referentes análises comparativas contemplaram 25 unidades de análise, que correspondem a equipes de desenvolvimento de software, de duas organizações. A partir daqui, refere-se a elas como Organização A e Organização B. A Organização A realiza projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica com parceiros da indústria. A Organização B realiza pesquisas, desenvolvimento e inovação tecnológica na área de análise de dados, incluindo *Data Mining*, *Machine Learning* e *Data Visualization*.

Vale ressaltar que, o processo de recrutamento começou com a negociação com as duas organizações para coletar dados de suas equipes. A partir da concordância das organizações, convidou-se, diretamente, os gerentes de projeto a participar deste estudo, explicando seus objetivos e como isso poderia beneficiá-los. Foi explicado que os dados seriam mantidos no anonimato e que os dados originais, que mapeavam a identificação do projeto com os dados

Tabela 3.1: Informações dos Sujeitos

<b>Função na Equipe Scrum</b>	<b>Número de profissionais</b>
Desenvolvedor	69 (42,59%)
Analista de Qualidade	38 (23,46%)
Scrum Master	8 (4,94%)
Líder Técnico	25 (15,43%)
Gerente	21 (12,96%)

coletados, seriam destruídos após serem analisados. Em seguida, os gerentes de projeto negociaram com suas equipes sobre a participação no estudo. Como resultado do processo de recrutamento, todas as equipes convidadas concordaram em participar: 24 da Organização A e uma da Organização B, totalizando 162 sujeitos.

Todas as equipes gerenciam seus projetos, usando *Scrum* e cada projeto aplicava práticas de desenvolvimento de software de acordo com seu domínio que incluía desenvolvimento embarcado, móvel e Web. Eles realizam todos os eventos *Scrum*, incluindo *Daily Scrum*, *Sprint Planning*, *Sprint Review* e *Sprint Retrospective*. A duração das *Sprints* era de duas a três semanas.

Os sujeitos trabalham em diferentes funções (ou seja, Desenvolvedores(Dev), Analistas de qualidade (Q&A), Líderes Técnicos(LT), *Scrum Masters*(SM) e Gerentes(G)). Os Gerentes assumem a liderança em todas as fases e atividades, incluindo planejamento, gerenciamento, monitoramento e encerramento do projeto. Eles são responsáveis pela comunicação entre o cliente e a equipe. Os *Scrum Masters* atuam como facilitadores e treinadores para as equipes e facilitam a remoção de impedimentos. Os líderes de equipe trabalham mais próximos dos gestores e garantem que os produtos sejam entregues no prazo e dentro da qualidade especificada. Tanto os *Scrum Masters* quanto os líderes de equipe realizam o trabalho de entrega do produto, colaborando com os desenvolvedores e analistas de qualidade.

A Tabela 3.1 ilustra o número de entrevistados em cada função; mais informações sobre relacionamento por equipe são apresentadas na Tabela 3.2. A Figura 3.1 ilustra mais informações sobre os sujeitos. Observe que em média os entrevistados possuem 5 anos de experiência com desenvolvimento ágil, e a maioria da amostra está na faixa etária de 25 à 30 anos.

Tabela 3.2: Informações das Equipes

<b>Equipe</b>	<b>DEV</b>	<b>Q&amp;A</b>	<b>SM</b>	<b>LT</b>	<b>G</b>
Equipe 1	3	1	0	1	1
Equipe 2	2	1	0	1	1
Equipe 3	4	4	0	1	0
Equipe 4	2	0	0	1	1
Equipe 5	1	0	0	1	1
Equipe 6	1	0	0	1	1
Equipe 7	1	0	0	1	1
Equipe 8	3	1	0	1	0
Equipe 9	5	1	0	1	1
Equipe 10	4	2	1	1	1
Equipe 11	4	0	0	1	1
Equipe 12	4	1	0	1	1
Equipe 13	5	1	1	1	1
Equipe 14	4	1	1	1	1
Equipe 15	6	1	0	1	1
Equipe 16	1	3	1	1	1
Equipe 17	1	3	0	1	0
Equipe 18	1	1	0	1	1
Equipe 19	0	3	1	1	1
Equipe 20	1	3	0	1	1
Equipe 21	2	0	0	1	1
Equipe 22	3	2	1	1	1
Equipe 23	2	2	0	1	1
Equipe 24	1	3	1	1	1
Equipe 25	7	2	0	1	0

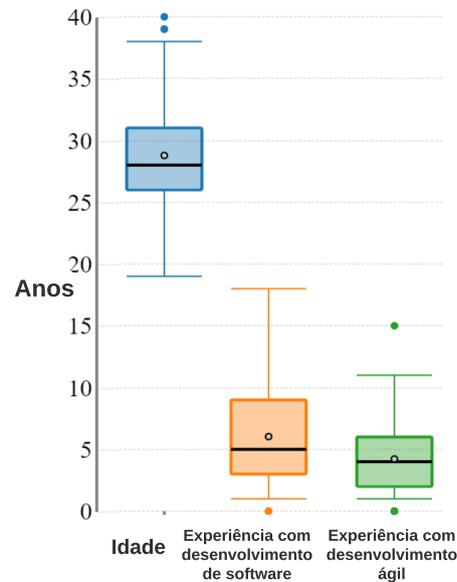


Figura 3.1: Informações sobre os Sujeitos

## 3.2 Coleta de Dados

Os dados foram coletados através de um questionário com os sujeitos, tendo consentimento das organizações e dos sujeitos em participar. Foram realizadas 25 sessões de coleta de dados, uma para cada equipe e com duração em torno de 40 minutos. As sessões foram realizadas nas salas onde os sujeitos realizavam suas atividades e ocorreram logo após as reuniões de *Sprint Retrospective*. A escolha, por este momento, ocorreu porque os respondentes haviam acabado de refletir sobre os resultados da Sprint anterior.

Antes de aplicar o questionário, realizou-se um treinamento com os sujeitos. A sessão de treinamento teve duração de dez minutos e objetivou motivar os sujeitos a responder questões com base na realidade (e não nas intenções), nivelar o conhecimento dos sujeitos sobre os modelos de TE e esclarecer as questões que compõem o questionário. Em seguida, os sujeitos responderam a um questionário *online*. Um pesquisador estava presente para evitar que os entrevistados trocassem informações e, interrompesse sempre que os entrevistados estivessem cansados.

### 3.3 Instrumentação

Para coletar dados sobre cada uma das variáveis dos modelos estudados, utilizou-se questionários por ser o instrumento de coleta de dados aplicado por ambos os modelos. Os questionários estão disponíveis no Apêndice A. Na coleta de dados para o TE-RB, foi adotado o questionário apresentado por Freire et al. [13]. Ao todo, o questionário tem nove questões, uma para cada nó de entrada do TE-RB.

Para o TE-MEE, adotou-se o questionário, apresentado por Lindsjørn et al. [22], mas incluindo apenas as questões relacionadas ao construto TE, resultando em 38 questões. Para os questionários TE-MEE e TE-RB, as respostas foram modeladas para uma escala Likert de 5 pontos: 1 (discordo totalmente) - 5 (concordo totalmente).

Para comparar as respostas de cada questionário individualmente, preservando o anonimato dos respondentes, foi gerado um ID único para cada respondente. Além dos dois questionários, mencionados acima, também foi coletado dados demográficos por meio de um outro questionário, incluindo ID da equipe, função, idade e experiência. Além disso, também foi incluído um formulário de consentimento para cumprir os princípios éticos. O formulário continha informações sobre os objetivos do estudo, os direitos do participante e as responsabilidades da equipe de pesquisa.

### 3.4 Procedimento de Análise

As Seções 3.4.1 e 3.4.2 apresentam os procedimentos de análise dos dados para as análises comparativas dos modelos [36] e das perspectivas (i.e., Equipe de desenvolvimento, Líder Técnico e Gerente) [37], respectivamente.

#### 3.4.1 Procedimento de Análise dos Modelos

Todos os dados coletados foram registrados em planilhas. Para analisar os resultados, as respostas do questionário foram mapeadas para as entradas dos modelos. Para o TE-MEE, foi seguido o método proposto por Hoegl e Gemuenden [17] e Lindsjørn et al. [22]. Primeiramente, mapeou-se as respostas da escala Likert de 5 pontos em uma escala inteira [1, 5], sendo que os valores mais baixos da escala Likert são mapeados para os valores menores da

escala inteira.

Em seguida, para cada sujeito, foi calculada uma pontuação para as variáveis do TE-MEE. Sendo assim, para cada variável, tomou-se a média aritmética das respostas às questões, relacionadas à determinada variável. Após aplicar esse procedimento para cada sujeito, obtêm-se a pontuação para todas as variáveis do TE-MEE. Posteriormente, foi calculada as pontuações das equipes para as variáveis do TE-MEE. Para tanto, calculou-se a pontuação de uma equipe, tomando, para cada variável, a média aritmética das respostas de seus integrantes.

Vale ressaltar que os dados coletados estavam, originalmente, em escala ordinal (Likert) e é sabido que alguns estatísticos discordam sobre o uso da média aritmética para escalas ordinais [12]. No entanto, foram seguidos os métodos fornecidos pelos autores originais do TE-MEE.

Para o TE-RB, o questionário continha uma pergunta para cada um dos nós folha da rede Bayesiana. Portanto, para calcular os valores das demais variáveis, a Rede Bayesiana foi executada, utilizando a ferramenta AgenaRisk<sup>1</sup> por ser a mesma utilizada por Freire et al [13].

Para inserir dados na Rede Bayesiana, mapeou-se as respostas do questionário nos valores de cada variável aleatória, associada da Rede Bayesiana. O procedimento de entrada de dados no TE-RB pode ser visualizado na Figura 3.2. Definiu-se uma regra para agregar as respostas de uma equipe. A regra consistia em contar o número de respostas para cada resposta possível (ou seja, *Muito Baixo*, *Baixo*, *Médio*, *Alto*, *Muito Alto*). Por exemplo, considere que, para uma equipe com cinco membros, temos duas respostas *Baixo* e três *Médio* para a variável *Expertise*. Dado isso, os valores para *Expertise* seriam [*Muito Baixo* = 0, *Baixo* = 2, *Médio* = 3, *Alto* = 0, *Muito alto* = 0]. Como, em Redes Bayesianas, os valores de uma determinada variável são representados como uma função de probabilidade que deve somar um, o AgenaRisk normaliza, automaticamente, os valores. Assim, para o exemplo dado, a função de probabilidade de *Expertise* seria [*Muito Baixo* = 0, *Baixo* = 0,4, *Médio* = 0,6, *Alto* = 0, *Muito alto* = 0].

Após a definição do procedimento para chegar aos resultados dos modelos, determinou-se o procedimento de análise dos dados calculados. Para TE-RB, as variáveis são baseadas

---

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

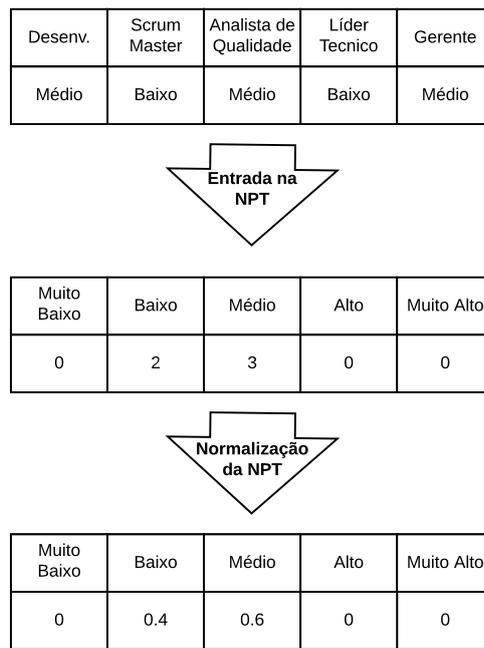


Figura 3.2: Procedimento para Entrada de Dados no TE-RB

no método de nós classificados, conforme discutido na Seção 2.3. Portanto cada variável do TE-RB é uma variável aleatória com valores entre  $[0, 1]$ . Em contraste, os dados calculados para TE-MEE estão no intervalo  $[1, 5]$ . Para permitir a comparação de dados de ambos os modelos, os dados do TE-MEE foram normalizados, aplicando a Equação 3.1, onde  $x_i$  é o valor de uma determinada variável,  $\min(x)$ , e  $\max(x)$  são os valores mínimo e máximo da escala, respectivamente.

$$\text{Normalizacao.Valores}(x) = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (3.1)$$

A próxima etapa foi definir como avaliar a equivalência entre os dois modelos para cada uma das variáveis dependentes deste estudo. Conforme discutido anteriormente, a análise de cada caso foi realizada através do EMR (Erro Médio Relativo).

Optou-se por EMR porque (i) permite entender a razão comparativa entre as variáveis nos instrumentos e (ii) dá uma visão direta das diferentes escalas entre os valores comparados. EMR é uma medida de precisão, amplamente, usada em engenharia de software, como, por exemplo, avaliar estimativas de esforço [41]. A aplicação de testes de hipóteses para médias foi considerada, concordâncias e correlações, mas os procedimentos que o TE-MEE

e o TE-RB utilizam para calcular suas variáveis não são, estatisticamente, rigorosos, apesar de haver estudos anteriores demonstrando sua utilidade prática. O TE-RB se baseia no algoritmo de Nó Classificado [9], e o TE-MEE se baseia em obter a média de uma escala ordinal. Para ambos os casos, presume-se que a distância entre os possíveis estados da escala ordinal seja a mesma (ou seja, contínua e ordenada monotonicamente), o que não é necessariamente verdadeiro. Portanto o uso de testes de hipóteses, para este estudo, não é confiável, tendendo a trazer falso-negativos, devido ao seu rigor. Além disso, o objetivo do estudo foi avaliar se os resultados são semelhantes para uso prático e não se ambos os modelos geram, estatisticamente, os mesmos resultados. Na prática, os profissionais analisaram as probabilidades de tomar uma decisão. Por exemplo, não faz muita diferença, na prática, se o valor médio calculado foi 0,8 ou 0,85; portanto ambos devem ser considerados equivalentes, o que não poderia ser o caso dos testes estatísticos.

A Equação 3.2 é a fórmula usada para calcular o EMR. Nesta Equação,  $n$  é o tamanho da amostra (ou seja, número de equipes), enquanto  $x$  e  $y$  são os valores calculados para uma dada variável no TE-MEE e TE-RB, respectivamente. Como denominador da Equação 3.2, como não se tem o valor verdadeiro a ser comparado, definiu-se como o maior valor entre  $x$  e  $y$ .

$$Erro.Medio.Relativo(x, y) = \sum \frac{1}{n} \left| \frac{x - y}{\max(x, y)} \right| \quad (3.2)$$

Definiu-se a seguinte escala para classificar duas variáveis como equivalente é menor ou igual:

- $0 < EMR \leq 0,10$  indica uma forte similaridade.
- $0,11 < EMR \leq 0,20$  indica uma moderada similaridade.
- $EMR \geq 0,21$  indica que não há similaridade.

O raciocínio para essa escala foi criado, porque os dados foram coletados através de uma escala Likert de 5 pontos. Uma vez que os dados foram normalizados no intervalo  $[0, 1]$ , assumindo uma escala ordenada monotonicamente (ou seja, a mesma suposição usada por Fenton [9] ao propor o método dos nós classificados), a diferença entre cada um ponto, na escala Likert original é 0,2.

### 3.4.2 Procedimento de Análise das Perspectivas

Para realizar a análise dos resultados, utilizou-se o mesmo procedimento apresentado na Seção 3.4.1 para inserir os dados no TE-RB, ou seja, cada pergunta, no questionário TE-RB, é mapeada para apenas uma variável do modelo subjacente (ou seja, a Rede Bayesiana).

No entanto, para cada sessão de entrevista com uma equipe, existem três cenários de execução (ou seja, um para cada perspectiva). As respostas dos desenvolvedores, analistas de qualidade e Scrum Masters foram combinadas em uma, representando a perspectiva da equipe de desenvolvimento. Desta forma, conta-se o número de respostas para cada resposta possível (ou seja, *Muito Baixo*, *Baixo*, *Médio*, *Alto*, *Muito Alto*) e adicionado como entrada para o nó na rede Bayesiana. Por fim, AgenaRisk normalizou, automaticamente, o TPN a fim de que sua soma fosse 1.

Após definir o procedimento de entrada dos dados nos modelos, a rede foi executada para cada cenário. Assim como apresentado na Seção 3.4.1, utilizou-se a média da distribuição de probabilidade de cada variável, fornecida pela AgenaRisk.

Para definir o nível de similaridade entre os resultados das três perspectivas, utilizou-se uma medida de precisão: o Erro Médio Relativo (EMR). Além das justificativas, anteriormente, apresentadas na Seção 3.4.1 para a escolha dessa medida, foi considerada a aplicação do teste de concordância (ou seja, Weightd Kappa, Fleiss 'Kappa e coeficiente intraclass), mas a natureza de nossos dados não satisfaz as premissas desses testes. Para essa categoria de teste, os avaliadores deveriam ser escolhidos aleatoriamente, o que não foi o caso dessa pesquisa. Além disso, foi avaliado o uso do coeficiente de correlação de Pearson. No entanto, os procedimentos utilizados pelo TE-RB, para calcular suas variáveis, não foram, estatisticamente, rigorosos, apesar de estudos anteriores demonstrarem sua utilidade prática.

A Equação 3.2 é a fórmula usada para calcular o EMR. Além disso, aproveitou-se a escala para classificar o grau de concordância do estudo anterior 3.4.1, dessa vez aplicada às perspectivas.

## Capítulo 4

# Análise Comparativa entre Modelos de Trabalho em Equipe Ágil

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos de projeto, resultados e discussão, ameaças e conclusão, referentes à análise comparativa entre os modelos de avaliação do trabalho em equipe ágil.

Esse estudo se concentrou em analisar se os modelos TE-RB e TE-MEE são semelhantes em termos de seus construtos e medidas. Dado que TE-MEE e TE-MEE são compostos por variáveis diferentes, este estudo está estruturado em termos da semelhança teórica entre as variáveis, conforme discutido na Seção 2.6. Neste estudo são consideradas seis variáveis independentes, são elas: *Comunicação*; *Coordenação*; *Coesão*; *Balanço de Contribuição dos Membros*; *Esforço*; e *Suporte Mútuo*. Observe que não foi considerado o TE geral como uma variável dependente porque, no TE-MEE, é uma variável latente; em outras palavras, o modelo não calcula um valor para essa variável. Além disso, é considerada como variáveis independentes as entradas para cada um dos modelos TE analisados.

Como resultado, definiu-se as seguintes questões de pesquisa:

- **QP1:** os modelos TE-MEE e TE-RB são semelhantes em termos de seus construtos?
- **QP2:** os modelos TE-MEE e TE-RB são semelhantes em termos de suas medidas?

Tais questões foram respondidas mediante a realização das seguintes atividades:

1. **QP1** foca na comparação de ambos os modelos em termos de seus construtos. Ambos

os modelos são modelos causais, mas usam diferentes técnicas de modelagem; TE-RB é uma Rede Bayesiana e TE-MEE um Modelo de Equação Estrutural. Portanto, para responder **QP1**, para cada modelo, calculou-se a influência de suas variáveis na variável *Trabalho em Equipe*. Para TE-RB, foi realizada uma análise de sensibilidade. Para TE-MEE, foram utilizadas as cargas fatoriais. Para concluir, se os construtos são semelhantes, comparou-se as classificações.

2. **QP2** foca na comparação dos modelos de medição. Como modelos de medição, entende-se como a combinação das medidas e regra de inferência usada por cada modelo para calcular o valor de suas variáveis. **QP2** foi decomposta em seis variáveis, uma para cada variável contida no TE-MEE, e avaliou-se a concordância com as variáveis do TE-RB. Observe que o TE-RB possui mais variáveis que o TE-MEE, dessa forma foi necessário realizar um mapeamento entre as variáveis dos modelos. Mais detalhes sobre esse mapeamento são apresentados na Seção 2.6. Para responder **QP2**, foi conduzido um estudo empírico com membros de duas organizações de desenvolvimento de software. A metodologia de tal estudo é apresentada no Capítulo 3.

A seguir, as Seções 4.1, 4.2 e 4.3 descrevem, respectivamente, os resultados e discussões, as limitações e a conclusão do estudo.

## 4.1 Resultados e Discussão

As Seções 4.1.1, 4.1.2 discutem **QP1** e **QP2**, respectivamente.

### 4.1.1 QP1: Os modelos TE-MEE e TE-RB são semelhantes em termos de seus construtos?

Conforme discutido, para comparar os dois modelos (ou seja, TE-MEE e TE-RB) em termos de seus construtos, suas variáveis foram classificadas em termos de sua influência na variável TE. Para o TE-RB, foi realizada uma análise de sensibilidade, apresentada como um diagrama de tornado na Figura 4.1.

Para TE-MEE, foi utilizada a carga fatorial como referência para classificar a influência das variáveis no TE (ver Figura 2.5). A Figura 4.2 apresenta a classificação das variáveis

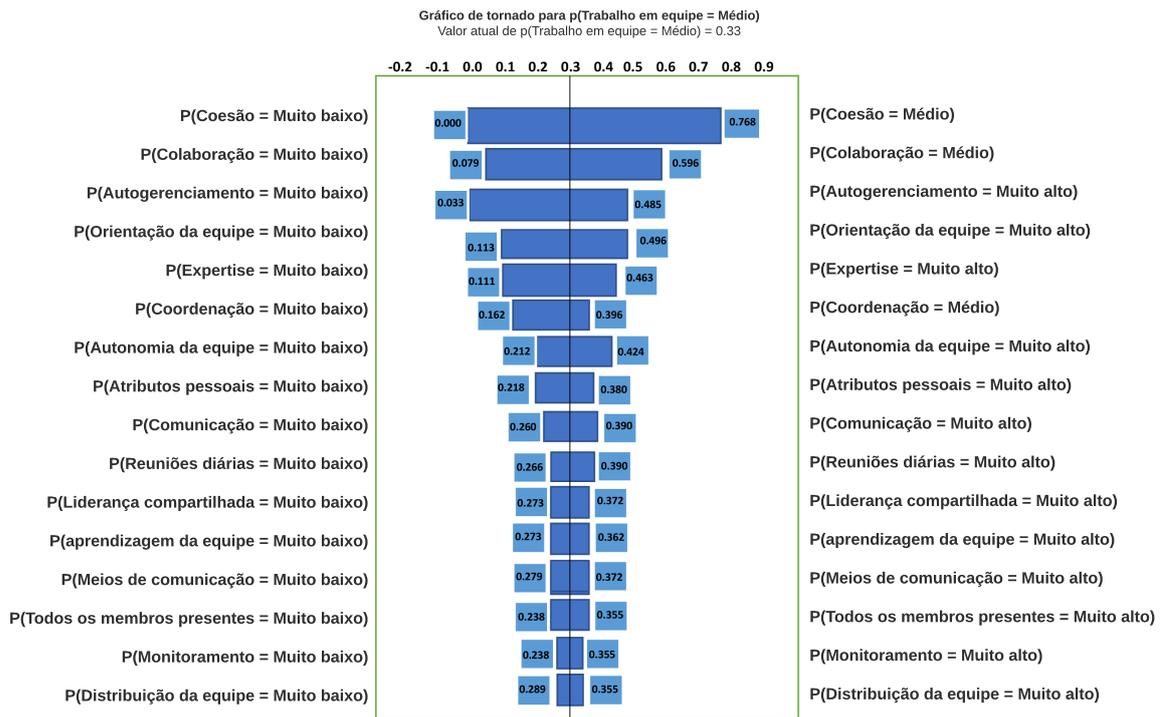


Figura 4.1: Resultados da Análise de Sensibilidade do TE-RB

de ambos os modelos na forma de um gráfico. Os nós da esquerda representam as variáveis do TE-RB, ordenadas de cima para baixo, tendo no topo a variável com maior influência no trabalho em equipe dada a análise de sensibilidade. Os nós à direita representam as variáveis do TE-MEE, ordenadas de cima para baixo, tendo no topo a variável com maior influência no TE dadas as cargas fatoriais. O gráfico tem uma aresta entre os nós se eles apresentarem variáveis mapeadas.

Para concluir rigorosamente que ambos os modelos são semelhantes em termos de seus construtos, ambos os modelos devem ter as variáveis semelhantes no topo do Figura 4.2. Consequentemente, não deve haver cruzamento de arestas. Analisando a Figura 4.2, conclui-se que não é esse o caso.

Primeiro, o TE-RB inclui três variáveis que não estão contidas no TE-MEE que têm um impacto no TE maior que *Comunicação*, a variável mapeada de TE-RB para TE-MEE com o menor impacto no TE: *Expertise*, *Atributos pessoais*, e *Autonomia do Time*. No entanto, observe que *Expertise* e *Atributos pessoais* fazem parte da construção da variável *Orientação da Equipe*, sendo mapeada para a variável *Balanco de Contribuição dos Membros* do

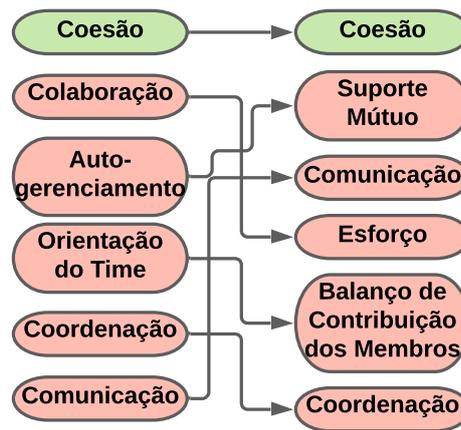


Figura 4.2: Gráfico de Associação das Classificações para TE-RB(esquerda) e TE-MEE(direita).

TE-MEE. Assim, pode-se considerar que, implicitamente, estão mapeados para TE-MEE. *Autonomia do Time* não foi mapeada para nenhuma das variáveis do TE-MEE. Portanto, esta pode ser uma diferença relevante entre os construtos de TE-MEE e TE-RB.

Além disso, ao analisar a Figura 4.2, existem quatro cruzamentos entre as arestas. Um dos cruzamentos ocorre porque, conforme a análise de sensibilidade (ver Figura 4.1), *Colaboração* tem um impacto maior na TE do que *Autogerenciamento*. No entanto, para fins práticos, a diferença é desprezível, tendo um EMR de 12%. Os outros três cruzamentos são causados pelas diferentes maneiras como Freire et al. [13] e Hoegl e Gemuenden [17] lidaram com a variável *Comunicação*. Para TE-RB, Freire et al. [13] considerou *Comunicação* como parte do construto para as variáveis *Coordenação*, *Colaboração* e *Coesão*. Hoegl e Gemuenden [17] trataram *Comunicação* como independente das outras variáveis. Como consequência, no TE-RB, o nó que representa *Comunicação* está longe do nó TE, justificando seu baixo impacto no TE ao realizar a análise de sensibilidade. Por outro lado, observe que as variáveis, que no TE-RB, dependem de *Comunicação*, estão devidamente ordenadas, quando comparadas ao TE-MEE.

Tabela 4.1: EMR calculado para cada variável

Variável	EMR
Comunicação	0.14 (OK)
Coordenação	0.10 (OK)
Coesão	0.12 (OK)
Suporte Mútuo	0.25 (NOK)
Esforço	0.07 (OK)
Balanço de Contribuição dos Membros	0.11 (OK)

QP1: Para fins práticos, ambos os modelos possuem construtos semelhantes, exceto pela ausência da variável *Autonomia do time* no TE-MEE. Rigorosamente, os modelos também diferem na forma como lidam com a variável *Comunicação* e discordam em qual tem maior influência no TE, *Suporte mútuo* ou *Esforço*.

#### 4.1.2 QP2: Os modelos TE-MEE e TE-RB são semelhantes em termos de suas medidas?

A Tabela 4.1 apresenta o erro médio relativo (EMR) calculado para cada variável. Analisando a Tabela 4.1 aplicando os procedimentos apresentados na Seção 3.4.1, conclui-se que ambos os modelos são semelhantes em termos das variáveis *Comunicação*, *Coordenação*, *Coesão*, *Esforço*, e *Balanço de Contribuição dos Membros*. A análise dos resultados significa que, embora o TE-RB e o TE-MEE medem essas variáveis de forma diferente, os resultados apresentados são semelhantes. Observe que, para medir essas variáveis, o TE-RB se baseia em cinco questões, enquanto o TE-MEE se baseia em 31.

Por outro lado, a variável *Suporte Mútuo* teve um EMR calculado acima de 0,2, o que significa que eles não são equivalentes. A razão para isso pode ser explicada porque, no TE-RB, a variável *Autogerenciamento* depende do valor de três outras variáveis, ou seja, *Expertise*, *Liderança Compartilhada*, e *Aprendizagem em Equipe*. A variância se propaga no RB das variáveis pai (ou seja, entrada) para as variáveis descendentes, e o número de variáveis dependentes aumenta a complexidade para definir o TPN.

Apesar desta aparente discordância entre os modelos, observe que no TE-RB, *Autogerenciamento*, junto com *Colaboração*, são os nós pais para *Coesão*. Como discutido

anteriormente, ambos os instrumentos concordaram ao medir *Colaboração* e *Coesão*. Portanto, esse raciocínio pode indicar que, embora o EMR para *Autogerenciamento* e *Suporte Mútuo* fosse maior que 0, 2, ambos os modelos podem ser considerados equivalentes, mas é necessário mais evidências. Observe que, enquanto o TE-RB uma questão para avaliar *Autogerenciamento*, o TE-MEE tem sete para *Suporte Mútuo*.

QP2: Ambos os modelos produzem medidas semelhantes para as variáveis analisadas, exceto para a variável *Suporte Mútuo*. No entanto, dada a estrutura dos modelos subjacentes aos instrumentos, em geral, os modelos de medição para as variáveis analisadas são semelhantes.

## 4.2 Ameaças à Validade

Esta seção apresenta as ameaças à validade do estudo seguindo a classificação proposta por Wohlin et al. [45] e o esquema aplicado para minimizá-las.

*Validade interna:* durante as sessões de coleta de dados, os sujeitos foram convidados a responder ao questionário com perguntas sobre os dois modelos. Cada sessão durou aproximadamente 40 minutos, o que pode ter influenciado nos resultados devido ao cansaço. Para minimizar isso, todos os sujeitos responderam simultaneamente enquanto um pesquisador monitorava todo o processo. Outra ameaça está relacionada ao entendimento dos objetivos da pesquisa e das questões de ambos os modelos. Para minimizá-lo, foi realizada duas abordagens:

1. foram realizados treinamentos para esclarecer os objetivos da pesquisa, para garantir que eles entendessem as questões dos dois questionários e respondessem com base em sua realidade (e não em suas intenções);
2. utilizou-se os questionários previamente aplicados e validados por Freire et al. [13] e Lindsjörn et al. [22]. Além disso, como os entrevistados forneceram dados sobre suas equipes, os dados podiam ser tendenciosos. Para minimizar o viés, foi garantida a confidencialidade dos dados.

*Validade externa:* foram coletados dados de 25 equipes sendo 24 da mesma organização. Assim, os resultados podem ser influenciados pela cultura da organização. Para minimizar essa ameaça, coletou-se dados de equipes de diferentes domínios e parceiros da indústria.

Além disso, a maioria das equipes tinha gerentes separados. A amostra tem 13 gerentes para as 25 equipes.

Outra ameaça à validade externa está relacionada à generalização dos dados. Todas as equipes que participaram da pesquisa utilizaram o *Scrum* como metodologia de gestão. Embora isso possa limitar a generalização dos resultados dos times *Scrum*, o *Scrum* está presente entre as cinco práticas ágeis mais utilizadas na indústria. De acordo com o último relatório do State of Agile, 75% dos projetos usam *Scrum* [43].

*Validade de conclusão:* usando o EMR e definindo 0,2 como um valor tolerável para o EMR pode ter levado a falsos positivos. Mesmo não sendo necessariamente uma escolha estatisticamente rigorosa, a escolha por ela ocorreu pela natureza dos instrumentos comparados, tornando-se adequada para fins práticos.

*Validade de construto:* foi realizado o mapeamento das variáveis entre os modelos. Embora o TE-RB tenha mais variáveis do que o TE-MEE, as variáveis foram mapeadas por similaridade em suas definições. O mapeamento foi feito através de uma reunião entre pesquisadores para minimizar o viés do pesquisador. Posteriormente, discutiram quaisquer conflitos antes de chegar ao mapeamento final. Além disso, o questionário proposto por Lindsjørn et al. [22] foi adaptado, combinou-se a percepção dos indivíduos de uma mesma equipe a uma única percepção por meios aritméticos e normalizou-se os dados coletados. Mesmo sabendo que calcular a média aritmética de uma escala ordinal é um tema controverso em estatística, optou-se seguir o procedimento aplicado por Lindsjørn et al. [22] para fins de conformidade.

### 4.3 Conclusões do Capítulo

Ao analisar as respostas às questões **QP1** e **QP2**, pode-se concluir que para fins práticos, ambos os modelos possuem construtos semelhantes, exceto para o TE-MEE que não possui uma variável para *Autonomia do Time*. Além disso, em termos das medidas utilizadas para as variáveis, ambos os modelos são semelhantes na medição de cinco delas (ou seja, *Comunicação*, *Coordenação*, *Equilíbrio da Contribuição dos Membros*, *Esforço e Coesão*). Em relação à variável *Suporte Mútuo* do TE-MEE, a análise dos resultados indicara ser semelhante a *Autogerenciamento* do TE-RB, mas, mais pesquisas empíricas são necessárias para definir como medi-la para DAS. Dessa forma, cabe às equipes escolher o modelo de TE que

melhor se adequá ao seu contexto. Enquanto o TE-RB requer menos esforço para ser usado e permite diagnóstico e prognóstico, o TE-MEE calcula as inferências de prognóstico com base em dados mais granulares.

Vale ressaltar que, além de ter sido útil como uma primeira validação para o presente trabalho de dissertação, as descobertas deste estudo podem beneficiar pesquisadores por fornecer soluções para comparar modelos usando dados objetivos no ciclo de desenvolvimento. Para profissionais (e.g., *stakeholders*, líderes técnicos e gerentes), o estudo contribui para uma melhor compreensão de como os modelos são úteis para diagnosticar ou prever o trabalho em equipe, cabendo às equipes escolher o modelo mais adequado ao seu contexto.

## Capítulo 5

# Análise Comparativa entre Perspectivas de Avaliação do Trabalho em Equipe Ágil

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos de projeto, resultados e discussão, ameaças e conclusão, referentes à análise comparativa entre as perspectivas de avaliação do trabalho em equipe ágil.

Esse estudo teve como objetivo avaliar se as diferentes perspectivas de avaliação do TE ágil divergem quanto à percepção das variáveis no construto TE ágil e com isso, reduzir o esforço da coleta de dados. Observe que a avaliação do trabalho em equipe é feita por questionários e todos os integrantes da equipe devem participar. Em casos que as perspectivas concordassem, não seria necessária a participação de todos, reduzindo o custo operacional.

Para alcançar este objetivo, executou-se uma análise comparativa, considerando as perspectivas da equipe de desenvolvimento, do líder técnico e do gerente de projeto. Para este propósito, foram coletados dados de 130 pessoas de diferentes funções, usando o instrumento proposto por Freire et al. [13] para medir o TE de 21 equipes de DAS.

Os dados, utilizados no estudo e seu procedimento de coleta, foram apresentados na Seção 3.2. Porém a amostra deste estudo é 20% menor do que a amostra total, isso porque foi descartado os dados das equipes que não possuem as respostas de líderes ou gerentes. Esse descarte ocorre devido ao projeto de pesquisa, dado que a unidade de análise é a equipe e, para comparar todas as perspectivas, são necessárias as respostas de todas elas.

Devido aos recursos necessários para a execução de tal estudo, optou-se pelo uso do TE-RB, pois ele calcula o TE, considerando a causalidade entre os fatores que compõem

o construto que o representa, requer menos esforço para a entrada dos dados (utiliza um questionário com apenas nove questões) e foi validado empiricamente. Além disso, é o modelo publicado recentemente.

Como resultado, definiu-se uma questão de pesquisa para cada possível combinação de perspectiva, cada uma questionando se as perspectivas avaliam o TE ágil de maneira semelhante:

- QP1: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva da equipe de desenvolvimento e líder técnico?
- QP2: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva da equipe de desenvolvimento e gerente?
- QP3: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva do líder técnico e gerente?

Essas QPs focam na comparação das medidas de Trabalho em Equipe de diferentes perspectivas. Portanto, para respondê-la, foi calculada a medida de TE, avaliada por cada perspectiva. Os resultados das perspectivas associadas foram comparados, utilizando o Erro Médio Relativo (EMR). Os detalhes de tal estudo foram apresentados no Capítulo 3.

A seguir, as Seções 5.1, 5.2 e 5.3 descrevem, respectivamente, os resultados e discussão, limitações e, por fim, a conclusão do estudo.

## 5.1 Resultados e Discussão

Esta pesquisa indica concordância de magnitude variável entre as perspectivas de como o TE é avaliado. A Figura 5.1 apresenta os valores de EMR, calculados para as perspectivas, combinados conforme o raciocínio apresentado na Seção 3.4.2. Os valores verdes indicam concordância forte, os azuis indicam concordância moderada e os vermelhos indicam concordância fraca. Já os acrônimos L, G e ED representam as perspectivas de líder técnico, gerente e equipe de desenvolvimento, respectivamente.

Pode haver vários motivos possíveis para essas discrepâncias, podendo ser atribuídas a certas propriedades do avaliador, bem como a desvios do critério de referência. Em sua pesquisa, Lindsjörn et al. [22] levaram em consideração a avaliação da qualidade do produto

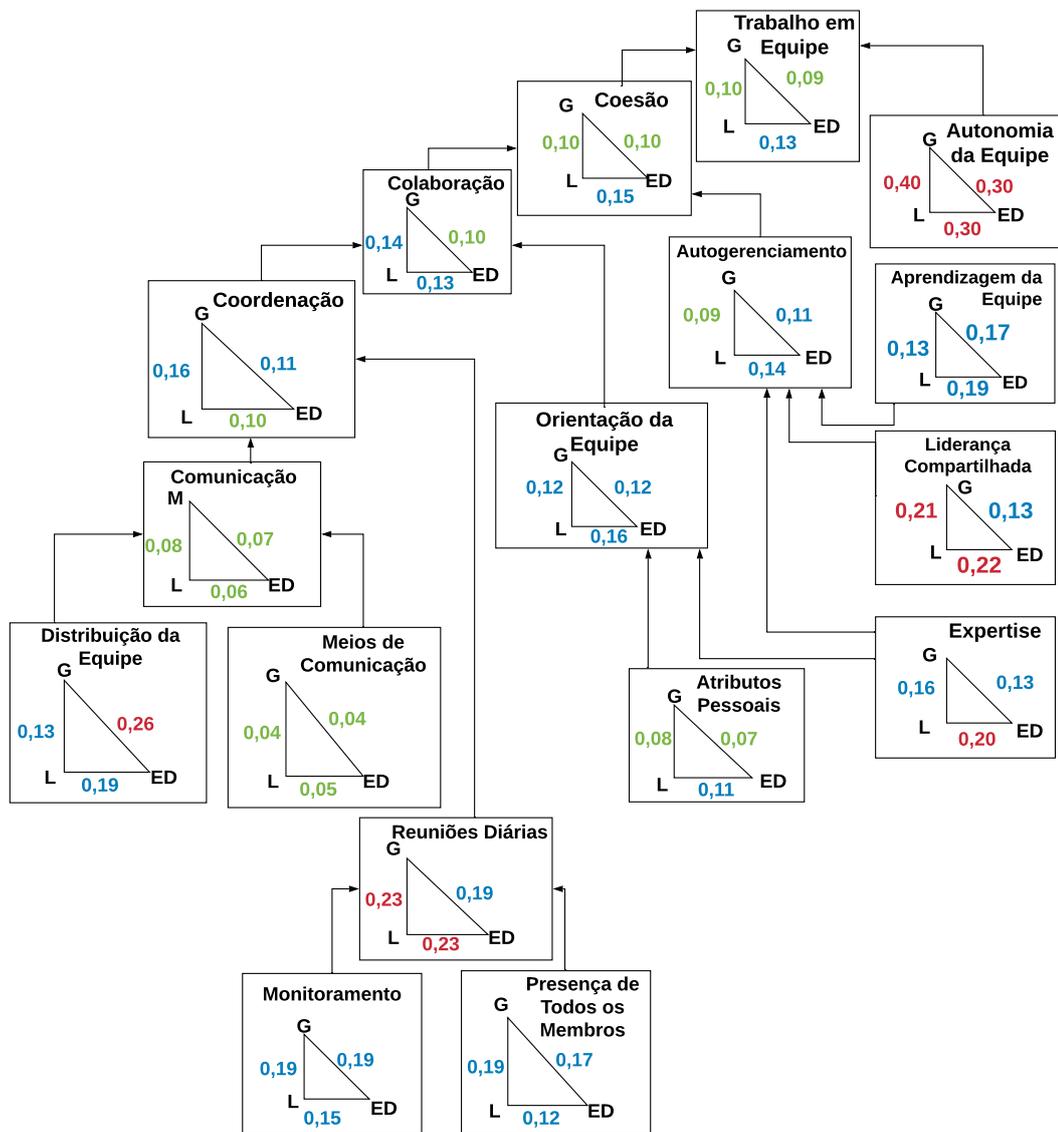


Figura 5.1: EMR entre diferentes perspectivas de avaliação

e qualidade do projeto para diferentes perspectivas. A pesquisa revelou grandes diferenças entre as perspectivas de avaliação, mas se esperava uma divergência menor, uma vez que o desenvolvimento ágil preza por uma comunicação constante. Enquanto Lindsjörn et al. [22] avaliaram construtos de alto nível, qualidade do produto e qualidade do projeto, esta pesquisa avaliou a Qualidade do Trabalho em Equipe. A seguir, discute-se os dados coletados para as questões de pesquisa (Seções 5.1.1, 5.1.2, e 5.1.3) e apresenta-se as limitações e conclusões referentes ao estudo (Seções 5.2 e 5.3).

### 5.1.1 QP1: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva da equipe de desenvolvimento e líder técnico?

A avaliação de *Trabalho em Equipe*, por essas perspectivas, apresentou a menor concordância (EMR = 0, 13) entre as perspectivas analisadas. De acordo com a escala definida, classifica-se com concordância moderada. Compartilhar o mesmo ambiente de trabalho diariamente e comunicação próxima poderia influenciar, positivamente, a concordância das avaliações, mas isso só foi confirmado para três variáveis (ex: *Comunicação*, *Meios de Comunicação* e *Coordenação*).

Observe que, na Figura 5.1, a concordância entre equipes de desenvolvimento e líderes para a variável *Trabalho em Equipe* é influenciada pelas variáveis que a compõem e também teve uma concordância moderada (ou seja, *Colaboração*, *Coesão*, *Orientação da Equipe*, e *Autogerenciamento*) para essas perspectivas. A variável *Orientação da Equipe* se refere ao respeito que os membros da equipe têm uns pelos outros. Assim, a concordância moderada (EMR = 0, 16), entre as perspectivas, seja explicada pela dinâmica interna do grupo. Consequentemente, sua variável filha (ou seja, *Colaboração*) foi influenciada por este contrato. Seguindo a hierarquia do instrumento, *Colaboração* influencia *Coesão* (EMR = 0, 15), e isso influencia *Trabalho Equipe* e é influenciado por *Autogerenciamento* (EMR = 0, 14).

Lindsjörn et al. [22] afirmam que coordenação significa que “as equipes devem desenvolver e concordar em uma estrutura de objetivos comuns, relacionada à tarefa que tenha sub-objetivos suficientemente claros para cada membro da equipe”. Em equipes ágeis, as tarefas são, geralmente, selecionadas ou delegadas a reuniões de planejamento de *sprint*, onde o líder técnico e a equipe de desenvolvimento se encontram. Esse acordo quanto à

avaliação da *Coordenação* pode estar, diretamente, relacionado às discussões nas reuniões.

QP1: A avaliação do Trabalho em Equipe, utilizando TE-RB é **diferente** quando medida por equipe de desenvolvimento e líder técnico.

### 5.1.2 QP2: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva da equipe de desenvolvimento e gerente?

A variável *Trabalho em Equipe* apresentou forte concordância (EMR = 0,9) na avaliação entre equipes de desenvolvimento e gerentes, contrariando as expectativas. Essa forte concordância pode ser influenciada pela variável *Coesão*, que é a mãe de *Trabalho em Equipe* no TE-RB e também mostrou uma concordância forte. Pode-se argumentar a influência da variável *Autonomia da Equipe*, também filha do *Trabalho em Equipe*, que mais discordou entre as perspectivas (EMR = 0.30). Porém, na hierarquia do modelo, tem menos impacto do que *Coesão*. Em Freire et al. [13] diferentes pesos foram definidos para nós que compõem o *Trabalho em Equipe*. Empiricamente, eles escolheram os pesos 5 e 1, para *Coesão* e *Autonomia da equipe* respectivamente. *Autonomia da Equipe* refere-se à influência que os agentes externos têm na execução das tarefas da equipe. A compreensão da influência externa é diferente entre as perspectivas, porque a influência impacta mais o trabalho da equipe de desenvolvimento.

Mullen e Copper [30] abordam a coesão da equipe em três aspectos: (i) compromisso com as tarefas da equipe, (ii) atração interpessoal dos membros da equipe e (iii) orgulho do grupo espírito de equipe. Dentre os três aspectos elencados, apenas o primeiro permite uma avaliação criteriosa dos gestores com base em relatórios. Os demais aspectos são mais perceptíveis no contexto cotidiano do ambiente de trabalho. Embora os gestores pareçam estar um pouco ausentes do dia a dia da equipe, essa forte concordância (EMR = 0,10) pode ser explicada pela percepção geral do ambiente de trabalho pelos gestores e pela análise dos relatórios. Além disso, as variáveis pai de *Coesão* (ou seja, *Colaboração* e *Autogerenciamento*) podem ter influenciado, uma vez que também tiveram acordos fortes (EMR = 0,10) e moderados (EMR = 0,11), respectivamente.

As empresas apresentaram um processo de coordenação robusto e eficaz, portanto era esperado um forte acordo para as variáveis *Comunicação* e *Reuniões Diárias*. No entanto,

esta forte concordância só foi confirmada para a variável *Comunicação* (EMR = 0, 07). *Reuniões Diárias* apresentou concordância apenas moderada (EMR = 0, 19), devido à sua relação com *Monitoramento* (EMR = 0, 19) e *Todos os Membros Presentes* (EMR = 0, 17).

QP2: A avaliação do Trabalho em Equipe, utilizando TE-RB, é **semelhante**, quando medido por equipes de desenvolvimento e gerentes.

### 5.1.3 QP3: Como a medição do TE difere, dada a perspectiva do líder técnico e gerente?

As avaliações do *Trabalho em Equipe*, pelas perspectivas, mostraram forte concordância (EMR = 0, 10). Esse acordo era esperado, pois os líderes estão em contato constante com o gerente, o que pode indicar que eles conhecem suas experiências e realidades. Além disso, o *Trabalho em Equipe* é impactado pelo acordo apresentado em *Coesão e Autogerenciamento*.

Conforme descrito na Seção 5.1.2, a coordenação de uma equipe é evidenciada durante as reuniões Scrum, das quais o gerente muitas vezes não participa. Além disso, a *Aprendizagem da Equipe* é definida em termos da habilidade da equipe em identificar mudanças em seu ambiente e ajustar suas estratégias conforme necessário, enquanto *Expertise* está relacionada ao conhecimento dos membros da equipe para desenvolver tarefas com redundância. Dessa forma, pelo fato dos gerentes não possuírem informações detalhadas sobre as variáveis *Coordenação*, *Aprendizado da Equipe* e *Expertise*, eles podem avaliar com base em sua impressão geral e as informações fornecidas pelo líder da equipe.

Em geral, as variáveis que compõem o construto *Trabalho em Equipe* apresentam concordância moderada entre líderes e gestores. No entanto, há uma discordância significativa para as variáveis *Autonomia da Equipe* (EMR = 0, 40), *Reuniões Diárias* (EMR = 0, 23) e *Liderança Compartilhada* (EMR = 0, 21).

QP3: A avaliação do Trabalho em Equipe, utilizando TE-RB, é **semelhante** quando medida por líderes técnicos e gerentes.

## 5.2 Ameaças à Validade

Com base no exposto em [45], as seguintes ameaças à validade são identificadas:

- *Validade interna:* usando o erro médio relativo (EMR) e definindo 0,2 como um valor tolerável para o EMR pode ter levado a falsos positivos. O mesmo entendimento, apresentando na Seção 4.2, é utilizado para esclarecer. A opção pelo EMR ocorreu pela natureza do modelo utilizado.
- *Validade de conclusão:* uma vez que os entrevistados forneceram dados sobre suas equipes, os dados estão sujeitos a vieses. Minimizou-se essa ameaça, garantindo que as informações eram confidenciais.
- *Validade do construto:* para medir as variáveis que compõem o construto TE, foi utilizada apenas uma questão por variável, podendo não captar todas as informações necessárias. Além disso, as questões definidas, no questionário, podem não ser claras o suficiente para evitar vieses. Isso foi minimizado, usando o questionário, proposto por Freire et al. [13], empiricamente, validado pelos autores. Além disso, combinaram-se respostas individuais na equipe de desenvolvimento, inserindo o número de respostas para cada estado do nó. Embora seja sabido que, para agregar as respostas, a concordância deve ser analisada, optou-se por seguir o procedimento visto que, em Lindsjorn et al. [22], nenhuma inconsistência foi encontrada nas avaliações dos membros da equipe de desenvolvimento.
- *Validade externa:* todas as equipes participantes da pesquisa usaram Scrum. Embora isso possa limitar as generalizações apenas para equipes de desenvolvimento, as cinco principais práticas ágeis aplicadas, no setor, fazem parte da estrutura do Scrum. Portanto não se acredita nessa ameaça limite, consideravelmente, às descobertas. Outra ameaça de validade externa está relacionada à cultura da empresa. Os dados foram coletados de 21 equipes de duas organizações, sendo 20 equipes eram da mesma organização. Para minimizar essa ameaça, foram entrevistadas 130 pessoas que trabalham em projetos, com diferentes domínios e parceiros do setor.

### 5.3 Conclusões do Capítulo

Ao analisar as respostas às questões **QP1**, **QP2** e **QP3**, pode-se concluir que diferentes perspectivas avaliam a qualidade do trabalho em equipe de forma semelhante. Porém, para

algumas variáveis que compõem este construto, existe uma diferença de avaliação entre as perspectivas.

Vale ressaltar que este estudo colabora com a indústria, revelando a necessidade de alinhar expectativas entre as perspectivas, visando um consenso na avaliação do trabalho em equipe e um consenso sobre quais ações são prioritárias para a melhoria contínua. Caso a hipótese de que as diferentes perspectivas avaliam o trabalho em equipe ágil de forma semelhante se confirmasse, seria necessário realizar a coleta de dados apenas de um integrante da equipe, seja ele de qual perspectiva for. Isso reduziria consideravelmente o esforço e conseqüentemente o custo da realização da análise.

As limitações deste estudo estão relacionadas à associação das variáveis que compõem o construto TE, às métricas utilizadas para medir as variáveis de entrada, à agregação das respostas dos desenvolvedores em uma única resposta, ao uso do EMR para medir a concordância de perspectivas e às ameaças de validade do estudo empírico.

# Capítulo 6

## Considerações Finais

Nesta dissertação, apresentou-se um estudo empírico entre dois modelos de medição do Trabalho em Equipe (TE), no contexto do desenvolvimento ágil de software: TE-MEE e TE-RB, propostos, respectivamente, por Lindsjorn et al. [22] e Freire et al. [13]. O objetivo foi comparar os modelos e avaliar como a perspectiva (time de desenvolvimento, líder técnico e gerente) afeta a avaliação das variáveis no construto trabalho em equipe ágil, auxiliando líderes e gerentes de projeto a tomar iniciativas de melhoria de processos como meio de alavancar o sucesso do projeto. Para alcançar este objetivo, a dissertação foi dividida em duas análises comparativas, são elas: análise comparativa entre modelos de trabalho em equipe ágil e análise comparativa entre as perspectivas de avaliação do trabalho em equipe ágil. Para ambas as análises, coletou-se dados, utilizando ambos os modelos, de 162 sujeitos de múltiplas funções, de 25 equipes de DAS de duas organizações de desenvolvimento de software.

Para analisar a semelhança entre os modelos, primeiramente, avaliou-se os modelos em termos de seus construtos. Isso foi feito, para cada modelo, calculando a influência de suas variáveis para a variável Trabalho em Equipe. Para se chegar a conclusão se os construtos são semelhantes, fez-se uma comparação entre as classificações. Em seguida, confrontou-se as medidas apresentadas por cada variável do modelo, seguindo o mapeamento apresentado na Seção 2.6. Assim, respondeu-se a questão de pesquisa **QP1**. Para a análise das perspectivas, calculou-se a medida de TE, avaliada por cada perspectiva, utilizando TE-RB, em seguida, compararam-se os resultados. Com isto, respondeu-se a questão de pesquisa **QP2**.

Os resultados da análise de semelhança, entre os modelos, indicam que, para fins práticos, ambos os modelos possuem construtos equivalentes, exceto para o TE-MEE que não possui

uma variável para *Autonomia do Time*. Além disso, em termos das medidas, utilizadas para as variáveis, ambos os modelos são equivalentes na medição de cinco delas (nomeadamente, *Comunicação, Coordenação, Balanço de Contribuição dos Membros, Esforço e Coesão*). Com isso, conclui-se que, para líderes e gerentes de projetos, a escolha por qual modelo utilizar deve ser baseada nas necessidades da equipe. Enquanto o TE-RB requer menos esforço e provê uma ferramenta de diagnóstico e prognóstico, o TE-MEE apresenta dados mais granulares sobre as variáveis.

Com relação à análise das perspectivas, seus resultados indicam que diferentes perspectivas avaliam o *Trabalho em Equipe* de forma semelhante. Porém, para algumas variáveis que compõem esse construto, existe uma diferença de avaliação entre as perspectivas. Dessa forma, se faz necessária a participação de todos os integrantes da equipe na coleta de dados.

Contudo é importante considerar alguns fatores limitantes da pesquisa, como: foram coletados dados de 25 equipes, sendo 24 da mesma organização. Para minimizar a ameaça da cultura da empresa, coletaram-se dados de equipes de diferentes domínios e parceiros da indústria; todas as equipes que participaram da pesquisa utilizaram o Scrum como metodologia de gestão. Embora isso possa limitar a generalização dos resultados dos times Scrum, o Scrum está presente entre as cinco práticas ágeis mais utilizadas na indústria; usando o EMR e definindo 0,2 como um valor tolerável para o EMR pode ter levado a falsos positivos. Mesmo não sendo necessariamente uma escolha, estatisticamente rigorosa, a escolha por ela ocorreu pela natureza dos instrumentos comparados e por ser adequada para fins práticos.

## 6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

Esta pesquisa possibilitou a identificação de trabalhos futuros, como: explorar a importância da *Autonomia da Equipe* como parte do construto Trabalho em Equipe ágil, uma vez que TE-MEE não a considera, e como medi-la; apesar da semelhança das medidas de *Suporte Mútuo* do TE-MEE e *Autogerenciamento* do TE-RB, mais pesquisas empíricas são necessárias para definir como medi-lo para Desenvolvimento ágil de software; a necessidade de conduzir um estudo de caso, triangulando dados coletados de membros da equipe e dados objetivos, gerados no ciclo de vida de desenvolvimento de software, reduzindo assim possíveis vieses.

# Bibliografia

- [1] James C Anderson and David W Gerbing. Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two-step Approach. *Psychological bulletin*, 103(3):411, 1988.
- [2] Ronald D Anderson and Gyula Vastag. Causal Modeling Alternatives in Operations Research: Overview and Application. *European Journal of Operational Research*, 156(1):92–109, 2004.
- [3] Andrea Bobbio, Luigi Portinale, Michele Minichino, and Ester Ciancamerla. Improving the Analysis of Dependable Systems by Mapping Fault Trees into Bayesian Networks. *Reliability Engineering & System Safety*, 71(3):249–260, 2001.
- [4] Amadeu Silveira Campanelli and Fernando Silva Parreiras. Agile Methods Tailoring – a Systematic Literature Review. *Journal of Systems and Software*, 110:85 – 100, 2015.
- [5] Ana Luiza Machado de Codes. Modelagem de Equações Estruturais: um método para a Análise de Fenômenos Complexos. *Caderno CRH*, 18(45):471–484, 2005.
- [6] Torgeir Dingsøy, Tor Erlend Fægri, Tore Dybå, Børge Haugset, and Yngve Lindsjörn. Team Performance in Software Development: Research Results versus Agile Principles. *IEEE software*, 33(4):106–110, 2016.
- [7] Veli-Pekka Eloranta, Kai Koskimies, and Tommi Mikkonen. Exploring Scrumbut—an Empirical Study of Scrum Anti-patterns. *Information and Software Technology*, 74:194 – 203, 2016.
- [8] Israt Fatema and Kazi Sakib. Factors Influencing Productivity of Agile Software De-

- velopment Teamwork: A Qualitative System Dynamics Approach. In *2017 24th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*, pages 737–742. IEEE, 2017.
- [9] 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.
- [10] Norman Fenton, Paul Krause, and Martin Neil. Software Measurement: Uncertainty and Causal Modeling. *IEEE software*, 19(4):116–122, 2002.
- [11] Norman Fenton, William Marsh, Martin Neil, Patrick Cates, Simon Forey, and Manesh Tailor. Making Resource Decisions for Software Projects. In *Proceedings of the 26th international conference on software engineering*, pages 397–406. IEEE Computer Society, 2004.
- [12] Fiorenzo Franceschini, Maurizio Galetto, and Marco Varetto. Qualitative Ordinal Scales: The Concept of Ordinal Range. *Quality Engineering*, 16(4):515–524, 2004.
- [13] Arthur Freire, Mirko Perkusich, Renata Saraiva, Hyggo Almeida, and Angelo Perkusich. A Bayesian Networks-based Approach to Assess and Improve the Teamwork Quality of Agile Teams. *Information and Software Technology*, 100:119–132, 2018.
- [14] Axel Gandy and Luitgard AM Veraart. A Bayesian Methodology for Systemic Risk Assessment in Financial Networks. *Management Science*, 63(12):4428–4446, 2016.
- [15] Lucas Gren and Per Lenberg. Agility is Responsiveness to Change: An Essential Definition. In *Proceedings of the Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pages 348–353. ACM, 2020.
- [16] Lucas Gren, Richard Torkar, and Robert Feldt. Group Maturity and Agility, Are They Connected?—A Survey Study. In *2015 41st Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, pages 1–8. IEEE, 2015.
- [17] 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.

- [18] Ankur Joshi, Saket Kale, Satish Chandel, and D Kumar Pal. Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4):396, 2015.
- [19] Charles E Kahn Jr, Linda M Roberts, Katherine A Shaffer, and Peter Haddawy. Construction of a Bayesian Network for Mammographic Diagnosis of Breast Cancer. *Computers in biology and medicine*, 27(1):19–29, 1997.
- [20] David Kaplan. *Structural Equation Modeling: Foundations and Extensions*, volume 10. Sage Publications, 2008.
- [21] Timothy R Levine. Confirmatory Factor Analysis and Scale Validation in Communication Research. *Communication Research Reports*, 22(4):335–338, 2005.
- [22] Yngve Lindsjörn, Dag IK Sjøberg, Torgeir Dingsøy, Gunnar R Bergersen, and Tore Dybå. Teamwork Quality and Project Success in Software Development: A Survey of Agile Development Teams. *Journal of Systems and Software*, 122:274–286, 2016.
- [23] Lina Lukusa, Sharon Geeling, Shallen Lusinga, and Ulrike Rivett. Teamwork and Project Success in Agile Software Development Methods: A Case Study in Higher Education. In *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pages 885–891, 2020.
- [24] George Marsicano, Fabio QB da Silva, Carolyn B Seaman, and Breno Giovanni Adaid-Castro. The Teamwork Process Antecedents (tpa) Questionnaire: Developing and Validating a Comprehensive Measure for Assessing Antecedents of Teamwork Process Quality. *Empirical Software Engineering*, 25(5):3928–3976, 2020.
- [25] Emilia Mendes, Mirko Perkusich, Vitor Freitas, and João Nunes. Using Bayesian Network to Estimate the Value of Decisions Within the Context of Value-based Software Engineering. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering 2018*, pages 90–100. ACM, 2018.
- [26] Nils Brede Moe and Aybüke Aurum. Understanding Decision-making in Agile Software Development: a Case-study. In *2008 34th Euromicro Conference Software Engineering and Advanced Applications*, pages 216–223. IEEE, 2008.

- [27] Nils Brede Moe and Torgeir Dingsøy. Scrum and Team Effectiveness: Theory and Practice. In *International conference on agile processes and extreme programming in software engineering*, pages 11–20. Springer, 2008.
- [28] 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.
- [29] Nils Brede Moe, Torgeir Dingsøy, and Emil A Røyrvik. Putting Agile Teamwork to the Test—an Preliminary Instrument for Empirically Assessing and Improving Agile Software Development. In *International Conference on Agile Processes and Extreme Programming in Software Engineering*, pages 114–123. Springer, 2009.
- [30] Brian Mullen and Carolyn Copper. The Relation Between Group Cohesiveness and Performance: An Integration. *Psychological bulletin*, 115(2):210, 1994.
- [31] Judea Pearl and Stuart Russell. *Bayesian Networks Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, 2001.
- [32] 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.
- [33] 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.
- [34] Alexander Poth, Mario Kottke, and Andreas Riel. Evaluation of Agile Team Work Quality. In *International Conference on Agile Software Development*, pages 101–110. Springer, 2020.
- [35] Tali Seger, Orit Hazzan, and Ronen Bar-Nahor. Agile Aorientation and Psychological Needs, Self-efficacy, and Perceived Support: a Two Job-level Comparison. In *Agile 2008 Conference*, pages 3–14. IEEE, 2008.

- [36] Manuel Silva, Arthur Freire, Mirko Perkusich, Danyllo Albuquerque, Everton Guimaraes, Hyggo Almeida, Angelo Perkusich, and Kyller Gorgônio. Measuring Agile Teamwork: a Comparative Analysis Between Two Models. In *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pages 1475–1483, 2021.
- [37] Manuel Silva, Arthur Freire, Mirko Perkusich, Kyller Gorgônio, Hyggo Almeida, and Angelo Perkusich. On the Influence of Different Perspectives on Evaluating the Teamwork Quality in the Context of Agile Software Development. In *Proceedings of the 34th Brazilian Symposium on Software Engineering*, pages 1–10, 2020.
- [38] Stavros Stavru. A Critical Examination of Recent Industrial Surveys on Agile Method Usage. *Journal of Systems and Software*, 94:87–97, 2014.
- [39] Christoph J Stettina and Werner Heijstek. Five Agile Factors: Helping Self-management to Self-reflect. In *European Conference on Software Process Improvement*, pages 84–96. Springer, 2011.
- [40] Viktoria Stray, Dag IK Sjøberg, and Tore Dybå. The Daily Stand-up Meeting: A Grounded Theory Study. *Journal of Systems and Software*, 114:101–124, 2016.
- [41] Muhammad Usman, Emilia Mendes, Francila Weidt, and Ricardo Britto. Effort Estimation in Agile Software Development: a Systematic Literature Review. In *Proceedings of the 10th international conference on predictive models in software engineering*, pages 82–91, 2014.
- [42] Marcel F Van Assen. Agile-based Competence Management: The Relation Between Agile Manufacturing and Time-based Competence Management. *International Journal of Agile Management Systems*, 2000.
- [43] VersionOne. 14th Annual State of Agile Development Survey results. <https://stateofagile.com/#ufh-i-615706098-14th-annual-state-of-agile-report/7027494>, 2020. Accessed em: 05-18-2021.
- [44] Laurie Williams. Agile Software Development Methodologies and Practices. In *Advances in Computers*, volume 80, pages 1–44. Elsevier, 2010.

- 
- [45] Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C. Ohlsson, and Björn Regnell. *Experimentation in Software Engineering*. Springer, Heidelberg, 2012.
- [46] S Michelle Young, Helen M Edwards, Sharon McDonald, and J Barrie Thompson. Personality Characteristics in an xp Team: a Repertory Grid Study. In *Proceedings of the 2005 workshop on Human and social factors of software engineering*, pages 1–7, 2005.

# Apêndice A

Esta seção apresenta os questionários associados aos modelos de trabalho em equipe utilizados nesta dissertação. Todos os questionários foram aplicados em língua inglesa para se evitar o viés da tradução e facilitar o compartilhamento com sujeitos de outra língua. Vale ressaltar que as equipes tinham familiaridade com a língua inglesa.

## A.1 Questionário dos Dados Demográficos

Profile

1. Age
2. Years of experience with software development
3. Years of experience with agile development
4. Your Role
5. Project Name

## A.2 Questionário do TE-MEE

Communication (10)

1. There is frequent communication within the team.
2. The team members communicate often in spontaneous meetings, phone conversations, etc.

3. The team members communicate mostly directly and personally with each other.
4. There are mediators through whom much communication is conducted. (\*)
5. Relevant ideas and information relating to the teamwork is shared openly by all team members.
6. Important information is kept away from other team members in certain situations. (\*)
7. In the team there are conflicts regarding the openness of the information flow. (\*)
8. The team members are happy with the timeliness in which they receive information from other team members.
9. The team members are happy with the precision of the information they receive from other team members.
10. The team members are happy with the usefulness of the information they receive from other team members.

#### Coordination (4)

11. The work done on sub-tasks within the team is closely harmonized.
12. There are clear and fully comprehended goals for sub-tasks within our team.
13. The goals for sub-tasks are accepted by all team members.
14. There are conflicting interests in our team regarding sub-tasks/sub-goals. (\*)

#### Mutual Support (7)

15. The team members help and support each other as best they can.
16. If conflicts come up, they are easily and quickly resolved.
17. Discussions and controversies are conducted constructively.
18. Suggestions and contributions of team members are respected.
19. Suggestions and contributions of team members are discussed and further developed.

20. The team is able to reach consensus regarding important issues.

21. The team cooperate well.

Effort (4)

22. Every team member fully pushes the teamwork

23. Every team member makes the teamwork their highest priority.

24. The team put(s) much effort into the teamwork.

25. There are conflicts regarding the effort that team members put into the teamwork. (\*)

Cohesion (10)

26. The teamwork is important to the team.

27. It is important to team members to be part of the team.

28. The team does not see anything special in this teamwork. (\*)

29. The team members are strongly attached to the team.

30. All team members are fully integrated in the team.

31. There were many personal conflicts in the team. (\*)

32. There is mutual sympathy between the members of the team.

33. The team sticks together.

34. The members of the team feel proud to be part of the team.

35. Every team member feels responsible for maintaining and protecting the team.

Balance of member Contribution (3)

36. The team recognizes the specific characteristics (strengths and weaknesses) of the individual team members.

37. The team members contribute to the achievement of the team's goals in accordance with their specific potential.

38. Imbalance of member contributions cause conflicts in our team. (\*)

## A.3 Questionário do TE-RB

### Communication (2)

1. Did all members of the development team share the same workplace?
2. Did all team members talk to each other face-to-face whenever possible?

### Daily Meetings (2)

3. Did all team members express their difficulties and progress regarding their current tasks in clear and objective way?
4. Were all team members present on all Daily Meetings?

### Team Orientation (2)

5. Did the team members have a good relationship that contributed to a good environment?
6. Did all the team members have the enough knowledge to complete all stories with intersection (i.e., ability to replace each other with minimum effort)?

### Self-Management (2)

7. Was the authority on the decision making process shared between all team members?
8. Did the team easily adapt to the changes the occurred?

### Team Autonomy (1)

9. Was there an external agent interfering on the execution of the tasks?